

*Janina Łyczewska \**  
Varsovie

## L'ACCUMULATION FLUVIO-PÉRIGLACIAIRE DANS LA PARTIE CENTRALE DU BASSIN DE LA NIDA, POLOGNE CENTRALE

### Sommaire

Les recherches géologiques effectuées aux environs de Jędrzejów et Pińczów ont révélé l'existence d'une série de sables aqueux, avec des alternances de matériel de solifluxion remontant jusqu'à l'altitude de 290 m. Leurs affleurements situés surtout assez loin de la vallée principale et ne sont pas liés à elle l'intermédiaire des cours d'eau actuels.

La genèse de ces dépôts stratifiés est liée avec l'action des rivières ayant lieu, pourtant, sous des conditions climatiques spéciales. La remontée maximale des eaux du bassin de la Nida a eu lieu durant la glaciation de la Pologne Centrale (Riss). C'est le temps de l'accumulation des dépôts fluvio-périglaciaires aux interfluves.

La seconde phase de remblaiement du même caractère, mais plus restreint en espace, a pris place pendant la glaciation Baltique (Würm). Les sédiments ne s'étendent guère en dehors des vallées d'âge éémien.

La couverture fluvio-périglaciaire ancienne constitue, à présent, les fragments de la haute terrasse, élevée de 40 m au moins au-dessus d'actuel lit majeur de la Nida. La couverture plus jeune forme la moyenne terrasse, de 20 m tout au plus. Le système de terrasses de deux couvertures fluvio-périglaciaires est caractéristique surtout en amont du bassin de la Nida, au Massif de la Sainte-Croix.

### LA REVUE DE LA LITTÉRATURE ET L'INTRODUCTION

Parmi les dépôts pléistocènes du vaste bassin de la Nida dominent des sables en partie stratifiés avec, parfois, des alternances de graviers, galets, même blocs, aussi bien locaux qu'erratiques, nordiques.

C'est grâce aux recherches méthodiques menées par l'Institut Géologique que la question de l'accumulation sablo-graveleuse s'est imposée comme un des problèmes principaux du Quaternaire.

Les dépôts sablo-graveleux présents aux vastes aires de la Pologne Centrale ont été souvent l'objet de nombreuses études sur de divers terrains. Si l'on ne tient compte que de celles qui concernent le territoire situé au Sud de la limite de l'extension maximale de la glaciation de la Pologne Centrale il faut, avant tout, mentionner l'Atlas Géologique de Galicie (1887—1911). On y distingue des systèmes de vastes terrasses fluviales formées aux diverses périodes d'accumulation et d'érosion,

---

\* Institut Géologique, Varsovie, Rakowiecka 4.

dès Pléistocène ancien à l'Holocène inclusivement. C'est surtout la terrasse dite diluviale, constituée de sédiments gravo-sableux stratifiés, conservée en lambeaux élevés de plusieurs dizaines de mètres au-dessus d'actuels lits majeurs de vallées. Les terrasses un peu plus basses, bien conservées, témoignent du vaste remblaiement des bassins des rivières sortant des Carpates par des dépôts sablo-graveleux (graviers entremêlés, carpatiens et nordiques).

La mise à jour de ces observations à la plate-forme sub-beskidique caractérise les travaux ultérieurs. Il faut mentionner ici l'étude de Konior (1936) dont les recherches détaillées ont révélé la présence, dans l'argile morainique mindelienne, d'une série de sables stratifiés avec du gravier carpatien mêlé au nordique, atteignant 40 m d'épaisseur. Konior les considère comme un dépôt fluvioglaciaire.

Le remblaiement par le sable est si large à la plate-forme sub-beskidique qu'il dépasse ses limites et pénètre dans les vallées et les dépressions du terrain des Beskides-mêmes. La couverture sablo-graveleuse est bipartite, étant séparée par un dépôt du type interglaciaire. Au sommet de toute la série il y a des limons se terminant, en haut, par de vrais loess éoliens.

Le remblaiement sablo-graveleux a eu lieu aussi dans les Carpates *sensu stricto*. Il y fait depuis longtemps déjà l'objet des études détaillées, dont l'une des plus récentes est due à J. Dziemiański et L. Starkel (1963). Le fait que les sédiments fluviaux s'engrenent avec des dépôts de solifluxion, des sédiments de pente, leur a permis d'établir l'âge et la genèse des terrasses particulières conservées aux hauteurs de 100 à 8 m au-dessus du niveau d'eau du San dans sa section carpatique. Les auteurs soulignent le fait que le transport fluvial et celui de pente agissaient simultanément, au cours des glaciations successives. Les périodes interglaciaires, par contre, se caractérisaient de l'érosion tronquant les dépôts anciens et creusant des terrasses.

Nous ne discuterons pas ces travaux d'une façon plus détaillée et nous passerons outre plusieurs autres travaux importants parce que les Carpates et la plate-forme sub-beskidique sont une région à part à des conditions climatiques particulières et, par conséquent, à un dynamisme de sédimentation et d'érosion tout spécial. Il a fallu pourtant mentionner ces deux travaux afin d'attirer l'attention sur la concurrence du remblaiement sablo-graveleux dans cette région de montagne avec le phénomène analogue observé dans les régions extra-carpatiques. Cela nous permet de supposer que, dans l'avenir, il sera peut-être possible d'établir des corrélations des remblaiements sablo-graveleux différents sur des espaces plus considérables.

S'il s'agit de la région des plateaux de la Pologne Centrale il faut avant tout mentionner les travaux de J. Lewiński aussi bien de 1912 (Herby—Kielce) que de 1914 (bassin de la Przemsza) dans lesquels l'auteur constate que des argiles morainiques sont rares, de vastes espaces étant couverts de sables, en majeure partie stratifiés. A leur surface il y a souvent de grands complexes de dunes. J. Lewiński précise clairement que les sables stratifiés emplissent toutes les dépressions du bassin de la Przemsza, toutes les vallées anciennes, beaucoup plus larges que les vallées actuelles. A son avis il s'agit des sables d'âge sans aucun doute pléistocène bien que leur genèse lui soit inconnue. Lewiński évalue le remblaiement sableux dans le bassin de la Przemsza à 80 m de profondeur.

Des observations pareilles se voient dans les travaux de Lencewicz sur le Plateau de la Petite Pologne et sur le Massif de la Sainte-Croix (1916). Les études détaillées des cours d'eau du Massif lui permettent de constater que toutes les terrasses sont constituées de sable et gravier et que la hauteur de chacune d'elles, en constituées, haute et moyenne, atteint 20 m respectivement.

Au fur et à mesure du progrès dans les recherches sur les dépôts quaternaires en Pologne plusieurs spécialisations ont apparu. Entre autres un très vif intérêt ont réveillé les phénomènes périglaciaires. Depuis plusieurs années ils constituent l'objet d'études détaillées menées à l'Université de Łódź sous la direction du Prof. J. Dylik. Dans ses travaux de base formant le point de départ pour des travaux détaillés sur le terrain J. Dylik dresse, entre autres, l'image suivante du milieu périglaciaire de la Pologne Centrale (1953 p. 79): „les vallées sont très larges, trop larges par rapport aux petites, étroites et courtes rivières. Le fait frappant est la largesse considérable des têtes de des vallées. Les rebords très espacés sont peu nets. De telles vallées possèdent d'habitude 2 terrasses, dont la haute passe aux interfluves par une ligne continue, la limite étant agitée, pleine de lobes, golfes et presque îles interfluviales”.

Selon J. Dylik il y a un type caractéristique de l'écoulement au milieu périglaciaire (1953 p. 59): „des rivières périodiques à l'écoulement violent effectuant un très important travail érosif et un écoulement en nappe aux interfluves et versants des vallées”.

Je cite ces paroles à cause d'un parallélisme frappant avec les phénomènes observés dans le bassin de la Nida.

Les nombreux travaux ultérieurs du Centre périglaciaire de Łódź, dont l'expression fait la série *Biuletyn Peryglacjalny*, se concentraient à l'étude détaillée des plus intéressants composants du milieu périglaciaire, parmi lesquels s'est imposé le problème des sédiments à litage périodique (J. Dylik, 1953, 1955, 1956). De toute importance est la constatation

du fait que les dépôts de pente s'engrenent souvent avec des sédiments fluviatiles qui dominent en bas des coupes. Le processus de ruissellement disparaît vers le haut laissant place à la solifluxion.

