

Jan Dylik

Lódź

SUR LE SYSTEME TRIPARTI DE LA STRATIGRAPHIE DU PLEISTOCENE DANS LES PAYS D'ACCUMULATION GLACIAIRE

Abstract

The author intends to introduce a tripartite instead of a bipartite division of the Pleistocene stratigraphy with respect to the areas covered with Quaternary glaciers.

It is to be regarded as a natural consequence of the prevailing role of climate in the whole history of the Quaternary epoch stressing the importance of the rock- or formation-units in the stratigraphy. Hence the idea to complete Pleistocene stratigraphy by the addition of periglacial units to the glacial and interglacial ones.

Analysis of a certain number of Pleistocene profiles from different parts of Poland reveals the great importance of periglacial formation-units in the stratigraphic sequence. Only such periglacial units as are representative of the cold periods can be here encountered. It is known that other formations associated with the glacial ones play only a complementary role in stratigraphy.

Three types of Pleistocene profiles are distinguished. They display several periglacial horizons but their importance increases southward. The profiles of the first type show fossil periglacial formations but only as complementary ones; complex periglacial units which are the only manifestations of all the cold periods constitute the characteristics of the second type; the third one is to be seen in the profiles where glacial formations are completely lacking and the whole Quaternary history of the area is represented by alternating periglacial units and by those due to warmer periods.

The succession of secondary phases of the cold periods is also discussed. According to different environments the following phases are recorded in the sediments investigated: 1. a phase of rather severe and dry climate, 2. a cold and humid phase, 3. a third phase chiefly characterized by down-wash processes. As to the corresponding formations and other periglacial phenomena: the first phase — ice-wedges and evidence of wind-action, the second phase — grèzes litées, rubble fields and congelifluxion and the third phase — formations called — according to Dutch and Belgian writers — niveo-fluvial and niveo-fluviatile.

Le Pléistocène constitue un chapitre assez particulier de l'histoire géologique puisque les critères décisifs pour la division stratigraphique cessent d'être utilisables après le Tertiaire. Entre cette période et celle du post-pliocène il n'y a aucune lacune stratigraphique distincte et générale. On ne peut pas non plus la trouver dans le développement de la faune qui ne se fait que graduellement. C'est la première fois qu'on voit apparaître le climat comme élément décisif pour discerner une période nouvelle ou une unité stratigraphique (Flint 1948). C'est notamment l'apparition des périodes froides se répétant à maintes reprises qui est le trait le plus caractéristique du Pléistocène.

On ne peut dénombrer les périodes froides du Pléistocène que selon les formations propres dues aux conditions climatiques correspondantes. Etant donné que le manque de données paléontologiques suffisantes

est le trait caractéristique du Quaternaire, on y voit croître le rôle des formations en tant qu'indices climatiques et par conséquent, stratigraphiques. En vérité, c'est là la façon principale de procéder pour créer une stratigraphie ou plutôt pour discerner des périodes froides autant dans les pays périglaciaires que dans les régions envahies jadis par des calottes de glace.

La distinction faite ici entre ces deux types de régions nous rappelle qu'il existe deux types principaux de manifestations d'une période froide, c'est-à-dire un régime glaciaire et un régime périglaciaire. Tous les deux ont créé des conditions différentes pour les milieux de sédimentation lesquels ont à leur tour provoqué la formation de deux séries de dépôts caractéristiques et propres à chacun des milieux correspondants. On voit donc que dans le procédé inverse qui viserait à une construction stratigraphique, la première étape serait la définition dynamique de la formation en question. C'est le pas nécessaire à faire afin de pouvoir déchiffrer le milieu de sédimentation et par conséquent les conditions climatiques. Des traits particuliers au Pléistocène et surtout du rôle prédominant du climat qui caractérise cette période, découle la grande importance d'avoir des unités lithologiques bien définies pour déterminer les climats qui ont présidé à leur formation.

Les formations dues aux différentes périodes froides sont dissemblables et ne forment pas partout un complexe uniforme à un même degré. En dehors de la plus grande extension des glaciers continentaux, il n'y a que des types différents de formations périglaciaires. Dans les régions d'ancienne accumulation glaciaire cependant, les formations „froides” ne sont plus homogènes du point de vue climatique et se composent de dépôts glaciaires et de formations périglaciaires en proportions différentes dans une suite stratigraphique selon leurs places dans l'espace et dans le temps.

Si on admet la grande importance, ou même la prédominance des unités lithologiques dans le système stratigraphique du Pléistocène, on doit en conséquence distinguer nettement les formations dues à des processus différents, et reflétant les conditions climatiques qui les ont provoqué.

Jusqu'à présent on ne discerne que deux types de formations alternantes, c'est-à-dire celles qui correspondent aux périodes froides et d'autres, liées aux périodes plus chaudes. Il n'y a pas d'objection à ce sujet pour les régions qui n'ont pas été envahies par les glaciers continentaux et où, en conséquence, toutes les formations des périodes froide sont périglaciaires. Mais ce n'est pas le cas des pays qui ont subi des glaciations et parfois à maintes reprises. Dans ces régions où les formations correspondant aux périodes froides ne sont plus adéquates il y a aussi bien des

dépôts glaciaires que des formations périglaciaires. Parfois les uns et les autres se trouvent dans une même coupe mais leur signification stratigraphique et paléogéographique est tout à fait différente. Ce fait indiscutable nous oblige à concevoir un système stratigraphique qui pourrait faire une place à des unités lithologiques définies du point de vue climatique, c'est-à-dire en fonction du caractère essentiel du Pléistocène.

C'est en 1953 que le regretté L. Horberg a présenté une séquence des formations quaternaires en Illinois, y discernant des dépôts périglaciaires. Dans de nombreux profils stratigraphiques du Pléistocène de Pologne on voit des traces d'une suite de périodes froides. Chacune d'elles présente un certain nombre d'horizons périglaciaires dont la position et l'importance ne sont pas les mêmes dans tous les profils. Il y a des zones de formations périglaciaires qui sont complexes et bien développées et il y en a d'autres qui sont plus simples et limitées à un seul type de dépôt.

