

Jan Dylík

Lódz

ELEMENTS ESSENTIELS DE LA NOTION DE «PERIGLACIAIRE»

REPONSE A L'ENQUETE

La Commission de Géomorphologie Périglaciaire de l'Union Géographique Internationale, à la réunion qui a eu lieu pendant le Congrès de l'INQUA à Varsovie, a appelé la Sous-Commission terminologique.

Le besoin de créer cette Sous-Commission se faisait sentir de plus en plus vivement. Il était urgent en effet de mettre en ordre la terminologie périglaciaire où l'on a constaté un extrême chaos de notions et l'existence d'une multitude de termes insuffisamment précis. Tandis que certaines notions ont plusieurs termes pour les exprimer, il y a des termes à sens multiples. Cet état de choses est tout à fait compréhensible étant donné le développement extrêmement vif et rapide des recherches périglaciaires.

Les trente dernières années étaient particulièrement riches en recherches faites sur tous les continents. Elles avaient pour but tant les phénomènes périglaciaires contemporains que les traces d'anciens phénomènes survenus dans le Pléistocène. Les recherches faites dans le domaine du second groupe de phénomènes ont été beaucoup plus nombreuses ce qui s'explique surtout par une plus vaste étendue de terrains périglaciaires du Pléistocène.

A côté de l'unité du sujet fondamentale et postulée, il existe d'importantes différences tant dans la matière elle-même que dans la méthode des études actuelles des territoires périglaciaires du Pléistocène. Dans le premier cas on examine en premier lieu les processus et leurs effets directs qui apparaissent le plus souvent sous une forme peu modifiée. Cependant les recherches faites sur les terrains pléistocènes ne concernent que les résultats de l'action des processus éteints depuis longtemps. Ces résultats se présentent sous forme de dépôts et de structures qui sont loin de ressembler aux structures primordiales façonnées dans le milieu périglaciaire jadis bien actif. Les différences résultent avant tout de ce fait que les structures pléistocènes fossiles sont changées en conséquence de la fonte de la glace de sol qui cause la dégradation des structures primordiales.

Sur les terrains périglaciaires contemporains on examine principalement les manifestations superficielles d'événements difficiles à aborder dans les

recherches des traces de phénomènes pléistocènes qui sont habituellement ensevelies et ne sont découvertes que dans les coupes verticales.

Ces différences contenues directement dans le sujet des recherches et leur méthode causent de grandes divergences dans l'établissement des termes. Actuellement ce qui est décisif pour ces définitions, ce sont les traits descriptifs, car ils sont essentiellement divers dans les deux domaines de ces considérations. Les terrains périglaciaires contemporains ont fourni les termes suivants: *polygones des fentes, cercles des pierres, pingo, palsa, ostioles, dallage des pierres et terrasses de congéfluxion*. Vu leurs traits qui se dessinent surtout dans les sections verticales, les traces fossiles des phénomènes correspondants ont reçu des noms résultant des traits géologiques dominants tels que: *fentes de gel, involutions, cryoturbations, cailloutis, plications et loupes de congéfluxion*.

Ce n'est pas toujours qu'il est possible de trouver la concordance des positions respectives dans les deux suites de formules terminologiques. On le voit déjà dans la comparaison des exemples cités. On peut facilement en trouver beaucoup plus en dehors des termes nommés ci-dessus. Il est indéniable que cela indique une déficience dans la mise en ordre des faits périglaciaires et, en conséquence le chaos non seulement dans le domaine des termes, mais également dans celui des notions correspondantes.

Les causes de cet état de choses sont multiples. L'impétueux développement des recherches justifie la rapide formation de termes toujours nouveaux. Leur grand nombre était le résultat de traits distinctifs de divers nombreux terrains, de leur connaissance insuffisante allant toujours de pair avec l'extensivité des recherches, le manque ou l'insuffisance d'études comparatives, la prédominance compréhensible de critères descriptifs extérieurs et enfin les graves lacunes dans le travail des chercheurs qui forgeaient maintes fois des termes nouveaux sans avoir une connaissance approfondie et quelquefois même suffisante de la littérature concernant cette matière.

Pour introduire une amélioration dans ce domaine il faut: mettre de l'ordre dans les termes existant d'après les indications de la Sous-Commission, intensifier les études comparatives et créer un système génétique de classification aussi uniforme que possible pour les phénomènes récents ou actuels et pour les traces des événements conservés dans les dépôts pléistocènes.

Le réunion de la Sous-Commission de terminologie qui a eu lieu à Paris, a reconnu que les problèmes discutés sont d'une importance essentielle pour le véritable progrès des recherches périglaciaires. Cependant on a mis à la première place le problème de la compréhension du terme *périglaciaire* même et de l'extension de ce terme.

On comprend le terme *périglaciaire* de maintes façons, ce qui découle de différents critères de cette compréhension. Ordinairement les opinions concernant ce sujet se forment, pour ainsi dire, en dehors du sens de la notion du *périglaciaire* tirant leur origine de l'idée générale suggérée par la signification du mot. Là-dessus se dessine avant tout le domaine défini, spatialement plutôt, comme une étroite bande adhérente tant aux calottes qu'aux langues glaciaires. Etant donné une telle compréhension la question de la particularité ou de la nature des régions distinguées est mise au second plan. Si l'on pousse à l'extrême cette façon de comprendre, la nature de ces terrains englobe tout ce qui y apparaît sans exclure les formes et les dépôts tirant leur origine des glaciers eux-mêmes. Comme exemples peuvent servir ici maintes définitions soviétiques et surtout celle qui est donnée par Dictionnaire Géologique (Geologicheskiy slovar, 1955).

Un autre fondement pour la compréhension de ce qui est périglaciaire est donné par des événements spécifiques tels que: cryergie, éolisation et solifluxion ou bien les traces fossiles de ces phénomènes. Dans un groupe d'opinions ainsi formées et représentées par Baeckeroot (1951, 1952), Guillien (1951) et Capello (1959, 1960) la notion du terme *périglaciaire* subit une désintégration. Dans ce cas elle ne se rapporte pas à des terrains spécifiques déterminés par des ensembles de traits définis provenant d'une cause également définie, mais à des événements morphogénétiques isolés.

Ce qui constitue enfin le critère le plus souvent appliqué pour comprendre la notion du terme *périglaciaire*, ce sont les causes des événements et des traits définissant la particularité des terrains. Ces causes sont de nature climatique et les uns les considèrent comme une modification du climat survenue sous l'influence des masses glaciaires adjacentes, les autres, par contre, affirment qu'il existe un ou plusieurs climats particuliers qui provoquent des phénomènes périglaciaires et ne dépendent pas de l'influence des masses glaciaires.

Les différences qu'on vient d'esquisser et qui concernent le fondement de la compréhension de la notion *périglaciaire* expliquent bien les causes du chaos existant. Il faut ajouter que ces causes ne sont pas les seules. Les autres proviennent de ce fait qu'on applique l'adjectif *périglaciaire* d'une façon mécanique sans se rendre compte bien sciemment de l'essence même de ce terme.

