

*Pierre Bout*

*Le Puy*

## CZWARTORZĘDOWE PROCESY PERYGLACJALNE W VELAY (FRANCJA)

### Zarys treści

Na obszarze Velay (Górna Loara) stwierdzono występowanie osadów stokowych, zjawisk krioturbacyjnych oraz śladów eolizacji, związanych z kilkakrotnymi nawrotami warunków peryglacjalnych w Europie w okresie czwartorzędowym.

Velay zajmuje dużą część powierzchni departamentu Górnej Loary. Jest to, obok Owernii, Aubrac i Vivarais, jeden z wulkanicznych obszarów Masywu Centralnego.

Departament Górnej Loary przecinają z północy na południe dwie wielkie rzeki: Loara i Allier. Rzeki te, o źródłach zbliżonych do siebie, płyną w głębokich dolinach.

Omawiany obszar leży po obu stronach  $45^\circ$  szerokości północnej. Wysokości sięgają tutaj od 400 do 1754 m; ostatnia wartość odnosi się do Mézenc, trzeciego z kolei szczytu w Masywie Centralnym. Strefa wyżynna, od 800 do 1200 m, zajmuje w Velay przestrzeń dość rozległą.

Dzięki sprzyjającym okolicznościom, pośród których wulkanizm nie jest najmniej ważny, na omawianym terenie zachowały się fakty dające się powiązać z działalnością procesów peryglacjalnych, które kilkakrotnie nawiedzały Europę w czwartorzędzie. Wymienić tu należy utwory stokowe, zjawiska krioturbacji i eolizacji, z których najstarsze zaczęły się pojawiać poczynając od okresu Villafranchien.

### PERYGLACJALNE OSADY STOKOWE

Ograniczę się do opisu jednego tylko przykładu utworów peryglacjalnych dla każdego okresu, typowych i dobrze datowanych.

### VILLAFRANCHIEN

#### Tufy ochrowe wulkanu Coupet

Na południowym zboczu wulkanu Coupet, niedaleko St. Eble, miejscowości położonej w pobliżu doliny Allier, leżą utwory o miąższości 2—5 m zajmujące powierzchnię 10 ha (fot. 1). Seria ta posiada nachylenie około

10°. W związku z tymi utworami nasuwają się przedstawione poniżej uwagi.

Charakter utworów. Zasadniczym składnikiem jest mułek ochrowy odznaczający się lekkością, o wyglądzie przypominającym less wtedy, gdy nie ma zbyt dużej domieszki cząsteczek bazaltu. Posiada on, podobnie jak less, kanaliki, które stanowią ślady drobnych korzonków. Mułek ten pochodzi z wietrzenia leżących pod spodem żużli bazaltowych, które zdają się wypełniać szczelinę o szerokości 500—800 m. Na tej szczelinie usadowił się wulkan Coupet.

Dorlhac (16) dla oznaczenia tych utworów używał określeń: „aluwia wulkaniczne”, „utwór ilasto-wulkaniczny”, „brekcje osadowe”. Aymard (2) wspominał o „brekcjach błotnistych”. Według Bertranda de Lom (3) chodzi tu o „produkty zmywania”, a według Boule’a (4) o „utwory złożone na stokach przez splukiwanie dzikich wód”.

Powstawanie utworów. Cała seria jest podzielona na poszczególne ławice, obejmujące często jedną tylko warstwę złożoną z kanciatych odłamków bazaltu wielkości pięści lub głowy, lub z szeregu małych enklaw drobnych, jeszcze pylastych popiołów.

Można sobie wyobrazić, że odłamki te zostały osadzone w czasie przesuwania się całej masy mułków przesyconych wodą. Gniazda popiołów powstały przez rozpościeranie, przez osadzanie całych płatów materiału porwanych z podłoża. Zdarza się, że ławice odłamków i enklawy popiołów występują obok siebie u podstawy serii mułkowatej. Osadzanie materiału odbywało się więc oczywiście drogą stopniowego nasuwania się na siebie poszczególnych partii materiału.

Warunki klimatyczne. Aby wyjaśnić powstanie tej potężnej mułkowatej masy popiołów, trzeba przyjąć istnienie wietrzenia chemicznego. Wydaje się, że wiatr również odgrywał pewną rolę w akumulacji pyłów na południowym, osłoniętym stoku wulkanu.