Dans le premier cas, il s'agit d'une série indépendante qui correspond à toute une période froide. Dans le second cas, cependant, les zones périglaciaires forment la partie complémentaire d'une série hétérogène (glaciaire et périglaciaire).

Des séries périglaciaires indépendantes sont évidemment indispensables pour la définition des périodes froides. Mais on ne doit pas négliger les horizons subordonnés (complémentaires) puisque ils facilitent une définition des périodes froides correspondantes.

Cette introduction avait pour but de donner une justification logique à la tentative de créer un système triparti de stratigraphie du Pléistocène dans les pays recouverts jadis par les glaciers au lieu du système biparti.

C'est d'ailleurs une conséquence nécessaire des nouvelles et judicieuses tendances de la stratigraphie moderne. Schenck et Muller (1941), Krumbein et Sloss (1956) insistent sur le dualisme en classification qui se traduit par deux catégories d'unités stratigraphiques. L'une d'elles est la catégorie d'unité acceptée et utilisée autrefois: les unités de temps (*time units*) telles que ères, périodes, époques etc. et les unités des dépôts correspondants (*time-rock units*), tels que systèmes, séries etc. La deuxième catégorie proposée doit englober les unités lithologiques objectives, c'est-à-dire les ensembles de couches (*rock units*) distinguées et identifiées à l'aide des critères physiques et objectifs qu'on peut établir lors des recherches sur le terrain.

Evidemment, notre système triparti ne trouvera sa place que dans cette deuxième catégorie de classification stratigraphique et son introduction ne touchera pas la catégorie des unités de temps comme Wurm, Riss etc., ou les autres noms des nomenclatures régionales. Nous insistons cependant, sur la nécessité de considérer les formations comme

des unités fondamentales en supposant qu'elles soient bien définies du point de vue de la dynamique et de leur origine. Plus loin nous allons considérer une suite de coupes qui doivent vérifier cette théorie.

ANALYSE DES COUPES CHOISIES

Les coupes présentées proviennent de quatre régions de la Pologne, différentes du point de vue de leur évolution au cours du Pléistocène. Les localités sont situées dans les champs respectifs des trois glaciations, voire même selon leurs stades respectifs (fig. 1).



Fig. 1. Situation des coupes choisies

1. Konin; 2. Chodecz; 3. Konopnica; 4. Nowostawy; 5. Okół; 6. Królewski Dwór; 7. Topola; 8. Klemencice; 9. Opacie Doły

Chacun des groupes géographiques présentés sur la figure 2 est composé au moins de deux coupes qui donnent des profils plus complets. Dans le premier groupe p. e. la coupe de Chodecz permet de prolonger

le profil stratigraphique de la région du stade de Poznań vers le haut en ajoutant une fente en coin, donc une manifestation d'un climat froid postérieur à l'argile morainique supérieure de Konin. On peut y deviner aussi une période plus chaude qui a permis le remplissage de cette fente. Enfin des sables de couverture séparés du sol fossile témoignent de deux périodes froides interrompues par un climat plus chaud. Les autres groupes sont complétés de la même façon. Dans la suite de coupes présentant les séries pléistocènes de la région du stade de la Warta on retrouve les plus anciennes couches à Konopnica et les plus récentes à Rawa Mazowiecka et à Nowostawy. Le profil de Konopnica montre, tout en bas, de l'argile morainique inférieure, peut-être d'âge Mindel. La surface de l'argile est accidentée d'une vallée fossile remplie de sables comprenant des détritiques végétaux. C'est peut-être l'oeuvre de l'interglaciaire. On y voit une fente en coin qui est à attribuer à une nouvelle période froide, Riss I p. e. Dans ce cas la période de remplissage de cette fente serait l'interstade entre Riss I et Riss II ou stade de la Warta. A ce dernier stade correspond l'argile morainique supérieure de Konopnica. A Nowostawy la formation glacio-fluviale équivalente à la moraine supérieure de Konopnica est érodée et recouverte par les dépôts périglaciaires du Wurm. Au-dessus de la formation basale sablo-limoneuse il y a trois périodes froides et deux périodes plus chaudes à identifier. Les périodes froides sont révélées par la fente en coin et par deux horizons de sables de couverture. Les périodes plus chaudes, cependant, se manifestent par le phénomène de remplissage de la fente et par le sol fossile qui sépare les sables de couverture.

Le trait le plus caractéristique de tous les profils présentés est que les formations glaciaires deviennent de plus en plus minces vers le sud, donc de la région de la dernière glaciation jusqu'à celle de la glaciation la plus ancienne. Au contraire, on voit les formations périglaciaires s'accroître vers le sud, parfois de telle sorte que dans la Pologne méridionale la presque totalité des profils du Pléistocène est composée de dépôts périglaciaires contenant malgré cela des matériaux glaciaires.

Ce phénomène n'est pas difficile à comprendre en faisant appel aux différences paléogéographiques entre des régions situées plus au nord ou plus au sud. Le nombre des glaciations et même des stades et l'épaisseur des masses de matériaux détritiques déposés par les calottes glaciaires devenaient de plus en plus grandes vers le nord. D'un autre côté, ce sont les parties situées plus au sud qui ont subi des changements fréquents de milieux climatiques. Plusieurs de ces changements se maintinrent longtemps. En dehors des périodes interglaciaires qu'on doit interpréter de la même manière pour toute la Pologne, ce sont surtout les périodes

périglaciaires qui ont décidé du degré d'érosion donc de l'ampleur du remaniement des matériaux originels. La prédominance de l'action morphogénétique périglacière est responsable de l'état présent du manteau pléistocène en Pologne.

