

**Sur quelques phénomènes
périglaciaires en Costières du Gard**
Un réseau polygonal de fentés en coin

par G. BOUTEYRE, et M. ALLEMANN
Service d'Etude des Sols de la C.N.A.R.B.R.L. Nîmes (Gard) *

Les phénomènes périglaciaires dans la région nimoise sont connus depuis longtemps. En 1926, Monsieur Paul MARCELIN signalait la présence de lœss et plus généralement le rôle important du froid quaternaire dans la géomorphologie de la région. Depuis, nombre d'études ont été consacrées aux lœss de Collias et de Lédénon. L'importance de la gélifraction et de la solifluction a été soulignée dans la mise en place du « complexe lœssique », formation de piémont des garrigues nimoises. Des surfaces de déflation ont été reconnues, notamment à Saint-Laurent-des-Arbres et à Pujaut. Monsieur MARCELIN inter-

-
- * Nous tenons à remercier pour l'aide qu'ils nous ont apportée
M. MARCELIN, Directeur du Laboratoire de Recherches Scientifiques
Régionales du Muséum de Nîmes.
M. CAILLEUX A, qui a bien voulu nous conseiller pour l'interprétation
des phénomènes décrits.
MM. VIGNERON, Chef du Service d'Etude des Sols à la CNARBRL;
RUTTEN, ainsi que les divers collaborateurs du Service des
Sols qui ont partratoire.
analyses de laboicipé aux observations de terrain et aux

3

O. R. S. T. O. M.
Collection de Référence

n° MOH 9ex1

13 DEC. 1986

prêtait comme un témoin d'un coin de glace une fente comblée de matériaux argileux, située en bordure de la garrigue à Nîmes et aujourd'hui disparue à la suite de travaux de terrassement.

Au cours des Etudes pédologiques menées à la Compagnie du Bas-Rhône-Languedoc, il est apparu à l'équipe de pédologues du Service d'Etude des Sols, que le domaine du froid quaternaire était fort étendu dans l'espace et dans le temps et que l'on pouvait voir dans les phénomènes périglaciaires un des agents essentiels de la mise en place des matériaux de couverture. Chacune des formations du complexe lœssique, qui témoigne par ses horizons rubéfiés d'une pédogénèse incompatible avec un climat très rigoureux, porte cependant les marques d'actions périglaciaires. La tectonique quaternaire, contemporaine du volcanisme d'Agde et responsable du soulèvement des Costières du Gard a redonné une nouvelle vigueur aux processus de remaniement. Outre la formation de glacis emboîtés repérables en Costières comme en Vistrenque et reprenant aussi bien des éclats calcaires gélivés que des galets villafranchiens, on observe de multiples retouches de détail, plications, involutions, figures de cryoturbation. Celles-ci bien caractérisées dans le complexe du pied des garrigues (Ravin d'Uchaud) se retrouvent dans des sols caillouteux de Costières affectant des horizons profonds non touchés par les défoncements agricoles (Nouvelle carrière de Bellegarde, Mas Saint-Louis, etc...). Les galets sont disposés en guirlandes sur une profondeur variant de 1 à 2 m. Au-dessous on retrouve la disposition fluviale normale. Ces galets redressés s'organisent en cellules juxtaposées de dimensions variables. Au Mas du Balandran (Commune de Bellegarde) un lœss rubéfié à accumulation calcaire et croûte surmonte les galets redressés.

Participant également de la cryoturbation mais nettement distinct des cellules individualisées mentionnées ci-dessus, un phénomène imputable au froid revêt une grande ampleur dans certaines zones basses de Bezoucé (Quar-

tiers de Couvin, Jasse de Londes, Négue Poulin). On voit, sur plusieurs hectares, des galets verticaux (contigus sur une épaisseur de l'ordre du mètre. Fréquemment une croûte calcaire de structure variée, d'origine hydrologique, fossilise le tout en formant des guirlandes. Les galets sont généralement très altérés mais par endroits on trouve des galets calcaires non altérés.