Enfin la connaissance des faits toujours très faible et insuffisante est un grave manque qui entrave la tendance à comprendre le terme *périglaciaire* dans un sens uniforme et unique. Ceci concerne en premier lieu la connaissance du mécanisme, c'est-à-dire des processus et des conditions dans lesquelles se constituent les formes, les structures et les dépôts périglaciai-

res. On a déjà attiré l'attention sur l'importance de ces lacunes au cours de la discussion entamée au XIX-me Congrès International de Géographie à Stockholm (Dylík 1962).

Tant que les recherches se bornaient aux régions arctiques et les terrains qui comparativement étaient proches des extension glaciaires pléistocènes, le problème de conformité d'opinions concernant la compréhension du terme *périglaciale* n'était pas considéré comme urgent. Cette question n'était pas non plus prête à être soulevée étant donné que la connaissance des faits était insuffisante et qu'on connaissait mal leur disposition.

Actuellement, quand les recherches se sont étendues sur tous les continents où on a découvert des phénomènes appelés périglaciaires ou leurs traces fossiles sous différentes latitudes et dans diverses zones géographiques, le chaos existant dans les notions apparut avec une acuité extraordinaire. Dans ces conditions a dû surgir une question exigeant une réponse ne fut-ce que dans le domaine de deux alternatives extrêmes. Ou bien la notion des régions périglaciaires sera plus large que celle qui résulte de l'éthymologie ou bien la notion des phénomènes appelés périglaciaires sera limitée d'une façon essentielle.

Extraordinairement importante et urgente apparut la nécessité de faire concorder les opinions au sujet de ce qu'on peut et doit appeler périglaciale et de l'étendue spatiale des régions périglaciaires à l'heure actuelle et surtout dans le passé pliéistocène. On exigeait la conformité des opinions dans les énoncés oraux et bientôt même dans les publications parmi lesquelles l'ouvrage de Boesch (1960) doit être mis à la première place. H. Boesch lui-même, a essayé de classer les opinions concernant la façon dont on comprenait le terme *périglaciale* en présentant et en discutant les critères appliqués dans ces opinions.

La Commission de Géomorphologie Périglaciale de l'UGI, convoquée par H. Boesch — secrétaire général du Comité exécutif de l'UGI, s'est assigné pour but la conformité d'opinions. Ceci s'est exprimé pour la première fois dans la discussion qui a eu lieu en 1960 à la réunion de la Commission à Stockholm.

La Commission a repris cette question en 1961 lorsqu'elle a formé, à la réunion de Varsovie, la Sous-Commission terminologique chargée de mettre de l'ordre dans les termes partiels et, en premier lieu, de procéder à des travaux préparatoires pour faire concorder les opinions concernant l'essence même de la notion *périglaciale*.

Pour faire concorder les opinions il faut avant tout recueillir un nombre aussi grand que possible d'opinions des personnes compétentes, mettre en regard ces opinions en soulignant la convergence et la divergence et enfin organiser une discussion et en tirer des conclusions.

L'auteur considérait que l'enquête pourra être la meilleure manière de réaliser les étapes précédant la discussion définitive. Aussi a-t-il préparé le modèle d'une telle enquête de manière que les questions soient formulées de façon à ne pas permettre de donner des réponses générales, conçues sans justification bien fondée et sans entrer dans les éléments essentiels du problème.

Le projet de l'enquête a été présenté et discuté à la réunion de la Sous-Commission à Paris, au mois de novembre 1962. Après une discussion minutieuse dans laquelle — en dehors de l'auteur du projet — on pris la parole tous les membres présents de la Sous-Commission, soit: MM. A. Cailleux, G. Maarleveld, P. Macar, K. Wiche, R. Raynal et J. Tricart, on a accepté l'enquête sous la forme présentée.

Notre secrétaire, M. R. Raynal, a bien voulu se charger de l'envoi de l'enquête, mais malheureusement elle est restée sans réponse. Dans cet état de choses l'auteur a considéré comme son devoir de publier sa réponse personnelle à l'enquête. Ceci prouve la conséquence dans la ligne de conduite que l'auteur considère comme juste. On peut également espérer que les réponses — discutables par leur nature — peuvent jouer un rôle stimulant et inciter à des énonciations nouvelles les personnes qui s'intéressent au problème.

Je réponds aux questions dans l'ordre prévu par l'enquête. Avant de répondre et directement après chaque question — je présente les éléments de réponse proposés par la Sous-Commission et marqués par (S.-C.).

(1) *Quels sont les caractères essentiels impliqués dans la notion périglaciaire (ou de processus périglaciaire ou d'aires périglaciaires)?*

Le modèle périglaciaire se caractérise par des formes et par des structures du sol liées à un froid intense, au gel et surtout aux alternances de gel—dégel. Il convient d'établir une distinction entre la cryergie proprement dite et l'ensemble des processus dits *périglaciaires*. Une accumulation d'effets quantitatifs est nécessaire dans le développement d'un milieu périglaciaire; des actions sporadiques et discontinues de gélivation comme il s'en produit dans les conditions climatiques actuelles en pays tempéré, ne suffisent pas (S.-C.).

La forme de la question ne préjuge pas le sens de la réponse concernant la compréhension du terme *périglaciaire*. On a cité alternativement les plus essentiels éléments des trois principaux groupes d'opinions que Boesch appelle: zonaux, azonaux et autres. Ce qui est essentiel dans le dernier groupe d'opinions c'est que l'élément morphogénétique est mis à la première place. Les deux premiers groupes peuvent être aussi considérés comme géographiques (zonaux) et topographiques.

Il est important de remarquer que le terme discuté a la forme adjectivale qui peut être appliquée au milieu, aux phénomènes, aux conditions, aux formes du relief, aux structures et aux dépôts ou aux terrains. Aussi la forme adjectivale — sous laquelle d'ailleurs apparut le terme discuté — est-elle très commode. Il semble aussi qu'il n'y ait pas de perspectives pour créer une forme substantivale. Le terme *périglaciation* proposé par M. Hamelin (1963) suscite de graves réserves. Pourtant le mot *périglaciaire* dérive du mot *glacial* tant au point de vue linguistique que sémantique. Il désigne une certaine qualité de ce qui n'est pas glacial. Si le sens de l'adjectif est „pas glacial”, comment serait-il possible que le substantif dérivé de cet adjectif indique quelque glaciation?

La particularité des terrains périglaciaires qui existent actuellement et existaient dans le Pléistocène est définie par des ensembles du milieu géographique propres à ces terrains. L'essentiel de ces ensembles conditionnés par le climat est constitué par des spécifiques formations pédologiques et végétales, le règne animal et surtout — ce qui est le plus frappant — des processus morphogénétiques caractéristiques.

Les processus les plus importants sont: la formation de la glace de sol et du pergélisol; les perturbations spécifiques de la structure primordiale du matériel rocheux provoquées par le développement de la glace de sol et la contraction thermique; la gélivation intense; les vifs processus de versant sous forme de congéfluxion, de ruissellement et d'éboulis spécifiques de masses gelées; l'activité du vent intense et morphogénétiquement efficace; l'écoulement saisonnier et thermiquement conditionné des eaux faiblement organisées caractérisées par de grandes valeurs de débit solide.