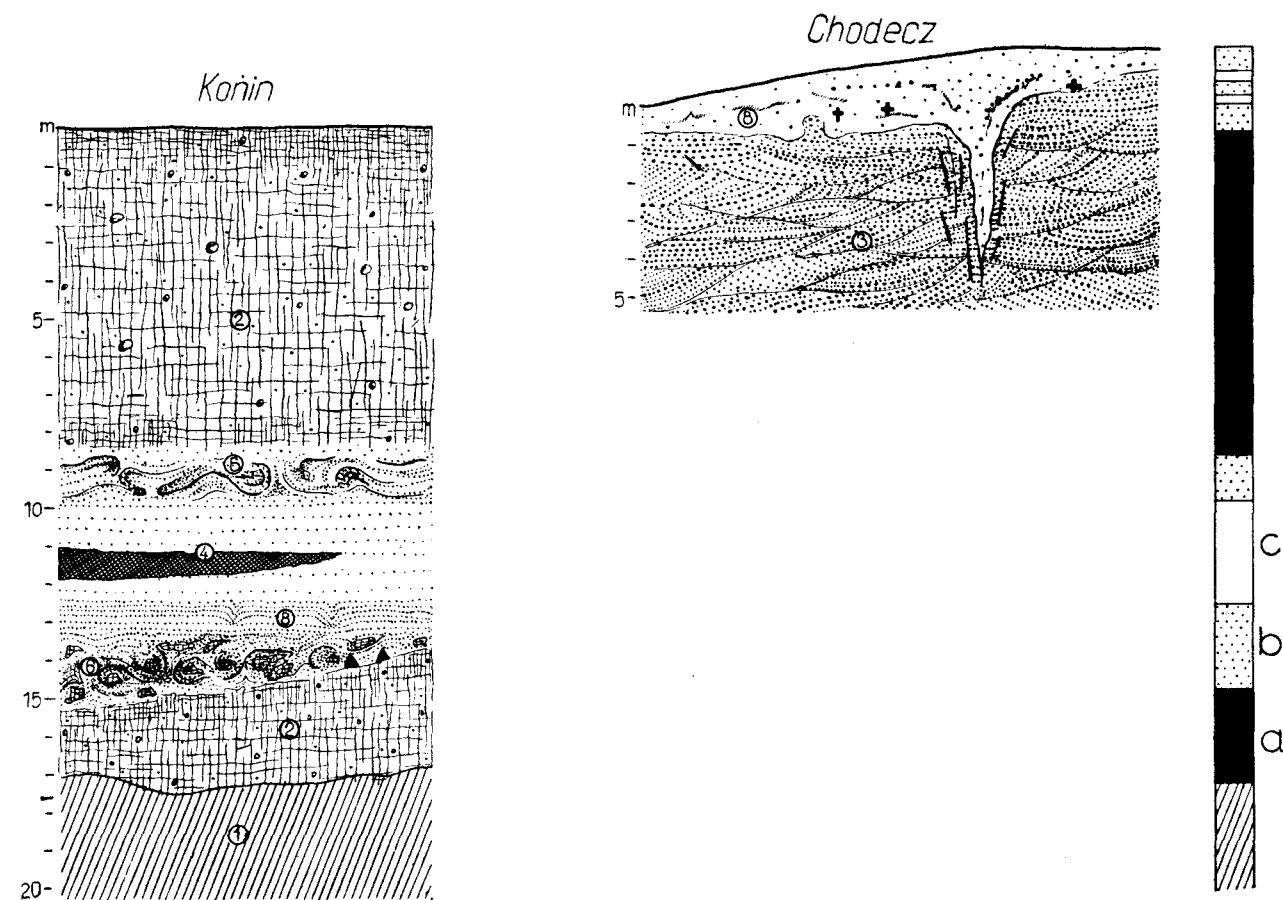
Mais la distribution des formations périglaciaires en Pologne, leur position dans les profils du Pléistocène sont plus compliqués qu'on n'aurait pensé d'après les traits généraux envisagés ci-dessus. Presque tous les profils synthétiques et assez complets du Pléistocène en Pologne septentrionale et centrale présentent plusieurs horizons périglaciaires intercalés entre deux formations glaciaires consécutives. Il s'agit alors de traces de périodes climatiques périglaciaires séparant les périodes qui ont été marquées par la présence de glaciers dans la région où le profil a été établi. Dans un autre cas, les formations périglaciaires sont des témoins de milieux périglaciaires postérieurs au dernier glacier ayant envahi la région. Il y a enfin des dépôts qui correspondent au climat périglacière antérieur à la première glaciation dans la région considérée ou même dans toute la Pologne (Jahn 1956). Evidemment, la position des formations périglaciaires dans les profils des dépôts du Pléistocène joue un rôle important en ce qui concerne leur valeur stratigraphique.

Les horizons périglaciaires retrouvés en-dessous des dépôts glaciaires les plus anciens connus dans un pays, et le caractère de ces zones témoignent d'une période froide antérieure à la première glaciation de ce pays. Tel était le cas des formations reconnues par Lewiński (1928, 1929) et appelées *préglaciaires* jusqu'à nos jours, où Jahn (1956) a démontré qu'il s'agit des plus anciennes manifestations du climat froid¹.

Au contraire plusieurs horizons périglaciaires qui reposent sur les dernières formations glaciaires dans une région reflètent les périodes froides qui n'ont plus été représentées dans cette région par des glaciers. C'est le cas le plus fréquent en Pologne, surtout en dehors du stade de Poméranie de la dernière glaciation. En effet, en Pologne Centrale et Méridionale beaucoup de stades et même de glaciations, ou mieux: les périodes froides correspondantes, ne se sont manifestées que par des formations et des phénomènes périglaciaires. Tous les profils de la figure 2 en sont la preuve. La coupe de Chodecz présente des phénomènes postérieurs au stade de Poznań (de Francfort) et on retrouve les mêmes traits dans plusieurs horizons supérieurs des autres coupes, comme à Nowostawy, à Królewski Dwór. Mais la plupart des formations envisagées dans les coupes suivantes, provenant de la Pologne Centrale et Méridionale, présentent les manifestations de climats froids plus anciens.