La récapitulation et la présentation des résultats les plus intéressants et des coupes sur le terrain ont trouvé place au cours des réunions et des excursions du VI<sup>e</sup> Congrès de l'INQUA. C'est le Plateau de Łódź qui constituait le terrain d'études spéciales, surtout sa partie NE. Vu leur position toutes les coupes étudiées concernaient les phénomènes liés avec l'activité soit directe, soit très proche du front du glacier de la Pologne Centrale pendant ses stades successifs. De telles conditions ont influencé le travail de tous les processus d'accumulation, de dénudation et de diagénèse des sédiments formés au Plateau de Łódź durant la glaciation de la Pologne Centrale (Riss). Mais malgré l'analogie de certains phénomènes il est difficile de les comparer à ceux de la région de la Sainte-Croix, séparée du front glaciaire par le Massif.

Par contre, le remblaiement sablo-graveleux des vallées du Plateau de Łódź d'âge würmien montre un profond parallélisme avec l'accumulation du même âge dans la région de la Sainte-Croix, aussi bien quant à la morphologie que la structure géologique des sédiments.

Par la suite, il faut mentionner les travaux de W. Pożaryski sur la région de la Vistule moyenne (1953). L'auteur introduit la notion de *sables du haut remblaiement* et leur consacre une attention considérable. Le remblaiement de la vallée de la Vistule moyenne est lié, selon Pożaryski, à la fin de la glaciation „sixième” (terminologie proposée par l'auteur). C'est-à-dire il a pris place directement après la déposition du loess „principal”. La vallée a subi alors un remblaiement par la série de sédiments considérés par Pożaryski comme des delluvions (colluviales) de pente résultant du délavage des matériaux rocheux aux interfluves par le ruissellement (1953, p. 98—99). Une série sédimentaire s'est ainsi formée, appelée par Pożaryski sables du haut remblaiement. Ces sables, à la stratification plus ou moins nette, contiennent des galets, cailloux, même blocs. Au fur et à mesure qu'on s'approche des rebords de la vallée les cailloux deviennent de plus en plus grands, dépassant souvent 0,5 m de diamètre. Le diamètre des particules maximales diminue progressivement vers l'axe de la vallée, tombant à 3 cm au rebord de la terrasse sableuse. La composition lithologique des galets et cailloux dépend de la structure géologique du versant. La surface des sables du haut remblaiement est inclinée vers l'axe de la vallée. Après la déposition des sables il arrivait à la déflation, formation de dunes et, par endroits, à l'accumulation du *loess haut* (terminologie de Pożaryski).

Vers la fin du Pléistocène les eaux de la Vistule ont creusé des rubans

de terrasses dans la couverture sableuse du haut remblaiement, atteignant 15 m au-dessus du niveau d'eau. Les sables du haut remblaiement conservés jusqu'à présent forment des lambeaux considérables collés aux versants de la pradolina de la Vistule. „Ils sont surtout bien développés au versant gauche. En plus, les sables montent sur le plateau emplissant toutes les vallées et dépressions anciennes, mais nulle part ne formant un manteau continu, car étant delluvions ils n'ont pu se former que dans les dépressions du relief. Par conséquent, on les observe à la lisière des reliefs” (Pozaryski, 1953, p. 99).

Les sables du haut remblaiement ont été observés au Plateau de Lublin par A. Jahn (1956). Ils y forment une terrasse sableuse de 20 m. La surface est couverte de loess, de même qu'au voisinage de la Vistule moyenne.

S. Z. Różycki (1961) écrit de la façon générale au sujet de la Pologne Centrale qu'aux versants des montagnes il ne reste que des dépôts morainiques mindeliens délavés et de nombreuses couches de dépôts de solifluxion où prédominent des matériaux locaux. Les coulées de solifluxion résultaient des processus agissant au milieu périglaciaire pendant les glaciations de la Pologne Centrale et Baltique. Les dépôts pléistocènes de la Pologne Centrale révèlent, selon S. Z. Różycki, des traits zonaux aussi bien quant à la structure que répartition. La région de la Sainte-Croix a subi aussi une évolution à part au cours du Pléistocène. L'auteur indique aussi que les cycles érosifs des rivières pléistocènes se caractérisent, après des étapes de dissection, d'un vaste élargissement des vallées suivi d'une étape de sédimentation emplissant ces vastes dépressions.

A l'occasion du VI<sup>e</sup> Congrès de l'INQUA en Pologne on a préparé plusieurs coupes entre autres dans la partie sud du Plateau de Sandomierz. Dans la majorité d'elles au-dessous d'une série de loess hétérogène il y a des sables stratifiés avec un peu de gravier et de dépôts de solifluxion. Les auteurs qui présentaient les coupes ont déterminé la série de sables comme du fluvioglaciaire russe (K. Straszewska, E. Mycielska — Chobrzany près de Koprzywnica; K. Straszewska, K. Kopczyńska — Samborzec au voisinage de la Vistule; travaux publiés en 1961). Dans ce groupe de coupes c'est Kliszów, 10 km vers le Nord de Pińczów (Z. Michalska, 1961) qui demande une attention particulière. Les coupes y sont situées à l'intérieur de la pradolina de la Nida à l'altitude de 216 à 223 m. Le lit majeur actuel se trouve sur 198 m. La limite Est de la pradolina, éloignée de 2 km environ des coupes en question atteint l'altitude de 280 m et est creusée dans des roches mésozoïques surmontés de sédiments pléistocènes. Dans les coupes de Kliszów on voit une série de sables stratifiés d'une puissance de 6 m. Les sables sont bien classés et contiennent un peu de galets roulés (mélangés). Au sommet des sables il y a une

couche d'argile à blocs sableuse, délavée, de 1 m d'épaisseur. Z. Michalska l'a déterminée comme du morainique du glacier de la Pologne Centrale (Riss) et les sables au-dessous comme du fluvioglaciaire du même glacier transgressant. Dans une des coupes à la base des sables stratifiés il y a une couche de „loess stratifié” gris-jaune de 2 m d'épaisseur, déposé dans un milieu aquatique. L'auteur suppose que le loess est d'âge mindélien et s'est déposé dans la dépression de la Nida transformée en un lac au cours des interstades.

En nous réservant l'opinion sur l'interprétation de ces coupes par Z. Michalska nous ne rappellerons que dans une situation analogue dans la vallée de la Nida J. Czarnocki (1934) avait déterminé une argile du type morainique (un grand bloc de granit nordique y compris) comme un éboulement et a remarqué que le mouvement lent vers la rivière dure aussi de nos jours.

Il faut encore mentionner les dépôts intéressants de remblaiement des vallées à Klemencice et à Parkoszowice (14 et 34 km au sud de Jędrzejów respectivement). Les coupes montrent des dépôts qui mettent en évidence le rôle éminent joué par la solifluxion dans la formation des dépôts pléistocènes (Z. Klajnert, 1961). Une analyse détaillée du matériel lui permet de lier ces phénomènes aux conditions climatiques périglaciaires lors des glaciations de la Pologne Centrale et Baltique et de trouver des équivalents sédimentaires des périodes chaudes interglaciaires et interstadias.

Malgré une pleine analogie dans l'interprétation des processus formant la série de dépôts mentionnés tout-à-l'heure je ne la rapporterai pas, pour le moment, au phénomène du remblaiement sablo-graveleux constituant l'objet de la présente note. Les coupes de Klemencice, malgré le voisinage proche de Jędrzejów et les coupes de Parkoszowice sont situées sur le Plateau Crétacé de Miechów. C'est le terrain d'une accumulation intense du loess au Pléistocène supérieur. Le loess domine dans les profils géologiques de Klemencice et Parkoszowice. Les relations réciproques entre l'accumulation du loess et les coulées de solifluxion d'une part et celle du sable alluvial et les mêmes coulées de l'autre exigent une étude à part. Les loess des environs de Miechów sont en rapport direct avec ceux près de Działoszyce et atteignent la vallée de la Nida entre Chroberz (12 km au sud de Pińczów) et Nowy Korczyn près de la confluence de la Nida et de la Vistule. Sur cette distance les formations pléistocènes, les loess y compris, sont entaillés par le rebord raide de la vallée de la Nida et constituent un problème du dynamisme glaciaire et interglaciaire particulier. L'accumulation sablo-graveleuse, par contre, s'est répartie sur un vaste territoire à l'Est de la même section de la Nida et passe, aux en-

virus de Wiślica et Busko, en remblaiement sableux du bassin de la Czar-na Staszowska avec son affluent Wschodnia et en celui du bassin de la Kacanka.