Quant aux terrains qui n'étaient périglaciaires que dans différentes périodes du Pléistocène où, évidemment, les processus qui s'y produisaient à cette époque sont terminés depuis longtemps, nous ne pouvons tirer de conclusions concernant les traits morphogénétiques périglaciaires que d'après les traces de leur ancienne activité. Ce sont les formes corrélatives du relief et les dépôts.

Les plus importants — vu la certitude et l'ampleur de leur témoignage — sont les dépôts corrélatifs qui possèdent des traits texturels et structuraux caractéristiques ainsi que les structures épigéniques produites dans les formations antérieures non périglaciaires et même pas nécessairement pléistocènes. Comme preuve des processus morphogénétiques caractéristiques pour des terrains périglaciaires, dans le passé pléistocène, peuvent servir les particules isolées et les amas de produits de l'intense gélivation, les dépôts de congéfluxion, les dépôts de ruissellement dans des conditions du climat froid, les dépôts éoliens de sables et de loess ainsi que les dépôts caractéristiques de vallées et de dépressions fermées. Les traits caractéris-

tiques de ces dépôts sont déterminés, avant tout, par leur texture et surtout par leur granulométrie et leur morphoscopie et par le caractère particulier de leur structure primordiale.

Une importance exceptionnelle et surtout décisive ont les structures apparues à la suite de la déformation de la structure primordiale et formées en conséquence du développement de la glace de sol et de la contraction thermique. Ces structures, appelées *structures périglaciaires*, ont pu se former synchroniquement avec les dépôts ou bien épigéniquement. Les structures épigéniques se développaient dans des dépôts périglaciaires, d'ailleurs même le plus souvent, aussi bien que dans d'autres formations pléistocènes ou même plus anciennes que le Pléistocène. Ceci concerne surtout les polygones des fentes de gel et des pingos.

Ce ne sont pas les processus morphogénétiques isolés qui décident de la particularité des terrains périglaciaires, mais leurs complexes apparaissant non dans quelque espace géomorphologique abstrait défini par des formes „pures” du relief qui étaient le lieu de „purs” processus mécaniques également abstraits mais dans une étendue géographique définie remplie d'autres éléments du paysage.

Les complexes morphogénétiques périglaciaires ne sont pas composés exclusivement de processus zonaux, mais il y en a d'autres que J. Tricart et A. Cailleux (1950) appellent extrazonaux, polyzonaux et azonaux. Certains d'entre eux — qui ne sont pas zonaux au point de vue de la qualité — acquièrent des traits zonaux propres aux régions périglaciaires eu égard à la quantité, c'est-à-dire eu égard à l'intensité ou plutôt à leur efficacité géomorphologique. Il faut remarquer en même temps que cette efficacité zonale d'un processus qui n'est pas zonal dépend souvent du fond géographique déterminé au point de vue zonal et dans lequel ces processus agissent.

Aux processus zonaux appartient indéniablement la formation du pergélisol, la formation de la glace d'injection et de fente, les processus du karst thermique ainsi que la formation des fentes de contraction thermique. Il est évident que cela se rapporte également aux effets de ces processus, tels que les monticules et structures du type pingo, polygones des fentes de gel ainsi que formes du relief et structures formées en conséquence du karst thermique.

La formation de la glace de ségrégation et les phénomènes qui en dérivent, tels que le pergélisol saisonnier et les aires de glace intersticielle, la gélivation et la congéfluxion sont polyzonaux. L'appartenance de ces processus aux régions périglaciaires dépend non de leurs traits qualitatifs, mais, de leur intensité et plutôt même de leur efficacité géomorphologique.

L'activité du vent, le ruissellement et l'écoulement linéaire de l'eau

à la surface font partie des processus azonaux. Ils agissent généralement à la surface de tous les continents, cependant la nature du cours de ces processus, leur intensité et leur efficacité géomorphologique se différencient au point de vue zonal selon les autres traits caractéristiques du milieu géographique.

L'accumulation et l'érosion éolienne ont été considérées comme traits caractéristiques des régions périglaciaires non pas à cause de la grande intensité du vent sur ces terrains, mais surtout à cause de son immense efficacité. La grande efficacité du vent sur les terrains périglaciaires est, avant tout, le résultat de l'aridité morphologique (Baulig 1952) laquelle — selon Dylíkowa (1962) est un des principaux traits périglaciaires. Les formations végétales ouvertes favorisent également cette efficacité. Les lois zonales et l'abondance du matériel fin provenant de la gélation et accomplissant d'importantes fonctions abrasives dans la sculpture éolienne agissent sur la répartition de ces formations végétales.

Le ruissellement superficiel est un processus omniprésent, mais il est spécialement caractéristique pour les régions avec de précipitations atmosphériques saisonnières et éphémères. L'efficacité du ruissellement est la plus importante dans des régions arides et semi-arides, aussi bien chaudes que froides où il n'y a pas de végétation ou bien où elle apparaît dans des formations ouvertes. Les traits particuliers du ruissellement périglaciaire proviennent de ce qu'il est alimenté non seulement par des précipitations atmosphériques, mais aussi par l'eau provenant de la fonte de la glace de sol dans le pergélisol. Souvent aussi du pergélisol qui fond s'écoule non seulement de l'eau pure, mais aussi une masse minérale boueuse saturée d'eau. De là résultent aussi de fréquents rapports du ruissellement avec la congéligfluxion dont on trouve des preuves dans des dépôts de versant à litage périodique. Le phénomène du ruissellement est, en règle générale, saisonnier ou éphémère. Les dépôts formés en conséquence de ce processus sont également éphémères presque dans toutes les régions en dehors des terrains périglaciaires où le pergélisol aggradant protège ces dépôts contre la destruction causée par les processus ultérieurs qui agissent principalement en été (Dylík 1963a).

Le ruissellement linéaire des eaux de surface et leur activité d'érosion et d'accumulation sont évidemment des processus azonaux. Cependant ces processus ont un cours spécifique dans les régions périglaciaires. De la particularité de ce cours décident les contrastes thermiques saisonniers, l'écoulement saisonnier qui en résulte ainsi que le faible développement de son organisation, la pauvreté de la couverture végétale et l'intense gélation qui influe sur l'importante valeur du débit solide.

Les traits morphogénétiques des pays périglaciaires ne sont pas définis

par des processus isolés, mais par leurs ensembles où entrent non seulement les phénomènes zonaux, mais aussi azonaux. Les processus qui ne se limitent pas à une zone, acquièrent des traits périglaciaires par des formes spécifiques de leur cours ou par des valeurs spéciales de leur efficacité, ce qui dépend dans les deux cas d'autres processus — avant tout de la particularité des traits géographiques du milieu périglaciaire. Les régions périglaciaires contemporaines ne sont nullement uniformes, mais se divisent en une suite de domaines particuliers étant donné leur différenciation au point de vue du climat, du sol, de la végétation, étant donné aussi la parution et l'intensité des processus morphogénétiques. Des traces fossiles de la vie organique et d'anciens événements morphogénétiques nous permettent établir la différenciation des terrains périglaciaires du Pléistocène.