Il s'agit sans doute d'un glacis construit avec des matériaux empruntés à une surface plus ancienne et remanié par la cryoturbation.

Un autre indice de climat rigoureux avec pénétration profonde du gel, peut se trouver dans certaines formations limoneuses à faible proportion d'éléments grossiers. La terre fine présente sur des épaisseurs dépassant le mètre une structure litée. Les lits d'une épaisseur de 2 à 5 mm. sont discontinus, irréguliers, ils ne présentent apparemment pas d'hétérogénéité de granulométrie qui accompagne normalement un dépôt lité de ruissellement. Des observations au cours de l'hiver 62-63 ont permis de voir dans ces limons des lits discontinus de glace d'environ 1 mm. d'épaisseur, espacés de 2 à 5 mm. et ceci jusqu'à une profondeur de 20 cm. La relation entre la structure et les lits de glace est évidente et il faut rapprocher ces observations des expériences d'alternance de gel et dégel de limons qui ont abouti à de telles structures.

Il faut ajouter à tous ces faits une manifestation particulière du froid qui par son origine indubitable et son caractère bien marqué pourra apporter dans la région un élément nouveau dans la chronologie paléoclimatique du Quaternaire. Il s'agit des **réseaux polygonaux de fentes en coin.**

A maintes reprises des tranchées d'observation pédologique dans les sols caillouteux de Costière ont montré la présence de poches non caillouteuses. Excluant l'action de l'homme on a été tenté d'attribuer ces accidents à l'action du chablis. Des observations faites au cours du relevé systématique des tranchées de pose de canalisations ont montré que ces poches s'agençaient en sortes de fen-

tes atteignant plus de 2 m. de profondeur, diversement orientées.

La recherche en surface de la disposition de ces fentes a conduit à penser à un réseau polygonal. Par ailleurs, Monsieur DELASSUS, exploitant agricole à Manduel, avait observé qu'une luzerne non irriguée, située dans le fond de la dépression de Campuget, s'était desséchée en été, sauf sur des bandes d'un mètre de largeur environ dessinant un réseau polygonal. Le fait ne s'étant pas reproduit, cette observation était restée sans explication contrôlée.

L'utilisation pour la cartographie pédologique des photographies aériennes au 1/10.000, réalisées en Décembre 1962, révélait l'existence d'un vaste réseau de polygones irréguliers dans les terres incultes du plateau de Meynes. L'observation sur le terrain permettait de suivre les côtés des polygones soulignés par une végétation plus dense et parfois différente. Une tranchée creusée perpendiculairement à une bande de végétation plus fournie mettait à jour au sein d'un matériau grossier une fente non caillouteuse en forme de coin analogue à celles repérées précédemment dans les tranchées de pose des conduites d'irrigation. Un survol à faible altitude montrait en Juillet 1963, magnifiquement dessiné, sur une culture de blé, le réseau décrit précédemment par Monsieur DELASSUS sur luzerne.

La relation était donc établie entre réseau polygonal et poches de terre fine.

Ces faits ont été observés en divers endroits de la Costière : Campuget, les Armassons, les Gress de Beaucaire, Mas du Parc, Mas du Maire, Laquet de Jonquières, plateau de Meynes. Le réseau polygonal et les fentes en coin de Meynes rendent assez bien compte de la plupart des phénomènes remarquables par ailleurs, aussi les décrivons-nous en détail.

Le réseau est situé sur le plateau de Pazac en Costières du Gard. Très apparent sur les parcelles incultes on le découvre également sur vignes. Dans les terres incultes

la végétation en bandes de 40 à 100 cm. de large dessine des polygones irréguliers de 8 à 15 mètres de diamètre, très nets par endroits, flous ailleurs. On observe des angles de 120°. Quelques polygones paraissent se greffer sur une même droite mais cet agencement n'est jamais très étendu, ni constant dans sa direction.