Porównując z warunkami współczesnymi można spróbować określić inne cechy klimatyczne tego utworu. Tufy ochrowe wulkanu Coupet są współcześnie głęboko rozcięte przez splukiwanie. Osady są poorane szeregiem drobnych parowów o głębokości 3—4 m, rozmieszczonych wzdłuż odcinków stoku o największym nachyleniu. W czasie powstawania tej formacji pokrywa miała charakter ciągły, o froncie sięgającym kilkuset metrów. W całej masie nie znaleziono śladów wcięć obserwując jedynie serie materiału ciągnące się z jednego stoku współczesnych parowów na drugi. Tego rodzaju ułożenie materiału jest rezultatem akumulacji produktów wietrzenia na stoku o nachyleniu około 10° żłobionym przez współczesne splukiwanie. Tufy ochrowe wulkanu Coupet pochodzą więc z okresu, gdy na stokach, nawet silnie nachylonych, akumulacja była intensywniejsza

niż transport. Osadzanie odbywało się drogą kolejno następujących faz dopływu materiału; u ich podstawy w każdym wypadku znajduje się nieco materiału stokowego, nie zwietrzałego. Wygląda to tak, jakby materiał ten rozluźniony na powierzchni odegrał rolę strefy poślizgu dla serii osadzającej się powyżej. Wydaje się, że mogło to nastąpić drogą soliflukcji w okresie rozmarzania.

Według autora tufy ochrowe wulkanu Coupet świadczą o istnieniu klimatu o okresach na przemian występujących wilgotnych i zimnych. Wietrzenie chemiczne odnosiłoby się do okresów wilgotnych, zaś osadzanie poszczególnych partii materiału wiązałoby się z okresami odmarzania. Autor miał możliwość obserwowania w zachodniej Islandii odbywającego się współcześnie procesu wietrzenia popiołów małego wulkanu w pobliżu jeziora Hredavatn w dolinie rzeki Nordurá na pył barwy ochrowej. Wszystkie tereny, na których występuje materiał luźny na tej wyspie, zasadniczo zbudowanej z bazaltu, posiadają barwę ochry. Barwę tę posiadają również lessy a więc osady, które u nas wiążą się z klimatem zimnym.

Datowanie i związki. W osadach wulkanu Coupet znaleziono kości dość obfitej fauny, zawierającej między innymi gatunki *Mastodon arvernensis*, *Elephas meridionalis*, *Equus Stenonis*, tapir, antylopy i jeleniowate. Wydaje się, że fauna ta nie występuje w tufach na złożu pierwotnym, ponieważ kości są połamane i rozproszone bezładnie w całym utworze, zarówno w kierunku poziomym jak i pionowym. Mimo to nie ma podstaw do traktowania tego utworu jako znacznie późniejszego. Pochodzi on niewątpliwie z okresu Villafranchien.

Fauna Coupet bardzo przypomina faunę z St. Vallier (Drôme), wydobytą z lessu i badaną przez Vireta (19). Taka sama fauna występuje również w stropie osadów wypełniających kotliny w Górach Apenińskich (górny odcinek doliny Arno) i Alp Appuańskich (Olivola), gdzie stwierdzono, że sedymentacja drobnego materiału ustępuje miejsca zlepieńcom. W tym samym czasie mięczaki zimnych wód (*Cyprina Islandica*) występowały w Morzu Śródziemnym, a pyłki roślin zimnolubnych gromadziły się w osadach rzeki Arno. Flora okresu Villafranchien z Velay, zbadana przez Florschütz, świadczy również o najściu zimna.

Osady wulkanu Coupet, związane z klimatem, nie są jedynymi tego typu utworami z Velay. Autor wymieniał już w innym miejscu niektóre z nich (7). Fotografia 2 przedstawia jeden z tych utworów z okolicy St. Didier d'Allier. Osady te przykryte przez strumień bazaltowy, który zapewnił ich zachowanie, w spągu składają się z odłamków gnejsowych, w stropie natomiast posiadają serię drobnego mułku również pochodzenia gnejsowego. Inny utwór tego typu znajduje się w Vazeilles (fot. 7), nieco na wschód od osi wyżyny Velay. Jest to piasek powstały ze zwietrzenia strefy

brzeżnej. Przeważa w nim materiał bazaltowy o bardzo drobnych cząstkach. Podobnie jak w St. Didier widać tam warstwę materiału drobnego zawierającego 15—20% cząstek ilastych, leżącego ponad warstwami materiału gruboziarnistego, żwirowatego. Górny poziom, silnie zaburzony przez krioturbację wciska się stożkowatymi apofizami w gruboziarnistą serię leżącą poniżej