Les dépôts sablo-graveleux tapissant de vastes territoires de la Pologne n'ont encore été l'objet ni d'une synthèse ni d'une étude spatiale conséquente. Dans les travaux aussi bien cartographiques que descriptifs on les prend le plus souvent soit pour des sédiments fluvioglaciaires, soit pour des dépôts glaciaires remaniés, soit enfin pour des sables extraglaciaires et des cônes de déjection (ces deux dernières notions sont employées surtout pour la région de la Sainte-Croix et du Jura de Kraków—Wieluń). Parfois enfin le remblaiement sableux est désigné comme des sables à une genèse indéterminée (J. Czarnocki, 1948; E. Rühle, M. Sokołowska, 1956; E. Rühle, 1965).

Dans la nouvelle édition de la *Géologie de Pologne* (M. Książkiewicz, J. Samsonowicz, E. Rühle, 1965) E. Rühle distingue des sédiments aqueux dont „une partie considérable appartient à l'interglaciaire Masovien (Mindel—Riss) et emplit, d'une couche de 50 m d'épaisseur, les pradolinas profondes dans le substratum” (p. 306).

C. Radłowska (1960), en revanche, conformément à l'opinion de Trevisan et A. Jahn, souligne que c'est l'érosion qui dominait au cours des interglaciaires. La phase d'accumulation appartiendrait à la période glaciaire suivante et représenterait sa phase anaglaciale, donc un épisode de refroidissement climatique et d'obstruction de l'écoulement vers le Nord par le front glaciaire en marche. Ce sont bien de telles conditions qui favorisent une accumulation de plus en plus intense se terminant par l'accumulation au milieu périglaciaire et, à la fin, glaciaire.

Grâce aux travaux géologiques aux environs de Busko, Działoszyce, Pińczów, Jędrzejów et Kielce la question des dépôts sablo-graveleux a pu être traitée de la façon spatiale et située dans l'échelle chronologique sédimentaire du Pléistocène (J. Łyczewska, 1956—1966). Les sédiments sablo-graveleux tapissant de vastes territoires aux interfluves de la Pologne Centrale se sont imposés comme un des intéressants problèmes quaternaires de la région (J. Łyczewska, 1960).

Comme point de départ de la présentation de ce problème on a choisi le remblaiement sableux formant les sommets et les versants du chaînon de Pińczów et celui des environs de Jędrzejów. Les coupes y décrites révèlent des traits stratigraphiques et faciaux les plus caractéristiques et possèdent une position chronologique ne permettant pas de doute, étant à la fois suffisamment éloignées des limites des glaciations connues ce qui exclut l'influence de l'accumulation fluvioglaciaire.

Dans la présente note on a pris en considération et fait des comparai-

sons avec des sédiments sableux analogues s'étendant sans arrêt par tout le bassin de la Nida vers le Nord, jusqu'au Massif de la Sainte-Croix. A la base des conclusions stratigraphiques et faciales nous avons emprunté la notion de *l'accumulation fluvio-périglaciaire* pour désigner les sédiments sablo-graveleux avec des alternances de graviers de solifluxion. La notion a été introduite par M. Ters en 1955 pour des sédiments analogues formant les terrasses de la rivière Vie en Bretagne.

## LA DESCRIPTION DES COUPES CARACTÉRISTIQUES

### LE CHAÎNON DE PIŃCZÓW

1,5 km vers le Nord-Ouest du marché de Pińczów à peu près il y a une grande sablière de plusieurs centaines de mètres en diamètre. A la distance de presque 1 km vers le Nord de la ville, au sommet du chaînon de Pińczów, il y a de nombreuses tranchées où on exploite du sable. Entre ces sablières les sédiments sableux s'étendent en forme d'une nappe continue (fig. 1).

Le profil géologique des dépôts mis à jour dans la sablière I, située au versant sud du chaînon de Pińczów, est exceptionnellement caractéristique. Les parois de la sablière donnent des coupes presque verticales de 10—15 m de haut montrant la structure sédimentaire suivante (fig. 2):

(1) Par endroits il y a, à la base, de la marne crétacée blanche et molle (Crétacé supérieur — Maestrichtien).

(2) La surface crétacée est couverte de galets, cailloux et blocs isolés, nordiques et locaux (avec des boules caractéristiques des Lithothamniées tortoniennes).

(3) Série de sables fins et moyens, à la stratification généralement horizontale. Par endroits on voit la stratification oblique accentuée par des strates de sable grossier et même gravier. Le sable est jaune-clair, délavé, classé, à des grains luisants. On y voit des rubans ferrugineux. La puissance de toute la série est de 5 à 6 m. C'est un dépôt fluvatile.

(4) Série de graviers, débris rocheux locaux, crétacés et tertiaires, débris de marnes, de craie marneuse blanche, de grès glauconieux, de calcaires et marnes vert-gris et de nombreuses boules des Lithothamniées. Parmi les débris grossiers, les galets et les fragments de roches locales il y a aussi des granules et galets nordiques, même des blocs isolés jusqu'à 30 cm de diamètre. La puissance de toute la série est de 1 m environ, par endroits de 1,5 m; il s'agit d'une couche typique de débris d'une coulée de solifluxion accentuant la prédominance des conditions climatiques périglaciaires.



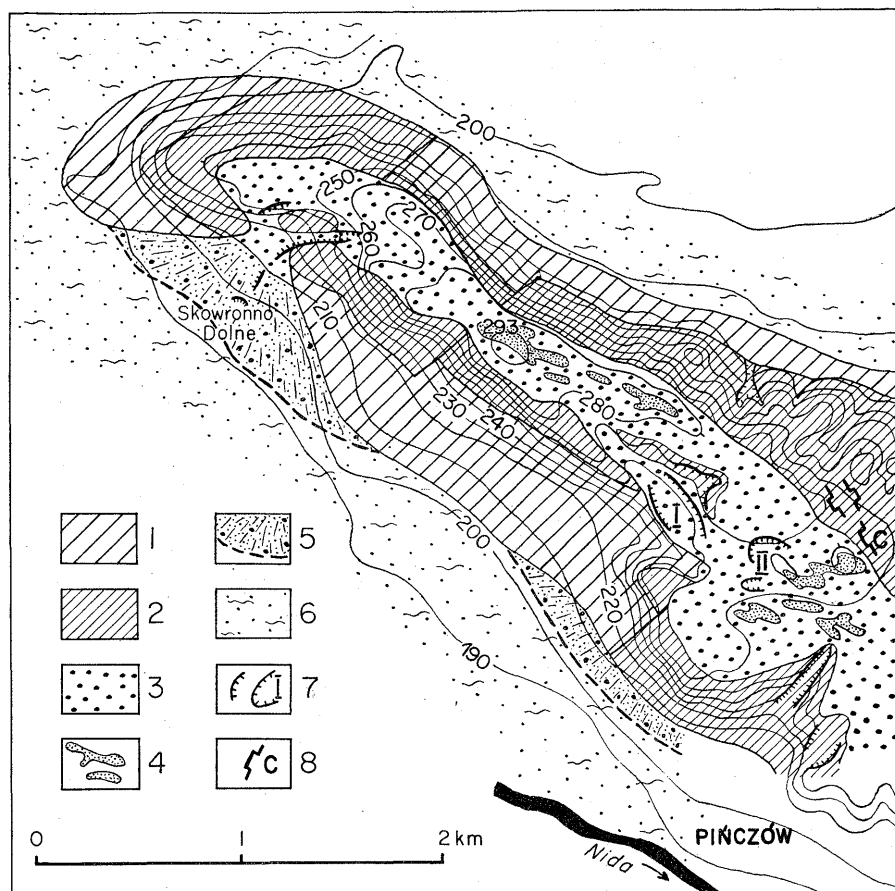


Fig. 1. Dépôts fluvio-périglaciaires dans le chaînon de Pińczów

1. marne et marne crayeuse du Crétacé supérieur — Maestrichtien; 2. calcaires et marnes tertiaires — Tortonien; 3. sables d'accumulation fluvio-périglaciaire; 4. sables remaniés formant des dunes; 5. sables des cônes de déjection passant progressivement en des dépôts holocènes de la vallée de la Nida; 6. sables et limons, vases du lit majeur de la Nida; 7. sablières et escarpements d'érosion dans les sables fluvio-périglaciaires; 8. carrières de Pińczów; isohypses et cotes — altitude absolue en mètres

(5) La série supérieure de sables fluviatiles atteint 4—5 m d'épaisseur et possède la structure presque identique que la couche (3). Ce sont notamment des sables fins et moyens à la stratification horizontale et oblique; mais cette fois-ci ils contiennent des alternances et traînées, plus nombreuses, de graviers et galets isolés.