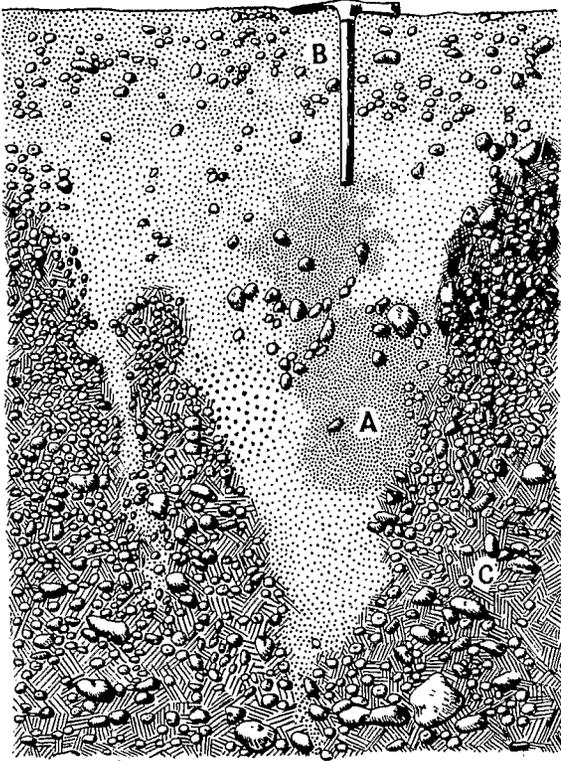
La roche mère est constituée par le cailloutis villafran- chien remanié depuis son dépôt et enrichi en loëss. Ce cailloutis porte des sols lessivés avec une accumulation argi- leuse bien marquée. Il ne renferme plus que des galets de quartz, quartzites et des chailles. Un encroûtement calcaire affecte souvent la partie inférieure de l'accumulation argi- leuse et peut trouver son explication dans une migration du calcaire des loëss déposés postérieurement à une pédo- génèse dans le cailloutis. On observe dès 30 cm. de pro- fondeur de très nets caractères d'hydromorphie : pisoli- thes ferro-manganiques, bariolage, en relation avec les va- riations annuelles d'une nappe phréatique actuelle reposant sur le Plaisancien. En surface, seule la végétation situe l'emplacement des fentes, on n'observe ni micro-relief particulier, ni variation dans la couverture caillouteuse.

Sur 25 cm. l'horizon supérieur est indifférencié. S'il y a eu hétérogénéité, les labours en ont effacé toute trace en mélangeant les matériaux. Il s'agit d'un horizon caillouteux comprenant de 50 à 60 % de terre fine et désigné localement sous le nom de demi-gress. La proportion relativement forte de terre fine p r o v i e n t de l'incor- poration au cailloutis d'un mince manteau loëssique.

Au-dessous de 25 cm. débute la fente proprement dite. Le contour est très net, souligné par la couleur plus sombre, la répartition du calcaire et la granulométrie. Sur une largeur de 90 cm. on trouve un limon sableux ou très sableux, assez hétérogène, passant localement à une poche de sable limoneux. La proportion de terre fine oscille autour de 80 %. Dans l'axe de la fente on remarque un amas de galets siliceux non contigus, redressés. Vers 60 cm. de profondeur la fente se divise et forme un petit di-

FENTE EN COIN - PARCELLE DEYLAUD - MEYNES (Gard)

COUPE



Texture de la terre fine
après décarbonatation :



Sable limoneux.



Limon très sableux.



Limon sableux.



