

ANNALES  
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA  
LUBLIN—POLONIA

VOL. XXVI, 4

SECTIO B

1971

Zakład Geografii Fizycznej Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS w Lublinie

Jan BURACZYŃSKI

**Lessy okolic Strasburga (Francja)**

Лессы окрестностей Страсбурга (Франция)

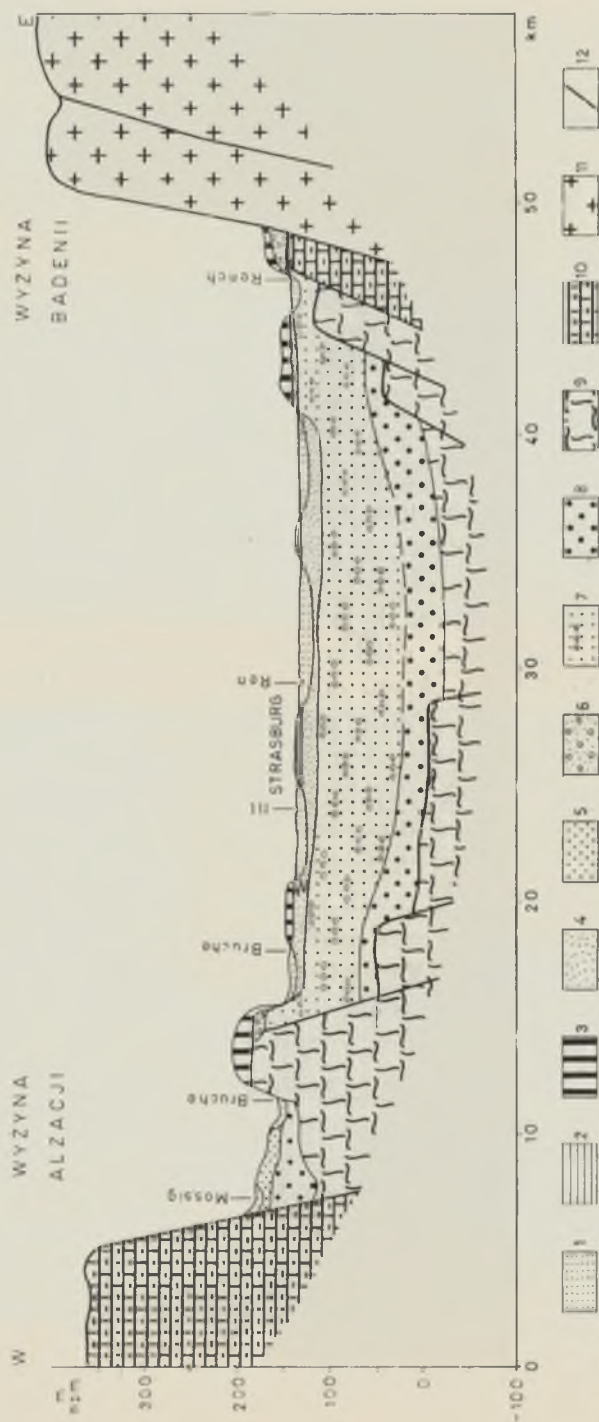
Les loess des environs de Strasbourg

Nizina Górnego Renu od dawna była przedmiotem zainteresowania geologów i geografów. Najstarsze wiadomości o czwartorzędzie Alzacji pochodzą z końca wieku XIX, z okresu opracowania mapy geologicznej. W ostatnich latach obserwuje się duże zainteresowanie tym regionem. Ukazuje się wiele prac dotyczących podstawowych profili czwartorzędowych oraz zagadnień geomorfologicznych (30, 31, 32, 33, 6, 4, 34, 13, 25). Przy okazji opracowań czwartorzędu poruszane było wielokrotnie zagadnienie lessów (7, 6, 31, 33, 19, 27). Rozmieszczenie tych utworów przedstawiane było na mapach geologicznych z wieku XIX i współczesnych (35, 36, 37). Szczegółowe opracowania profili lessowych Alzacji znajdujemy w pracach J. Franc de Ferrière (7) oraz P. Wernerta (33), przedstawiających głównie stratyografię na podstawie badań faunistycznych i archeologicznych.

Profile lessowe Alzacji wymagają jednak dalszych badań, między innymi litologicznych oraz paleopedologicznych. Opracowanie niniejsze jest próbą spojrzenia na znane profile lessowe przez pryzmat badań litologicznych oraz analizy rzeźby terenów lessowych. W tym celu przeprowadzono badania terenowe wybranych profili lessowych oraz kameralne studium rzeźby na podstawie interpretacji zdjęć lotniczych okolic Strasburga.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pracę niniejszą wykonałem podczas stażu naukowego w r. 1968 w Centre de Géographie Appliquée w Strasburgu pod kierunkiem prof. J. Tricarta i dr. H. Vogta, którym dziękuję za cenne rady oraz wskazówki udzielane podczas badań terenowych.

## W O G E Z Y      D O L I N A      R E N U      C Z A R N Y      L A S



Ryc. 1. Przekrój geologiczno-morfologiczny rowu Renu (opracował J. Buraczyński); 1 — piaski dolinne (holocen), 2 — glina dolina (holocen), 3 — less i utwory lessopodobne (Würm i Riss), 4 — piaski warstwowane akumulacji rzecznej Bruche i Renu (Würm), 5 — warstwowane piaski ze żwirami stożka Bruche (plejstocen), 6 — piaski terasowe (Riss), 7 — piaski ze żwirami, aluwia Renu (plejstocen), 8 — piaski (pliocen), 9 — margle (oligocen), 10 — wapienie (trias), 11 — granity, 12 — uskoki. Profil morpho-géologique du Fossé Rhénan (élaborée par J. Buraczyński); 1 — sable fluviatile (Holocène), 2 — limon fluviatile (Holocène), 3 — loess et formation loessoides (Würm et Riss), 4 — sables accumulation fluviatile du Rhin et de la Bruche (Würm), 5 — sables avec graviers stratifiés du cône de la Bruche (Pléistocène), 6 — sables des terrasses (Riss), 7 — sables avec graviers, alluvions rhénanes (Pléistocène), 8 — sables (Pliocène), 9 — marnes (Oligocène), 10 — calcaires (Trias), 11 — granite, 12 — failles

## ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ I RZEŻBY

Strasburg położony jest w środkowej części Niziny Alzacji. Okolice objęte opracowaniem wchodzi w skład rowu Renu (Niziny Górnego Renu), rozciągającego się południkowo od Bazylei do Moguncji, na długości 300 km między Wogezami a Czarnym Lasem. Średnia szerokość rowu wynosi 30 km. Wogezy i Czarny Las zbudowane są ze skał osadowych mezozoicznych i paleozoicznych oraz wylewnych. Granicę między górami a rowem wyznaczają uskoki o przeważających kierunkach SSW—NNE i SW—NE. Wnętrze rowu budują skały mezozoiczne i trzeciorzędowe. Na skałach jurajskich głęboko zapadających leżą tu morskie osady oligoceńskie piętra Stamp, wykształcone w postaci margli i piaskowców o miąższości od kilkuset do 2000 m. Na utworach oligoceńskich występuje potężna, plioceńsko-czwartorzędowa seria aluwialna. Czwartorzęd reprezentowany jest przez piaski z przewarstwieniami żwirów i gładzików. Miąższość osadów czwartorzędowych w Strasburgu wynosi 100 m, zaś na południe od tego miasta koło Sélestat (Sundhouse) 155 m i koło Colmaru (Geiswasser) nawet 235 m. Występujące pod nimi piaski plioceńskie są miększe 20—30 m (ryc. 1).

W okolicy Strasburga można wyróżnić z zachodu na wschód: 1) wzgórze piemontowe Wogezów (wzgórza podwogeskie), 2) wyżynę Alzacji, 3) równinę Renu.

Wzgórza piemontowe Wogezów tworzą mozaikę małych bloków i garbów, zbudowanych ze skał osadowych triasu, jury i trzeciorzędu, rozbitych uskokami. Garby te są wyciągnięte prostopadle do brzegu Wogezów i częściowo przykryte czwartorzędowymi osadami piemontowymi tworzącymi formę glacis (31, 34).

Wyżyna Alzacji ciągnie się wzdłuż Wogezów, na północ od doliny Bruche i na wschód od linii Molsheim—Marlenheim—Saverne (ryc. 2). Zbudowana jest z margli triasowych oraz margli i wapieni jurajskich. Charakterystycznym rysem jej rzeźby są poziomy wierzchowinowe: niższy o wysokości 160—170 m oraz wyższy 200—250 m n.p.m. Niemal cała wyżyna pokryta jest grubymi warstwami lessów decydujących o indywidualnych cechach rzeźby. Dla wyżyny typowe są symetryczne doliny płaskodenne o długości od kilku do kilkunastu kilometrów oraz dolinki nieckowate na stokach wierzchowin. Brak jest natomiast wąwozów, tak typowych dla obszarów lessowych Polski. Decydują o tym m. in. właściwości lessów, które są tutaj bardziej zwięzłe (ilaste). Jak wykazały badania P. Wernerta (33), w okresie kolonizacji rzymskiej rozwijały się tu intensywnie procesy erozyjne i odpowiadające im wąwozy. Mają o tym świadczyć osady w suchej dolinie Achenheim (ryc. 3). Procesy te należy wiązać z wycinaniem lasów i rozwojem rolnictwa. Zachwiana wówczas

równowaga denudacyjna prawdopodobnie została później ustabilizowana w okresie wielowiekowej gospodarki rolnej.

Równina Renu obejmuje cały system teras czwartorzędowych. Po lewej (francuskiej) stronie można wyróżnić terasę nadzalewową wysoką i niską oraz terasę zalewową wyższą i niższą. Terasa nadzalewowo wysoka (20—30 m) tworzy garby i spłaszczenia o wysokości 160—180 m n.p.m. i jest przykryta lessem, który utrudnia wyznaczenie jej granic. Miąższość lessu jest zmienna — od kilku do kilkunastu metrów, a nawet do 35 m (25). Terasa nadzalewowa niska jest lepiej rozwinięta i ciągnie się pasem szerokim od kilku do 10 km. Od dna doliny Renu oddzielona jest wyraźną krawędzią o wysokości 5—10 m. Terasa niska ze względu na indywidualne cechy dzieli się na kilka części (w kierunku z północy na południe): Hoerdt, Schiltigsheim, Lingolsheim i Valff (31). Terasa Hoerdt (140 m n.p.m.), leżąca u ujścia Zorn, wznosi się około 5 m nad dno doliny Renu, tworząc szeroką powierzchnię piaszczystą. Terasa Schiltigsheim (150 m n.p.m.) zbudowana jest z lessu o miąższości około 10 m, w podłożu którego występują wogeskie piaski fluwialne. Terasę Lingolsheim (148 m n.p.m.) stanowią aluwialne piaski i żwiry reńskie, przykryte 5—6 m warstwą piasków wogeskich oraz 1 m warstwą lessu piaszczystego. Terasa Valff (155—158 m n.p.m.) wznosi się nad dno doliny Renu 5—8 m i zbudowana jest z aluwii przykrytych cienką warstwą lessu (1—2 m). Utworzyła się ona przez akumulację stożków, których rozwój przypadał na pełnię gła-cjału würmskiego (31).

Terasy zalewowe są szerokie 10—20 km i wznoszą się 132—136 m n.p.m. Terasa zalewowa wyższa wznosi się do 2 m ponad terasę niższą i zbudowana jest z piasków i mułów (mada) zawierających szczątki prehistoryczne z okresu gallo-romańskiego. Terasa zalewowa niższa rozciąga się wzdłuż koryta Renu oraz u stóp krawędzi terasy nadzalewowej niskiej.

#### ROZMIESZCZENIE LESSÓW I OPIS WYBRANYCH PROFILI

Pokrywa lessowa występuje w rowie Renu wzdłuż Wogezów i Czarne-go Lasu. Wzdłuż Wogezów strefa lessu ma szerokość kilkunastu kilometrów, natomiast wzdłuż Czarne-go Lasu zwęża się do kilku kilometrów (ryc. 7). Less występuje na terasie niskiej i wyższej oraz na wzgórzach wyżyny alzackiej. Wysokości obszaru z pokrywą lessową w okolicy Stras-burga wahają się od 150 do 250 m, a w części południowej rowu Renu dochodzą do 350 m n.p.m. Wielkość płatów lessowych maleje z północy na południe.