(6) Couche de débris locaux à des fragments rocheux et galets relativement moindres que dans la couche (4), de 10—20 cm de diamètre en moyenne. L'épaisseur de cette couche de solifluxion est de 1 m.

(7) Couche de sol sableux gris-noir de 0,5 m d'épaisseur.

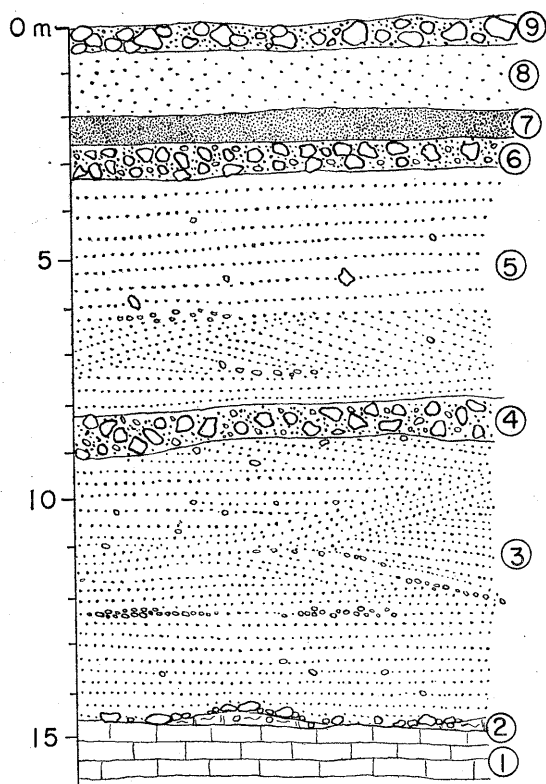


Fig. 2. Sablière I (marquée sur la fig. 1) située en haut du versant du chaînon de Pińczów  
Description détaillée dans le texte

(8) Sable fin gris-jaune sans une stratification distincte, classé, de 1,5 m d'épaisseur environ.

(9) Couche de débris de roches tertiaires locales. Couche d'âge actuel, anthropique — teruil près de carrières de Pińczów.

Les sables apparaissant au sommet du chaînon de Pińczów (sablière II) sont exploités pour les besoins de la cimenterie située au sommet, grâce à quoi il y a de grandes tranchées révélant le profil sédimentaire suivant (fig. 3):

(1) Calcaires et marnes du Tortonien inférieur (dits de Pińczów).

(2) Argile à blocs sableuse, jaune-foncé, compacte (des hydroxydes de fer), dépourvue du  $\text{CaCO}_3$ , avec une grande quantité de gravier, cailloux et blocs erratiques, nordiques. Certains blocs cristallins atteignent 1,5 m de diamètre. La puissance de l'argile morainique est de 1,5 m.

(3) Sable fin et moyen, jaune-clair, très bien classé, délavé, avec des granules peu nombreuses atteignant 3 cm de diamètre (roches silicifiées,

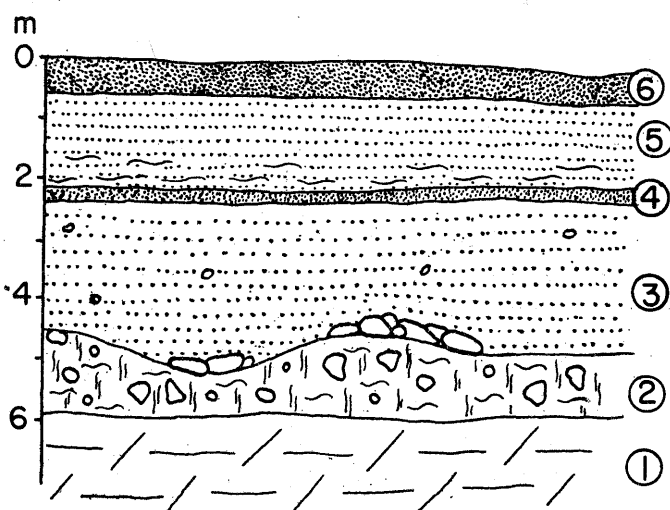


Fig. 3. Sablière II (marquée sur la fig. 1) située aux hauteurs du chaînon de Pińczów  
Description détaillée dans le texte

silex, quartz, grès quartzeux blancs et rouges). L'épaisseur de la couche de sable est de 2 m environ.

(4) Couche de sable fin et moyen gris-foncé, humifère, de 20 cm d'épaisseur.

(5) Sable fin jaune-clair, très bien classé; à la base il y a des lits de limon jaune-foncé. L'épaisseur de la couche est de 1,5 m environ.

(6) Sable fin et moyen, gris-foncé; l'épaisseur jusqu'à 0,5 m — sol actuel.

Les terrains sableux des environs de Pińczów décrits tout-à-l'heure se prolongent, en forme d'une traînée de 0,5 km de large et de 4 km de long environ, vers la partie marginale Nord-Ouest du chaînon de Pińczów en passant par les sommets aplatis du chaînon. La traînée s'y élargit jusqu'à 1 km et se lie aux sables stratifiés conservés au versant sud du chaînon, près de Skowronno. En amont de ce village précisément il y a de nombreux sillons d'érosion qui, creusés encore plus pendant les travaux géologiques, ont permis d'observer et d'étudier une série de sables stratifiés alternant avec des coulées de solifluxion, analogue à celle décrite près de Pińczów. Il s'agit des sables fins et moyens jaunes et jaune-gris, clairs, délavés (émoussés luisants), très bien classés et stratifiés soit horizontalement, soit obliquement. L'épaisseur de la couche est de 4 m au moins. A des profondeurs différentes, selon la situation des carrières ou puits, on y observe une couche, d'une épaisseur variable, de débris de roches locales crétacées et du Tortonien inférieur, avec un peu d'erratiques scandi-

naves. Le toit de la série de sables présents au sommet du chaînon de Pińczów près de Skowronno est parsemé de débris de roches tertiaires et crétacées, dont l'accumulation a lieu actuellement.

Les sables présents sur tout le territoire sommital du chaînon de Pińczów atteignent la profondeur de quelques mètres. Par endroits ils sont remaniés par des action éoliennes et forment des dunes de 5 à 6 m de haut.

L'applatissage sommital du chaînon est taillé de tous côtés par des abrupts de roches tertiaires. Un tel relief ne favorisait pas la conservation de la continuité des sédiments sableux déposés aussi bien aux versants qu'au sommet. La continuité de ces dépôts peut pourtant être tracée le long des vallées situées sur des lignes de discordance tectonique du substratum. Toutes ces vallées, dont les parties initiales entaillent le sommet du chaînon et, en forme de ravins, descendent vers la vallée de la Nida, sont remplies, dès pieds jusqu'au sommet du chaînon, par des sables stratifiés.

L'altitude maximale atteinte par ces sables dans le chaînon de Pińczów est de 280 m environ. Une situation plus haute, au sommet, atteignant 293 m au maximum, est due à l'action éolienne. Mais tenant compte de la dénudation sur ce terrain extraordinairement exposé à la destruction on peut admettre que la limite d'extension de la série sableuse vers le haut avait dû être, auparavant, beaucoup plus élevée.