Il en résulte qu'il n'y a pas un ensemble de traits caractéristiques des terrains périglaciaires, mais qu'il existe une suite de ces ensembles qui sont composés d'un plus petit ou d'un plus grand nombre d'éléments qui peuvent présenter des différences tant de qualité que de quantité. La revue des plus importants processus morphogénétiques qu'on vient de faire ne se termine pas par la conclusion que seul l'ensemble complet des événements cités détermine la particularité des régions périglaciaires. Cependant cette revue sert de base pour établir la limite de ces régions et fixer les domaines périglaciaires d'un rang inférieur définis par la composition et une différente proportion d'éléments surtout dans le domaine des rapports entre les phénomènes zonaux et azonaux.

(2) *Quelles sont les relations entre les aires (ou les phénomènes) périglaciaires et les aires (ou phénomènes) extra-glaciaires?*

Le terme *périglaciaire* a été créé par Łoziński pour désigner certains phénomènes — liés à l'action du froid — qu'il observait aux abords des régions recouvertes par des glaciers quaternaires. Son sens a été ensuite, étendu et appliqué à toutes les actions du froid, mais toujours à l'exclusion des phénomènes directement liés à la dynamique de la glace et des eaux de fonte. Dans cette acceptation le terme *périglaciaire* ne saurait donc être pris comme synonyme de *proglaciaire* ou d'*extraglaciaire* (S.-C.).

La nécessité de formuler cette question découle du désir d'obtenir des réponses au sujet d'un des plus choquants malentendus survenu à la suite de la confusion des notions *extraglaciaire* et *périglaciaire*.

On a appelé extraglaciaires les phénomènes et les faits se trouvant à l'extérieur des glaciers, mais provoqués par des événements glaciaires. Les champs de sable de sandre, les bassins remplis d'argile à varves et les vallées des eaux glacifluviales appelés aussi formations proglaciaires, sont produits par les processus d'origine allochtone par rapport aux régions

périglaciaires sur lesquelles ils empiètent. Ces phénomènes sont étrangers à la véritable nature des régions périglaciaires. Ils ne se rattachent avec partie de ces terrains qu'extérieurement par la communauté spatiale.

Il est évident que les dépôts et les formes extraglaciaires ou proglaciaires peuvent constituer et constituent le substratum des phénomènes périglaciaires. Pourtant ceci ne change pas au fond le fait que cela concerne uniquement la modification des dépôts et des formes qui se sont développés indépendamment du milieu et des événements périglaciaires. Il faut donc délimiter nettement les notions *extraglaciaire* et *proglaciaire* de la notion *périglaciaire*. Ce qui en décide c'est l'essentielle disparité des processus et du milieu géographique qui leur est propre.

(3) *Quelles sont les relations entre les aires périglaciaires et le permafrost?*

Le pergélisol fonctionnel est un phénomène périglaciaire essentiel, mais il ne suffit pas à caractériser toutes les régions périglaciaires. Il existe des milieux périglaciaires sans permafrost. (S.-C.).

La phrase disant que toutes les régions du pergélisol sont des régions périglaciaires est vraie et n'exige pas de justification. Cependant il n'est pas aussi évident que l'on puisse retourner cette phrase dans le sens: que toutes les régions périglaciaires sont des pergélisols.

En dehors de l'extension du pergélisol contemporain apparaît toute une suite de traits même morphogénétiques que nous considérons comme des traits des régions périglaciaires. Les phénomènes purement zonaux sont certainement limités au-delà des régions où apparaît le pergélisol. Mais ils ne sont pourtant pas complètement éliminés — ce que prouve la formation des polygones des fentes de gel qui se constituent à la suite d'une forte contraction thermique. Dans ces mêmes régions se développent de différentes formes de la glace de sol provoquant des perturbations importantes et permanentes dans la disposition primordiale du matériel rocheux.

D'autres phénomènes sont bien mieux développés et plus fréquents. Ils appartiennent, en principe, aux phénomènes azonaux, mais ont été développés dans une variété périglaciaire et se caractérisent par l'efficacité propre aux régions périglaciaires. A ce groupe appartiennent les phénomènes de l'écoulement superficiel des eaux, les processus de versant et surtout une gélivation très intense et efficace.

En même temps il serait bon d'ajouter que les régions du pergélisol ne présentent pas les traits uniformes des régions périglaciaires. Ils sont extrêmement différenciés pour bien des raisons et, entre autres, à cause des tendances dominantes du développement morphogénétique qui déterminent les régions où domine: la dénudation, l'accumulation ou la stag-

nation (Popov 1961). Les autres différences découlent de la direction du développement du pergélisol aggradant ou dégradant.

Les régions du pergélisol possèdent le plus riche et le plus complet ensemble des plus typiques phénomènes zonaux. Grâce à cela on peut les considérer comme des régions modèles, comme des régions périglaciaires classiques. Cependant la notion des *régions périglaciaires* a une plus large portée essentielle spatiale, ce qui veut dire qu'il y a également des régions périglaciaires au-delà de l'extension du pergélisol. Il faut pourtant définir les bases de leur extension extrazonale ainsi que diviser les régions périglaciaires en domaines d'ordre inférieur.

(4) *La notion de périglaciaire correspond-elle à une notation de phénomène (ex : gélivation, éolisation, formation de structures, processus morphogénétique) ou plutôt à la définition d'un espace caractérisé par un système morphologique combinant des éléments variés?*

La Sous-Commission préfère la notion „d'espace caractérisé par un système morphologique combinant des éléments variés“. En effet le modèle périglaciaire est caractérisé par l'influence prédominante d'une combinaison de processus, dont certains existent dans d'autres systèmes morphoclimatiques (S.-C.).

Le fait qu'il existe un groupe d'opinions que l'auteur appelle ultra-morphogénétiques justifie cette question. D'après ces opinions il n'y a pas d'espaces périglaciaires continus, mais des événements caractéristiques de nature morphogénétique.

Les éléments morphogénétiques de la notion de *périglaciaire* apparaissent déjà chez Fisher (1866) et Łoziński (1909, 1912). Dans le domaine des problèmes périglaciaires ils sont pour Bryan (1946) l'unique sujet d'attention qui s'occupe de gélivation, de processus de pergélisol et surtout de congéfluxion. Bryan examine ces processus par rapport au modèle et surtout par rapport à la cryoplanation.

Baeckeroot (1951, 1952) se borne également au problème des processus et du modèle, appelant les ensembles respectifs de processus *cryergie* et *actions cryonivales*. Mais Baeckeroot, comme Cailleux (1948) et Cailleux et Taylor (1954) limite sciemment le problème et ne suggère pas l'idée que les processus morphogénétiques discutés épuisent l'essence de la notion *périglaciaire*.

Cependant Guillien (1951) est d'avis qu'il faut rejeter la notion et le nom des *terrains périglaciaires* et se limiter uniquement à appeler de ce nom des événements isolés, justement morphogénétiques, tels que: *cryergie, éolisation et nivation*.

C. F. Capello (1959, 1960) a suivi la même ligne. Il propose d'abandon-

donner le terme *périglaciale* et de le remplacer par celui de *cryonival* qui n'a qu'un sens dynamique et non pas spatial.

Le sens général de la réponse à la question posée a été exprimé dans la réponse à la première question de l'enquête. La notation de phénomène, y compris celui de très importants phénomènes morphogénétiques est subordonnée à la compréhension spatiale.