Rozmieszczenie lessu w okolicy Strasburga przedstawia ryc. 2, opracowana na podstawie szczegółowej mapy geologicznej Francji (35, 36). Wyróżniono na niej lessy na wierzchowinach i zboczach. Zasięg lessu jest



Ryc. 2. Mapa rozmieszczenia lessów w okolicy Strasburga. Zasięg lessu według „Carte géologique détaillée” (35, 36); 1 — lessy na terasie nadzalewowej, 2 — lessy na zboczach, deluwia oraz zwietrzeliny pylaste, 3 — lessy na wierzchowinach, 4 — krawędź Wogezów, 5 — odkrywki szczegółowo badane (1 — cegielnia w Achenheim, 2 — piaskownia Helmbachera koło Griesheim, 3 — piaskownia w Saverne)

Carte de la répartition du loess aux environs de Strasbourg. Couverture de loess d'après la „Carte géologique détaillée” (35, 36); 1 — loess sur la terrasse, 2 — loess sur les versants, colluvions et poussières de désintégration, 3 — loess sur les plateaux, 4 — rebords des Vosges, 5 — coupes étudiées en détail (1 — loessière d'Achenheim, 2 — carrière Helmbacher à Griesheim, 3 — carrière à Saverne)

raczej przewiększony w wyniku zaliczenia do lessów na wymienionej mapie geologicznej Francji cienkich pokryw zwietrzelinowych oraz zboczowych utworów pylasto-piaszczystych o miąższości 2—3 m.

W celu scharakteryzowania poszczególnych typów lessów, wyróżnionych w zależności od sytuacji morfologicznej, przeprowadzono badania litologiczne profili lessowych w Achenheim, Griesheim i Saverne. Profile

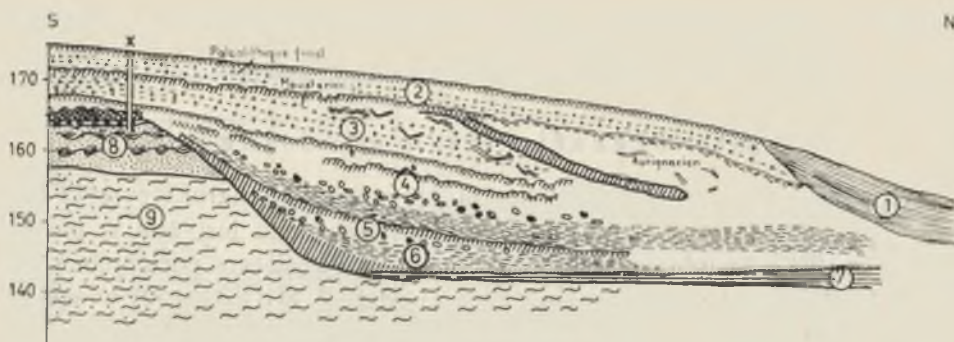
te, znane i wielokrotnie badane (31, 33, 19, 2, 11), nie mają opracowań litologicznych, z wyjątkiem studium minerałów ilastych (20, 4).

Profil Achenheim położony jest na krawędzi terasy nadzalewowej wysokiej, stanowiącej jednocześnie zbocze doliny Bruche. Znajduje się on u wylotu suchej doliny rozcinającej terasę wysoką, zwaną Hangebieten. Występuje tu kopalna dolina wypełniona kilkoma seriami lessu o miąższości ponad 30 m. Szczegółowe badania paleontologiczne i archeologiczne tego profilu prowadził P. Wernert (33), a G. Mazenot (19) opracował go pod względem fauny ślimaków. P. Wernert (33) wyróżnił w nim: less młodszy würmski, less starszy górny, średni i dolny oraz piaski terasy Hangebieten. Szczegółową analizę profilu Achenheim autor niniejszej pracy przeprowadził w części obejmującej według Wernerta less młodszy i less starszy górny (ryc. 3). Opis profilu Achenheim przedstawia się następująco:

- 0,0—0,2 m Poziom humusowy A<sub>1</sub> współczesnej gleby, pylasty, jasnoszary o strukturze gruzełkowatej, odczyn słabo kwaśny (+HCl).
- 0,2—0,5 m Poziom brunatnienia (B) ilasty, brązowy (+HCl).
- 0,5—1,0 m Utwór macierzysty C pylasty, żółtobrązowy o strukturze porowatej (+HCl).
- 1,0—2,1 m Utwór pylasty żółty z rozproszonym węglanem wapnia i drobnymi konkrecjami, przedzielony cienkim poziomem zglinienia o zabarwieniu brunatnym (+HCl).
- 2,1—3,1 m Utwór pylasty popielaty, oglejony, z rdzawymi plamami i konkrecjami żelazistymi oraz pojedynczymi konkrecjami CaCO<sub>3</sub> (+HCl).
- 3,1—3,5 m Poziom brunatnienia (B<sub>1</sub>) gleby kopalnej, gliniasty, brązowy z drobnymi konkrecjami CaCO<sub>3</sub> (+HCl).
- 3,5—3,9 m Poziom brunatnienia (B<sub>2</sub>) pylasty, jasnobrązowy, z warstewkami silniej i słabiej węglanowymi i drobnymi konkrecjami CaCO<sub>3</sub> (+HCl).
- 3,9—4,4 m Utwór pylasty warstwowany, z przewarstwieniami ilastymi ciemnobrązowymi i pylastymi jasnobrązowymi (+HCl).
- 4,4—4,7 m Poziom brunatnienia (B) gleby kopalnej, ilasty, brunatny o strukturze bryłkowatej (+HCl).
- 4,7—5,5 m Utwór pylasty jasnożółty o strukturze porowatej (+HCl).
- 5,5—6,0 m Piasek różnoziarnisty rdzawobrązowy (—HCl).

Profil Griesheim znajduje się na wierzcholinie garbu o wysokości 185 m n.p.m., na terasie utworzonej przez stożek Bruche. N. Théobald (31) wyróżnił tu następujące serie: a) less, b) piasek górny, c) less starszy, d) piasek starszy, e) żwiry. Szczegółowe badania lessu przeprowadzono dla serii „a”, której opis przedstawia się następująco:

- 0,0—0,3 m Poziom humusowy A<sub>1</sub> współczesnej gleby, struktura gruzełkowata (+HCl).
- 0,3—0,6 m Poziom brunatnienia (B) ilasty, brunatny (+HCl).
- 0,6—1,5 m Utwór pylasty jasnożółty, z drobnymi żyłkami konkrecji CaCO<sub>3</sub> (+HCl).
- 1,5—2,2 m Poziom brunatnienia (B) gleby kopalnej, ilasty, brązowy o strukturze



Ryc. 3. Przekrój geologiczny lessu w Achenheim według P. Wernerta (33); 1 — glina fluwialna wypełniająca dolinę, deluwia lessowe (holocen). Less młodszy würmski: 2 — górny — less typowy barwy żółtej, przedzielony strefami zaczerwienienia, węglanowy; dolny — less piaszczysty zwięzły, wodny. Less starszy górny: 3 — less typowy jasnożółty ze strefami zaczerwienienia, w spągu piaszczysty, rozwój gleb z ubogą roślinnością tundrową (?). Less starszy średni: 4 — il brunatny częściowo deluwialny z dużymi konkrecjami, less nietypowy, glina soliflukcyjna brązowa odwapniona. Less starszy dolny: 5 — il czerwony (gleba), 6 — glina lessowa (koluwialna) odwapniona, 7 — glina ilasta żółta warstwowana, fluwialna. Terasa Hangebieten: 8 — aluwia wogeskie, less piaszczysty soliflukcyjny przechodzi w czerwone piaski wogeskie, 9 — aluwia reńskie, muły i piaski, X — położenie profilu badanego

Coupe géologique de loess d'Achenheim d'après P. Wernert (33); 1 — limon fluviatile remplissant la vallée, colluvions loessoïdes (Holocène). Loess récents wurmien: 2 — supérieurs — loess typique blanchâtre avec zones rubéfiées; inférieurs — loess sableux, aquatique. Loess anciens supérieurs: 3 — loess typique jaune clair avec zones rubéfiées, en sous-jacent sableux, développement de sol avec pauvre végétation de toundra. Loess anciens moyens: 4 — lehm rouge brun, partiellement colluvial à gros concrétions, loess atypique, limon soliflué, décalcifié. Loess anciens inférieurs: 5 — limon brun (sol), 6 — limon loessique (colluvial), décalcifié, 7 — limon jaune argileux fluviatile. Terrasse Hangebieten: 8 — alluvions vosgiennes, loess sableux soliflué passant aux sables rouges vosgiens, 9 — alluvions rhénanes, vases et sables, X — position du profil étudié

bryłkowatej i z kanalikami pionowymi wypełnionymi drobnymi konkrecjami  $\text{CaCO}_3$  (+HCl).

2,2—3,1 m Utwór pylasty jasnożółty, z dużą ilością konkrecji  $\text{CaCO}_3$  (+HCl).

Profil Saverne położony jest na garbie o wysokości 160 m n.p.m., stanowiącym stożek usypany u wylotu doliny Zorn (z Wogezów). Opis tego profilu przedstawia się następująco:

0,0—0,5 m Poziom brunatnienia ilasty, brązowy (—HCl).

0,5—3,0 m Głina piaszczysta z drobnym żwirkiem, brązowa (—HCl). (Chociaż ma cechy zwietrzliny na piaskach, określana jest przez geografów francuskich jako less).

3,0—4,0 m Piasek średnioziarnisty żółty z przewarstwieniami ilastymi zaburzonymi kongeliflukcyjnie (—HCl).

4,0—7,0 m Piasek rzeczny różnoziarnisty ze żwirkiem, warstwowany ukośnie.

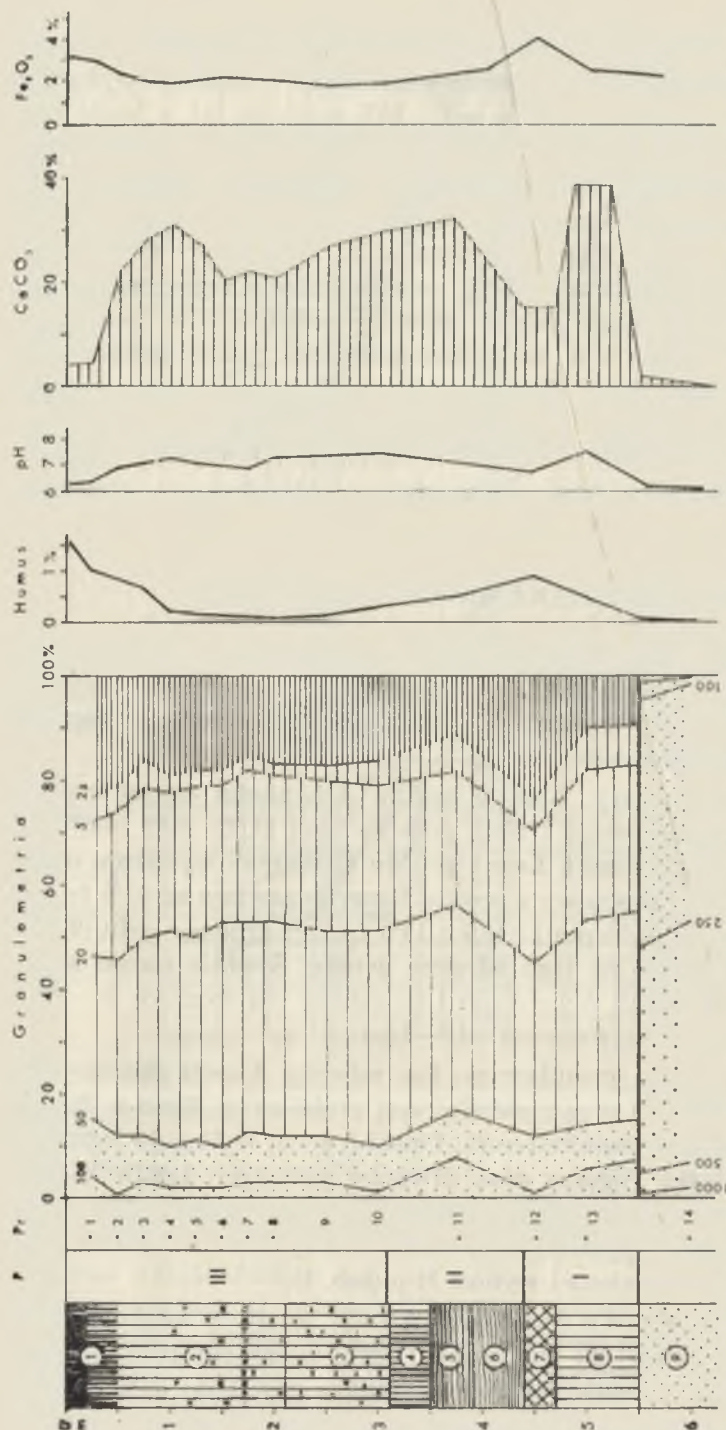
### Stratygrafia lessu młodszego

Opis lessu w profilu Achenheim zacząć można od charakterystyki gleby kopalnej z interglacjału eemskiego. Wykształcona jest ona w postaci gleby lessivé z pseudomyceliami oraz dobrze rozwiniętym poziomem z dużymi konkrecjami węglanowymi, co stwierdził F. B o r d e s (2) w sąsiednim profilu lessowym. Nad tą glebą w lessie młodszym wyróżnia się trzy serie (I, II, III), co również wykazano w obszarach przyległych (2, 3, 22, 23, 24, 29). Każda z tych serii tworzy kompleks sedymentacyjny, wyróżniający się pod względem składu granularnego, zawartości  $\text{CaCO}_3$ , minerałów ciężkich i mikroelementów. Zestawienie cech litologiczno-stratygraficznych profilu Achenheim, opisanych przez innych autorów (33, 2), przedstawia tab. 4.