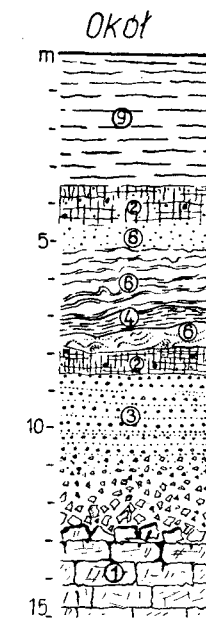
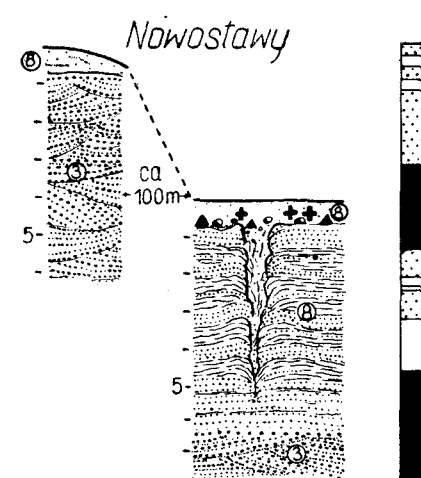
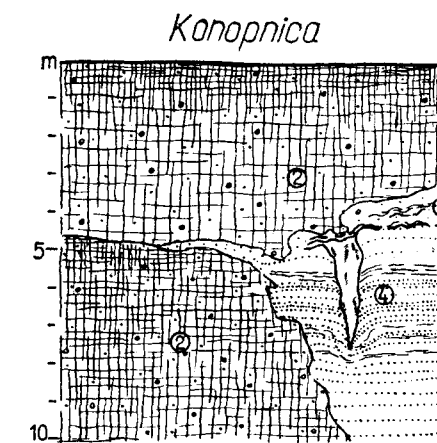
¹ Voir, dans ce volume: A. Jahn — The oldest periglacial period in Poland. p. 159.

*Dernière glaciation [Würm]
Stade de Poznań [Frankfort]*



Glaciation de la Pologne Centrale

Riss II [Stade de la Warta]



Riss I.



Glaciation de Cracovie [Mindel]

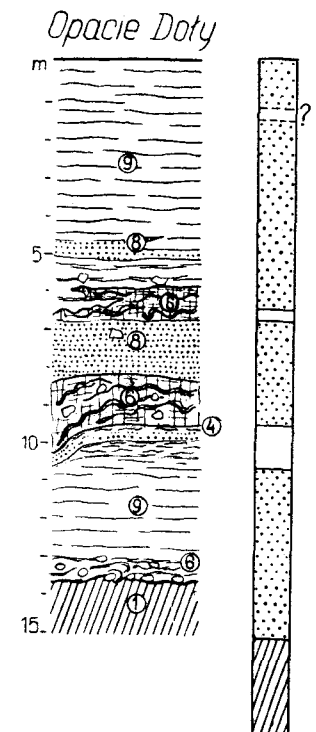
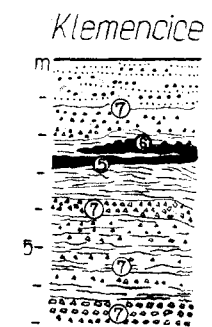
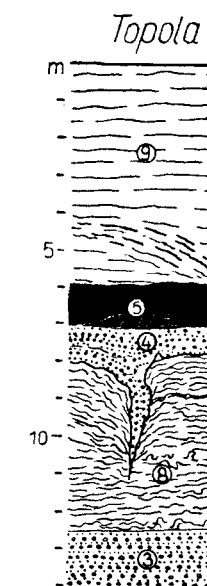


Fig. 2. Exemples des profils du Pléistocène en Pologne

1. soubassement du Pléistocène; 2. argile morainique; 3. sable et gravier fluvio-glaciaire; 4. formations des périodes plus chaudes: sable, gravier, tourbe; 5. sol fossile; 6. formation de congélifluxion; 7. grèzes litées; 8. formations de couverture; 9. loess; les croix indiquent les sols fossiles tardiglaciaires; a. formations glaciaires; b. formations périglaciaires; c. formations des périodes plus chaudes

Le problème le plus difficile est de trouver la signification stratigraphique des horizons intercalés dans les formations glaciaires. Une telle situation des phénomènes périglaciaires témoigne sans doute toujours de l'existence d'un climat froid entre les périodes de la déposition des formations glaciaires séparées. Mais, ce qui n'est pas clair, c'est l'importance paléogéographique d'une telle période. Les phénomènes périglaciaires peuvent être des accidents accessoires d'une glaciation qui les précède ou leur succède et dans d'autres cas ils représentent les traces autonomes d'une période froide qui n'a pas formé de calottes glaciaires dans la région étudiée.

Des phénomènes comme des structures périglaciaires individuelles et isolées où les formations sont minces et mal développées peuvent être attribuées aux mêmes périodes qui ont créé des dépôts glaciaires sus- ou sous-jacents. On pourrait parler de phases anapériglaciaires précédant les glaciers et de phases catapériglaciaires, qui les suivent. Toutes les deux touchent à des périodes plus chaudes et il se peut que les parties extrêmes, c'est-à-dire la plus haute et la plus basse des formations dites interglaciaires appartiennent au périglaciaire.

Au contraire, dans les cas où on voit les formations périglaciaires enfouies mais bien développées et complexes il y a des raisons de les considérer comme la manifestation d'une période froide autonome.