La particularité et les traits essentiels des régions périglaciaires sont définis par des conditions climatiques spécifiques qui décident de la formation des ensembles spéciaux du milieu géographique. Les processus morphogénétiques respectifs et leurs ensembles dépendent directement non seulement du climat, mais sont également le reflet du milieu géographique donné. Le milieu géographique périglaciale et ses diverses variétés influent considérablement sur la formation de tels ou autres événements morphogénétiques et sur leur modification qualitative et quantitative. Le rôle du milieu géographique se dessine très fortement dans l'existence de variétés zonales périglaciaires des phénomènes morphogénétiques qui par la nature de leur mécanisme sont polyzonaux ou azonaux.

Il en résulte indubitablement que dans la notion de *périglaciale* domine le sens spatial, géographique. Les régions périglaciaires sont des notions réelles contrairement aux notions des processus morphogénétiques qui n'existent pas hors d'un milieu géographique défini renfermé toujours dans un espace géographique déterminé.

(5) *Les phénomènes périglaciaires (ou le système morphologique des régions périglaciaires) sont-ils conditionnés directement par un climat correspondant ou sont-ils des effets de l'influence des masses glaciaires?*

Les régions périglaciaires sont des régions froides non englacées. Leur système morphologique est conditionné par des phénomènes indépendants de ceux des régions glaciaires, parfois, même antinomiques. La présence de glaciers peut modifier les caractères du système morphologique périglaciale (surtout quantitativement) (S.-C.).

On a posé cette question faute d'avoir définitivement résolu la justesse de différentes opinions diamétralement opposées sur la nature du conditionnement climatique des régions périglaciaires et, en conséquence, sur l'extension spatiale de ces régions. Dans la réponse on doit refléchir sur la manière d'agir et la fondement du raisonnement des représentants des deux groupes d'opinions.

Les opinions concernant le conditionnement climatique indirect par l'intermédiaire de l'influence des masses glaciaires semblent ne pas abuser de raisonnement inductif. Elles proviennent plutôt de la déduction basée principalement sur le sens ethymologique du mot *périglaciale* et, en con-

séquence, sur la limitation spatiale postulée d'une zone avoisinant au glacier plutôt étroite. On omet les réflexions de Łoziński (1912) qui formulait des réserves sur le question si la parution dans les Montagnes Rila et les Pyrénées des champs de pierres — principales manifestations, d'après lui, du milieu périglaciaire — pouvait se concilier avec le sens ethymologique du terme *périglaciaire*.

Le raisonnement inductif appliqué sur une vaste échelle confirme également la justesse des opinions sur le conditionnement climatique direct des régions périglaciaires. Au cours de plus de soixante ans on a recueilli un immense inventaire de faits paléontologiques, géologiques et géomorphologiques témoignant d'une si vaste extension des régions froides et glaciales qu'il est absolument impossible de l'expliquer uniquement par l'influence des masses glaciaires même avec la diffusion maxima des calottes glaciaires. Parmi les faits „froids” mentionnés les dépôts et les structures appelés périglaciaires occupent une place importante. Ils apparaissent également dans des endroits trop éloignés de l'extension maxima des glaciers pour qu'il soit possible d'expliquer leur parution par le conditionnement climatique indirect par l'intermédiaire de l'influence des masses glaciaires.

La répartition du pergélisol et la comparaison de son extension avec celle des glaciers continentaux confirme la justesse des opinions concernant le conditionnement climatique direct des régions périglaciaires. Markov *et al.* (1961) a démontré qu'en Eurasie des régions du pergélisol deviennent de plus en plus étendues vers l'Est tandis que dans la même direction les glaciers continentaux subissent l'extinction et disparaissent. En même temps il faut souligner qu'en Asie le pergélisol s'étend à de telles distances des glaciers que leur influence sur la formation du pergélisol doit être considérée comme impossible.

Il faut plutôt admettre l'antinomie des conditions climatiques dans la formation des glaciers et du pergélisol. Ceci a d'ailleurs trouvé l'expression dans l'intéressante conception de Choumsky (1955) qui distingue deux formes de glaciation soit la glaciation superficielle et souterraine (pergélisol). Chacune de ces formes apparaît dans des conditions climatiques différentes.

Si l'on accepte l'opinion exprimée ci-dessus que les terrains du pergélisol peuvent être considérés comme classiques ou bien comme des terrains périglaciaires modèles, il faut alors constater que leur conditionnement climatique est direct et ne dépend pas de l'influence des masses glaciaires. Ceci n'exclut évidemment pas certaines modifications d'événements périglaciaires qui se produisent à la suite de l'existence de glaciers continentaux. Outre les modifications climatiques dans la zone marginale du glacier il faut noter comme importantes des conséquences moins directes résultant

des changements géographiques causés par les glaciers. Comme exemple, peut servir la déduction de Büdel (1960) qui conclut à l'intensification du climat continental en Europe périglaciaire produite à la suite de la limitation de l'extension des mers au tournant de la phase de décroissance et le climax de la dernière période froide.

(6) Quels éléments du climat (thermiques — hydriques), ou quels types de climats sont déterminants pour le développement du milieu périglaciaire?

L'élément thermique est déterminant pour le développement et la caractérisation d'un milieu périglaciaire: à titre d'exemple c'est en partant de ce critère que K. Markov a pu préciser l'existence d'un domaine subantarctique et d'un domaine antarctique. L'élément hydrique ne saurait être négligé: il conditionne des différenciations importantes (S.-C.).

Le fait du conditionnement climatique de la particularité des régions périglaciaires nous incite à proposer de déterminer les traits distinctifs du climat propres aux régions périglaciaires. Cette définition devrait servir à les distinguer par rapport aux régions glaciaires et aux régions plus chaudes.

Dans la réponse à la première place se met l'étude des différences climatiques dans les régions au climat froid — de ces différences qui décident de l'existence de deux types essentiellement différents de manifestations du climat froid c'est-à-dire des glaciers et des symptômes caractéristiques pour les régions périglaciaires. On doit considérer ces différences tant dans le domaine des traits thermiques qu'hydriques.

On connaît les énonciations (Jahn 1951; Tricart et Cailleux 1961) que les régions périglaciaires se distinguent par des températures plus douces. En tout cas il est impossible de justifier ces opinions en comparant les régions glaciaires de l'hémisphère septentrional avec les régions périglaciaires modèles vu l'emplacement connu du pôle du froid. Il semble qu'on n'arrivera pas à trouver de différences entre les régions glaciaires et périglaciaires ni dans les valeurs des températures minima ni, probablement, dans les valeurs moyennes annuelles ou mensuelles.

Ce qui est plus caractéristique dans les deux cas, c'est le cours des changements de la température. Presque dans toutes les caractéristiques du milieu périglaciaires — par exemple H. T. U. Smith (1949) — on souligne comme typique pour ce milieu les oscillations fréquentes de la température près de 0° C. La justesse de cette opinion ne se prête à aucun doute, car la signification de ces oscillations est fondamentale pour un des plus typiques phénomènes périglaciaires c'est-à-dire pour la gélivation. De nombreuses observations et des mesurage faits sur le terrain ainsi que des études expérimentales (Tricart 1956) le prouvent.