Tego rodzaju układ, w którym materiał drobnoziarnisty występuje nad serią złożoną z cząstek grubszych, opisany już z St. Didier d'Allier i z Vazeilles, znany jest autorowi również z osadów magdaleńskich w pobliżu Retournac w dolinie Loary. Układ ten zdaje się w każdym wypadku odpowiadać schyłkowi fazy zimnej a więc okresowi, w którym wietrzenie chemiczne uzyskuje przewagę nad wietrzeniem mechanicznym. Oczywiście jednak mogły mieć miejsce nawroty zimna, które wywołały krioturbację w Vazeilles lub doprowadziły do pokrycia warstw drobnoziarnistych powłoką złożoną z cząstek grubszych, jak to obserwowano w osadach z Coupet.

#### OKRES PRZEJŚCIOWY VILLAFRANCHIEN — PLEJSTOCEN

Tuż obok Puy, na wschodnich zboczach góry Denise, znajdują się tufy z Malouteyre w ten sposób opisywane przez Boule'a (4): „produkty wybuchów wulkanicznych silnie przekształcone, prawdziwe osady gruzowe zawierają obok elementów wulkanicznych liczne zaokrąglone ziarna kwarcu i skał paleozoicznych. Osady te występują często na przemian z nietkniętymi ławicami materiału wyłącznie wulkanicznego”.

Tufy Malouteyre posiadają około 15 m miąższości. Spoczywają one na brekcjach bazaltowych góry Denise i są przykryte strumieniem lawy bazaltowej, pochodzącej z tego samego wulkanu. Upad ich miejscami sięga do 30°. Tufy te składają się z białawych ławic bogatych w margiel, rozdrobnione wapienie i zwietrzałe ziarna bazaltu. W całej serii zarysowują się dwa poziomy zawierające grube bloki brekcji bazaltowej i bazaltu. Średnica ich zmniejsza się ku dołowi stoku, co wskazuje na transport *en masse*. Mamy tu do czynienia ze starymi soliflukcyjnymi strumieniami błotnymi i kamienistymi. Powyżej poszczególnych bloków zaznaczają się jeszcze ślady przesunięć.

Najbardziej jednak interesujący jest fakt, że brakieje, na których spoczywa opisany utwór, są zniszczone i rozdrobnione do głębokości 2—3 m oraz, że materiał powstały z tego zmiążdżenia przechodzi w tufy stanowiąc ich dolną część (fot. 3). Poza tym obserwacja wykazuje, że ławice materiału wulkanicznego, o których mówi Boule, składają się z ziarn szklistego bazaltu pochodzącego ze zwietrzenia brekcji. Prawdziwy materiał wulkaniczny, wyrzucony przez wulkan Denise w czasie ostatniego wybuchu występuje jedynie w stropie utworu, gdzie — jak to można stwierdzić

na zachodnich zboczach tej samej góry — cienkie, czarne ławice popiołów występują na przemian z tufami zwietrzelinowymi. Największa miąższość utworu odpowiada więc fazie spokoju wulkanu pomiędzy osadzeniem brekcji bazaltowych, tak pospolitych w okolicach Puy i współczesnych piaskom z mastodontami z Velay a wybuchem wulkanu Denise. Wybuch ten miał miejsce o wiele później, w zaraniu okresu plejstocńskiego.

W spągu tych tufów znaleziono (4, 8) szczątki *Elephas meridionalis* typu rozwojowego *St. Prestien* według Depéreta z resztkami, które można przypisać gatunkom: *Leptobos*, *Equus Stenonis*, *Rhinoceros* i *Cervideae*. Fauna z Sinzelles koło Puy występująca w osadach analogicznych do osadów z Malouteyre, w identycznej sytuacji stratygraficznej między brekcią i bazaltem, bogatsza niż w Malouteyre, posiada również przedstawiciela z rodzaju *Elephas* i tak samo nie zawiera mastodonta.

Tutaj jeszcze, tak jak w Coupet, osady noszą znamiona klimatu równocześnie wilgotnego (soliflukcja) i zimnego (rozdrobienie brekcji do kilku metrów głębokości). Klimat ten sprzyjał akumulacji na omawianych stokach osadów gruzowych o dużej miąższości. Autor nie przypisuje w procesie osadzania tych utworów żadnej roli splukiwaniu. Tekstura utworu, jak to zostało wyjaśnione w innym miejscu (10), wydaje się świadczyć o przemieszczeniu *en masse*.