Examinons la coupe du gisement de lignite à Konin en utilisant le profil généralisé que montre la coupe 1 de la fig. 2. Tout en bas sur les argiles Tertiaires gît l'argile morainique d'âge Rissien I. Là où les dépôts font défaut c'est donc la surface de discordance qui révèle le mystère du passé. Parmi les agents de destruction outre l'érosion glaciaire et interglaciaire il faut considérer ceux qui sont caractéristiques des climats périglaciaires. La partie supérieure de l'argile morainique mentionnée est altérée et rougeâtre sur 1 m à peine. Parfois, cependant, cette argile rougeâtre atteint des épaisseurs plus grandes et repose en discordance sur de l'argile morainique saine ou même sur le Tertiaire.

Sur la coupe considérée, cependant, il n'y a aucune trace de la zone altérée et reposant directement sur l'argile morainique saine on voit des blocs éolisé (photo 1). Ils sont à leur tour empâtés ou recouverts de la formation de congélifluxion typique. Au sommet il y a une formation de couverture du type qu'on appelle, en Belgique et aux Pays-Bas, nivéo-fluvial (photo 2, 3). En Pologne on trouve d'habitude les formations de ce type au sommet du Pléistocène, c'est-à-dire près de la limite de la période actuelle plus chaude. Cette position semble être analogue à celle de la formation ensevelie à Konin, qui est recouverte de dépôts interglaciaires.

Il y a des raisons de penser que la série décrite ci-dessus représente elle même une période froide. Il s'agit vraisemblablement d'une série périglaciaire d'une épaisseur considérable et surtout d'une série complexe contenant une suite de formations bien différentes. Cette complexité est la conséquence de quelques phases froides successives: une phase d'éolisation intense, une phase de congélifluxion plus humide que la précédente et enfin une nouvelle phase plus humide. Cette dernière phase a provoqué le développement de la formation dite nivéo-fluviale due surtout aux processus de ruissellement. On ne peut pas expliquer une séquence de manifestations climatiques tellement différenciée et complète d'autre façon qu'en admettant que toute la série est une représentation autonome d'une période froide dont l'importance est de l'ordre d'un stade au moins.

Les critères qui permettraient de dater cette période ne sont pas suffisants; on ne peut donc émettre qu'une hypothèse plutôt vague. L'altération de l'argile du Riss I observée ailleurs dans la même carrière de Konin pourrait avoir eu lieu à l'interstade Riss I—Riss II. La série interglaciaire reposant directement sur le complexe périglaciaire en question est considérée comme correspondant à une période plus chaude postérieure à l'interglaciaire Riss—Wurm (Eemien)². Il y a donc entre Riss I et une phase plus chaude postéemienne une longue durée du passé quaternaire où on doit pouvoir placer notre période froide. Parmi les autres indices qui nous font penser à une période plutôt toute proche du temps de la déposition de cette formation interglaciaire, c'est-à-dire, dans le Wurm, il faut rappeler la situation de la coupe considérée.

La coupe de Konin est située dans un endroit particulier du point de vue paléogéographique. Il y a des opinions que dans cet endroit la glaciation du stade de Leszno (de Brandenburg) fut dépassée par la glaciation postérieure c'est-à-dire par le stade de Poznań. Dans ce cas, la période froide correspondant au stade de Leszno peut n'être représentée que par des manifestations périglaciaires.

Mais cette explication, bien que possible du point de vue logique, ne peut être considérée comme suffisante. Admettant même qu'elle soit satisfaisante puisqu'elle nous permet de trouver des conditions favorables au développement de notre série périglaciaire, elle n'est plus valable par rapport aux formations interglaciaires. La présentation graphique de M. Woldstedt (1956) démontre qu'entre le stade de Brandenburg et celui de Francfort, il n'y avait pas des conditions favorables à une formation de type „interglaciaire”, tellement épaisse et tellement bien

² Communication orale de M. Rutkowski du Service Géologique Polonais.

développée que celle de Konin. Cependant le même travail de Woldstedt (1956) nous rappelle l'existence d'un stade plus ancien de la dernière glaciation, c'est-à-dire du stade de Szczecin. Entre ce stade et celui de Brandenbourg il y avait une période plus chaude d'un ordre plus grand et peut-être suffisant à créer des conditions favorables à la formation interglaciaire en question. Dans ce cas, il faudrait admettre une période correspondant au stade de Szczecin comme époque du développement de la série périglaciaire complexe sous-jacente.

Les arguments propres à fournir quelques conclusions concernant la lacune entre l'interstade Riss I—Riss II et le début de la période wurmienne ne sont, pour le moment, que très peu nombreux et vagues. Dans un autre endroit de la carrière de Konin on a observé l'argile morainique rouge, épaisse de 2 m, gisant en discordance directement sur le Tertiaire et disséquée par deux fentes en coin atteignant 2 m (photo 4). Au sommet de cette formation argileuse on voit une discordance qui tronque les fentes; au-dessus il y a une formation de couverture tout à fait analogue aux dépôts reconnus dans la partie supérieure de la série périglaciaire complexe présentée sur le dessin 1 de la fig. 2. Il se peut que l'argile morainique rouge soit une formation de congélifluxion et que les fentes en coin, qui appartiennent toutes les deux à une période froide mettent en évidence le milieu climatique du deuxième stade rissien. Dans ce cas il faudrait attribuer la période de remplissage des fentes en coin à l'interglaciaire Riss—Wurm (Éemien).

Une autre explication possible serait de dater du même âge les deux formations de congélifluxion, celle de la figure 2 et celle décrite ci-dessus. Une telle explication, probable d'ailleurs, rencontrerait une objection parce qu'il faudrait trouver une période, ou plutôt des conditions favorables au remplissage des fentes en coin dans la série homogène périglaciaire. L'existence de telles conditions, c'est-à-dire de périodes plus chaudes d'une courte durée, dans des séries périglaciaires d'allure apparemment homogène, n'est pas impossible mais il nous manque des études à ce sujet.