#### LES ENVIRONS DE JĘDRZEJÓW

A 4 km vers SE de Jędrzejów il y a un ravin de 20 m de profondeur. Dans la paroi raide droite affleurent la marne et la craie marneuse du Crétacé supérieur. Dans la paroi gauche, ouest, affleurent les sables fins et moyens, stratifiés, bien classés, avec, par endroits, des lits graveleux composés principalement de galets et de gros débris locaux, crétacés, avec un peu d'erratiques cristallins.

Sur toute la longueur du ravin (10 km environ) il y a de nombreuses sablières situées aux altitudes de 220 m au débouché du ravin dans la vallée de la Brzeźnica jusqu'à 270 m dans sa partie initiale. De beaux encaissements développés dans le substrat crétacé, dans la partie amont sillonnée du ravin, démontrent des parois de sable stratifié avec de nombreux lits de graviers et débris de marne crayeuse.

Dans la section moyenne du ravin, près de Węgleniec, le versant sableux passe doucement à l'interfluve crétacé, formant le flanc ouest, doux, du ravin. La structure des sédiments emplissant le ravin est présentée sur la fig. 4:

(1) Marne du Crétacé supérieur.

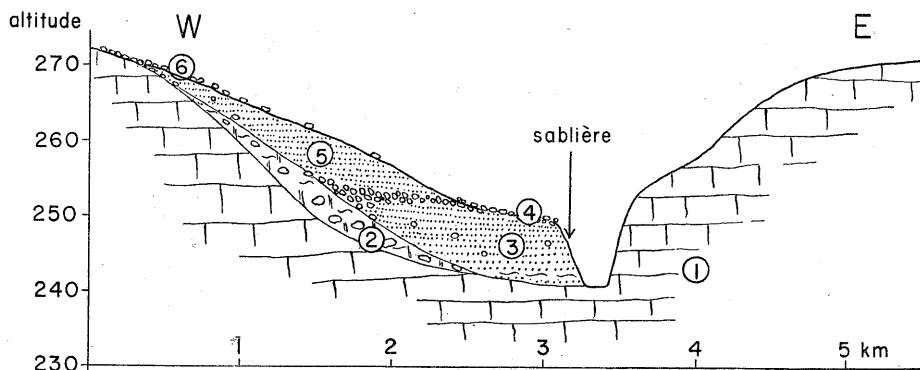


Fig. 4. Profil géologique latéral par un ravin près de Węglesien, au SE de Jędrzejów  
Description détaillée dans le texte

(2) Argile morainique cracovienne, fort sableuse, ocre-jaune, dépourvue de  $\text{CaCO}_3$ , avec une concentration forte de gravier, galets et blocs erratiques, nordiques.

(3) Sables stratifiés fins et moyens, bien classés, délavés, de 10 m d'épaisseur, avec des galets et débris crétacés et cristallins sporadiques. C'est la série de sables exploités dans la grande sablière.

(4) Couche de granules et de gros débris de roches locales, crétacées et nordiques dans le sable, souvent argileux, ferrugineux. L'épaisseur de 0,5 m environ.

(5) Sables stratifiés, les mêmes que la couche (3) mais d'une épaisseur variable.

(6) Couche superficielle de graviers et galets amenés par les eaux du versant de l'interfluve crétacé, si l'on peut en juger d'après la répartition des granules et débris dont la quantité et la grandeur diminuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'interfluve.

Les sables stratifiés que nous venons de décrire montent haut sur les versants des reliefs crétacés et y finissent lentement en coin. La surface des sables est parsemée de grains de gravier qui, vers le haut, deviennent de plus en plus gros et nombreux, en finissant enfin, aux pieds du versant crétacé (ou morainique), en forme d'un tapis continu. De nombreux puits ont démontré que la couche de graviers n'est que superficielle. Plus bas il y a des sables stratifiés aquatiques. Ils finissent en coin aux versants des interfluvies à l'altitude de 270 m à peu près. Dans ces situations-ci ils sont difficiles à distinguer à cause d'entremêlements avec des débris de marne crétacée et un peu de graviers résiduels et blocs morainiques, ou bien avec de l'argile morainique. S'il y en a à l'interfluve crétacé, cette zone de contact des couches soulève de certaines difficultés

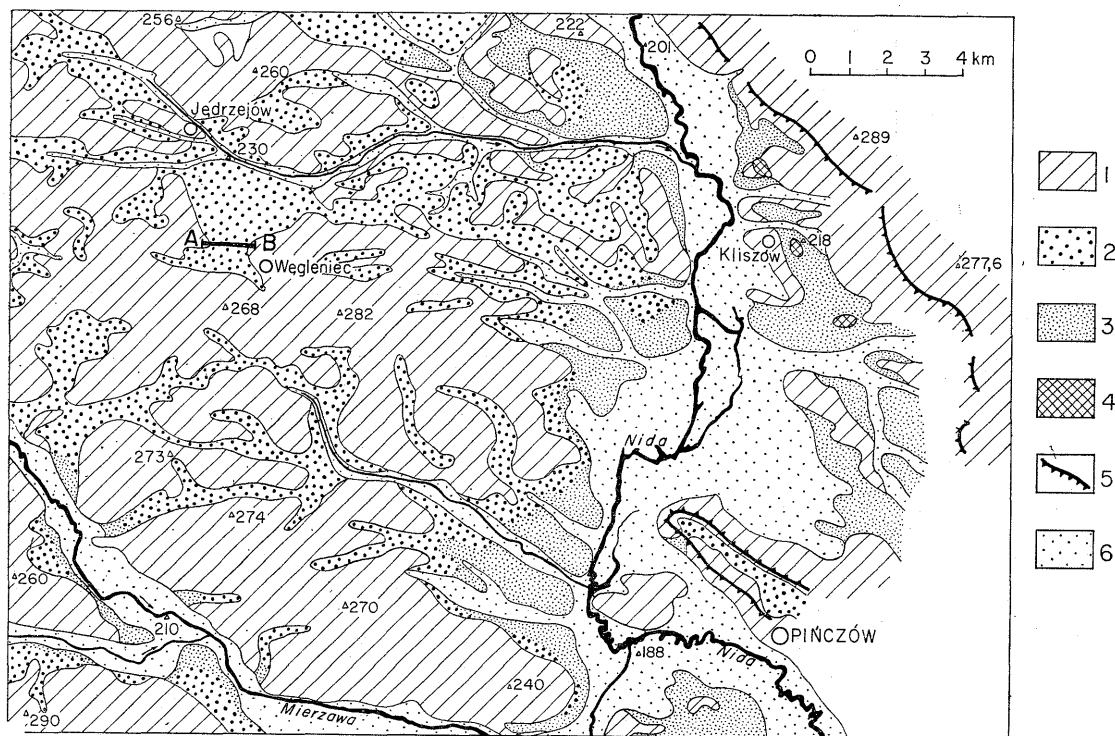


Fig. 5. Dépôts d'accumulation fluvio-périglaciaire aux environs de Jędrzejów—Pińczów

1. formations plus anciennes que les dépôts fluvio-périglaciaires; 2. formations sableuses (fluvio-périglaciaires) conservées aux altitudes absolues de 240 à 290 m (accumulation d'âge rissien — glaciation de la Pologne Centrale); 3. formations sableuses (fluvio-périglaciaires) avec des dépôts de solifluxion interstratifiés, conservées aux altitudes absolues de 220 m environ (accumulation d'âge würmien — glaciation Baltique); 4. lambeaux d'argile morainique avec des blocs — dépôt de solifluxion; 5. escarpements de dénudation; 6. formations holocènes; cotes — altitudes absolues en mètres; A—B — ligne du profil géologique près de Węgleniec (fig. 4)

sur le terrain et ne peut être déterminée qu'après une reconnaissance géologique au plus grand territoire.

La structure caractéristique des dépôts pléistocènes que nous venons de décrire, a été étudiée sur un vaste terrain aux environs de Jędrzejów. Dans les sables stratifiés il y a beaucoup de sablières situées tout autour de la ville dans la pradolina de la Brzeźnica et dans toutes les dépressions entre les reliefs crétacés. Les sables stratifiés s'étendent vers Pińczów par tous les ravins et dépressions. Il y en a aussi aux applanissements sommitaux des reliefs crétacés ne dépassant pas l'altitude de 270 m (fig. 5).