Less młodszy I (4,4—5,5 m) tworzy warstwę wyróżniającą się największym udziałem minerałów ciężkich oraz najwyższym współczynnikiem ich zwietrzenia 0,86 (tab. 2). Zawiera on również najwięcej węglanów 39% (tab. 1). Na lessie młodszym I rozwinięta jest gleba kopalna z interstadiału Brörup. Jest to gleba brunatna o intensywnym zabarwieniu, zawierająca dużo tlenków żelaza (26,1%) i minerałów ilastych. Jak wykazały badania T. C a m e z (4), głównym składnikiem tych minerałów jest illit (60—70%); montmorylonitu jest 10—20%, kaolinitu 10%, a chlorytu tylko ślady. Gleba ta, dość bogata w humus (0,85%), znana jest z wielu profili lessowych rowu Renu (22, 23, 29). A. B r o n g e r i F. H ä d r i c h (3) stwierdzili w Badonii w tym poziomie stratygraficznym czarnoziem zdegradowany. Na obszarze Polski w owym okresie powstawały czarnoziemy, jak to wykazały badania J. M o j s k i e g o (21) i J. J e r s a k a (10). Prawdopodobnie więc w rowie Renu w okolicy Strasburga warunki klimatyczne nie sprzyjały rozwojowi czarnoziem.

Less młodszy II (3,1—4,4 m) jest utworem pylastym warstwowanym. Wyróżnia się on mniejszym współczynnikiem zwietrzenia minerałów ciężkich — 0,3. W jego stropie występuje gleba brunatna z poziomem brunatnienia, której horyzont akumulacyjny nie zachował się. Gleba ta w stosunku do lessu młodszego II charakteryzuje się wzrostem zawartości  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  oraz humusu. Glebę o takich cechach genetycznych i stratygraficznych stwierdza wielu badaczy w rowie Renu (3, 9, 23, 29) oraz na terenach sąsiednich (12, 24). Wiążą oni tę glebę z interfazą paudorską.

Less młodszy III (0,0—3,1 m) w górnej części jest żółty węglanowy o strukturze porowatej, a w dolnej popielaty oglejony z podobną zawartością węglanów i z konkrecjami żelazistymi. Dwudzielnosc tej serii za-



Ryc. 4. Profil lessowy Achenheim; 1 — gleba brunatna (holo cen), 2 — less subaeralny młodszy górny z konkreccjami węglanowymi oraz cienkim poziomem brunatnym (Würm III), 3 — less młodszy górny oglejony z konkreccjami żelazistymi (Würm III), 4 — poziom brunatnienia ( $B_1$ ), 5 — poziom brunatnienia ( $B_2$ ) gleby kopalnej Paudorf, 6 — less soliflukcyjny (Würm II), 7 — poziom brunatnienia gleby kopalnej Brörup, 8 — less subaeralny młodszy dolny (Würm I), 9 — aluwia wogeskie czerwone piaski (Riss), P — serie lessu młodsze, Pr — położenie próbek

Coupe de loess d'Achenheim; 1 — sol brun (Holocène), 2 — loess subaérien récent supérieur à concrétions calcaires avec mince zone rubéfiée (Würm III), 3 — loess récent supérieur gleyifié à concrétions de fer (Würm III), 4 — horizon brunifié ( $B_1$ ), 5 — horizon brunifié ( $B_2$ ) paléosol Paudorf, 6 — loess de solifluxion (Würm II), 7 — horizon brunifié, argileux, paléosol Brörup, 8 — loess subaérien récent inférieur (Würm I), 9 — alluvions vosgiennes, sables rouges (Riss), P — série de loess, Pr — position des échantillons

znacza się nie tylko w zabarwieniu. Obie jej części oddzielone są poziomem (1,5—2,1 m) o innej zawartości węglanów i mikroelementów, którego górne warstwy podkreślone są „zaczerwienieniem”. Analizy wykazują, że w poziomie tym zawartość  $\text{CaCO}_3$  jest o 10% mniejsza niż w lessie podległym. Można sądzić, że procesy wietrzenia kształtujące ten poziom działały krótko, w warunkach nie sprzyjających ługowaniu węglanów. Nie jest jednak wykluczone, że stosunkowo wysoka zawartość węglanów (20%) może być efektem późniejszego wmywania. P. Wernert (33) uważa, że występujące w tym poziomie strefy zaczerwienienia reprezentują gleby tundrowe. Byłby to zatem poziom glebowy rozwinięty w niesprzyjających warunkach. Rejestruje on prawdopodobnie jakąś krótkotrwałą przerwę w akumulacji lessu. Alzacja położona była wówczas na peryferiach strefy peryglacjalnej, w zasięgu wpływów klimatu oceanicznego. W okresach intensywniejszych wpływów oceanicznych istniały zapewne warunki sprzyjające rozwojowi roślinności oraz tundrowych gleb darniowych.

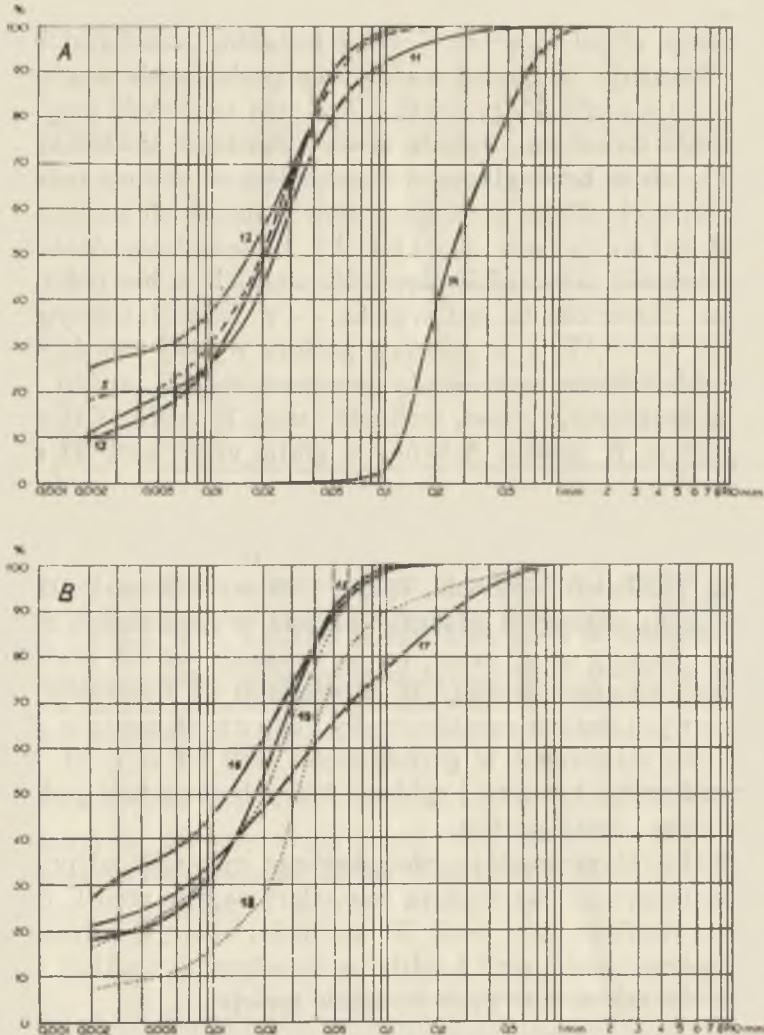
#### CHARAKTERYSTYKA LITOLOGICZNA LESSÓW

W celu określenia cech litologicznych opisanych lessów zbadano skład granularny, zawartość węglanów,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , próchnicy oraz pH (tab. 1, ryc. 4). Ponadto dla części prób wykonane zostały analizy minerałów ciężkich (tab. 2) oraz mikroelementów (tab. 3).

**Skład granularny.** Less w profilu Achenheim charakteryzuje się stosunkowo małą przewagą frakcji podstawowej (0,05—0,02 mm) oraz dużym udziałem frakcji ilastej. Less z profilu Griesheim wykazuje uziarnienie podobne. Utwór zboczowy z profilu Saverne zawiera aż 33% frakcji piaszczystych (powyżej 0,05 mm) i tylko 19% frakcji grubego pyłu (0,05—0,02 mm), co wskazuje na jego odrębną genezę. Średnie ziarno w pokładach lessowych z profili Achenheim i Griesheim ma średnicę 20—24  $\mu$ , a w poziomach glebowych przeważnie 10—16  $\mu$ .

Pod względem składu granularnego less młodszy Alzacji zbliżony jest do lessu z Normandii (12) oraz z południowej części rowu Renu w Szwajcarii (9). Porównanie z lessami z terenu Polski (ryc. 5) wykazuje jego duże podobieństwo do lessu Pogórza oraz utworów pyłowych kotlin karpacczych (5). Less młodszy z Wyżyny Lubelskiej zawiera dwukrotnie mniej frakcji ilastej, a frakcji pylastej o 10—20% więcej. Średnie ziarno lessu ze Szczebrzeszyna jest większe i wynosi 31  $\mu$  (tab. 1).

**Zawartość węglanów.** Lessy Alzacji są silnie węglanowe. W profilu Achenheim zawartość węglanu w lessie młodszym górnym waha się od 20 do 30%, a w lessie młodszym dolnym nawet do 39% (tab. 1). Gleba współczesna zawiera 4,2% węglanów, a gleba kopalna z intersta-



Ryc. 5. Krzywe kumulacyjne uziarnienia lessów Alzacji. A — profil Achenheim: 5 — less młodszy górny, 11 less soliflukcyjny, 12 — gleba kopalna, 13 — less młodszy dolny, 14 — piasek terasowy; B — inne lessy alzackie i lessy polskie: 15 — less młodszy górny z profilu Griesheim, 16 — gleba kopalna z profilu Griesheim, 17 — glina pylasta zboczowa z profilu Saverne, 18 — less młodszy górny ze Szczep-rzeszyna, Wyżyna Lubelska, 19 — less młodszy górny z Pikulic, Pogórze

Courbes granulométriques des loess d'Alsace. A — coupe d'Achenheim: 5 — loess récents supérieurs, 11 — loess soliflué, 12 — paléosol, 13 — loess récents inférieurs, 14 — sables de terrasse; B — autres loess d'Alsace et les loess polonais: 15 — loess récents supérieurs, coupe de Griesheim, 16 — paléosol, coupe de Griesheim, 17 — limons de versant, coupe Saverne, 18 — loess récents supérieurs, Plateau de Lublin, Szczep-rzeszyna, 19 — loess récents supérieurs, l'avant-pays des Karpates, Pikulice

diału Brörup — 13%. W tej drugiej węglany występują w postaci drobnych kongregacji wypełniających pionowe kanaliki, prawdopodobnie po korzeniach. Wskazuje to raczej na wtórne pochodzenie węglanów, które zostały wmyte z wyższych poziomów. Podobną zawartość węglanów mają lessy w profilu Griesheim. Pylaste utwory zboczowe zawierają niewielkie ilości  $\text{CaCO}_3$  lub są bezwęglanowe. Przykładem są utwory zwietrzelinowe stożka Saverne, określane przez geografów francuskich mianem lessu.

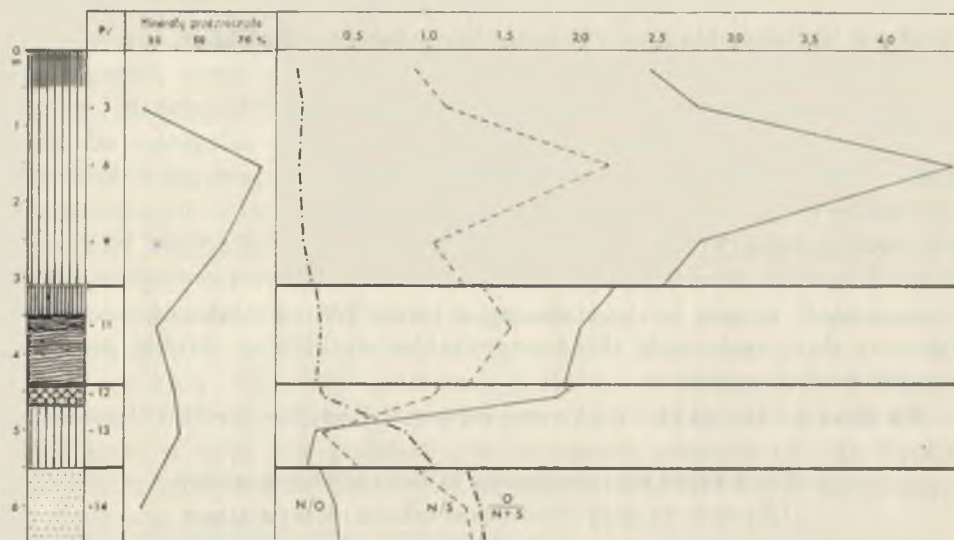
**Skład minerałów ciężkich<sup>2</sup>.** Badane lessy Alzacji wykazują dużą zmienność zawartości minerałów ciężkich w kierunku pionowym i poziomym. Zawartość ta jest wysoka — w lessie młodszym waha się w granicach 0,5—6,5%, a w piaskach podłoża wynosi ona do 4% (tab. 2). Głównym składnikiem są minerały przezroczyste. W profilu Achenheim przeważają: muskowit, cyrkon, amfibole, rutyl. W profilu Griesheim przeważa serpentyn. W profilu Achenheim górna część serii III charakteryzuje się mniejszą zawartością minerałów przezroczystych, wśród których największą rolę odgrywają amfibole, muskowit, epidot, i chloryt. W dolnej części tej serii, zawierającej najwięcej minerałów przezroczystych, przeważają: muskowit, amfibole, epidot i chloryt. W serii III zawartość minerałów mało odpornych znacznie wzrasta w porównaniu z dolną częścią profilu. Zmiany są wyraźne, na co wskazuje wzrost wartości współczynnika N/O ku górze profilu.<sup>3</sup> W odróżnieniu od minerałów odpornych i mało odpornych ilość minerałów średnio odpornych zmienia się znacznie i osiągają one maksimum w górnej części serii III (ryc. 6). Dotyczy to głównie muskowitu, tytanitu i epidotu, których zawartość jest najwyższa właśnie w górnej części profilu.