L'analyse des coupes présentées ici et d'autres nous a amené à la conclusion qu'en estimant la valeur stratigraphique du périglaciaire il faut prendre en considération l'ensemble des manifestations de ce milieu climatique particulier en les étudiant d'abord séparément l'une après l'autre. Ce n'est qu'après une parcellaire analyse qu'on peut examiner toute une suite d'ensembles dans leurs relations réciproques, surtout en ce qui concerne leur mode de succession. Sans négliger l'importance des structures et des faits individuels, comme p. e. un caillou façonné par le vent, il faut souligner le rôle prépondérant des formations périglaciaires. Car c'est

surtout la connaissance des processus et du milieu sédimentaire qui rend possible les conclusions climatiques et stratigraphiques.

On n'insiste pas sur les datations plutôt vagues mentionnées parfois au cours de cet essai. Notre tentative a pour but de démontrer l'existence de nombreux horizons périglaciaires dans les profils du Pléistocène. Pour chacun des groupes de profils présentés sur la fig. 2 on a essayé d'établir une séquence de périodes froides et de périodes plus chaudes en indiquant non seulement les sections concerne les glaciaires mais aussi les horizons périglaciaires. Telle est la présentation graphique du système triparti de la stratigraphie pléistocène en Pologne.

TROIS STYLES DE PROFILS STRATIGRAPHIQUES PLEISTOCENES EN POLOGNE

Si l'on considère les coupes dans les formations pléistocènes en Pologne d'une façon générale, on peut distinguer trois styles de séquences de ces dépôts (fig. 3.). En Pologne septentrionale, où d'après nos connaissances actuelles toutes les périodes froides se sont manifestées

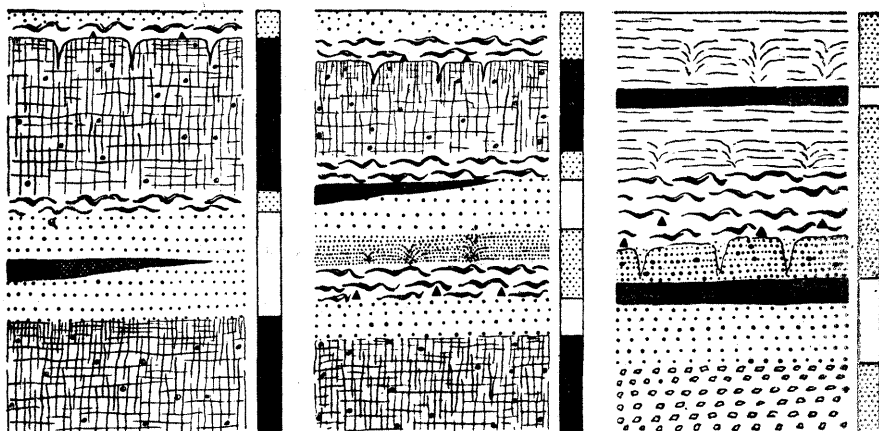


Fig. 3. Trois styles de profils stratigraphiques pléistocènes en Pologne

des glaciations, les sections périglaciaires des profils ne sont représentées que par les manifestations complémentaires des périodes froides lesquelles, pendant leurs maxima ont donné des formations glaciaires directes ou des dépôts extraglaciaires. C'est probablement le cas des phénomènes anapériglaciaires au-dessous de l'argile morainique supérieure à Konin.

Au delà de l'extension des stades plus récents de la dernière glaciation il y a des zones, des complexes de formations et des phénomènes périglaciaires autonomes qui constituent une manifestation unique et parfaitement indépendante de telle période froide. La série complexe de Konin en donne l'exemple pour les horizons fossiles les plus profonds et il en est de même des séries superficielles de Rawa Mazowiecka, Nowostawy ou Królewski Dwór en ce qui concerne les périodes froides postérieures aux dernières formations glaciaires dans cette région (photo 5).

Enfin, il y a des profils tout à fait dépourvus de formations glaciaires où toutes les périodes de climats froids sont représentées par des formations périglaciaires souvent répétées. Ce sont presque des modèles de profils pléistocènes pour les pays périglaciaires en dehors de l'extension maximale des glaciations continentales, analogues aux profils de Belgique ou de France par exemple. Il n'y a qu'une différence c'est le fait que les formations polonaises de ce troisième style, bien que périglaciaires, sont composées de matériaux glaciaires ou sont tout au moins mêlées de ces matériaux. Ce n'est pas le cas des formations françaises ou belges qui sont formées de matériaux résiduels ou de masses allochtones provenant d'endroits lointains situés aussi en dehors des glaciations continentales. Au contraire en Pologne, qui a été pratiquement toute recouverte de glaciers les dépôts de ces derniers sont une source d'alimentation inépuisable pour les formations remaniées parmi lesquelles les formations périglaciaires sont les plus abondantes.

LE PROBLEME DE L'INTERPRETATION CLIMATIQUE DES PHENOMENES PERIGLACIAIRES

Au commencement de cet article on a montré déjà que c'est le climat qui est le trait le plus caractéristique du Pléistocène car il permet de discerner cette période de celle du Tertiaire. De ce rôle prédominant du climat découle l'importance des unités lithologiques dans le système stratigraphique du Pléistocène, voire même l'idée d'y insérer les unités périglaciaires. La création d'un tel système augmente les possibilités de retrouver une suite plus complète des périodes alternantes froides et plus chaudes quand le besoin d'une stratigraphie plus détaillée se fait sentir.

L'interprétation des formations glaciaires, bien que plutôt insuffisante encore, nous donne quelques points d'appui pour en déduire les phases différentes d'une glaciation. Il y a des possibilités analogues, ou peut-être même meilleures, quand il s'agit de phénomènes périglaciaires. Partant

des traits sédimentologiques on peut juger des conditions climatiques et essayer ensuite d'échelonner les phénomènes étudiés suivant les phases successives d'une période froide.