La catégorie des oscillations thermiques qu'on vient de présenter

correspond à la définition de Tricart et Cailleux (1961) selon laquelle les régions glaciaires sont le domaine du gel permanent tandis que dans les régions périglaciaires le gel n'est pas continu. Mais cette définition n'épuise pas les différences existant entre ces régions en ce qui concerne le domaine du cours des températures. Car les oscillations des températures basses — bien au-dessous de 0° — sont également très importantes. Elles sont même le trait exclusif des régions périglaciaires, étant donné qu'elles conditionnent une suite de phénomènes zonaux, étrangers aux autres régions tels que: la formation des grandes masses de glace d'injection et la parution du pingo ou *naled* (*icings*) ainsi que le phénomène de la contraction thermique qui pénètre très à fond et conditionne le développement de la glace de fente et des polygones de fente.

Les oscillations des valeurs thermiques — surtout dans le domaine des températures basses et très basses — sont un trait caractéristique pour les régions périglaciaires et peuvent décider de leur démarcation. Cependant ce critère aussi — juste en principe — n'est pas exempt de réserves et demande à être complété.

Les changements de températures passant par 0°C apparaissent aussi dans des régions glaciaires, mais ils ne pénètrent pas jusqu'à la surface rocheuse, exception faite des nunataks qui sont le siège des phénomènes périglaciaires extrazonaux. De la même façon se présente la question des oscillations de très basses températures qui — comme Péwé (1959) l'a démontré — provoquent la contraction thermique et, en conséquence, la formation des fentes de gel dans la masse glaciaire.

Il résulte de l'analyse des traits thermiques que la couverture glaciaire joue un grand rôle dans la distinction des régions froides en glaciaires et périglaciaires. On peut évidemment dire la même chose de la couverture de neige et, de cette façon, nous entrons dans le domaine des différences hydriques.

Il semble qu'en dehors des importantes différences thermiques citées et peut-être même d'autres, les traits hydriques ont une importance décisive pour distinguer les régions périglaciaires. Si l'on se servait de la conception de Choumsky — tellement commode pour notre but — qui considère le pergélisol comme une variété souterraine de la glaciation propre aux régions continentales, alors on y trouverait la preuve de la justesse de la thèse posée. La formation de la glace de sol — dans laquelle nous voyons un des traits les plus caractéristiques des régions périglaciaires — s'accomplice dans les conditions de la pénétration des températures basses avec de fréquents gradients dans le sol plus ou moins profondément. C'est possible uniquement dans le cas où la couverture neigeuse fait défaut ou bien glaciaire ou bien quand cette couverture est très mince. La même chose con-

cerne les autres phénomènes tels que: la formation des fentes de gel ou la gélivation qui ne peuvent pas se développer sans la pénétration des températures dans la masse rocheuse.

Les oscillations thermiques manifestent les contrastes du climat qui sont un signe dominant des régions continentales et qui disparaissent à mesure que croît l'influence du climat océanique. Les climats océaniques froids définissent donc en principe les domaines glaciaires, tandis que la disparition du climat océanique dans l'espace et le temps mène à la dominante périglaciaire.

(7) *La notion de périglaciaire a-t-elle un sens topographique (voisinage des glaciers), morphogénétique (existence de certains processus comme gélivation, cryergie, éolisation), ou plutôt un sens géographique (zones, étages) ?*

La Sous-Commission adopte le sens géographique (S.-C.).

Ayant formulé la réponse à la question précédente, il n'est pas indispensable de continuer à prouver l'opinion sur la notion géographique de ce terme.

(8) *Quelles sont vos suggestions sur le problème de la limite inférieure ou équatoriale des aires périglaciaires ou des phénomènes périglaciaires ?*

Il faudra trouver, pour définir cette limite, des critères quantitatifs: cela ne sera possible qu'après approfondissement de notre connaissance des processus. En attendant on peut admettre la valeur de certains critères qualitatifs, tels que la présence ou l'absence de fentes en coin, de phénomènes de solifluxion, mais il convient de se méfier des convergences de formes et de structures (S.-C.).

Cette question a été posée dans le but d'obtenir des critères possibles pour tracer la limite des régions périglaciaires avec des régions plus chaudes. Ceci concerne non seulement — et non en premier lieu — les synthèses géographiques ou paléogéographiques générales. Nous y pensons même tout spécialement à la pratique des études détaillées où les chercheurs — surtout sur les terrains périglaciaires des régions pléistocènes — ont de grands doutes concernant les critères adéquats.

Dans la réponse il faut sans doute mettre en tête les critères organiques et principalement végétaux. Dans le cas des régions qui étaient périglaciaires dans le passé pléistocène — et c'est justement pour eux que ces considérations sont les plus importantes — la distinction peut s'accomplir de la même façon que pour la division entre la végétation interglaciaire et la végétation des périodes froides. D'après K. Jessen (Jessen et Milters 1928) la limite se trouverait donc entre les zones (h) et (i) ou bien entre (i) et (k).

Le critère organique est dans bien des cas difficile à établir surtout à cause de la rare parution de dépôts organiques. De la même façon se présente la question du témoignage des sols fossiles. Ainsi l'attention principale doit-elle être dirigée sur des dépôts minéraux et sur des formes corrélatives du relief.

Nous voulons donc dire qu'en réponse à la question si le terrain donné se trouvait encore dans l'extension du domaine périglaciaire, il faut constater si les manifestations des phénomènes considérés comme périglaciaires existent sur le terrain étudié.

En admettant ce qui précède, il faut définir selon la nature des phénomènes la limite extérieure des régions périglaciaires comme limite de l'intense gélivation et de l'efficacité de l'action perturbant de la glace de sol figé dans les structures périglaciaires.

(9) Quelles sont vos suggestions sur une division régionale du périglaciaire (grandes régions, sous-région) ?

Tout le monde est d'accord pour admettre maintenant que le domaine périglaciaire est aussi varié que le domaine tempéré. Mais ses subdivisions ne sont pas connues avec exactitude. Des travaux à ce sujet sont en cours. M. Cailleux précise que le domaine périglaciaire antarctique, tel qu'il a été défini par K. Markov, peut se subdiviser en un „bungerien” et un „Mac Murdien”; le second a un climat plus sévère que le premier. D'une manière générale la délimitation des subdivisions régionales du domaine périglaciaire se fera en tenant compte d'une série de données:

- régime thermique (température moyenne annuelle, oscillations annuelle et diurne)
- nature de la couverture végétale
- régime hydrique (précipitations, évaporation)
- phénomènes chimiques

A défaut de données quantitatives, en particulier pour le périglaciaire fossile, M. Dylik propose que certains critères qualitatifs soient considérés: existence et diamètre des polygones de toundra, dimensions des fentes, etc... (S.-C.).

La question de la division des régions périglaciaires actuelles et pléistocènes en unités spatiales taxonomiques définies d'un ordre inférieur est un problème important non seulement du point de vue paléogéographique, mais également pour des raisons méthodologiques qui constituent le fond même de cette enquête.