W serii I i II przeważają zdecydowanie minerały nieprzezroczyste. Wśród przezroczystych największą rolę odgrywają w serii I: cyrkon, epidot, granat, amfibole, a w serii II: amfibole, chloryt, turmalin, cyrkon i rutyl. W górnej części serii I udział mało odpornych afiboli gwałtownie wzrasta, a minerałów odpornych wyraźnie maleje.

W glebie kopalnej z interstadiału Brörup (tab. 2, próbka 12) skład minerałów ciężkich jest inny niż w lessie I, na którym rozwinęła się ta gleba, czy w lessie II, przykrywającym ją. Porównując udział minerałów w glebie kopalnej i w lessie I, stwierdzić można dziesięciokrotnie większy udział amfiboli oraz dwukrotnie większy epidotu i turmalinu. Rutyl i cyrkon wykazują udział trzykrotnie mniejszy. Pozostałe minerały mają podobny udział w glebie i w lessie I. Przedstawione różnice ilościowe mine-

<sup>2</sup> Analizę minerałów ciężkich wykonał dr K. Radlicz z Instytutu Geologicznego w Warszawie.

<sup>3</sup> Dla zilustrowania zmian składu mineralnego zastosowano wskaźniki wprowadzone przez R. Racinowskiego (28): N/O, N/S, O/N + S (N — minerały mało odporne, S — minerały średnio odporne, O — minerały odporne).



Ryc. 6. Zawartość minerałów przezroczystych w procentach i wartość wskaźników N/O, N/S oraz O/N + S w profilu lessowym Achenheim; Pr — położenie próbek, O — minerały odporne, S — minerały średnio odporne, N — minerały nieodporne  
 Contenu en minéraux lourds transparents en pour cents et valeur des indices N/O, N/S et O/N + S dans la coupe de loess d'Achenheim; Pr — position des échantillons, O — minéraux résistants, S — minéraux à résistance moyenne, N — minéraux fragiles

rałów wskazują na znaczny dopływ materiału niezwięzłego w stropie lessu I, na którym rozwinęła się gleba. Współczynniki N/O i N/S w glebie osiągają wartości pośrednie między właściwymi dla lessów serii I i II (ryc. 6).

Różnice między poszczególnymi seriami lessu uwidaczniają się wyraźnie w świetle współczynnika zwięzzenia O/N + S (tab. 2). Największą wartość tego współczynnika (1,36) mają piaski wogeskie i less serii I (0,86), a najmniejszą — less serii III (0,15—0,18). Współczynnik zwięzzenia w glebie kopalnej interstadiału Brörup (0,32) jest niższy niż w lessie I i podobny jak w lessie serii II (0,30). Less młodszy górny profilu Griesheim ma podobny współczynnik zwięzzenia (0,36) jak less serii II profilu Achenheim. Natomiast gleba kopalna tego profilu ma nieco niższy współczynnik (0,26) niż w profilu Achenheim.

Zmienność współczynnika zwięzzenia zespołu minerałów ciężkich poszczególnych serii lessu związana jest z ich wiekiem oraz charakterem facjalnym. Wartość współczynnika zwięzzenia w badanych lessach Alzacji, podobnie jak i Wyżyny Lubelskiej, wzrasta wraz z głębokością: w lessach alzackich od 0,15 do 0,86, a w lessach lubelskich od 0,6 do 4,2

(28). Z przytoczonych danych wynika jednoznacznie, że tworzywo lessów alzackich jest znacznie mniej zwietrzałe niż lessów lubelskich.

Niski wskaźnik zwietrzenia minerałów ciężkich w lessie Alzacji jest związany z charakterem materiału w obszarach alimentacyjnych i z warunkami lokalnymi. Obszary lessowe leżą w małej odległości od Wogezów, które były głównym obszarem alimentacyjnym pyłu. Materiał wynoszony przez rzeki z gór ulegał tylko krótkiemu, eolicznemu transportowi sortującemu. Profil Achenheim położony jest w odległości 10 km od progu Wogezów, wyróżniających się urozmaiconą budową geologiczną (13). Różnorodność ta oraz związek obszarów lessowych ze stożkami rzecznyymi tłumaczy dużą zmienność składu minerałów ciężkich w obrębie poszczególnych profili lessowych.

Zawartość mikroelementów.<sup>4</sup> Badania profilu lessowego

Tab. 3. Skład mikroelementów w lessie młodszym Alzacji  
Le teneur en oligoélément dans le loess récent d'Alsace

| Próbka<br>Echantillon | Głębokość<br>Profondeur | Seria lessu<br>Serie de loess | Zawartość w mg/kg |    |      |     |     |     |    |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------|----|------|-----|-----|-----|----|
|                       |                         |                               | Mn                | Cu | Ni   | V   | Sr  | Ba  | Cr |
| Achenheim             |                         |                               |                   |    |      |     |     |     |    |
| 1                     | 0,20                    | III                           | 570               | 16 | 12,0 | 166 | 910 | 232 | 23 |
| 2                     | 0,50                    | III                           | 580               | 15 | 17,1 | 80  | 250 | 526 | 90 |
| 3                     | 0,75                    | III                           | 690               | 14 | 16,5 | 80  | 217 | 241 | 18 |
| 4                     | 1,00                    | III                           | 400               | 15 | 14,7 | 70  | 200 | 378 | 23 |
| 5                     | 1,25                    | III                           | 400               | 17 | 15,8 | 117 | 160 | 227 | 19 |
| 6                     | 1,50                    | III                           | 580               | 23 | 20,0 | 93  | 125 | 434 | 19 |
| 7                     | 1,75                    | III                           | 800               | 16 | 34,2 | 75  | 222 | 130 | 30 |
| 8                     | 2,00                    | III                           | 500               | 19 | 24,0 | 133 | 200 | 194 | 22 |
| 9                     | 2,50                    | III                           | 510               | 13 | 35,7 | 62  | 232 | 241 | 20 |
| 10                    | 3,00                    | III                           | 570               | 20 | 25,0 | 105 | 227 | 160 | 80 |
| 11                    | 3,75                    | II                            | 520               | 14 | 10,9 | 83  | 417 | 214 | 23 |
| 12                    | 4,50                    | I                             | 470               | 20 | 45,4 | 167 | 143 | 300 | 24 |
| 13                    | 5,00                    | I                             | 490               | 10 | 25,0 | 66  | 55  | 166 | 22 |
| Griesheim             |                         |                               |                   |    |      |     |     |     |    |
| 15                    | 1,00                    | II                            | 120               | 10 | 16,6 | 25  | 38  | 278 | 16 |

Analizę wykonano metodą spektrograficzną na spektrografie dużej dyspersji Hilgera E 478

<sup>4</sup> Badanie mikroelementów wykonał doc. dr Jan Gliński z Zakładu Gleboznawstwa WSR w Lublinie, za co składam serdeczne podziękowanie.

Achenheim wskazują na pewne różnice między poziomami lessowymi i glebowymi (tab. 3). Zespół siedmiu badanych mikroelementów w glebie współczesnej w Achenheim jest podobny jak w glebach brunatnych utworzonych na lessach Pogórza Karpackiego (8) czy Wyżyny Lubelskiej (17). Gleba ta wyróżnia się znacznie większą zawartością Sr i Ba. Z profilu Achenheim na uwagę zasługuje próbka z poziomu 1,75 m, wyróżniająca się wzbogaceniem zawartości Mn oraz Cu, Ni, Sr, Ba i Cr. Poziom ten odpowiada wyróżnionym przez P. Wernerta (33) strefom zaczerwienienia, które wiąże on z tundrowymi procesami glebotwórczymi. Wzbogacenie zawartości Mn (800 ppm) mogło nastąpić na drodze biogenicznej, podobnie jak to zostało stwierdzone przez H. Maruszcza i M. Piotrowską dla gleby tundrowej z Hulcza w Polsce (17). W lessie niezwiędzłym w profilu Achenheim zawartość manganu wynosi 400—500 ppm, a więc jest podobna jak w lessach polskich (17, 8). Profil Achenheim wyróżnia się także większą zawartością Ni i Cr w horyzoncie (B) gleby współczesnej.

Spośród gleb kopalnych paudorfska (próbka 10) ma podobny zespół mikroelementów do współczesnej. Zaznacza się w niej jednak wzbogacenie w Cu, Ni, Cr oraz zmniejszenie udziału Sr i Ba. Gleba kopalna z interstadiału Brörup (próbka 12) natomiast różni się wyraźnie od współczesnej. Zawiera ona w stosunku do podglebia znacznie więcej Cu, Ni, V, Sr, Ba, a mniej Mn i Sr w porównaniu z glebą współczesną.

#### UWAGI NA TEMAT POCHODZENIA PYŁU LESSOWEGO ORAZ KIERUNKÓW PRZEWAŻAJĄCYCH WIATRÓW

W okresie pełni ostatniego glacjału Alzacja znajdowała się na skraju strefy peryglacjalnej, rozwiniętej w odmianie oceanicznej. Zasłonięcie rowu Renu od zachodu przez Wogezy stwarzało w okolicy Strasburga warunki klimatu względnie suchego, a więc o pewnych cechach kontynentalnych. W Wogezach i Czarnym Lesie piętro alpejskie położone było znacznie niżej niż obecnie, co stwarzało dogodne warunki dla produkcji pyłu w wyniku wietrzenia mrozowego. Obszary dostarczające pył były zatem położone w sąsiedztwie obszarów sedymentacji. Główna część materiału wyjściowego dla lessu była przynoszona prawdopodobnie przez rzeki z piętra peryglacjalnego gór otaczających rów Renu. Znaczenie dolin rzecznych jako obszarów alimentacyjnych lessu podkreślał między innymi H. Maruszcza (15). Podobnego zdania był również H. Muller-Beck (22). O takim związku zdaje się świadczyć fakt, iż w pobliżu rzeki (Achenheim) lessy osiągają miąższość ponad 10 m, a w miarę oddalania się od niej miąższość ich maleje do kilku metrów (Griesheim). W tym samym kierunku zmniejsza się także średnia wielkość ziarna (tab. 1).



Ryc. 7. Mapa rozmieszczenia lessów na Nizinie Górnego Renu i w obszarach przyległych. Zasięg lessu na podstawie mapy geologicznej (37); 1 — less i utwory lessopodobne, 2 — wyraźne krawędzie wyżyn i gór otaczających rów Renu, 3 — kierunek wiatrów suchych, 4 — kierunek przeważających wiatrów w okresie głównej fazy akumulacji lessu młodszego

Carte de la répartition du loess sur Plaine du haut Rhin et dans les régions voisines. Couverture de loess d'après la carte géologique (37); 1 — loess et formations loessoïdes, 2 — rebords des plateaux et des montagnes entourant la fossé du Rhin, 3 — direction des vents secs, 4 — direction des vents prédominants pendant la phase principale d'accumulation de loess récent

Przytoczone dane wskazują na lokalne pochodzenie osadów lessowych, co jest zgodne z tezą wysuniętą przez A. Malickiego (14) w r. 1950. Badania mineralogiczne lessów z terenu Alzacji potwierdzają powyższy wniosek, wskazując na lokalny charakter zespołu minerałów ciężkich (1). Także H. Maruszczak i R. Racinowski (18) podkreślają duże zróżnicowanie w składzie minerałów ciężkich w lessach różnych obszarów Europy Środkowej, co według tych autorów świadczy o lokalnym pochodzeniu pyłu lessowego.

Analiza rozmieszczenia lessu na Nizinie Górnego Renu daje podstawę do określenia kierunków wiatrów przeważających w okresie akumulacji. Less występuje tu po obu stronach Renu, z tym że po stronie zachodniej zajmuje większe obszary. Takie rozmieszczenie oraz ogólny układ orograficzny skłaniają do przyjęcia tezy o przewadze wiatrów o kierunkach zbliżonych do południkowego. W Strasburgu obecnie przeważają zdecydowanie wiatry południkowe (18% N i 20% S). Wiatry NNE są przy tym przeważnie suche, a wiatry SSW wilgotne. Obecna sytuacja przemawia więc za tym, że w pełni glacjału wiatrami lessotwórczymi były głównie suche wiatry z sektora północnego. Większe rozprzestrzenienie lessu po stronie zachodniej Renu wskazuje chyba głównie na kierunek NNE (ryc. 7).