Vers l'Ouest, le Sud et le Sud-Ouest de Jędrzejów le remblaiement par les sables stratifiés a été étudié sur de vastes terrains liés aux pradolinas de la Nida Biała et Mierzawa. De l'autre côté de Pińczów aussi, vers l'Est, le remblaiement de sables stratifiés s'étale largement, tapissant le bassin de la Czarna Staszowska avec Wschodnia et de la Kacanka.

LA COMPARAISON AVEC LA PARTIE AMONT DU BASSIN DE LA NIDA,  
AU MASSIF DE LA SAINTE-CROIX

Tout en comparant les observations faites aux environs de Pińczów et Jędrzejów avec celles des territoires voisins j'attirerai l'attention, d'abord, sur le remblaiement sableux extraordinairement caractéristique observé dans toutes les vallées des Montagnes de la Sainte-Croix et de son voisinage méridional.

La continuité des dépôts sableux entre les environs de Jędrzejów et le Massif de la Sainte-Croix peut être facilement tracée le long des vallées et par de larges plaines s'étendant entre des plateaux et comblées de sables.

A l'intérieur du Massif de la Sainte-Croix je donnerai d'abord comme l'exemple la structure géologique de la vallée de la Lubrzanka. Tout de suite après sa percée par la chaîne principale du Massif vers le Sud il y a de hautes coupes dans des sables stratifiés et des débris de roches locales. Entre Małocice et Leszczyny la rivière coule dans une large vallée, encaissée jusqu'à la profondeur de 20 m, dans les sables stratifiés de la moyenne terrasse surmontée par le talus, haut de 20 m également, des sables stratifiés de la haute terrasse atteignant 290 m d'altitude. Ce système et structure des terrasses moyenne et haute peuvent être tracés grâce à de nombreuses sablières tout le long de la vallée.

En bas de chaque cluse de la vallée un vaste remblaiement sableux s'est conservé dans lequel les deux terrasses mentionnées ont été sculptées (cluses dans la chaîne de Dyminy, après Marzysz et Morawica).

La vallée de la Bobrza, après sa percée à Słowik, possède aussi une couverture de sables stratifiés, où on a situé la grande sablière de Sitkówka.

Les sables stratifiés à Sitkówka montent aux versants du chaînon de Poslowice jusqu'à 290 m d'altitude. De belles coupes dans ces sables à Sitkówka révèlent la stratification horizontale et oblique des dépôts fluviaux au grain très bien classé et une couche très caractéristique de coulée de blocaille divisant la série sableuse en deux. Au sommet il y a aussi un dépôt de débris et blocs locaux.

Un vaste remblaiement sableux s'observe aussi aux environs de Chęciny (sablière de Tokarnia). Les sables stratifiés sont ici encaissés par les vallées de la Nida Czarna et Bobrza. Le remblaiement s'étale vers l'Est, où, dans les vallées de la Czarna Staszowska et de la Łagowica, il y a de hauts talus de terrasses constituées de sables stratifiés avec des coulées de solifluxion interstratifiées (Walczowski, 1962). Ce sont surtout les environs de Raków qui sont caractéristiques, où la profondeur du remblaiement sableux est de 25 m environ et le paysage montre des traits caractéristiques d'un désert aux dunes actives jusqu'à présent.

La description détaillée des terrasses fluviales au Massif de la Sainte-Croix est due à Lencewicz (1916). Elle constitue une documentation valable jusqu'aujourd'hui. Comme Lencewicz a démontré, la série de sables stratifiés forme deux systèmes de terrasses — moyenne, de 20 m de haut environ, et haute — élevée jusqu'à 40 m environ au-dessus du lit majeur. Le talus entre les deux terrasses est, par endroits, difficile à tracer à cause de la destruction par l'eau ou du camouflage par les dunes.

Les dépôts de sables stratifiés, avec des alternances de dépôts de pente accompagnent la vallée de la Nida, en s'étalant largement sur deux flancs, jusqu'à sa confluence avec la Vistule. La série de ces dépôts affleure dans les vallées de tous les affluents de la Nida, dans des ravins et dépressions du terrain, mettant en évidence l'échelle énorme du remblaiement de ce genre.

#### L'INTERPRÉTATION FACIALE ET STRATIGRAPHIQUE

Le chapitre précédent a été consacré à la description des affleurements du matériel sableux classé, des intercalations des dépôts de pente, de la répartition caractéristique de ces dépôts et de leur position chronologique au profil géologique du Pléistocène. Ces observations appuyées par les résultats de la recherche sur le Pléistocène nous permettent de proposer l'interprétation suivante du développement des phénomènes et processus liés à l'accumulation des sables stratifiés avec des alternances de dépôts de solifluxion.

C'est l'évolution de la vallée de la Vistule qui était décisive pour le



développement morphogénétique dans le grand bassin de la Nida, entre autres. C'est cette vallée qui enregistrait les transformations de nature aussi bien sédimentaire qu'érosive sous des conditions climatiques diverses — glaciaires et interglaciaires.

Dans le bassin de la Vistule moyenne deux puissants cycles de remblaiement des vallées et de toutes les dépressions se sont enregistrés. L'un correspond à la glaciation cracovienne (Mindel), tandis que l'autre est lié à celle de la Pologne Centrale (Riss).

Le premier cycle sédimentaire n'a laissé que des fragments, peu nombreux, des dépôts du Pléistocène ancien. Les processus destructifs agissaient sur eux au cours de l'interglaciaire Masovien (Mindel — Riss) principalement. Une forte érosion menait alors à l'exhumation de l'ancien réseau fluvial, par endroits même jusqu'à son état préquaternaire. Aux interfluves, les processus de dénudation détruisaient les dépôts morainiques en ne laissant, souvent, que des graviers et blocailles résiduels. De telles transformations avaient lieu aussi dans le bassin de la Nida. Nous n'en parlerons pourtant pas ici, parce que, comme nos recherches ont démontré, elles n'apportent pas beaucoup au problème des dépôts sableux. L'histoire de la grande couverture sableuse conservée jusqu'à présent n'est liée qu'avec la glaciation de la Pologne Centrale (Riss) et se répète, à moindre échelle, pendant la glaciation Baltique (Würm).

La limite de la glaciation de la Pologne Centrale reste toujours discutable au Massif de la Sainte-Croix. Selon le schème général, résultant des recherches complexes, elle passe au Nord du Massif (S. Z. Różycki, E. Rühle, 1965). Au Sud de cette limite agissaient des processus de dénudation et de sédimentation enregistrés aussi bien dans les vallées et toutes les dépressions du terrain que sur les versants et les surfaces d'aplanissement aux reliefs.

Pendant la glaciation de la Pologne Centrale l'activité des eaux courantes n'a pas cessé sur notre terrain (J. Czarnocki, 1931; W. Pożaryski, 1953). Le bassin de la Nida rassemblait des eaux de nombreux torrents sortant du centre du Massif de la Sainte-Croix. La vallée centrale de la Nida les reconduisait vers le Sud et le Sud-Est et déversait dans la vallée de la Vistule. La base d'érosion locale, constituée par la Vistule, élevée au fur et à mesure que l'écoulement vers le Nord était empêché par le glacier, provoquait une accumulation de plus en plus importante dans les vallées d'abord. Les eaux se sont répandues ensuite aux versants et interfluves (J. Dylik, 1953).

L'évolution des phénomènes dans la vallée de la Vistule moyenne au cours de la glaciation de la Pologne Centrale a été étudiée par W. Pożaryski (1953). Dans la phase initiale de la glaciation il y a eu un col-

matage de la vallée par du fluvioglaciaire sablo-graveleux. Ces dépôts ont couvert même des parties inférieures des interfluvés sur les deux flancs de la vallée. Les couches d'argile morainique conservées aux environs de Puławy sur ces dépôts témoignent que le glacier du stade maximal du Riss a pénétré même dans la percée de la Vistule par les plateaux de la Pologne Centrale.