Limon sablo-argileux

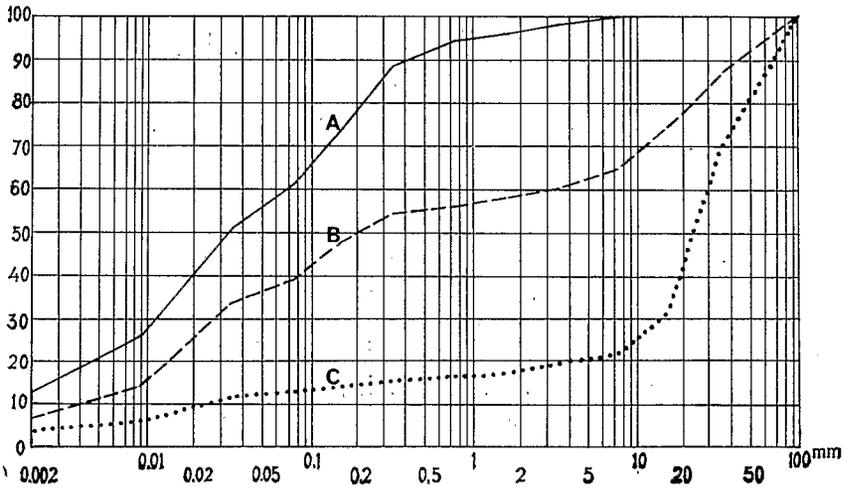


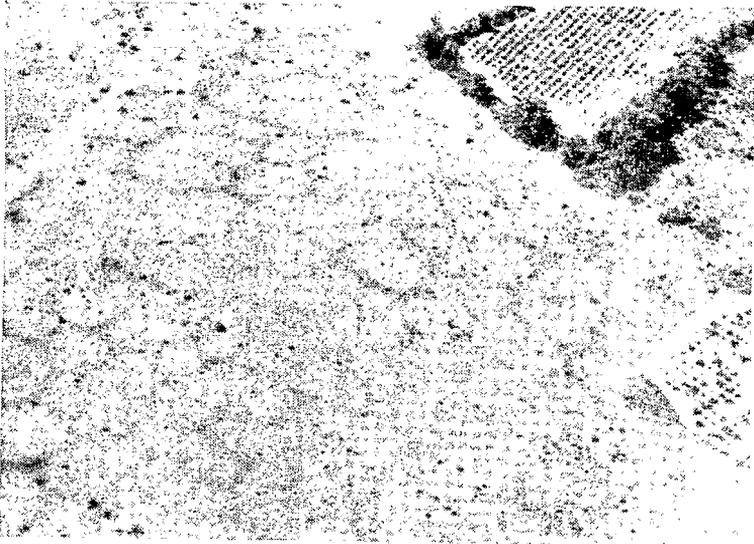
Texture équilibrée

A.B.C.

Emplacement des prélèvements
granulométriques.

Courbes des Granulométries Cumulées





Réseau Polygonal de fentes en coin - Parcelle Deylaud MEYNES (Gard)



Galets contigus redressés - Quartier de Couvin. - BEZOUCE (Gard)

verticule légèrement plus riche en terre fine que les parois. Ce diverticule s'interrompt vers 1,40 m. alors que la fente plonge en se rétrécissant jusqu'à 1,80 m. avec une légère inclinaison sur la verticale. Le diverticule représente un cas particulier, il s'agit vraisemblablement de l'amorce d'une bretelle moins importante, non apparentée en surface. Les fentes sont généralement simples. La forme générale est celle d'un coin à faces concaves dont la pointe est dirigée vers le bas. On trouve 11 % de calcaire non figuré vers 90 cm. de profondeur dans la partie la plus grossière de la fente. On ne retrouve pas de calcaire ni au-dessus, ni au-dessous de ce point. On n'observe ni litage, ni tri dans le matériau de remplissage.

Le matériau encaissant comporte jusqu'à 60 cm. un horizon caillouteux avec environ 20 % de terre fine. A l'analyse granulométrique celle-ci donne 20 % d'argile et 40 % de limon. Au voisinage de la fente les galets sont redressés. Vers 60 cm. l'horizon caillouteux est le siège d'un encroûtement moyennement cohérent, le taux de calcaire atteint 18 % et diminue en profondeur : 4 %. Les taux de terre fine sont comparables à ceux des horizons supérieurs. Une granulométrie effectuée après destruction du calcaire situe la texture dans les limons sablo-argileux.