Można podkreślić, że H. Muller-Beck (22) przyjmował dla lessów zachodniej Szwajcarii wiatry NNW, wiejące z południowej części Niziny Górnego Renu. Natomiast H. G. Gouda (9) oraz A. Bronger i F. Hädrich (3) za „lessotwórcze” dla południowej części Niziny Górnego Renu uważali wiatry W, a więc dość istotnie różniące się od określonych tutaj jako przeważające podczas akumulacji lessów okolic Strasburga.

#### LITERATURA

1. Blum E., Maus H.: Mineralogische Untersuchungen an Sedimentgesteinen und Böden des südlichen Oberrheingrabens und der Schwarzwaldvorbergzone. *Berichte Naturf. Ges. Freiburg i. Br.*, 57, 1967, ss. 175—202.
2. Bordes F.: Le loess en France. *Bulletin Ass. Fr. Et. Quatern.*, Suppl., 1969, *Etude françaises sur le Quaternaire*, ss. 69—80.
3. Bronger A., Hädrich F.: Le loess du Sud-Ouest de l'Allemagne. *Bulletin Ass. Fr. Et. Quatern.*, Suppl., 1969, *La stratigraphie des loess d'Europe*, ss. 23—27.
4. Camez T.: Etudes sur l'évolution des minéraux argileux dans les sols des régions tempérées. *Mémoires Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 20, Strasbourg 1962.
5. Cegła J.: Porównanie utworów pyłowych kotlin karpackich z lessami Polski (On the Origin of the Quaternary Silts in the Carpathian Mountains). *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B*, vol. XVIII (1963), Lublin 1965, ss. 69—116.
6. Dubois G., Dubois P.: La géologie de l'Alsace. *Mémoires Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 13, Strasbourg 1955.

7. Franc de Ferrière J.: Géologie et pédologie. Contribution à l'étude des formations quaternaires de la plaine d'Alsace. Strasbourg 1937.
8. Gliński J., Melke J., Uziak S.: Trace Elements Content in Silt of the Polish Carpathian Foot-land Region. Roczn. Glebozn. 29, Warszawa 1968, ss. 73—82.
9. Gouda H. G.: Untersuchungen an Lössen der Nordschweiz. Geographica Helv., 17, Bern 1962, ss. 137—221.
10. Jersak J.: La stratigraphie des loess en Pologne concernant plus particulièrement le dernier étage froid. Biul. Perygl. 20, Łódź 1969, ss. 99—131.
11. Livret-guide de l'excursion A. 1. Alsace-Vosge-Bourgogne. VIII Congrès INQUA, Paris 1969.
12. Lautridou J. P.: Les loess de Saint-Romain et de Mesnil-Esnard. Bulletin Centre Géomorph. CNRS, 2, Caen 1968.
13. Maire G.: Aspects de l'évolution quaternaire de la vallée inférieure de la Bruche. Bulletin Serv. Carte géol. Als. Lorr., 20, 3, Strasbourg 1967, ss. 175—184.
14. Malicki A.: Geneza i rozmieszczenie loessów w środkowej i wschodniej Polsce (The Origin and Distribution of Loess in Central and Eastern Poland). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. IV, Lublin 1950, ss. 195—228.
15. Maruszczak H.: Kierunki wiatrów w okresie akumulacji lessu młodszego we wschodniej części Europy Środkowej (Wind Directions during the Accumulation of the Younger Loess in East-Central Europe). Rocznik Pol. Tow. Geol., 37, Kraków 1967, ss. 177—188.
16. Maruszczak H.: Une analyse paléogéographique de la répartition du loess polonais et de ses caractères lithologiques directs. Biul. Perygl. 20, Łódź 1969, ss. 133—152.
17. Maruszczak H., Piotrowska M.: Tundrowa gleba kopalna w profilu lessowym we wsi Hulcze — Grzęda Sokalska (Tundra Fossil Soil in a Loess Profil at Hulcze — South-East Poland). Kwartalnik Geol., 13, Warszawa 1969, ss. 655—668.
18. Maruszczak H., Racinowski R.: Peculiarities of the Conditions of Loess Accumulation in Central Europe in the Light of Results of Heavy Minerals Analyses. Geographia Polonica, 14, Warszawa 1968, ss. 35—46.
19. Mazenot G.: Recherches malacologiques sur les loess et les complexes loessiques d'Alsace. Bulletin Serv. Carte géol. Als. Lorr., 16, Strasbourg 1963.
20. Millot G., Camez T., Wernert P.: Evolution des minéraux argileux dans les loess et lehms d'Achenheim. Bulletin Serv. Carte géol. Als. Lorr., 10, 2, Strasbourg 1957, ss. 17—21.
21. Mojski J. E.: La stratigraphie des loess de la dernière période glaciaire. Biul. Perygl., 20, Łódź 1969, ss. 153—177.
22. Muller-Beck H.: Des sédiments de loess en Suisse. Bulletin Ass. Fr. Et. Quatern., Suppl., 1969, La stratigraphie des loess d'Europe, ss. 141—144.
23. Paas W.: Les loess de Basse Rhénanie. Bulletin Ass. Fr. Et. Quatern., Suppl., 1969, La stratigraphie des loess d'Europe, ss. 29—31.
24. Paepe R.: Les unités litho-stratigraphiques du pléistocène supérieur de la Belgique. Bulletin Ass. Fr. Et. Quatern., Suppl., 1969, La stratigraphie des loess d'Europe, ss. 45—51.
25. Panizza M.: Geomorfologia del territorio di Mundolsheim, in Alsazia. Rivista Geogr. Italiana, 77, 3, Firenze 1970, ss. 289—302.

26. Présentation de quelques essais de cartes géomorphologiques détaillées au Centre de Géographie Appliquées (Strasbourg). *Revue Géomorph. Dyn.*, 14, 1, 1963, ss. 21—29.
27. Puisségur J. J.: La terrasse de Schiltigheim (Alsace), étude stratigraphique et malacologique. *Bulletin Ass. Fr. Et. Quatern.*, 2, 2, 1965, ss. 66—76.
28. Racinowski R.: Le profil du loess à Nielew sur Plateau de Lublin à la lumière de l'analyse de minéraux lourds. *Biul. Perygl.*, 20, Łódź 1969, ss. 179—205.
29. Semmel A.: Stratigraphie du loess dans les Hesse méridionales et rhénanes. *Bulletin Ass. Fr. Et. Quatern., Suppl.*, 1969, La stratigraphie des loess d'Europe, ss. 81—83.
30. Théobald N.: Carte de la base des formations alluviales dans le Sud du fosse rhénan. *Mémoires Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 9, Strasbourg 1948.
31. Théobald N.: Les alluvions anciennes au Sud de la Bruche et aux environs d'Obernai (Bas-Rhin). *Bulletin Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 8, 1, Strasbourg 1955, ss. 61—82.
32. Tricart J.: Dépôt wurmiens et post-wurmiens du cône de la Bruche. *C. R. Somme Soc. Géol.*, 9, 1950.
33. Wernert P.: Stratigraphie paléontologique et préhistorique des sédiments quaternaires d'Alsace, Achenheim. *Mémoires Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 14, Strasbourg 1957.
34. Vogt H.: Les formations quaternaires des collines sous-vosgiennes entre Dieffenthal et Obernai (Bas-Rhin). *Bulletin Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, 18, 4, Strasbourg 1965, ss. 287—305.

#### М а п ы

35. Carte géologique de la France au 1 : 80 000, Saverne 54, 1950.
36. Carte géologique de la France au 1 : 80 000, Strasbourg 71, 1958.
37. Geologische Übersichtskarte von Sudwestdeutschland 1 : 600 000, 1954.

#### Р Е З Ю М Е

Представлено размещение лессов в окрестностях Страсбурга в зависимости от морфологической ситуации, выделяя лессы на террасах, склонах и вершинах. Выделенные типы лессов исследовались в профилях Achenheim, Griesheim, Saverne, определяя при этом их гранулярный состав, содержание  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , гумуса, pH, содержание тяжелых минералов и микроэлементов.

Лессы из профиля Achenheim и Griesheim характеризуются небольшим преобладанием, т. н. лессовой фракции (0,05—0,02 мм), которой здесь 30—40%, и большим участием глинистой фракции (табл. 1). Среднее зерно в лессах имеет диаметр 20—24  $\mu$ , а в почвенных горизонтах — 10—16  $\mu$ . Склоновые образования в профиле Saverne содержат только 19% лессовой фракции, что свидетельствует об их особом генезисе. Сравнение гранулометрии эльзаских лессов с польскими приведено в табл. 1. Данные табл. 1 свидетельствуют о большом сходстве эль-

заских лессов с лессами Погужа и с пылевыми отложениями Карпатских котловин.

Младший лесс в профиле Achenheim делится на 3 серии (I, II, III), которые составляют комплекс, отличающийся гранулярными (табл. I) и минералогическими (табл. 2) свойствами.

Младший лесс отличается самым большим содержанием карбонатов (30%) и тяжелых минералов. Из прозрачных минералов преобладают циркон, эпидот, гранат и амфибол. Коэффициент выветривания тяжелых минералов  $O/N+S$  достигает здесь 0,86. На младшем лессе I развивался бурозем из интерстадиала Brörup, отличающийся ржаво-бурым цветом, большим содержанием  $Fe_2O_3$  и гумуса (0,85%). В этой почве содержатся вторичные карбонаты (13%) в виде конкреций, заполняющих вертикальные каналы (правдоподобно, по корням). Коэффициент выветривания тяжелых минералов (0,32) ниже, чем в лессе I и похож на лесс II.

Как в младшем лессе, так и в серии II решительно преобладают непрозрачные минералы. Из прозрачных минералов преобладают амфиболы, хлорит, циркон и рутил. В кровле лесса II выступает бурозем из интерфазы Paudorf, отличающийся увеличением содержания  $Fe_2O_3$  и гумуса.

Младший лесс III в верхней части является пылеватым, желтого цвета, а в нижней — оглеенным. Его дихотомию подчеркивает горизонт покраснения, содержащий несколько меньше карбонатов. Горизонт покраснения обогащен Mn (800 ppm), содержание которого в невыветренном лессе составляет только 400—500 ppm. Это обогащение могло произойти биогеническим путем. Горизонт покраснения, который Вернерт (33) связывает с тундровыми почвенными процессами, регистрирует какой-то кратковременный перерыв в аккумуляции лессов. Содержание малоустойчивых минералов отчетливо увеличивается в III серии по сравнению с лессами II и I.

Состав тяжелых минералов обнаруживает большую изменчивость в вертикальном и горизонтальном направлениях. В профиле Achenheim преобладает мусковит, циркон, амфибол, рутил, а в профиле Griesheim — серпентин. Величина коэффициента выветривания тяжелых минералов увеличивается вместе с глубиной в эльзаских лессах от 0,15 до 0,86; для сравнения можно отметить, что в люблинском лессе изменяется от 0,6 до 4,2. Это сравнение свидетельствует о меньшем выветривании материала эльзаских лессов, чем люблинских. Низкий показатель выветривания тяжелых минералов лессов Эльзаса связан с характером материала в областях питания, а также с его положением на небольшом расстоянии. Материал, вынесенный реками с Вогезов, подвергся только короткому эолическому транспорту. Большая изменчивость состава тяже-

лых минералов в лессовых профилях вытекает из разнообразия геологического строения Вогезов.

Во время последнего ледникового периода Эльзас находился на краю перигляционной зоны, развитой в океаническом климате. Основная часть исходного материала для лесса приносилась реками с перигляционного яруса гор, окружающих долину Рейна. Лесс находится по обеим сторонам реки, но на западной занимает большую поверхность. Такое расположение и общая орографическая система свидетельствуют о том, что в период аккумуляции преобладали ветры направлений, близких к меридиональным. В разгар ледникового периода лессообразующими ветрами были в основном сухие ветры северного сектора. Большее распространение лесса на западной стороне Рейна указывает на преобладающее направление NNE.

#### ПОДПИСИ ПОД РИСУНКАМИ И ТАБЛИЦАМИ

Табл. 1. Гранулярный состав и содержание  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  гумуса и pH в лессах Эльзаса.

Табл. 2. Состав тяжелых минералов во фракции 0,2—0,6 мм лессов Эльзаса в количественных процентах.

Табл. 3. Состав микроэлементов в младшем лессе Эльзаса.

Рис. 1. Геолого-морфологический разрез долины Рейна (разработал Бурачиньски); 1 — долинские пески (голоцен), 2 — долинный суглинок (голоцен), 3 — лесс и лессовидные образования (Вюрм и Рисс), 4 — слоистые пески речной аккумуляции Bruche и Рейна (Вюрм), 5 — слоистые пески с гравием конуса Bruche (плейстоцен), 6 — террасовые пески (Рисс), 7 — пески с гравием, наносы Рейна (плейстоцен), 8 — пески (плиоцен), 9 — мергель (олигоцен), 10 — известняки (триас), 11 — граниты, 12 — уступы.