Można również w inny sposób dowieść istnienia klimatu wyjaśniającego powstanie tufów z Malouteyre. Osady tego samego wieku co seria z Malouteyre są w Velay charakterystyczne dla stropu utworów zasypania, które się rozpoczęło w drugiej fazie okresu Villafranchien. Wśród tych utworów znajduje się zlepieniec z blokami bazaltu, który w St. Vidal występuje w spągu osadów jeziernych o dużej miąższości. Diagram pyłkowy wykonany dla tej serii przez Florschütza wskazuje, że w fazie powstawania spągowej partii zlepieńca las składał się wyłącznie z drzew iglastych. To zubożenie lasu wraz z towarzyszącym temu zjawisku wzrostem powierzchni odkrytych, czego dowodzi duży procent pyłków roślin trawiastych, jest interpretowane przez Florschütza jako wyraz ochłodzenia klimatu.

#### STARSZY PLEJSTOCEN

W Solilhac, gmina Blanzac, o 10 km na północ od Puy znajduje się odsłonięcie, w którym od dawna intrygowały geologów osady złożone z bardzo wielkich bloków: z całych słupów i bruku bazaltowego. Julien (17) przypisywał tym utworom pochodzenie morenowe. Boule (4) uważał je za formację związaną z transportem w czasie opadania wód powodzi, wywołanych intensywnym topnieniem śniegów.

Sposób ułożenia utworów wskazuje wyraźnie, że mamy do czynienia z formacją stokową o facji zmieniającej się lokalnie. W każdym jednak

wypadku formację tę zasilał materiał pochodzący z denudacji strumienia bazaltu, sterczącego w formie stromej ściany ponad dolinką Solilhac oraz margle okresu Sannoisien, na których leżą piaski z mastodontami (fot. 4).

Dalej na południe, w Côte de l'Oulette, o 1,5 km od Solilhac, te same utwory ukazują się na obu stokach dolinki strumienia Chalon. Widać wyraźnie, że mamy tu do czynienia ze starymi, soliflukcyjnymi strumieniami błotnymi i kamienistymi.

Osady tego samego wieku są zresztą dość częste w tej okolicy, co świadczy o wpływie klimatu na ich powstanie.

Na stokach góry Brunelet, powyżej Brives-Charensac w dolinie Loary, u podnóża neku bazaltowego zniszczonego przez denudację, przetrwały płaty utworów spoczywających na marglach okresu Sannoisien nasuwa myśl o podobieństwie do tufów ochrowych z Coupet. Charakter tego utworu jest inny, ponieważ obszar obfituje tam w margle i ily z okresu Sannoisien z odławkami bazaltów i resztkami aluwii rzecznych. Istniejące podobieństwo polega na występowaniu w całej serii tych utworów przewarstwień ilów lub bryłek ilastych ułożonych wzdłuż linii o nachyleniu około 10°, tak jak enklawy popiołów w tufach z Coupet. Każdy z tych poziomów, w którym substancja stokowa ukazuje się rozciągnięta i przeławicona, oznacza podstawę fazy transportu. Podobnie jak w Coupet, utwór ten został według wszelkiego prawdopodobieństwa złożony przez kolejne spływy soliflukcyjne w okresach tajania.

Sporo ilastych bryłek znajdujących się w tych utworach zachowało ostre krawędzie. Trudno wytłumaczyć ten fakt zwykłym niszczeniem przez wody. Trzeba jeszcze uzasadnić akumulację na tym stoku grubej pokrywy zwietrzelinowej o miąższości kilku metrów, którą usiłują zniszczyć współczesne czynniki klimatyczne. Nasuwa to myśl o nawrocie warunków klimatu wilgotnego i chłodnego, peryglacjalnego, dzięki któremu powstała najpierw formacja tufowa z Coupet, a później formacja z Malouteyre.

Odsłonięcie w pobliżu Orzilhac (fot. 5) zachowało efekty tajania w bardzo wymownej formie.

Z osadów stokowych w Solilhac i z pokrywających je piasków jezierskich wydobyto w tej samej miejscowości faunę, która obejmuje następujące gatunki: *Elephas antiquus*, *Rhinoceros etruscus*, *Equus caballus*, *Bos*, *Bison* oraz licznych przedstawicieli *Megaceros*, jeleniowatych i inne. Boule (4) wiązał tę faunę z fauną z Forestbed.

#### GÓRNY PLEJSTOCEN

W Velay jest to okres powstawania pokryw złożonych z bloków fonolitowych, bazaltowych lub granitowych, których piękne przykłady rozsiiane są po całym tym kraju (fot. 6).