En conclusion, on observe dans le sol encaissant des horizons différenciés témoignant d'une action pédogénétique. Par contre dans la fente la répartition irrégulière des textures témoigne en faveur d'un remplissage hétérogène peu évolué depuis le dépôt. L'encroûtement calcaire encadrant la partie inférieure de la fente est postérieur au remplissage. La localisation du calcaire dans la fente peut être interprétée comme une recarbonatation dans une poche plus grossière. Dans quelques cas (les Armassons, Mas du Maire) la croûte est zonée sur quelques centimètres au contact de la fente. Le matériau de remplissage est tantôt calcaire, tantôt non calcaire dans des fentes pourtant voisines recoupant un même sol. En tout état de cause la différence d'évolution entre la fente et le sol encaissant paraît bien établie.

Un examen morphoscopique des sables n'a pas permis de mettre en évidence des différences nettes entre la fente et l'encaissant. On observe dans les deux cas une majorité de grains de quartz cassés fortement pédogénétisés. Les surfaces montrent un éclat naturel ou bien sont mates ou picotées. L'origine de ce mat ou de ce picotis pourrait provenir d'un façonnement éolien ou de la corrosion chimique. Nous n'avons pas pu trancher faute de critères. Des sables, prélevés dans une butte de loess voisine, parfaitement authentifiée par sa position et sa texture ne montrent pas de ronds mats éoliens. En conclusion, dans le cas présent, l'examen morphologique des sables permet tout au plus d'affirmer que le matériau de la fente et du sol encaissant ont subi une très forte action pédogénétique.

Un relevé floristique a été effectué en Juin 1963. Dans le cas d'espèces communes au centre des polygones et à la fente en coin on observe un plus grand développement sur cette dernière. De plus on trouve quelques espèces qui paraissent limitées aux fentes : *Scirpus holoschoenus*, *Cynosurus echinatus*, *Carex glauca* et d'autres qui se cantonnent exclusivement en dehors des fentes : *Thymus serpyllum*, *Agrostis elegans*, *Aira capillaris*. Cette liste n'est pas exhaustive mais elle fait apparaître un caractère hygrophile particulier à la fente en coin. A Campuget, les bandes de blé qui dessinent le réseau sont plus hautes, d'une vingtaine de centimètres que le reste du champ, la densité du blé est plus grande ce qui limite le développement des adventices.

D'une façon générale on constate dans la fente un enracinement plus abondant et plus profond, une cohésion moindre des matériaux. Dans les deux premiers endroits cités, auxquels il faut joindre les Armassons près de Jonquières, on a une nappe à faible profondeur et une croûte encadrant la fente et on est tenté de voir les fentes en coin jouant le rôle de mèche, tandis que l'encroûtement

calcaire limite l'épaisseur exploitée par les racines

Au Mas du Parc où l'on n'a pas de nappe ni d'encroûtement, la proportion plus élevée d'éléments fins n'entraîne pas à elle seule une différenciation de la végétation. et le réseau n'est pas visible en surface.

Diverses hypothèses ont été émises sur la genèse des fentes en coin. TABER (1943) considère la formation des lentilles et des coins de glace comme le résultat de la seule ségrégation de l'eau lors de l'établissement d'un pergélisol. Cette explication est aujourd'hui abandonnée. LEF-FINGWELL par contre dès 1919 voyait dans les fentes l'effet de la contraction du sol gelé. Cette hypothèse est confirmée par les observations réalisées dans le Nord de l'Alaska par R.-F. BLACK et dans l'Antarctique par PEWE, CAILLEUX et BLACK. Le sol passant de l'été à l'hiver de 0° à -20°, -30° se contracte et se fissure. Les fentes, dessinant un réseau polygonal, atteignent 10 à 15 mm. de large. L'espacement entre fentes est de 10 à 20 m. La fente béante est comblée soit par de la neige ou de l'eau de fonte de neige qui gèle au contact des parois plus froides, soit par des produits éoliens en climat sec. On a ainsi soit un coin de glace, soit un coin de sable. Les alternances annuelles de réchauffement et de refroidissement entraînent la répétition du phénomène et l'accroissement des coins qui peuvent atteindre 3 m. de large en surface (Mac Murdo Sound Region — Antarctique). En été le sommet du coin de glace fond, des matériaux provenant des parois peuvent tomber dans la fente, se substituant ainsi à la glace.