Au cours de l'étape suivante, interstadienne probablement, les dépôts fluvioglaciaires ont été érodés et la vallée de la Vistule s'est encaissée jusqu'à un niveau 25 m plus haut que la vallée actuelle. La phase glaciaire rissienne suivante a provoqué un nouvel remblaiement par du fluvioglaciaire et des matériaux morainiques. Un tel type de dépôts glaci-fluviaux et glaciaires est lié au front glaciaire tout proche dont le lobe s'est avancé jusqu'à Zawichost le long de la vallée.

En resumant on peut constater que les dépôts de la vallée de la Vistule moyenne ont enregistré trois phases glaciaires de la glaciation de la Pologne Centrale. Les mêmes phases ont été enregistrées dans la grande région de la Sainte-Croix, dans le bassin de la Nida entre autres. Au commencement, le front glaciaire s'approchant provoquait la remontée des eaux dans le bassin de la Nida. Les sédiments fluviatiles encombraient les vallées, montaient de plus en plus et couvraient des plaines de plus en plus larges. La partie basale de la série de sables stratifiés s'est ainsi formée, observée actuellement au chaînon de Pińczów, près de Jędrzejów et au Massif de la Sainte-Croix.

La phase suivante, la plus rude, du Riss, marquée par l'avancée la plus grande du lobe glaciaire le long de la Vistule jusqu'à Zawichost (W. Pożaryski, 1953) s'est aussi enregistrée au bassin de la Nida. L'aggravation du climat provoquait des mouvements de solifluxion sur tous les versants. La majeure partie des matériaux s'accumulait aux pieds des versants, le reste s'éparpillait sur les lacs et les rivières gelés. Les coulées de solifluxion traversaient parfois des distances considérables, jusqu'à plusieurs kilomètres, en route vers les vallées (J. Czarnocki, 1931). La couche de dépôts périglaciaires de solifluxion est composée avant tout de matériel local, parfois classé, de débris et blocs anguleux. Par endroits on peut rencontrer des apports considérables des roches nordiques, même des lambeaux d'argile morainique si les dépôts morainiques de la glaciation précédente étaient présents aux reliefs.

La troisième phase de recul partiel du glacier rissien vers le Nord a causé une nouvelle reprise de l'activité des eaux, dont les masses de plus en plus grandes s'épanchaient largement grâce au comblement de la vallée de la Vistule menant à la submersion maximale des terrains intramonta-

gneux. La partie sommitale des sables fluviaux, dépassant l'altitude de 290 m en est l'effet.

A l'interglaciaire émien, les eaux de la Nida se sont évacuées grâce à l'abaissement général de la base d'érosion. L'évolution du réseau fluvial suivait les traces de tous les cycles érosifs anciens menant à l'exhumation des vallées préquaternaires. Plusieurs vallées ont évacué tous les dépôts jusqu'au substratum prépléistocène. L'encaissement a atteint un niveau 10 m plus bas au moins que celui actuel (W. Pożaryski, 1953). Les fragments sommitaux des hauts rebords des vallées creusés alors peuvent être observés aujourd'hui en forme des rebords des hautes terrasses de 40 m. La force destructive des rivières, manifestée sous forme de l'encaissement, agissait avant tout dans les vallées principales en l'emportant sur le drainage dans les affluents moindres, leurs sections supérieures surtout, et dans les dépressions qui perdaient contact avec la base d'érosion principale. Grâce à cela, dans de nombreuses petites vallées, ravins et aux sommets des collines, les sédiments anciens ont échappé à la destruction. On peut les observer maintenant aussi bien aux environs de Jędrzejów qu'au Massif de la Sainte-Croix.

La glaciation Baltique a causé une nouvelle perturbation de l'écoulement dans le bassin de la Vistule, mais à une échelle beaucoup moindre que le Riss. Les eaux du bassin de la Nida s'écoulaient assez aisément vers la Vistule moyenne, mais là-bas une lente remontée se faisait sentir. Bien que l'écoulement de la Vistule vers le Nord ne soit pas entièrement stoppé ses eaux ont été contraintes à une voie longue et difficile le long du front glaciaire.

C'est l'accumulation des sables de la moyenne terrasse emboîtée dans les vallées émiennes qui nous donne la mesure de l'importance de l'obstacle à surmonter. Dans ces sables stratifiés il y a des alternances de matériaux de solifluxion. L'érosion latérale l'emportait alors sur l'encaissement mais les dépôts fluviaux ne sortent plus en dehors des vallées émiennes.

Pendant les phases finales du recul de la glaciation Baltique la Vistule trouve une sortie directe vers la mer. Cela accroît le creusement des rivières et provoque la dissection de la nappe sédimentaire de la moyenne terrasse. Au même temps les processus de dénudation se développent de plus en plus nettoyant la surface des dépôts et provoquant des mouvements en masse et la concentration du matériel grossier sur les terrasses.

La coupe décrite à Kliszów (Z. Michalska, 1961) présente, d'après nos propres observations, des sédiments fluvio-périglaciaires de la mo-

yenne terrasse déposés dans la pradolina de la Nida. Le lambeau d'argile morainique visible au sommet de la coupe est, à notre avis un dépôt de solifluxion descendu du rebord de l'interfluve, ayant 40 m de haut, couvert de restes d'argile morainique cracovienne. (fig. 5).

Le climat périglaciaire du Würm supérieur s'est marqué non seulement par des coulées supérieures de solifluxion mais aussi par l'accumulation du loess dit haut (W. Pożaryski, 1953; A. Jahn, 1952).

Vers le déclin de la glaciation würmienne il arrive à la formation de dunes aux vastes nappes sableuses. Les actions éoliennes, parfois très énergiques, se maintiennent par tout l'Holocène (les environs de Raków). La déflation a causé une concentration du gravier, des galets et blocs. Ce matériel grossier hétérogène, accumulé dans des dépressions intradunaires accentue, une fois de plus, sa genèse solifluidale.

#### LES CONCLUSIONS

Le problème des sables stratifiés avec des coulées de solifluxion interstratifiées a trouvé, au bassin de la Nida, des fondements pour une interprétation rationnelle et élucidation conséquente des processus menant à la mise en place de tels dépôts. Aussi bien leur structure que répartition en espace et les rapports avec des réseaux de rivières fonctionnant sous des conditions spéciales nous rappellent le phénomène de l'accumulation dite fluvio-périglaciaire, décrit en Bretagne par M. Ters (1955) sur l'exemple de la rivière Vie. Les terrasses larges de cette rivière possèdent une structure caractéristique — des dépôts fluviatiles alternant avec du matériel local apporté par la solifluxion. De telles terrasses, appelées par M. Ters fluvio-périglaciaires, expérimentent les traces caractéristiques de l'évolution climatique en France. Leur formation durait du Riss jusqu'à l'Holocène. Les terrasses plus anciennes encore ne se sont conservées que très rarement en France, parce que l'érosion pré-rissienne avait été très forte et détruit les dépôts du Pléistocène ancien, de même qu'en Pologne.

Je proposerais la notion de *l'accumulation fluvio-périglaciaire* pour les dépôts sableux alternant avec des matériaux de solifluxion. Les sédiments fluvio-périglaciaires constituent l'horizon caractéristique dans les dépôts pléistocènes de la Pologne Centrale. On les a observé souvent, mais leur interprétation et classification n'ont pas été toujours justes. Ils seraient pourtant tout-à-fait impropre de les considérer comme du fluvio-glaciaire, comme cela avait lieu le plus souvent, ou de les prendre pour des dépôts extraglaciaires ou des cônes de déjection (ces trois interprétations ont été discutées dans le premier chapitre). La notion la plus réussie,

celle de *sables du haut remblaiement*, a été introduite par W. Pożaryski. Mais la région de la Vistule moyenne était soumise à une évolution géomorphologique tout spéciale, d'où la difficulté si l'on veut la lier à des phénomènes ayant lieu dans les régions voisines. Les sables du haut remblaiement étudiés par W. Pożaryski ne correspondraient qu'à un fragment de la série entière de dépôts fluvio-périglaciaires du bassin de la Nida, à la moyenne terrasse fluvio-périglaciaire notamment, d'âge würmien. En outre, Pożaryski plusieurs fois souligne que les sables du haut remblaiement dans la vallée de la Vistule moyenne sont un dépôt de pente, delluvial (colluvions).