Formacje te są szczególnie wyraźnie widoczne w południowo-wschodniej części departamentu Górnej Loary. Pokrywają tam zbocza wszystkich neków fonolitowych i często sięgają głęboko w doliny, jak na przykład w dolinie rzeki Lignon pod Fay, w Villevieille koło Pertuis itd.

Bloki, bez materiału wiążącego, sterczą zazębiając się ze sobą zgodnie, ponieważ zostały ułożone w czasie przesuwania się całej masy. W osiach dolinnych lub dookoła partii, które posuwały się szybciej, płytki układają się poprzecznie do stoku. Lód prawdopodobnie służył jako lepiszcze. Osady te są analogiczne do lodowców skalistych lub gołoborzy, znanych z Niemiec i innych krajów Europy północnej. Ich peryglacjalny charakter jest dostatecznie znany i nie trzeba go udowadniać.

Na obszarze górnej Loary tego rodzaju utwory schodzą dość nisko. Najniżej, na wysokości 600 m występują one w dorzeczu rzeki Puy, koło Rivaux niedaleko Espaly. Składają się tam z bloków bazaltu, na których leży seria piaszczysta i mułkowata, barwy ziemistej, złożona przez soliflukcję w starym parowie. Widać tam dwa poziomy glebowe. Z dolnego poziomu, z samej strefy kontaktu z pokrywą gruzową, autor zebrał kawałki węgla sosnowego i zęby końskie. W górnym poziomie znaleziono faunę zawierającą: *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, obfite kości konia, jeleni (w związku z tym, że nie było reniferów), wołu, koziorożca, wilka, niedźwiedzia i hieny jaskiniowej (4). Faunie tej, którą Deperet (26) z powodu obfitości szczątków konia uważał za bliską okresowi solutrejskiemu, towarzyszą ślady przemysłu człowieka: zaostrzone kości i kościane iglice.

Zawierające ślady działalności ludzkiej osady naszych grot i schronisk skalnych, oszczędzanych prawie zawsze przez strumienie bazaltu, pochodzą wyraźnie z tego samego okresu co pokrywa gruzowa (9). We wszystkich tych osadach, które niekiedy zawierają zabytki przemysłu magdaleńskiego, jak na przykład w Cottier koło Retournac — kiedy indziej zaś zabytki przemysłu azylskiego, jak w Blassac w dolinie Allier, odłamki bazaltu pochodzące ze sklepień lub nawisów są zmieszane z mułkami splukiwanowymi. Mułki te, podobnie jak piaszczysto-mułkowaty utwór z Rivaux, świadczą o tym, że w czasie okresów uznanych za zimne, wietrzenie niektórych skał mogło doprowadzić do powstania cząstek bardzo drobnych.

#### ZJAWISKA KRIOTURBACYJNE

Przykłady tych zjawisk znane są ze wszystkich faz czwartorzędu; wytworzyły one u nas peryglacjalne formacje stokowe.

## VILLAFRANCHIEN

Kieszenie krioturbacyjne wykształcone w osadach stokowych w Vazeilles zostały już wymienione. Wydaje się, że kieszenie te o osi prostopadłej do pierwotnej powierzchni osadzania, a nie do współczesnej powierzchni denudacyjnej są wcześniejsze od bazaltu tak, jak wcześniejszy jest cały obszar, na którym one występują. Mało jest prawdopodobne, aby mróz zdołał przeniknąć przez strumień lawy aż do utworów, których stopień plastyczności został zmieniony wskutek działania wysokiej temperatury. Osady podobne do utworów występujących w Vazeilles autor przypisywał już klimatowi zimnemu zanim zostały odkryte krioturbacje. Wydaje się więc, że są one tu zupełnie na swoim miejscu w związku z okresem, w którym powstawały osady.

Ampilhac. Mniej więcej w połowie drogi między Vazeilles a Ampilhac od kilku lat eksploatuje się obszar zbudowany z piasków zawierających kości mastodontów, które wraz z ławicami żwirów i małymi, kanciastymi odłamkami granitu i bazaltu tworzą formację stokową. W górnej części formacja ta posiada piękne plikacje (fot. 8). Jeśli warstwy zaburzone są zbudowane z materiału z okresu Villafranchien, przemieszczenie tego materiału nie odbyło się już z pewnością w tym samym okresie. Nie można więc twierdzić, że krioturbacje sięgają okresu Villafranchien. W żaden sposób pokrywa lawy nie mogła powstać w tym samym czasie, co utwór leżący pod nią. Należy więc wyróżnić oddzielnie okres powstawania plikacji z Ampilhac.