Les réseaux polygonaux de fentes en coin observés en Costières paraissent bien s'apparenter à ces phénomènes et sont les témoins d'un paroxysme du froid au cours du quaternaire. Le processus de remplissage est moins évident. La morphologie des sables dans la fente et dans le sol encaissant inclinerait à penser à un comblement s'opérant sous l'action du vent. Au Mas du Parc on trouve de nombreux galets éolisés en surface. Ni le sol encaissant, ni les fentes n'en ont fourni. La présence fréquente

de galets au sommet de la fente, à rapprocher des observations sur la fonte de la partie supérieure des coins de glace et l'éboulement des parois, peut fournir un argument en faveur du remplissage par de la glace. Les sables et les limons seraient alors entraînés en profondeur par les eaux lors du dégel progressif du coin de glace à la suite d'un changement climatique.

Dans l'état actuel de nos observations, il est prématuré d'attribuer un âge à ces réseaux. La complexité de la tectonique en Costières, les remaniements qui l'ont accompagnée et plus particulièrement l'absence à ce jour de témoins d'industries humaines rendent difficile l'interprétation et la datation des surfaces portant les fentes.

Tout au plus pouvons-nous dire qu'au Mas du Parc les fentes recoupent un sol rouge caillouteux lessivé, plus jeune que le paléopodzol post-villafranchien. Au-dessous de la couche de sol cultivée, les fentes paraissent avoir conservé leur forme originelle et n'ont pas été affectées par une solifluction ultérieure.



BIBLIOGRAPHIE

- BASTIN A., CAILLEUX A. (1941) — Action du vent et du gel au Quaternaire dans la région bordelaise. Bulletin de la Société Géologique de France. Cinquième série. Fasc. 7, 8, 9. Tome onzième.
- BLACK R.-F. (1963) — Les coins de glace et le gel permanent dans le nord de l'Alaska. Annales de Géographie n° 391. 72^{me} année. Mai-Juin, pp. 256-271.
- BONNET A. (1953) — Tectonique postvillafranchienne du Languedoc Méditerranéen. Actes du IV^{me} Congrès de l'Association pour l'étude du Quaternaire (INQUA) ROME. PISE.
- CAILLEUX A. (1963) — Géologie de l'Antarctique. Société d'Édition d'Enseignement Supérieur, PARIS.

- CAILLEUX A., TAYLOR G. (1954) — Cryopédologie. Etude des sols gelés. HERMANN. PARIS.
- CAILLEUX A., TRICART J. (1961) — Cours de géomorphologie : le modelé périglaciaire. C.D.U. PARIS.
- CORBEL J. (1954) — Les sols polygonaux : observations, expériences, génèse. Revue de géomorphologie dynamique n° 2.
- DRESH J. (1960) — Les changements de climat et les mouvements du sol en Afrique du Nord au cours du Plio-Quaternaire. Mise au point. L'information géographique, 24^{me} année, pp. 107, 113.
- DYLIKOWA A. (1956) — Kliny zmarzlinowe w Slawecinie. Biuletyn peryglacjalny n° 3, Lodz, pp. 46, 60.
Texte anglais : The ice-wedges at Slawecin (traduction de T. DMOCHOVSKA, pp. 129, 133).
- GOLAB J. (1956) — Kliny zmarzlinowe jako drogi przewodzace wod gruntowych. Biuletyn peryglacjalny, n° 3, Lodz, pp. 61, 63.
Texte anglais : Ice-wedges as ground-water conductors (traduction de J. RUBIKOWSKA, pp. 135, 137).
- GUILLIEN Y. (1949) — Gel et dégel du sol : les mécanismes morphologiques. L'information géographique, 13^{me} année, n° 3, Mai, pp. 104, 113.
- GUILLIEN Y., MARCELIN P., RONDEAU A. (1951) — Le modelé cryonival autour de NIMES et d'AVIGNON. C.R. Académie des Sciences, 19, pp. 1131, 1132.
- HOREMANS P. (1960) — Réseaux de fentes en coin périglaciaires d'âge würmien visibles sur photographie aérienne dans l'Orléanais. C.R. Académie des Sciences. T. 250, pp. 3.356, 3.358.
- LEFFINGWELL de K. E. (1919) — The Canning River Region Northern Alaska. United States Geological Survey. Professional paper 109, 251 pages.
- L.I.G.U.S. (1958) — Méthode améliorée pour l'étude des sables. Revue de géomorphologie dynamique n° 3, 4, IX^{me} année, pp. 43, 54.