Il est impossible non seulement de discuter sur les points respectifs de la riche littérature concernant ce sujet, mais même de les énumérer. On peut plutôt citer comme exemple et sans justification les ouvrages choi-

sis: J. Büdel (1948, 1953), H. Poser (1947, 1948), L.-E. Hamelin (1961), Tricart et Cailleux (1961), Suslov (1954) dans lesquels on a pris pour critère la division des ensembles végétaux, la différenciation climatique et le cours des processus morphogénétiques. On a pris également en considération la profondeur des fissures de gel et l'épaisseur de la zone de regelation.

Dans bien des cas il est très difficile et même impossible d'établir des indices climatiques et floristiques précis pour les régions périglaciaires dans le Pléistocène. Cela confirme le critère morphogénétique. Cependant il importe que le critère choisi soit autant que possible homogène et qu'il résulte des traits les plus essentiels des régions périglaciaires. De plus il doit être autant que possible facile à constater sur le terrain.

On a déjà démontré ci-dessus qu'un des traits morphogénétiques les plus essentiels du milieu périglaciaire est la formation de la glace de sol. L'importance de ce processus comme indice des régions périglaciaires a été limitée, au point de vue quantitatif, à ces cas seulement où le développement de la glace de sol laisse des traces durables dans les dépôts.

Tenant compte de la restriction présentée qui détermine les limites extérieures des régions périglaciaires, il semble que la différenciation de la glace de sol peut être le plus juste et même le meilleur critère de la division des régions périglaciaires.

Etant donné la connaissance même superficielle des régions périglaciaires actuelles et pléistocènes, on peut prouver que la répartition de certaines catégories de glace de sol est et était limitée dans le passé. Il faut donc prendre en considération les catégories principales de la glace de sol, telles que: glace d'injection, glace de fente et différentes catégories de glace de ségrégation. Il faut certainement distinguer la glace superficielle de ségrégation sous forme de pipkrakes de la glace souterraine sous forme de couches ou des *schlieren*.

Il est évident que l'utilité de la méthode proposée pour les régions périglaciaires pléistocènes dépend du degré dans lequel nous saurons découvrir dans le texture des dépôts corrélatifs des traces des différents types de la glace de sol. Actuellement cette question se présente le mieux par rapport aux traces fossiles de la glace de fente. Le problème de l'identification de la glace d'injection avec des structures correspondantes commence également à se dessiner (Dylík 1963 b). On est également bien renseigné en ce qui concerne l'identification des traces de la glace de ségrégation stratifiée, nous en avons la preuve dans la connaissance avancée des structures du type palsa et thufur. Enfin certains genres de cercles de pierres et partiellement les dépôts de congéligfluxion amorphe sont des manifestations des pipkrakes.

Cependant l'application de la méthode proposée de la division des régions périglaciaires exige une meilleure connaissance de l'origine des structures et des dépôts périglaciaires. Il en résulte un besoin de plus en plus pressant de minutieuses recherches comparatives et d'études expérimentales.

(10) *Est-il nécessaire que le terme périglaciaire soit en accord avec son sens étymologique?*

Réponse de la Sous-Commission: non (S.-C.).

Le terme *périglaciaire* est un terme historique. Au moment où l'on introduisait ce terme dans la science, on comprenait les régions périglaciaires dans le sens spatial et celui de la dynamique des événements de sorte que le sens de cette notion ne suggérait pas de doutes au sujet de la concordance de la notion et de la signification éthymologique du mot *périglaciaire*.

On peut trouver beaucoup d'exemples dans la science et surtout dans les noms des sciences où il existe une importante divergence entre la compréhension d'une science et l'éthymologie des mots qui la définissent. C'est dans l'histoire que nous trouvons le plus souvent l'explication de ces divergences. Actuellement la géographie, par exemple, n'est plus uniquement la description de la terre et la géologie n'est plus la seule science de la terre. De même tout le monde n'est pas convaincu actuellement que la psychologie est une science qui s'occupe de l'âme. Bien au contraire, on sait que la psychologie devient de plus en plus science naturelle — ce qui n'empêche qu'on applique dans cette science une méthode singulière d'introspection (Kotarbiński 1961). Malgré ces divergences ou cet héritage éthymologique, personne ne conteste *la géographie*, *la géologie*, *la psychologie* ni toute une suite d'autres sciences.

Il n'y a pas de raison pour que le terme *périglaciaire* soit autrement traité. C'est un terme justifié historiquement, ancré dans la science et largement répandu. Il est beaucoup plus important de comprendre d'une façon juste et uniforme ce que nous appelons périglaciaire dans ses différentes variétés. On a consacré la plus grande partie de l'enquête à préparer la concordance des opinions en cette matière, ce qui doit mener à une convention largement acceptée.

(11) *Votre opinion sur les termes: périglaciaire, paraglaciaire, subglaciaire, cryonival, cryologie?*

Le terme *périglaciaire* est nécessaire, à défaut d'un meilleur. *Paraglaciaire* et *subglaciaire* sont à rejeter, ayant un sens équivoque. *Cryonival* désigne une combinaison particulière de phénomènes, mais ne recouvre pas l'ensemble des éléments qui composent le milieu ou le système morpho-

logique périglaciaire. *Cryologie* désigne l'étude de la glace, quelle que soit la forme de celle-ci et où quelle soit (S.-C.).

En faveur du terme actuel on peut signaler ce fait qu'aucun des termes proposés n'est exempt de restrictions qui ne sont pas moins importantes que celles que procure le terme *périglaciaire*.

Le terme *subglaciaire* (Andersson 1906; Capello 1960) et *subnival* (Troll 1948) sont chargés — comme A. Dylíkowa (1962) l'a constaté par la double signification du préfixe *sub*. Dans le sens exact *sous* ou n'a pas de sens ou ne peut s'appliquer que dans les montagnes. Dans le sens plus large, convenu, ces préfixes ont un sens identique que le préfixe *peri* qui a cet avantage de n'avoir qu'un sens.

Le terme *cryonival* proposé par Baeckeroot (1952), Nangeroni (1954) et Capello (1959, 1960) ne peut pas remplacer le terme *périglaciaire*, car le sens et l'extension de ces notions ne coïncident pas. Le domaine du terme *cryonival* de même que celui de *cryologie* (Meister et Chvecov 1955) s'étend sur tous les phénomènes et manifestations du climat froid donc sur la glaciation. Ce terme souligne les événements comme essence de cette notion et il serait difficile de l'appliquer pour désigner d'autres traits des régions périglaciaires tels que traits floristiques ou autres propriétés du milieu périglaciaire. Enfin — en rapport avec la notation de phénomène du terme *cryonival* — il faut rappeler les justes objections de Nangeroni (Capello 1959) qui constate les contradiction connues dans le rôle morphogénétique du gel et de la neige. Il en résulte qu'on ne peut pas appliquer le terme *cryonival* à tous les phénomènes périglaciaires.

Il semble que le terme *paraglaciale* proposé jadis par Nangeroni est le meilleur de tous les termes concurrents. Faisant abstraction des autres objections, il cède la place au terme *périglaciaire* qui par sa tradition et sa vaste application lui est supérieur.

Le dite réponse à l'enquête n'a pas été considérée comme épuisant la question. On n'a donné ni toutes les alternatives possibles dans les réponses respectives ni des arguments précis. On a traité la littérature concernant ce sujet uniquement à bâtons rompus et on a limité la polémique. Une réponse complète à l'enquête et les conclusions qui en découleraient ne peuvent être obtenus que par un effort collectif. L'esquisse présentée avait pour but de faciliter et de provoquer les réponses qui présenteront à une discussion générale définitive.