Les autres observations de W. Pożaryski, concernant ces sables, s'accordent d'une façon frappante avec les traits caractéristiques des dépôts fluvio-périglaciaires jeunes, ce qui a été discuté dans le premier chapitre.

La classification des dépôts sablo-graveleux faite par S. Lencewicz est très juste. L'auteur distingue deux terrasses sablo-graveleuses, à l'altitude relative de 20 m chacune, atteignant l'altitude absolue de 293 m. Mais ces observations se limitent au Massif de la Sainte-Croix.

A la base de mes propres observations, appuyées par la littérature discutée, je donnerai l'interprétation suivante des dépôts sablo-graveleux au bassin de la Nida.

Pendant la glaciation Riss une couverture d'accumulation fluvio-périglaciaire, atteignant l'altitude de 290 m, s'est formée comblant par conséquent toutes les vallées et les plaines intramontagneuses plus basses que 290 m. Ces dépôts se sont conservés, avant tout, dans les sections hautes de petites rivières, dans des ravins et dépressions éloignées de grandes rivières. Je les ai observés le plus souvent au plateau crétacé aux environs de Jędrzejów, aux collines du chaînon de Pińczów et au Massif de la Sainte-Croix.

Durant la glaciation Würm la seconde couverture a été mise en place, emboîtée dans les vallées émiennes creusées dans les dépôts fluvio-périglaciaires du Riss. Les sédiments fluvio-périglaciaires du Würm forment, à l'époque actuelle, la moyenne terrasse de 15—20 m au-dessus du fond des vallées, la terrasse développée de la façon régulière et conséquente le long des rivières de la Pologne Centrale. Sa surface est fort transformée sous le climat périglaciaire du Würm supérieur quand la sédimentation avait laissé place au creusement et à la dénudation. La surface de la haute terrasse fluvio-périglaciaire a subi les mêmes transformations — d'où des accumulations importantes de graviers, cailloux et d'autres restes de dépôts de pente visibles, par endroits, à sa surface.

*Traduction de Tadeusz Kubiak*

## Bibliographie

- Czarnocki, J., 1931 — Dyluwium Gór Świętokrzyskich (Zfs.: Diluvium des Święty Krzyż Gebirge). *Roczn. Polskiego Tow. Geol.*, t. 7, 1930/31.
- Czarnocki, J., 1934 — O kilku największych głazach narzutowych w zachodniej i środkowej części Gór Świętokrzyskich (résumé: Sur quelques uns de plus grands blocs erratiques dans la partie occidentale et centrale du massif de S-te Croix). *Zabytki Przyrody Nieożywionej*.
- Czarnocki, J., 1948 — Przeglądowa Mapa Geologiczna Polski. Arkusz Kielce. Wydanie A, skala 1 : 300 000 (General Geological Map of Poland. Sheet Kielce, edition A). Państw. Inst. Geol.
- Dylik, J., 1953 — O peryglacialnym charakterze rzeźby środkowej Polski (résumé: Du caractère périglaciaire de la Pologne Centrale). *Acta Geogr. Univ. Lodz.*, nr 4.
- Dylik, J., 1955 — Rhythmically stratified periglacial slope deposits. *Biuletyn Peryglacjalny*, no. 2.
- Dylik, J., 1956 — Coup d'oeil sur la Pologne périglaciaire. *Biuletyn Peryglacjalny*, no 4.
- Dylik, J., 1958 — Istota i metody geomorfologii dynamicznej. Studia z geomorfologii dynamicznej (résumé: Notion et méthodes de la géomorphologie dynamique). *Acta Geogr. Univ. Lodz.*, nr 8.
- Dziewański, J., Starkel, L., 1963 — Relationship between fluvial and solifluction accumulation as a criterion for the dating of Quaternary terraces in the Carpathians. *Report of the VIth International Congress on Quaternary, Warsaw 1961*, vol. 3.
- Jahn, A., 1956 — Wyżyna Lubelska. Rzeźba i czwartorzęd (summary: Geomorphology and Quaternary history of Lublin Plateau). *Prace Inst. Geogr. PAN*, nr 7, Varsovie.
- Klajnert, Z., 1961 — Klemencice and Parkoszowice. *Dans: Guide-Book of Excursion: from the Baltic to the Tatras*, part 2, vol. 2. *VI INQUA Congress, Warsaw 1961*.
- Konior, K., 1936 — Z badań nad czwartorzędem przedgórza Karpackiego między Tarnowem a Dębicą (Zfs.: Die Forschung über die Quartärbildungen des Karpatischen Vorlandes zwischen Tarnów und Dębica). *Roczn. Polskiego Tow. Geol.*, t. 12.
- Książkiewicz, M., Samsonowicz, J., Rühle, E. 1965 — Zarys geologii Polski (Esquisse de la géologie de Pologne). Warszawa.
- Lencewicz, S., 1916 — Etude sur le Quaternaire du Plateau de la Petite Pologne. Neuchâtel.
- Lewiński, J., 1912 — Sprawozdanie z badań geologicznych wzdłuż drogi żelaznej Herby—Kielce (Compte-Rendu des recherches géologiques le long du chemin de fer Herby—Kielce). *Sprawozd. Tow. Naukowego Warszawskiego*, 51, nr 5.
- Lewiński, J., 1914 — Utwory dyluwialne i ukształtowanie powierzchni przedlodowcowej dorzecza Przemszy (Zfs.: Die diluvialen Ablagerungen und die präglaziale Oberflächengestaltung des Przemszagebietes). *Prace Tow. Naukowego Warszawskiego*, Wyd. III, nr 7.
- Łyczewska, J., 1956—1966 — Sprawozdania z badań geologicznych wykonanych w okolicy: Działoszyc, Buska, Pińczowa, Jędrzejowa i Kielc (Compte-Rendu des recherches géologiques aux environs de Działoszyce, Busko, Pińczów, Jędrzejów et Kielce). Dactylographié — Inst. Géologique, Varsovie, Section de la Documentation Géologique.

- Łyczewska, J., 1960 — Formy graniaków wśród osadów zwietrzelinowych Gór Świętokrzyskich (summary: Forms of ventifacts in weathering deposits of Święty Krzyż Mts.). *Inst. Geol., Biul.* 150.
- Michalska, Z., 1961 — Kliszów (near Kije). (*Dans:*) Guide-Book of Excursion: from the Baltic to the Tatras, part 2, vol. 2. *VI INQUA Congress, Warsaw 1961.*
- Mojski, J. E., Rühle, E., 1965 — Atlas Geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facialne, zeszyt 12: Czwartorzęd (Geological Atlas of Poland. Stratigraphic and facial problems, fasc. 12: Quaternary). Warszawa, Inst. Geol.
- Pożaryski, W., 1953 — Plejstocen w przełomie Wisły przez wyżyny południowo-polskie (summary: The Pleistocene in the Vistula gap across the southern uplands). *Prace Inst. Geol.*, t. 9.
- Radłowska, C., 1963 — Rzeźba północno-wschodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich (résumé: Relief de la bordure nord-est des Montagnes de S-te Croix). *Prace Geogr. PAN*, nr 38.
- Różycki, S. Z., 1961 — Middle Poland. Guide-Book of Excursion: from the Baltic to the Tatras, Part 2, vol. 1. *VI INQUA Congress, Warsaw 1961.*
- Rühle, E., Sokołowska, M., 1956 — Mapa utworów czwartorzędowych Polski (Carte des formations quaternaires de Pologne). 1 : 1 000 000. Atlas Geologiczny Polski, tabl. 2. Inst. Geol., Varsovie.
- Straszewska, K., Kopczyńska, K., 1961 — Samborzec. (*Dans:*) Guide-Book of Excursion: from the Baltic to the Tatras, part 2, vol. 2. *VI INQUA Congress, Warsaw 1961.*
- Straszewska, K., Mycielska, E., 1961 — Chobrzany (near Koprzywnica). (*Dans:*) Guide-Book of Excursion: from the Baltic to the Tatras, part 2, vol. 2. *VI INQUA Congress, Warsaw 1961.*