- MACAR P., VAN LECKWIJCK W. (1958) — Les fentes à remplissage de la Région Liégeoise. *Annales de la Société géologique de Belgique*. Tome 81, pp. 359, 408.
- MANIL G. (1958) — Observations macromorphologiques, microscopiques et analytiques sur le remplissage des fentes de gel. *Annales de la Société géologique de Belgique*. Tome 81, pp. 410, 421.
- MARCELIN P. (1947) — Observations sur les terres et les sols en Région Méditerranéenne.
1) Terres et sols en Costière, Chastanier et Alméras, NIMES.
- MARCELIN P., COURRIERE J. (1928-1929) — Sur la présence de loess en Costière. *Bulletin Société d'Etude des Sciences Naturelles de NIMES*.
- PEWE T.L. (1959) — Sand-wedges polygons (tesselations) in the Mac. Murdo Sound Region. *Antarctica. American Journal of Science*. Vol. 257, n° 8, pp. 545, 552.
- PEWE T.-L. (1962) — Ice Wedges in permafrost, lower Yukon river area, near Galena, Alaska. *Biuletyn peryglacialny*, n° 11, pp. 65-76.
- ROUGERIE G. (1957) — Valeur des observations qualitatives en analyses morphoscopiques. *Bulletin de l'Association des géographes français*, pp. 63, 67.
- RUTTEN P., BOUTEYRE G., VIGNERON J. (1963) — Pédogénèse et géomorphologie dans le Bas-Rhône-Languedoc. Leurs conséquences agrologiques. *Science du Sol*, n° 1, pp. 87, 102.
- SALLELES A. (1962) — L'âge des Volcans d'Agde, de Saint-Thibéry et de Roque-Haute d'après la paléontologie et la stratigraphie magnétique. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle de MARSEILLE*. Tome XXII, pp. 105, 112.
- SCHWOBTHALER J.P., VOGT H. (1955) — Aspects de la morphogénèse plio-quadernaire dans le Bas-Rhône occidental. *Bulletin de la Société Géographique Languedocienne*, XXVI, 1 et 2.

- TABER S. (1943) — Perennially frozen ground in Alaska : its origin and history. Bulletin of the geological Society of America. Vol. 54, n° 10, pp. 1.433, 1.548.
- TERS M. (1960) — Méthodes et techniques modernes en géomorphologie. Mise au point. L'information géographique, 24^{me} année, pp. 156, 165.
- TRICART J. (1956) — Cartes des phénomènes périglaciaires en France. Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France.



Pédo

G. BOUTEYRE et M. ALLEMANN
Service d'Etude des Sols de la C.N.A.R.B.R.L. - Nîmes (Gard)



Sur quelques phénomènes périglaciaires
en Costières du Gard

Un réseau polygonal de fentes en coin



EXTRAIT DU BULLETIN
Société d'Etudes des Sciences Naturelles
NIMES - Tome I - 1964

Anciens Etablissements Chastanier Frères & Bertrand, 12, Rue Pradier - Nîmes