Bibliographie

- Andersson, J. G. 1906 — Solifluction, a component of subaerial denudation. *Jour. Geol.*, vol. 14.
- Baeckeroot, G. 1951 — Formes de cryergie quaternaire en Montagne Noire occidentale. *Revue Géogr. Pyrénées S.-O.*, t. 22.
- Baeckeroot, G. 1952 — Le rôle des actions cryonivales quaternaires dans la formation des paysages du Sidobre de Castres. *Bull. Assoc. Géogr. Fr.*, no. 226—228.
- Baulig, H. 1952 — Surfaces d'aplanissement. *Annales Géogr.*, t. 66, nos. 325, 326.
- Boesch, H. 1960 — Einige Bemerkungen zum Periglazial-Begriff. *Regio Basiliensis*, vol. 1.
- Bryan, K. 1946 — Cryopedology, the study of frozen ground and intensive frost-action with suggestions on nomenclature. *Amer. Jour. Sci.*, vol. 244.
- Büdel, J. 1948 — Die Klima-morphologischen Zonen der Polarländer. *Erdkunde*, Bd. 2.
- Büdel, J. 1953 — Die „periglazial“-morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas auf der ganzen Erde. *Erdkunde*, Bd. 7.
- Büdel, J. 1960 — Die Gliederung der Würmkaltzeit. *Würzburger Geogr. Arbeiten*, H. 8.
- Cailleux, A. 1948 — Etude de cryopédologie. Centre Doc. Univ. Sorbonne, Paris.
- Cailleux, A., Taylor, G. 1954 — Cryopédologie. Etude des sols gelés. *Expéd. Polaires Franç.*, 4, Paris.
- Capello, C. 1959 — Perigliale o crionivale? Roma.
- Capello, C. 1960 — Terminologia e sistematica dei fenomeni dovuti al gelo discontinuo. *Publ. Fac. Magistero Univ. di Torino*, 17.
- Choumsky, P. A. 1955 — Osnovy strukturnogo ledovedeniya (Principes de la glaciologie structurale). Moskva.
- Dylik, J. 1962 — Introduction à la discussion sur la notion et sur le terme du »périglaciaire«. *Biuletyn Peryglacjalny*, nr 11.
- Dylik, J. 1963a — Problèmes périglaciaires de Hongrie. *Biuletyn Peryglacjalny*, nr 12.
- Dylik, J. 1963b — Traces of thermokarst in the Pleistocene sediments of Poland. *Bull. Soc. Sci. Lettr. de Łódź*, vol. 14, nr 2.
- Dylikowa, A. 1962 — Notion et terme »périglaciaire«. *Biuletyn Peryglacjalny*, nr 11.
- Fisher, O. 1866 — On the warps (of Mr. Trimmer), its age and probable connection with past geological events. *Quart. Jour. Geol. Soc. London*, vol. 22.
- Geologicheskiy slovar (Dictionnaire géologique). Moskva, 1955.
- Guillien, Y. 1951 — Cryopédologie? Périglaciaire? *Annales Géogr.*, no. 318.
- Hamelin, L.-E. 1961 — Périglaciaire du Canada. Idées nouvelles et perspectives globales. *Cahiers Géogr. Québec*, no. 10.
- Hamelin, L.-E. 1963 — Cartographie géomorphologique appliquée au périglaciaire. *Cahiers Géogr. Québec*, no. 14.
- Hamelin, L.-E. 1964 — La famille du mot „périglaciaire“. *Biuletyn Peryglacjalny*, nr 14.
- Jahn, A. 1951 — Zjawiska krioturbacyjne współczesnej i plejstoceńskiej strefy peryglacialnej (summary: Cryoturbate phenomena of the contemporary and of the Pleistocene periglacial zone). *Acta Geol. Polonica*, vol. 2.
- Jessen, K., Milthers, V. 1928 — Interglacial fresh-water deposits in Jutland and Northwest Germany. *Danmarks Geol. Unders.*, II Raekke, no. 48.

- Kotarbiński, T. 1961 — Elementy teorii poznania, logiki formalnej i metodologii nauk (Les éléments de la théorie de la connaissance, de la logique formelle et de la méthodologie des sciences). Warszawa.
- Łoziński, W. 1909 — Über die mechanische Verwitterung der Sandsteine im gemässigten Klima. *Bull. Int. Acad. Sci. de Cracovie*, Cl. Sci. Mathem. et Nat., Nr. 1.
- Łoziński, W. 1912 — Die periglaziale Fazies der mechanischen Verwitterung. *C. R. XI Int. Géol. Congrès Stockholm 1910*.
- Markov, K. K., Gritchuk, M. P., Lazukov, G. I. 1961 — Osnovnye zakonomernosti razvitiya prirody territorii SSSR v tchetvertichnom periode, lednikovom periode — antropogene (The territory of the USSR in the Quaternary period, glacial period — Anthropogene). Moskva.
- Meister, L. A., Chvecov, P. F. 1955 — O niekotorykh terminakh v utcheni o zonakh merzlykh potch i gornykh porod i yego meste sredi drugikh nauk (Sur quelques termes concernant la connaissance des sols et des roches perpétuellement gelés et sa place parmi les autres sciences). *Izv. Akad. Nauk. SSSR*, ser. geogr.
- Nangeroni, G. 1954 — Neve, acqua, ghiaccio, fenomeni cronivali delle regioni periglaciali nelle Alpi italiane. Como.
- Péwé, T. L. 1959 — Sand-wedge polygons (tesselations) in the McMurdo Sound Region, Antarctica — a progress report. *Amer. Jour. Sci.*, vol. 257.
- Popov, A. I. 1961 — Cartes des formations périglaciaires actuelles et pléistocènes en territoire de l'URSS. *Biuletyn Peryglacjalny*, nr 10.
- Poser, H. 1947 — Auftautiefe und Frostzerrung im Boden Mitteleuropas während der Würmeiszeit. *Die Naturwiss.*, 34.
- Poser, H. 1948 — Boden- und Klimaverhältnisse in West- und Mitteleuropa während der Würmeiszeit. *Erdkunde*, Bd. 2.
- Smith, H. T. U. 1949 — Periglacial features in the driftless area of southern Wisconsin. *Jour. Geol.*, vol. 57.
- Suslov, S. P. 1954 — Fizicheskaya geografiya SSSR. Aziatskaya tchast (Géographie physique de l'URSS. La partie asiatique). Moskva.
- Tricart, J. 1956 — Etude expérimentale du problème de la gélivation. *Biuletyn Peryglacjalny*, nr 4.
- Tricart, J., Cailleux, A. 1950 — Introduction à la géomorphologie climatique. *Cours de géomorphologie*. Centre Doc. Univ. Sorbonne, Paris.
- Tricart, J. Cailleux, A. 1961 — Le modelé périglaciaire. *Cours de géomorphologie*. Centre Doc. Univ. Sorbonne, Paris.
- Troll, C. 1948 — Der subnivale oder periglaziale Zyklus der Denudation. *Erdkunde*, Bd. 2.