## PRZEJŚCIE OD OKRESU VILLAFRANCHIEN DO PLEJSTOCENU

Należy wspomnieć, że poza zmiążdżeniem brekcji bazaltowych pod tufami z Malouteyre, na głębokości przekraczającej 2 m, poniżej na stoku, tam gdzie tufy tracąc podporę w postaci brekcji wulkanicznej sięgają do margli oligoceńskich, występują silne zaburzenia tych margli. Autor miał możliwość stwierdzenia tego faktu w wykopach związanych z poszukiwaniem wody.

Warto jeszcze nadmienić, że tufy z Malouteyre zawierają margliste bryłki, spękane na powierzchni lecz skrzemieniałe, co świadczy o tym, że ich spękanie jest stare (fot. 9). Autor przypuszcza, że spękania są wywołane wysuszającym działaniem mrozu, który wilgocią zawartą w bryłkach zasilał skupienia lodu gruntowego istniejące w czasie osadzania materiału. Autor zetknął się już z faktami tego rodzaju w innych formacjach stokowych zimnego klimatu na obszarze Velay; Guillien stwierdza je na obszarze Charente, w osadach w pobliżu Montignac (fot. 11). Osady te tworzą tam przejście od aluwii dolnej terasy do „grèzes”, oczywiście mustierskich, które leżą pod nimi. Kukielki lessowe pochodzące z Cagny (Somme) są również spękane (fot. 12). Taber (18) otrzymał tego rodzaju spękania doświadczalnie, zamrażając cylindry z iłami przesyconymi wodą.

## STARSZY PLEJSTOCEN

Utwory, które na stokach doliny Oulette są przedłużeniem osadów z Solilhac, zostały na północy przecięte parowem, który sięga w ich podłoże zbudowane z ilów marglistych okresu Sannoisien. Iły te są silnie przekształcone do głębokości 2 m, gdzie obserwuje się jeszcze elementy powierzchniowe — odłamki bazaltu — tkwiące oddzielnie wśród otaczającej masy.

Osady tego samego wieku z Brunelet, powyżej Brives-Charensac, są bogate w konkretne żelaziste posiadające wewnątrz przegródki. Mamy tu do czynienia z odlewami szczelin, które wystąpiły w potrzaskanych enklawach, początkowo ilastych a następnie przepojonych związkami żelaza.

## GÓRNY PLEJSTOCEN

Osady z Rivaux, podobnie jak osady z Malouteyre i z Brunelet, zawierają kilka potrzaskanych bryłek wapiennych (fot. 12).

Wydaje się, że kieszeń zwietrzelinowa w brekcjach bazaltowych Góry św. Anny koło Puy odpowiada ostatniemu okresowi zimnemu. W materiale wypełniającym tę kieszeń autor znalazł dwa kręgi koziorożca.

## EOLIZACJA

## VILLAFRANCHIEN

W piaskach z mastodontami w Denise i Crozas zostały znalezione przez A. Cailleux (11) występujące w dużej ilości ziarna kwarcu, zaokrąglone i matowe.

## STARSZY PLEJSTOCEN

Piaski, które w Solilhac pokrywają peryglacjalne utwory stokowe, zawierają zaokrąglone i matowe ziarna kwarcu jak również płytki bazaltowe z graniami i typowymi eolicznymi żłobkami (11).

## GÓRNY PLEJSTOCEN

Ostatnio Didier (15) zebrał na powierzchni piaskowców węglonowych w okolicach Brassac-les-Mines piękne głązy kwarcowe z wyraźnymi śladami eolizacji, tkwiące w twardym lepiszczu ilasto-piaszczystym i pokryte glebą. Pierwsze stanowisko tych głązów znajduje się na powierzchni denudacyjnej, położonej mniej więcej o 15 m ponad dzisiejszym poziomem rzeki Allier. Na powierzchni tej występują na dużej przestrzeni aluwia, które zdają się odpowiadać dolnej terasie. Ziarna piasku w lepiszczu spajającym głązy są pochodzenia rzecznoego. Głązy ze śladami eolizacji z Brassac-les-Mines pochodziłyby więc według Didier z Würmu lub z jego okresu schyłkowego.

Drugie stanowisko głazów ze śladami eolizacji zostało opisane przez Didiera z tych samych okolic, koło Combelle. Występują one tam na piaskowcach i łupkach węglowych, pokrytych na wysokości względnej 60 m przez kilka płytów starszych aluwii.