Рис. 2. Карта расположения лессов в окрестностях Страсбурга. Простираие лессов по „Carte géologique détaillée” (35, 36); 1 — лессы на надпойменной террасе, 2 — лессы на склонах, 3 — лессы на возвышенностях, 4 — краевой уступ Вогезов, 5 — разрез, исследованный особенно тщательно (1 — кирпичный завод, в Achenheim, 2 — песчаный карьер Helmbachera около Griesheim, 3 — песчаный карьер в Saverne).

Рис. 3. Геологический разрез лесса в Achenheim по Вернерту (33); 1 — флювиальный суглинок, лессовый делювий (голоцен). Младший вюрмский лесс: 2 — верхний, типичный лесс желтого цвета, разделенный зонами покраснения, карбонатами; нижний — песчаный лесс. Старший верхний лесс: 3 — типичный светло-желтый лесс с зонами покраснения. Старший средний лесс: 4 — бурая глина, частично делювиальная с большими конкрециями, солифлюкционный коричневый и декальцифицированный суглинок. Старший нижний лесс: 5 — красная глина (почва), 6 — лессовидный суглинок (коллювиальный), декальцифицированный, 7 — глинистый, желтый слоистый флювиальный суглинок, 8 — вогезские наносы, 9 — рейнские наносы, глины и пески, 10 — положение изучаемого профиля.

Рис. 4. Лессовый профиль Achenheim; 1 — бурозем (голоцен), 2 — субэраальный младший верхний лесс с карбонатными конкрециями и тонким бурым горизонтом (Вюрм III), 3 — младший верхний оглеенный лесс с железистыми конкрециями (Вюрм III), 4 — горизонт буроземный ( $B_1$ ), 5 — горизонт буроземный ( $B_2$ ), погребенной почвы Paudorf, 6 солифлюкционный лесс (Вюрм II), 7 — горизонт буроземный погребенной

почвы Brörup, 8 — субэриальный младший нижний лесс (Вюрм I), 9 — вогецские наносы, красные пески (Рисс), Р — серии младшего лесса, Pr — положение проб.

Рис. 5. Кумуляционные кривые грануляции лессов Эльзаса. А — профиль Achenheim: 5 — младший верхний лесс, 11 — солифлюкционный лесс, 12 — погребенная почва, 13 — младший нижний лесс, 14 — террасовый песок; В — другие лессы эльзасские и польские: 15 — младший верхний лесс из профиля Griesheim, 16 — погребенная почва из профиля Griesheim, 17 — пылеватый и склоновый суглинок из профиля Saverne, 18 младший верхний лесс из Щебжешина Люблинская возвышенность, 19 — младший верхний лесс из Пикулиц, Погуже.

Рис. 6. Содержание прозрачных минералов в % и величина показателей N/O, N/S и O/N+S в лессовом профиле Achenheim; Pr — положение проб, O — устойчивые минералы, S — среднеустойчивые минералы, N — неустойчивые минералы.

Рис. 7. Карта размещения лессов на низменности верхнего Рейна и прилегающих территориях. Распространение лессов на основе геологической карты (37); 1 — лессы и лессовидные отложения, 2 — отчетливые уступы возвышенностей и гор, окружающих долину Рейна, 3 — направление сухих ветров, 4 — направление преобладающих ветров в период основной фазы аккумуляции младшего лесса.

## R É S U M É

L'auteur présente la situation des nappes de loess aux environs de Strasbourg, en distinguant selon leur position morphologique, les loess de la terrasse, et ceux des versants et des plateaux (fig. 2). Ces types de loess ont été étudiés dans les coupes d'Achenheim, de Griesheim et de Saverne, en déterminant leur composition granulométrique, leur teneur en  $\text{CaCO}_3$ , en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , en humus, et leur pH; en outre, des analyses concernant les minéraux lourds et les oligoéléments.

Les loess d'Achenheim et de Griesheim se distinguent par une prédominance considérable (30—40%) de la fraction loessique de 0,05—0,02 mm et par une participation importante de la fraction argileuse (tab. 1). Le diamètre de la médiane est de 20—24  $\mu$  dans les loess, et de 10—16  $\mu$  dans les horizons des sols. Dans la coupe de Saverne, la formation des versants ne contient que 19% de fraction loessique, ce qui indiquerait une origine différente. Le tableau 1 présente une comparaison de la granulométrie des loess d'Alsace à celle des loess de Pologne. La comparaison fait apparaître une affinité considérable des loess d'Alsace avec ceux de l'avant-pays des Karpates ainsi qu'avec les limons des bassins karpatiques.

Dans le profil d'Achenheim, le loess récent comporte trois séries (I, II, III) formant un complexe caractérisé par ses caractères granulométriques (tab. 1) et minéralogiques (tab. 2).

Le loess récent I se distingue par sa teneur la plus élevée en carbonates (39%) et en minéraux lourds. Le zircon, l'épidote, le grenat et les amphiboles sont les minéraux transparents prédominants. L'indice d'al-

tération des minéraux lourds O/N + S atteint ici sa plus haute valeur, et notamment 0,86. Sur le loess récent s'est développé un paléosol brun de l'interstade Brörup, remarquable par sa coloration brun-rougeâtre, sa teneur considérable en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et en humus 0,85%. Dans ce paléosol, apparaissent des carbonates secondaires (13%) sous forme de concrétions remplissant de menus canaux verticaux, traces probables des racines. L'indice d'altération des minéraux lourds (0,32) est moins important que celui dans le loess I et proche de celui du loess II.

Dans le loess récent II ainsi que dans la série I, les minéraux opaques prédominent décidément. Quant aux minéraux transparents, sont présents avant tout les amphiboles, le chlorite, la tourmaline, le zircon et le rutile. Au sommet du loess II se trouve un paléosol brun de l'interstade de Paudorf, caractérisé par l'accroissement de teneur en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et en humus.

Le loess récent III est jaune à structure poreuse dans sa partie supérieure et gléyifié dans la partie inférieure. Entre les deux se trouve une zone rubefiée contenant moins de carbonates. Par contre, il est plus riche en Mn (800 ppm) dont la teneur dans le loess non altéré ne s'élève qu'à 400—500 ppm. Cet enrichissement aurait pu se produire par voie biogénique. La zone de rubéfaction liée par P. Wernert (33) aux processus pédogènes de la toundra, signale sans doute une courte interruption de l'accumulation du loess. Dans la série III, la teneur en minéraux peu résistants augmente visiblement en comparaison aux loess I et II.

La composition en minéraux lourds varie sensiblement en direction horizontale et verticale. Dans la coupe d'Achenheim, le muscovite, le zircon, les amphiboles, le rutile sont prédominants; dans la coupe de Griesheim, c'est la serpentine. Pour les loess d'Alsace, la valeur de l'indice d'altération des minéraux lourds augmente avec la profondeur (de 0,15 à 0,86). Pour les loess de Plateau de Lublin, l'indice d'altération varie entre 0,6 et 4,2. La comparaison signale donc une altération moins importante des minéraux lourds des loess d'Alsace est dû au caractère du matériaux dans les terrains d'alimentation et à la distance peu importante de ceux-ci. Les matériaux emportés de Vosges par les rivières n'étaient soumis qu'à un bref transport éolien. La grande variété de la composition des minéraux lourds dans les profils des loess résulte de la situation de ces derniers et de la structure géologique variée des Vosges.

Au cours de la dernière glaciation, l'Alsace se trouvait sur la périphérie de la zone périglaciaire, évoluée en sa variété océanique. Les matériaux loessogènes étaient probablement en majeure partie enlevés et transportés par les rivières de l'étage périglaciaire des montagnes entourant le fossé du Rhin. Le loess apparaît sur les deux rives du fleuve, mais il couvre des surfaces plus vastes du côté occidental. Cette disposition ainsi

que celle du système orographique général sont des arguments valables à l'appui de la thèse qu'à l'époque de l'accumulation, les vents dominants avaient été ceux à direction proche des méridiens. Pendant le Pléniglaciaire, les vents secs soufflant du secteur Nord—Est étaient surtout loessogènes. La disposition plus vaste des loess à l'Ouest du Rhin indique la direction Nord—Nord—Est comme prédominante.

Tab. 1. Skład granularny oraz zawartość CaCO<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, humusu i pH w lessach Alzacji  
Granulométrie et la teneur en CaCO<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, humus et pH dans les loess d'Alsace

| Próbka<br>Echantillon | Poziomy lessu<br>Horizons de loess    | Seria<br>lessu<br>Serie<br>de loess | Miąższość<br>warstwy<br>Puissance<br>de la<br>couche<br>m | Głębokość<br>pobrania<br>próby<br>Profondeur<br>de l'échan-<br>tillon<br>m | Skład granularny w %%. Granulométrie en %% |       |          |               |               |                |                 |                  | Ziarno<br>średnie<br>Grain<br>moyen<br>Md<br>mm | CaCO <sub>3</sub><br>% | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>% | Humus<br>% | pH<br>w KCl |
|-----------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------|----------|---------------|---------------|----------------|-----------------|------------------|-------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|------------|-------------|
|                       |                                       |                                     |                                                           |                                                                            | 2—1                                        | 1—0,5 | 0,5—0,25 | 0,25 —<br>0,1 | 0,1 —<br>0,05 | 0,05 —<br>0,02 | 0,02 —<br>0,005 | 0,005 —<br>0,002 |                                                 |                        |                                     |            |             |
| FRANCJA               |                                       |                                     |                                                           |                                                                            |                                            |       |          |               |               |                |                 |                  |                                                 |                        |                                     |            |             |
| Achenheim             |                                       |                                     |                                                           |                                                                            |                                            |       |          |               |               |                |                 |                  |                                                 |                        |                                     |            |             |
| 1                     | Poziom humusowy                       | III                                 | 0,0—0,2                                                   | 0,2                                                                        |                                            | 1     | 3        | 10            | 31            | 26             | 6               | 23               | 0,014                                           | 4,2                    | 2,99                                | 1,02       | 6,65        |
| 2                     | Poziom brunatnienia                   | III                                 | 0,2—0,5                                                   | 0,5                                                                        |                                            |       | 1        | 11            | 34            | 28             | 5               | 21               | 0,013                                           | 21,7                   | 2,34                                | 0,92       |             |
| 3                     | Less młodszy górny                    |                                     |                                                           | 0,75                                                                       |                                            |       | 3        | 9             | 38            | 29             | 5               | 16               | 0,020                                           | 27,7                   | 2,01                                | 0,64       | 7,0         |
| 4                     | subaeralny                            | III                                 | 0,5—1,0                                                   | 1,0                                                                        |                                            |       | 2        | 8             | 41            | 27             | 3               | 19               | 0,022                                           | 30,5                   | 1,95                                | 0,19       | 7,1         |
| 5                     | Less młodszy górny subaeralny z       |                                     |                                                           | 1,25                                                                       |                                            |       | 2        | 9             | 39            | 29             | 3               | 18               | 0,020                                           | 26,9                   | 2,03                                | 0,14       | 7,0         |
| 6                     | konkrecjami węglanowymi, prze-        |                                     |                                                           | 1,5                                                                        |                                            |       | 2        | 8             | 43            | 26             | 3               | 18               | 0,022                                           | 20,1                   | 2,20                                | 0,11       |             |
| 7                     | dzielony poziomem brunatnym           | III                                 | 1,0—2,0                                                   | 1,75                                                                       |                                            | 1     | 2        | 10            | 40            | 29             | 3               | 15               | 0,023                                           | 21,3                   | 2,09                                | 0,13       | 6,9         |
| 8                     | (1,75 m)                              |                                     |                                                           | 2,0                                                                        |                                            |       | 3        | 9             | 41            | 28             | 2               | 17               | 0,023                                           | 20,5                   | 2,05                                | 0,09       | 7,1         |
| 9                     | Less młodszy górny oglejony z kon-    | III                                 | 2,1—3,1                                                   | 2,5                                                                        |                                            |       | 3        | 9             | 39            | 29             | 3               | 17               | 0,021                                           | 26,8                   | 1,82                                | 0,12       |             |
| 10                    | krecjami żelaza                       |                                     |                                                           | 3,0                                                                        |                                            |       | 1        | 9             | 41            | 28             | 5               | 16               | 0,023                                           | 29,2                   | 1,88                                | 0,28       | 7,2         |
| 11                    | Poziom brunatnienia (B <sub>2</sub> ) | II                                  | 3,5—3,9                                                   | 3,6                                                                        |                                            | 1     | 3        | 4             | 9             | 39             | 26              | 7                | 11                                              | 0,024                  | 31,0                                | 2,24       | 0,35        |
| 12                    | Poziom brunatnienia, gleba kopalna    | I                                   | 4,4—4,7                                                   | 4,6                                                                        |                                            |       |          |               |               |                |                 |                  |                                                 | 0,016                  | 13,4                                | 3,56       | 0,85        |
|                       | Brörup                                |                                     |                                                           |                                                                            |                                            |       | 0,2      | 0,4           | 11,4          | 33             | 25              | 6                | 24                                              | 0,022                  | 39,0                                | 1,93       | 0,52        |
| 13                    | Less młodszy dolny subaeralny         | I                                   | 4,7—5,5                                                   | 5,0                                                                        |                                            | 0,6   | 2,8      | 2,6           | 8,0           | 39             | 29              | 8                | 10                                              | 0,260                  | 0,0                                 |            | 7,3         |
| 14                    | Czerwony piasek wogeski               |                                     | 5,5—6,5                                                   | 6,0                                                                        | 1,5                                        | 5,0   | 46,3     | 45,4          | 1,5           | 0,3            |                 |                  |                                                 |                        |                                     |            |             |
| Griesheim             |                                       |                                     |                                                           |                                                                            |                                            |       |          |               |               |                |                 |                  |                                                 |                        |                                     |            |             |
| 15                    | Less młodszy środkowy subaeralny      | II                                  | 0,0—1,5                                                   | 1,2                                                                        |                                            | 0,1   | 0,1      | 0,5           | 9,3           | 36             | 30              | 6                | 18                                              | 0,018                  | 30,3                                |            | 0,15        |
| 16                    | Poziom brunatnienia, gleba kopalna    |                                     |                                                           |                                                                            |                                            |       |          |               |               |                |                 |                  |                                                 |                        |                                     |            |             |
|                       | Brörup                                | I                                   | 1,5—2,2                                                   | 1,9                                                                        |                                            | 0,1   | 0,4      | 1,1           | 9,4           | 26             | 27              | 9                | 27                                              | 0,010                  | 12,1                                |            | 0,93        |
| Saverne               |                                       |                                     |                                                           |                                                                            |                                            |       |          |               |               |                |                 |                  |                                                 |                        |                                     |            |             |
| 17                    | Gлина zboczowa                        |                                     | 0,0—4,5                                                   | 3,0                                                                        |                                            | 2,2   | 8,8      | 12,0          | 10            | 19             | 20              | 6                | 22                                              | 0,023                  | 0,0                                 |            |             |
| POLSKA                |                                       |                                     |                                                           |                                                                            |                                            |       |          |               |               |                |                 |                  |                                                 |                        |                                     |            |             |
| Szczecbrzeszyn        |                                       |                                     |                                                           |                                                                            |                                            |       |          |               |               |                |                 |                  |                                                 |                        |                                     |            |             |
| 18                    | Less górny subaeralny                 |                                     | 0,0—4,0                                                   | 2,0                                                                        |                                            | 0,5   | 2,5      | 5             | 15            | 48             | 16              | 5                | 9                                               | 0,031                  | 7,3                                 |            |             |
| Pikulice              |                                       |                                     |                                                           |                                                                            |                                            |       |          |               |               |                |                 |                  |                                                 |                        |                                     |            |             |
| 19                    | Less górny subaeralny                 |                                     | 0,0—3,5                                                   | 2,5                                                                        |                                            |       | 0,5      | 1,5           | 16            | 33             | 23              | 9                | 17                                              | 0,021                  | 9,5                                 |            |             |