Il est trop tôt pour résoudre ces deux problèmes étant donné que les études détaillées nécessaires nous font défaut. Il nous manque des études comparées sur les sols structuraux actifs ou récents et sur les structures fossiles pléistocènes. Il faut considérer ces études comme indispensables pour pouvoir qualifier les structures périglaciaires pléistocènes du point de vue climatique. Une forme et notamment celle de la fente en coin y fait exception. On croit que cette forme est due à des conditions climatiques plus continentales. L'exception des fentes en coin n'a rien d'étonnant car il s'agit d'une forme bien définie et facile à comparer. Au contraire, presque aucune des autres structures, dissimulées parfois sous les termes équivoques de cryoturbation ou d'involution, n'est suffisamment définie pour pouvoir servir de base nécessaire à des études comparées.

Il y a, il est vrai, de nombreuses publications contenant l'explication dynamique des différentes formations périglaciaires, mais il nous manque encore un essai de classification climatique de ces dépôts. Même en ce qui concerne les phases successives d'une période froide nous ne sommes pas renseignés d'une façon décisive et adéquate.

L'analyse des coupes décrites ci-dessus et des observations nombreuses faites ailleurs nous permettent de présenter quelques remarques et quelques suggestions à ce propos.

D'après la succession des formations et des phénomènes périglaciaires on peut distinguer trois phases principales dans une période froide : une phase froide et humide, plutôt riche en précipitations sous forme de neige, une seconde plus rude et sèche et enfin une troisième phase abondante en eau superficielle ; cette dernière c'est la phase de ruissellement discernée par M. Alexandre (1958)³.

Les fentes en coin et les phénomènes d'éolisation présentent les indices d'une phase plutôt rude et sèche. Parmi les indices indiscutables d'une activité intense du vent, on peut citer les cailloux façonnés par le vent et les grains de sable éolisés. Ce n'est pas, par contre, le cas du loess dont l'origine ou du moins la genèse ne cesse d'être l'objet d'opinions différentes.

On attribue la congélifluxion, les grèzes litées et les champs de pierres à des conditions froides mais plus humides. Quant aux formations dites

³ Voir aussi, dans ce volume: J. Alexandre — La succession probable des phases morphologiques au cours d'un cycle climatique quaternaire en Haute Belgique, p. 63.

nivéo-fluviales et peut-être nivéo-fluviatiles on doit les considérer comme les témoins de la phase de ruissellement. Dans cette catégorie climatique peut-être trouverait la place au moins une partie des dépôts de loess considérés par M. Edelman comme une formation nivéo-fluviale. D'ailleurs, d'après d'autres opinions cette formation présente des traces indéniables de processus de congélifluxion et de ruissellement (Dylik 1954).

* L'ordre des formations et d'autres phénomènes périglaciaires observés nous permet de déduire une succession des phases d'une période froide bien différente de celle qu'on rencontre d'habitude. A Konin le premier phénomène périglaciaire au-dessus de l'argile morainique inférieure c'est le phénomène d'éolisation, c'est-à-dire la manifestation d'une phase plus rude et surtout sèche. Directement sur les formations interglaciaires à Józefów aux environs de Łódź, on a trouvé une formation caillouteuse de congélifluxion, mais presque toutes les particules de ce dépôt sont fortement éolisées (photo 6). Les fentes en coin trouvées comme une première trace d'une période froide dans beaucoup d'endroits, à Królewski Dwór et à Rawa Mazowiecka p. e., fournissent le même témoignage que la première phase constatée a été plutôt continentale. Les phases qui l'ont suivie sont celle de congélifluxion et celle de ruissellement. Une telle succession est la seule possible étant donné le caractère des formations étudiées. Il est à peine possible, cependant, que la succession des phases soit tout à fait continue et régulière. Les zones intercalées, d'involutions d'un côté et de minces horizons de sol fossile de l'autre, représentent les manifestations de récurrences de conditions plus sévères ou, au contraire, d'interruptions par des phases plus chaudes ou au moins plus humides.

Bibliographie

- Alexandre, J. 1958 — Le modelé quaternaire de l'Ardenne Centrale. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, t. 81.
- Dylik, J. 1954 — The problem of the origin of loess in Poland. *Biuletyn Peryglacjalny*, nr 1.
- Flint, R. F. 1948 — Glacial geology and the Pleistocene Epoch. New York — London.
- Horberg, L. 1953 — Pleistocene deposits below the Wisconsin drift in Northeastern Illinois. *State Geol. Surv., Rep. of Invest.*, No 165, Urbana, Illinois.
- Horberg, L. 1956 — Pleistocene deposits along the Mississippi valley in Central-Western Illinois. *State Geol. Surv., Rep. of Invest.*, No 192, Urbana, Illinois.
- Jahn, A. 1956 — Some periglacial problems in Poland. *Biuletyn Peryglacjalny*, nr 4.
- Krumbein, W. C., Sloss, L. L. 1956 — Stratigraphy and sedimentation. San Francisco.
- Lewiński, J. 1928 — Utwory preglacjalne i glacialne Piotrkowa i okolic (résumé: Les

- dépôts préglaciaires et glaciaires de Piotrków et des ses environs). *Sprawozd. Tow. Nauk. Warszawskiego*, 21 année.
- Lewiński, J. 1929 — Die Grenzsichten zwischen Tertiär und Quartär in Mittelpolen. *Ztschr. f. Geschiebeforschung*, Bd. 5.
- Schenck, H. G., Muller, S. W. 1941 — Stratigraphic terminology. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 52.
- Woldstedt, P. 1956 — Über die Gliederung der Würm-Eiszeit und die Stellung der Löss in ihr. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, Bd 7.

DISCUSSION

J. Tricart: Les successions de phases analysées magistralement par M. Dylík présentent un remarquable effort de synthèse, susceptible d'aider efficacement à la clarification de nos idées. Cependant, elle semble caractéristique du milieu à tendance continentale de la Pologne. En France non méditerranéenne, quelques différences s'observent.