Autor zebrał sam kilkadziesiąt głazów kwarcowych, wyraźnie rzeźbionych przez wiatr, w pobliżu St-e Florine, na wysokości 440 m, czyli 40 m ponad rzeką Allier.

Autorowi się wydaje, podobnie jak Didierowi, że ze wszystkich miejsc, w których napotkano głazy ze śladami eolizacji w okolicach Brassac, najbardziej wymowne jest miejsce położone najniżej. Obszar ten, położony w kącie utworzonym przez połączenie rzek Allier i Alagnon, prawdopodobnie w czasie ostatniego okresu znalazł się w strefie wyraźnego przyspieszenia prądów atmosferycznych. Gwałtowne wiatry idące od zlodowaczonych obszarów Cantal musiały tutaj dochodzić wzdłuż doliny rzeki Alagnon. Następowo więc pewne przyspieszenie mas powietrza wyzyskujących dolinę rzeki Allier. Współczesne obserwacje wykazują, że w krajach takich jak Islandia, posiadających warunki sprzyjające działalności eolizacyjnej, procesy te występują tam, gdzie warunki lokalne — ujścia przełomów lub dolin, nagłe obniżenie powierzchni — zwiększają szybkość prądów atmosferycznych.

#### WIEK NIEOZNACZONY

Cailleux znalazł koło Monastier odłamek bazaltu wygładzony i błyszczący, ze żłobkami rozszerzonymi u wylotu lub połączonymi ze sobą, a więc z wyraźnymi śladami eolizacji. Odłamek ten znajdował się na powierzchni rezydualnego płata piasków z krzemieniami jurajskimi, na których leżały resztki bazaltowej pokrywy gruzowej.

#### WNIOSKI

1. Wyraźnie datowane utwory peryglacialne zostały w niniejszym studium przypisane czterem różnym fazom czwartorzędu. Autor nie ma zamiaru sugerować, że opisane fakty stanowią lokalne oddźwięki czterech wielkich zlodowaceń alpejskich, rozpoznanych przez Pencka i Brücknera.

W Velay znajduje się wiele innych utworów peryglacialnych, „przy-pieczętowanych” przez lawy lub powiązanych z nimi. Utwory te pozbawione szczątków kopalnych mogą chronologicznie zająć miejsce pomiędzy tufami z Coupet a tufami z Malouteyre; są jednak także i starsze. Autor znalazł ich ślad w postaci bloków występujących w formacji peryglacialnej, która niedaleko Puy — piaski z mastodontami w Cheyrac — odpowiada

materiałowi w Solilhac. A więc piaski te zdają się poprzedzać tufy ochrowe z Coupet.

Z prac Florschütz na temat flory pyłkowej z dwóch obszarów zasypiania z okresu Villafranchien z Velay oraz z terenowych obserwacji autora dotyczących utworów, które rozpoznano gdzie indziej jako związane z tym okresem wynika, że ten okres, zasadniczo wilgotny, odznaczał się licznymi wahaniami, od warunków umiarkowanych do zimnych. Tektonika, a przynajmniej regionalnie wulkanizm przesycający atmosferę parą wodną (1), z pewnością odegrały jakąś rolę w tych wahaniami, których krzywą jest bardzo trudno ustalić. Poza tym, takie modyfikacje klimatu, które w bardziej północnych szerokościach lub w wysokich górach mogły się wyrażać długimi okresami śnieżnymi i wzrostem lodowców, pod 45° szer. i w obszarze średniogórza, jak np. Velay, mogły się rozłożyć na szereg powtarzających się oscylacji od warunków umiarkowanych do zimnych.

2. Prawdopodobnie fakt, że na obszarze Górnej Loary można odnaleźć utwory peryglacjalne sięgające okresu tak dawnego jak Villafranchien, wywoła zdziwienie. Fakt ten jest dość nieoczekiwanym efektem działania wulkanizmu, któremu można by raczej przypisywać niszczenie luźnych formacji powierzchniowych. Z jednej strony prawie wszystkie stokowe osady z okresu Villafranchien zostały zakryte przez strumienie lawy, które spełniły rolę konserwującą. Z drugiej strony okrychy bazaltowe, zawarte w prawie wszystkich naszych utworach, dostarczając żelaza przyczyniły się do wytworzenia lepiszcza zabezpieczającego te utwory przed całkowitym zniszczeniem wtedy, gdy nie posiadały one pokrywy lawowej.