Tab. 2. Skład minerałów ciężkich we frakcji 0,2—0,06 mm lessów Alzacji w procentach ilościowych  
La composition des minéraux lourds dans le loess d'Alsace en pourcentages quantitatifs, fraction 0,2—0,06 mm

| Próbka<br>Echantillon | Séria lessu<br>Série<br>de loess | Udział<br>minerałów<br>w %<br>wagowych<br>Minéraux<br>lourd en %<br>du poids<br>total | Minerały nieprzezroczyste<br>Minéraux opaques |          |         |           |       | muskowit | Minerały przezroczyste bez muskowitu. Minéraux transparents (Σ=100%) |       |          |        |           |           |         |          |        |        |        |          |            |           |        |         |        | Współ-<br>czynnik<br>zwietrze-<br>nia *<br>Indice<br>d'alteration<br>O<br>N+S |           |      |
|-----------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------|---------|-----------|-------|----------|----------------------------------------------------------------------|-------|----------|--------|-----------|-----------|---------|----------|--------|--------|--------|----------|------------|-----------|--------|---------|--------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|
|                       |                                  |                                                                                       | Ogółem<br>Total                               | magnetyt | ilmenit | tlenki Fe | piryt |          | cyrkon                                                               | rutyl | turmalin | dysten | staurolit | sylimanit | tytanit | wezuwian | anataz | epidot | granat | amfibole | hornblenda | pirokseny | biotyt | chloryt | oliwin |                                                                               | serpentyń | inne |
|                       |                                  |                                                                                       |                                               |          |         |           |       |          |                                                                      |       |          |        |           |           |         |          |        |        |        |          |            |           |        |         |        |                                                                               |           |      |
| A c h e n h e i m     |                                  |                                                                                       |                                               |          |         |           |       |          |                                                                      |       |          |        |           |           |         |          |        |        |        |          |            |           |        |         |        |                                                                               |           |      |
| 3                     | III                              | 4,00                                                                                  | 74,7                                          | 8,3      | 9,5     | 54,3      | 2,6   | 4,3      | 1,6                                                                  | 6,1   | 8,9      | 0,4    | 0,4       | 3,7       | 11,0    | 0,8      | 0,4    | 17,2   | 4,9    | 10,2     | 12,2       | 2,9       | 5,7    | 13,5    | —      | —                                                                             | 0,4       | 0,18 |
| 6                     | III                              | 3,63                                                                                  | 22,1                                          | 2,1      | 4,8     | 12,3      | 2,9   | 63,4     | 5,5                                                                  | 5,2   | 2,4      | 0,6    | 0,3       | 6,4       | 2,8     | 0,6      | 0,9    | 7,7    | 7,0    | 25,7     | 6,4        | 1,2       | 8,9    | 17,5    | —      | —                                                                             | 0,9       | 0,18 |
| 9                     | III                              | 3,44                                                                                  | 39,6                                          | 11,3     | 10,4    | 17,8      | 0,1   | 37,9     | 1,2                                                                  | 5,4   | 7,2      | 1,2    | 0,6       | 5,4       | 5,4     | 6,0      | 0,6    | 19,2   | 4,2    | 21,5     | 3,6        | 1,2       | 5,4    | 11,9    | —      | —                                                                             | —         | 0,18 |
| 11                    | II                               | 2,03                                                                                  | 65,6                                          | 17,7     | 21,4    | 25,6      | 0,9   | —        | 7,9                                                                  | 6,7   | 9,2      | 2,5    | 0,4       | 3,8       | 2,5     | —        | 3,8    | 3,3    | 8,4    | 29,7     | 5,9        | 0,8       | 3,8    | 11,3    | —      | —                                                                             | —         | 0,30 |
| 12                    | I                                | 0,80                                                                                  | 61,4                                          | 16,5     | 18,7    | 26,1      | 0,1   | —        | 10,0                                                                 | 2,2   | 9,4      | 1,9    | 0,8       | 1,1       | 5,3     | 0,3      | 1,1    | 24,2   | 5,0    | 30,8     | 2,8        | 3,3       | 0,3    | 1,4     | —      | —                                                                             | —         | 0,32 |
| 13                    | I                                | 0,50                                                                                  | 56,7                                          | 28,5     | 27,7    | —         | 0,5   | —        | 31,7                                                                 | 8,1   | 5,6      | 1,2    | 0,3       | —         | 6,6     | 0,3      | 4,4    | 15,4   | 11,9   | 3,2      | 5,6        | 0,6       | —      | 3,4     | —      | —                                                                             | 1,6       | 0,86 |
| 14                    |                                  | 4,00                                                                                  | 74,5                                          | 32,2     | 25,7    | 9,2       | 7,4   | 1,0      | 7,3                                                                  | 31,2  | 18,1     | 1,9    | 0,4       | —         | 6,9     | 0,4      | —      | 8,5    | 1,5    | 8,1      | 11,1       | 2,7       | —      | 1,5     | —      | —                                                                             | 0,4       | 1,36 |
| G r i e s h e i m     |                                  |                                                                                       |                                               |          |         |           |       |          |                                                                      |       |          |        |           |           |         |          |        |        |        |          |            |           |        |         |        |                                                                               |           |      |
| 15                    | II                               | 6,49                                                                                  | 49,6                                          | 7,8      | 8,5     | 25,6      | 7,7   | 6,7      | 1,3**                                                                | 6,4   | 4,9      | —      | —         | 0,9       | 0,8     | —        | —      | 5,7    | 3,3    | 5,5      | 8,2        | 2,1       | 1,7    | 5,0     | 0,6    | 52,8                                                                          | 0,8       | 0,36 |
|                       |                                  |                                                                                       |                                               |          |         |           |       |          | 2,7                                                                  | 13,6  | 10,3     |        |           | 2,0       | 1,7     |          |        | 12,0   | 7,0    | 11,7     | 17,3       | 4,3       | 3,7    | 10,7    | 1,3    | —                                                                             | 1,7       |      |
|                       |                                  |                                                                                       |                                               |          |         |           |       |          | 2,4**                                                                | 4,3   | 7,5      |        |           | 1,8       | 2,6     |          |        | 4,1    | 3,0    | 16,4     | 17,8       | 2,8       | 0,8    | 3,0     | 0,2    | 32,9                                                                          | 0,4       |      |
| 16                    | I                                | 1,50                                                                                  | 62,8                                          | 13,5     | 8,9     | 36,1      | 4,3   | 3,8      | 3,6                                                                  | 6,5   | 11,2     | —      | —         | 2,7       | 4,0     | —        | —      | 6,0    | 4,5    | 24,1     | 26,5       | 4,2       | 1,8    | 4,5     | 0,3    | —                                                                             | 0,6       | 0,26 |

\* Współczynnik zwietrzenia wyliczony wg wzoru Racinowskiego: O — minerały odporne (dysten, rutyl, staurolit, cyrkon), S — minerały średnio odporne (anataz, epidot, granat, sylimanit, tytanit, wezuwian), N — minerały nieodporne (amfibole, biotyt, chloryt, hornblendna, oliwin, pirokseny, serpentyń).

\*\* W liczniku podano udział procentowy w stosunku do grupy wszystkich minerałów przezroczystych (traktowanych jako 100%), a w mianowniku w stosunku do tej grupy, ale z wyjątkiem serpentyń.

Jan Buraczyński

MAPA GEOMORFOLOGICZNA OKOLIC STRASBURGA  
CARTE GEOMORPHOLOGIQUE DES ENVIRONS DE STRASBOURG

1:200 000

0 1 2 3 4 5 km

-  Koryta rzeczne  
Lits de rivières
-  Koryta starorzeczy z wodą  
Bras morts avec l'eau
-  Suche koryta starorzeczy  
Bras morts secs
-  Krawędzie teras rzecznych, wys. 3-5 m  
Rebords de terrasses fluviales, 3-5 m
-  Krawędzie teras rzecznych, wys. 10 m  
Rebords de terrasses fluviales, 10 m
-  Stożki napływowe  
Cônes alluviaux
-  Terasa zalewowa niska (Holocen)  
Basse-terrasse inférieure (Holocène)
-  Terasa zalewowa wyższa (Holocen)  
Basse-terrasse supérieure (Holocène)
-  Terasa nadzalewowa akumulacyjno-erozyjna (Würm-Holocen)  
Terrasse d'accumulation et d'érosion (Würm-Holocène)
-  Terasa akumulacyjna nadzalewowa, wys. 5 m (Würm)  
Terrasse d'accumulation, hauteur 5 m (Würm)
-  Terasa nadzalewowa z pokrywą lessową, wys. 10-15 m (Würm)  
Terrasse d'accumulation à couverture de loess, hauteur 10-15 m
-  Terasa nadzalewowa z pokrywą lessową, wys. 20-30 m (Riss)  
Terrasse d'accumulation à couverture de loess, hauteur 20-30 m
-  Dolinki nieckowate i płaskodenne  
Vallons en berrceaux et vallons à fond plat
-  Suche dolinki asymetryczne  
Vallées sèches dissymétriques
-  Stoki i zbocza  
Versants et pentes
-  Zrównania podstokowe, glacia  
Glacis
-  Wierzchowina lessowa niska, wys. 160-170 m  
Plateau de loess inférieur, 160-170 m
-  Wierzchowina lessowa wyższa, wys. 200-250 m  
Plateau de loess supérieur, 200-250 m
-  Zrównanie wierzchowinowe, wys. 250 m (Trzec.)  
Surface d'aplanissement, 250 m (Tertiaire)
-  Ostańce denudacyjne  
Collines résiduelles d'érosion
-  Ostańce, horsty  
Inselbergs, horst
-  Krawędź lessowa  
Escarpement de loess
-  Krawędź tektoniczno-strukturalna  
Escarpement tectonique et structural
-  Krawędź tektoniczna Wogezów i Czarnego Lasu  
Escarpement de faille de Vosges et Forêt Noire