Rares sont les régions où des successions climatiques complètes ont pu être conservées. Le cône de déjection nivo-périglacière de la Bruche (Strasbourg) en est une. Une étude détaillée, appuyée sur des datations archéologiques (P. Castela et J. Tricart: *Bull. Serv. Carte Géol. d'Alsace-Lorraine*, 1958) nous a montré l'évolution suivante:

- Accumulation du cône de déjection graveleux et sableux avec des lentilles de limons formées de loess flotté, sans aucune végétation. Période de crues violentes. Plications, blocs de limon transportés gelés.

- Court passage progressif à une sédimentation fine (sables et limons). Diminution de la gélivation et de la violence des crues.

- Entaille du cône dans laquelle les divagations du Rhin et les mouvements tectoniques ont pu avoir leur rôle. Accumulation de loess Aurignacien.

- Altération du loess en lehm, formation de poupées et de pseudo-michoryzes.

- Récurrence de froid de la Nouvelle Toundra: injections de graviers dans la base du loess, à une profondeur de 1 ou 2 m, cryoturbations dérangeant les poupées, solifluxion sur le rebord de terrasse, accumulations d'une nappe alluviale argilo-limoneuse, pauvre en cailloutis, où le loess remanié abonde.

Ici, le loess ne semble pas dater du maximum périglacière. Pendant cette période, celui qui se déposait était remanié. Le maximum périglacière est ici la période du maximum de torrentialité des cours d'eau, donc du maximum de violence des crues de fonte des neiges dans un bassin montagneux assez élevé et aux pentes raides.

R. Raynal: Il sera intéressant de comparer le tableau des milieux climatiques périglaciaires de M. Dylik avec ceux que l'on peut établir d'après les observations faites en d'autres régions. En Afrique du Nord la quasi totalité des processus périglaciaires tiendrait dans la colonne „océanique-froid” du tableau de M. Dylik. Effectivement les périodes froides du Quaternaire y ont été toutes humides.

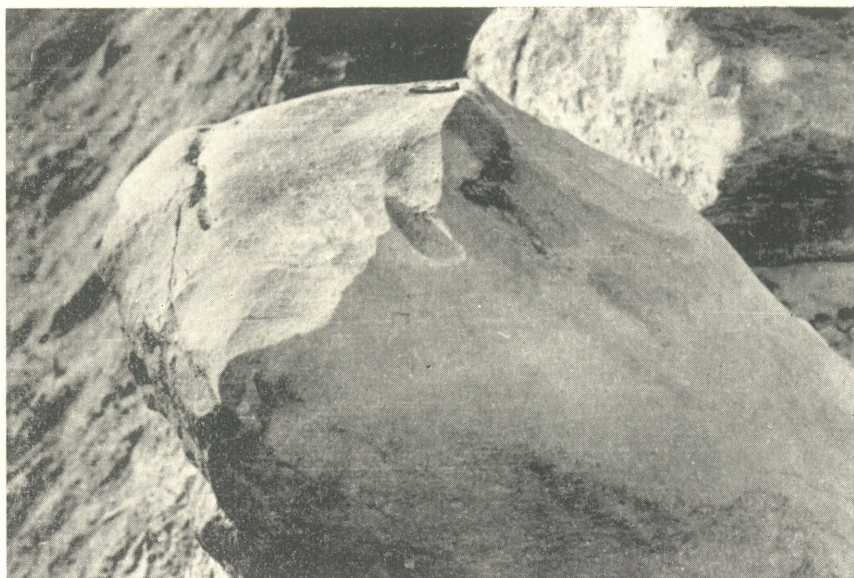


Photo. 1. Konin. Bloc éolisé reposant sur l'argile morainique inférieure et peut-être empâté dans la formation de congélifluxion



Photo. 2. Konin. Série périglaciaire complexe sur l'argile morainique inférieure: con gélifluxion et formation de couverture

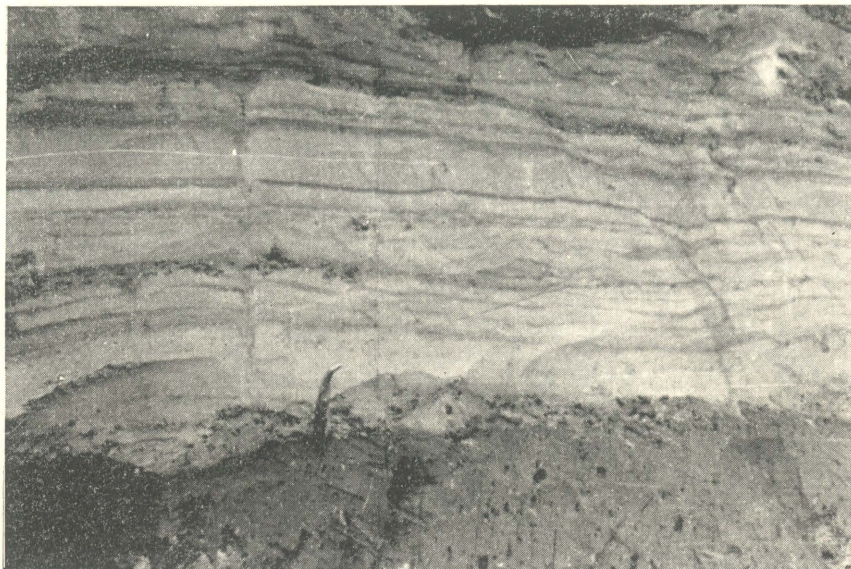


Photo. 3. Konin. Sables à litage périodique, la formation dite nivéo-fluviale au-dessous des dépôts interglaciaires



Photo. 4. Fentes en coin dans l'argile morainique rougeâtre congélifluée



Photo 5. Nowostawy. Fente en coin disséquant la formation dite nivéo-fluviale wurmienne et recouverte de cailloutis avec éologlyptolithes et des sables de couverture



Photo. 6. Józefów. Tourbe interglaciaire recouverte de formations périglaciaires. Directement sur la tourbe formation caillouteuse de congélifluxion, tronquée par le dépôt de ruissellement