Tableau 4. Stratigraphie des loess du profil d'Achenheim

| C H R O N O L O G I E                      |                                 |                                                     |                      | PROCESSUS                                                          | F O R M A T I O N S L I T H O L O G I Q U E S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                |                                                                         | FAUNE<br>d'après P. Wernert                                                                  | ARCHÉOLOGIE<br>d'après P. Wernert                          |
|--------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Strati-<br>graphie                         | Age<br>absolu                   | Température<br>moyenne<br>du juillet<br>5° 10° 15°C | Inter stades         |                                                                    | P. Wernert (1957)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | F. Bordes (1969)                                                                                                                                               | J. Buraczyński (1971)                                                   |                                                                                              |                                                            |
| HOLOCENE                                   |                                 |                                                     |                      | Dénudation                                                         | Accumulation fluviolacustre<br>du ruisseau d'Achenheim.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | —                                                                                                                                                              | Colluvions loessoides sur<br>les versants de vallées                    |                                                                                              | Néolithique                                                |
| W U R M<br><br>P L É N I G L A C I A I R E | Tardi-<br>glaciaire             | 10 000                                              | Alleröd<br>Bölling   | Dénudation de versants                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                | ?                                                                       |                                                                                              |                                                            |
|                                            |                                 | 20 000                                              |                      | Accumulation de loess<br>récents III<br>Altération pédogénétique   | Loess récents supérieurs :<br><br>loess typique blanchâtre<br>avec zones rubéfiées.                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Loess récent III :<br>lehm<br>zone brunâtre solifluée<br>loess jaune clair<br>limon humique                                                                    | Loess typique<br>Sol toundraïque<br>Loess gleyifié<br>Sol brun arctique | Renne, pauvres mollusques<br>Renne, cervidés, équidés, bison                                 | Paléolithique supérieur niveau du<br>Périgordien supérieur |
|                                            |                                 | 30 000                                              | Denekamp             | Processus pédogènes                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                |                                                                         |                                                                                              |                                                            |
|                                            |                                 | 40 000                                              | Hengelo              | Processus de versant                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                | Loess de versant en trainées                                            |                                                                                              |                                                            |
|                                            |                                 | 50 000                                              |                      | Accumulation de loess<br>récents II                                | Loess récents inférieurs :<br><br>loess sableux, aquatique.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Loess récent I et II :<br>lehm d'altération<br>loess typique avec zones<br>de rubéfaction<br>loess sableux                                                     | Loess de solifluxion                                                    | Faune riche: loup, marmotte,<br>spermophile, rhinocéros, laincux,<br>équidés, renne          | Moustérien                                                 |
|                                            | Le début<br>de la<br>glaciation | 60 000                                              | Brörup<br>Amersfoort | Pédogénèse<br>Accumulation de loess<br>récent I                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                | Sol brun<br>Loess typique                                               | Renne, éléphant<br>Renne, bison                                                              |                                                            |
|                                            | 70 000                          |                                                     |                      |                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                |                                                                         |                                                                                              |                                                            |
| RISS-WURM                                  |                                 |                                                     |                      | Processus pédogénétiques,<br>dénudation et érosion<br>des versants | Processus d'érosion,<br>grand ravinement.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Lehm brun rouge                                                                                                                                                | Sol lessivé avec horizons bien<br>développés                            | Elephas cf primigenius                                                                       | Industrie moustéroïde                                      |
| RISS                                       | III                             |                                                     |                      | Accumulation de loess<br>anciens supérieurs                        | Loess anciens supérieurs :<br>loess typique et loess sableux,<br>zones rubéfiées — développe-<br>ment de sol toundraïque.<br>Loess anciens moyens :<br>lehm rouge brun,<br>loess atypique,<br>limon de versant,<br>Loess anciens inférieurs :<br>limon brun humifère,<br>limon loessique stratifié ou<br>limon colluvial lité et stratifié.<br>Limon jaune argileux<br>fluvialite. | Loess atypique<br>à pseudomycélium<br><br>Limon brun humifère,<br>partiellement décalcifié<br><br>Loess atypique à gros grains<br>calcaires et pseudomycélium. | Limons sableux                                                          | Riche faune de mollusques,<br>spermophile, marmotte en terriers,<br>équidés, cervidés, bison | Outillage moustéroïde                                      |
|                                            | III/II                          |                                                     |                      |                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                |                                                                         | Grand hélix, équidés, cervidés, bison,<br>carnivores, Elephas antiquus                       |                                                            |
|                                            | II                              |                                                     |                      | Accumulation de loess<br>inférieurs                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Lehm noir humifère                                                                                                                                             |                                                                         | Loup, ours brun, équidés, cervidés                                                           |                                                            |
|                                            | II/I                            |                                                     |                      | Désintégration et altération<br>forte de climat humide             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Limon loessique à pseudo-<br>mycélium<br>limon argileux fluvialite lité                                                                                        | Alluvions vosgiennes :<br>sables rouges avec faune<br>de climat froid   | Ours brun, équidés, cervidés,<br>bovidés, El. antiquus, El. tronotherii                      | Pebble-culture                                             |
|                                            | I                               |                                                     |                      | Accumulation fluviale<br>du cône de la Bruche                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                |                                                                         | Faune rare, mollusques, Helix<br>pomatia, H. arbustorum                                      |                                                            |
| MINDEL-RISS                                |                                 |                                                     |                      | Erosion en vallées (Rhin)<br>Accumulation fluviale                 | Processus d'érosion, vallée<br>fossile d'Achenheim.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Terrasse de Hangebieten :<br>limon rouge de plateaux                                                                                                           | Alluvions rhénanes :<br>sables gris avec faune<br>de climat tempéré     | Hyène, ours brun, spermophile,<br>marmotte, équidés, cervidés, bison,<br>Elephas antiquus    | Paléolithique inférieur, traces de<br>foyers               |
| MINDEL                                     |                                 |                                                     |                      |                                                                    | Terrasse Hangebieten :<br>loess sableux soliflué.<br>Alluvions vosgiennes :<br>sables rouges.                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Loess sableux soliflué<br>de couleur canari<br>Alluvions vosgiennes :<br>sables rouges                                                                         |                                                                         | Renne, Mollusques de climat froid                                                            |                                                            |
| PRE-MINDEL                                 |                                 |                                                     |                      |                                                                    | Alluvions rhénanes :<br>sables et vases gris.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Alluvions rhénanes :<br>sables rhénans gris, vases<br>rhénans                                                                                                  |                                                                         | Mollusques de climat tempéré chaud,<br>hippopotame                                           |                                                            |

Tab. 4. Stratygrafia lessów w profilu Achenheim

| CHRONOLOGIA        |                            |                                                |                                                 | PROCESY<br>wg autora                                                                 | JEDNOSTKI LITOLOGICZNE                                                                                         |                                                                                                     |                                                     | FAUNA<br>wg P. Wernert                                                           | ARCHEOLOGIA<br>wg P. Wernert               |                                                             |
|--------------------|----------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Stratygrafia       | według T.v.d. Hammen i in. |                                                |                                                 |                                                                                      | P. Wernert (1957)                                                                                              | F. Bordes (1969)                                                                                    | J. Buraczyński (1971)                               |                                                                                  |                                            |                                                             |
|                    | Wiek bez-<br>względny      | Srednia<br>temperatura<br>lipca<br>5° 10° 15°C | Interstadialy                                   |                                                                                      |                                                                                                                |                                                                                                     |                                                     |                                                                                  |                                            |                                                             |
| HOLOCEN            |                            |                                                |                                                 | Denudacja                                                                            | Akumulacja fluwialno-jeziorna gliny lessowej w dolinie Achenheim                                               | —                                                                                                   | Deluwia pylaste na zboczach dolin                   |                                                                                  | Neolit                                     |                                                             |
| Późny<br>glacial   | 10 000                     |                                                | Alleröd<br>Bölling                              | Denudacja zboczy                                                                     | Less młodszy górny:<br>less typowy ze strefami zaczerwie-<br>nienia.                                           | Less młodszy III:<br>iły,<br>warstwa brunatna soliflukcyjna,<br>less jasnożółty,<br>glina humusowa. | ?                                                   | Renifer, uboga fauna ślimaków                                                    | Paleolit górny<br>poziom Perigordien górny |                                                             |
|                    | 20 000                     | Akumulacja lessu młodszego III                 |                                                 |                                                                                      |                                                                                                                |                                                                                                     |                                                     |                                                                                  |                                            |                                                             |
|                    | 30 000                     | Procesy wietrzeniowe                           | Denekamp                                        | Gleba brunatna arktyczna                                                             |                                                                                                                |                                                                                                     |                                                     |                                                                                  |                                            | Renifer, jeleniowate, konie, bizon                          |
|                    | 40 000                     | Procesy zboczowe                               | Hengelo                                         | Less warstwowany zboczowy                                                            |                                                                                                                |                                                                                                     |                                                     |                                                                                  |                                            |                                                             |
|                    | 50 000                     | Akumulacja lessu młodszego II                  | Less młodszy dolny:<br>less piaszczysty, wodny. | Less soliflukcyjny                                                                   |                                                                                                                |                                                                                                     |                                                     |                                                                                  |                                            | Fauna bogata: wilk, świstak,<br>renifer, nosorożec wełnisty |
| Wczesny<br>glacial | 60 000                     |                                                | Brörup                                          | Procesy glebowe                                                                      | Less młodszy I i II:<br>ił wietrzeniowy,<br>less typowy z poziomami zaczerwie-<br>nienia,<br>less piaszczysty. | Less typowy                                                                                         | Gleba brunatna                                      | Renifer, słoń<br>Renifer, bizon                                                  | Kultura mustierska                         |                                                             |
|                    | 70 000                     | Amersfoort                                     | Akumulacja lessu młodszego I                    |                                                                                      |                                                                                                                |                                                                                                     |                                                     |                                                                                  |                                            |                                                             |
| RISS-WÜRM          |                            |                                                |                                                 | Procesy glebowe, denudacja i erozja na zboczach                                      | Procesy erozyjne, rozwój dużego wąwozu.                                                                        | Il brunatny                                                                                         | Gleba lessivé z dobrze rozwiniętymi horyzontami     | Elephas primigenius                                                              | Przemysł mustierski                        |                                                             |
| RISS               | III                        |                                                |                                                 | Akumulacja lessu starszego górnego                                                   | Less starszy górny:<br>less typowy i piaszczysty,<br>poziomy zaczerwienienia — rozwój gleb tundrowych.         | Less nietypowy z pseudomyceliarnymi                                                                 | Glina piaszczysta                                   | Bogata fauna ślimaków, świstak, bizon, jeleniowate, koń                          | Paleolit typu pebble                       |                                                             |
|                    | III/II                     | Akumulacja lessu starszego dolnego             |                                                 | Less starszy środkowy:<br>ił brunatny (gleba),<br>less nietypowy,<br>gliny zboczowe. | Glina brunatna humusowa, odwapniona                                                                            | Duże formy ślimaków, konie, jeleniowate, bizon, drapieżne, Elephas antiquus                         |                                                     |                                                                                  |                                            |                                                             |
|                    | II                         |                                                |                                                 |                                                                                      | Less nietypowy z dużymi koncentracjami węglanowymi i pseudomyceliarnymi                                        | Niedźwiedź, wilk, konie, jeleniowate                                                                |                                                     |                                                                                  |                                            |                                                             |
|                    | II/I                       |                                                |                                                 |                                                                                      | Il czarny humusowy                                                                                             | Niedźwiedź brunatny, konie, Elephas antiquus, El. tronontherii                                      |                                                     |                                                                                  |                                            |                                                             |
|                    | I                          |                                                |                                                 |                                                                                      | Glina lessowa z pseudomyceliarnymi<br>Glina ilasta fluwialna                                                   | Aluwia wogeskie:<br>piaski czerwone z fauną klimatu zimnego                                         |                                                     | Fauny mało, ślimaki                                                              |                                            |                                                             |
| MINDEL-RISS        |                            |                                                |                                                 | Erozja w dolinach (Ren)<br>Akumulacja fluwialna                                      | Procesy erozyjne, wycięcie kopalnej doliny Achenheim.                                                          | Terasa Hangenbieten:<br>zwietrzała glina czerwona wyżynna                                           | Aluwia reńskie:<br>szare piaski z fauną ciepłolubną | Hiena, niedźwiedź brunatny, świstak, konie, jeleniowate, bizon, Elephas antiquus | Paleolit dolny,<br>ślady ognisk            |                                                             |
| MINDEL             |                            |                                                |                                                 |                                                                                      | Terasa Hangenbieten:<br>less piaszczysty soliflukcyjny.<br>Aluwia wogeskie:<br>czerwone piaski.                | Less piaszczysty soliflukcyjny żółty<br>Aluwia wogeskie:<br>czerwone piaski                         |                                                     | Renifer, ślimaki klimatu zimnego                                                 |                                            |                                                             |
| PRE-MINDEL         |                            |                                                |                                                 |                                                                                      | Aluwia reńskie:<br>piaski i muły szare.                                                                        | Aluwia reńskie:<br>piaski i muły szare.                                                             |                                                     | Ślimaki klimatu umiarkowanie ciepłego, hipopotam                                 |                                            |                                                             |