Wulkanizm i prawdopodobnie współdziałająca z nim tektonika wywołały zakłócenia w stosunkach hydrograficznych. Gdziekolwiek na brzegach wielkich dolin można znaleźć jakiś cofnięty parów, zawieszoną dolinkę lub niewielkie obniżenie w partii krystalicznej, do której erozja wstępująca zaledwie dosięgała i gdzie w konsekwencji stare stoki zachowały się wraz z ich scementowaną pokrywą peryglacjalną.

Uderzający jest jednak fakt, że wszystkie znane przez nas osady zawierające ślady przemysłu młodszego paleolitu, przylegają zawsze ściśle do podpory z utworów wulkanicznych: pokrywy lub czoła strumienia bazaltowego. Z jednej strony pokrywa tych utworów zabezpieczyła kości człowieka magdaleńskiego — z drugiej zaś strony mogły się dzięki niej uchronić przed niszczącym działaniem czynników atmosferycznych holocenów i współczesnych osady złożone z bloków i mułków, kryjące ślady przemysłu i polowań.

3. Ślady krioturacji i eolizacji w Velay są gorzej wykształcone niż w innych okolicach. Obszar ten jest górzysty, osady powierzchniowe są często gruboziarniste i występują na silnie nachylonych stokach. Są to

warunki mało sprzyjające zachowaniu się zakłóceń, wywołanych przez mróz. Przy tym brakowało tutaj utworów drobnoziarnistych: mułków i piasków równin aluwialnych i błot glacialnych, które mogłyby zasilić less lub dostarczyć materiału podatnego na denudację eoliczną.

Tymczasem krioturbacje z Vazeilles, wietrzenie brekcji i margli spod tufów w Malouteyre, ilów spod osadów z Côte de l'Oulette, a następnie ten rodzaj „zimnego pokrewieństwa” ustalonego przez spękane bryłki margliste, ilaste lub wapienne pomiędzy obszarami różniącymi się tak bardzo wiekiem jak Brives-Charensac i Rivaux, potwierdzają wniosek o peryglacialnym pochodzeniu utworów opisanych w niniejszym studium.

Szczęśliwie się złożyło, że w kraju tak urozmaiconym znalazły się wytworzone u zbiegu rzek Allier i Alagnon, warunki sprzyjające intensywnej denudacji eolicznej w okresie ostatniego zlodowacenia oraz, że w osadach takich, jakie występują w Solilhac, ślady tych procesów są tak wyraźne.

Reasumując można powiedzieć, że studium niniejsze obejmuje zwarty zespół faktów świadczących o działaniu procesów peryglacialnych na obszarze Górnej Loary w czwartorzędzie, począwszy od okresu Villafranchien.

*Tłumaczyła A. Dylikowa*

#### Literatura

1. Alimen, H. — La biogéographie et les glaciations aux diverses époques géologiques. *C. R. som. Séances Soc. Biogéogr.*, no 228, 1949.
2. Aymard, A. — Communication sur une nouvelle liste de fossiles du gisement du Coupet. *Ann. Soc. Acad. du Puy*, t. 20, 1855.
3. Bertrand de Lom — Description géologique et minéralogique de divers autres gisements de pierre précieuses en Haute-Loire. *Jour. Haute-Loire*, 22 Juillet 1876.
4. Boule, M. — Description géologique du Velay. *Thèse Bull. Serv. Carte Géol. de France*, no 28, 4<sup>ème</sup> ann., 1892.
5. Bout, P. — Les dépôts de pente villafranchiens du Coupet (Haute-Loire). *Sédimentation et Quaternaire*, Congrès de Charentes, Bordeaux 1949.
6. Bout, P. — Sur un dépôt de pente villafranchien cryoturbé à Vazeilles (Haute-Loire). *Bull. Soc. Géol. France*, 5<sup>e</sup> sér., t. 19, 1949.
7. Bout, P. — Le climat du Velay au Quaternaire et au Postglaciaire. *C. R. som. Séances Soc. Biogéogr.*, no 249, 1952.
8. Bout, P. — La faune de la Malouteyre. *Bull. Soc. Acad. du Puy*, t. 32, 1952.
9. Bout, P. — Abris sous roche et grottes de la Haute-Loire. *Bull. Ass. Amis des Eyzies*, 1952.
10. Bout, P. — Etudes de géomorphologie dynamique en Islande. *Expéd. Polaires Franç.*, 3, Paris 1953.
11. Cailleux, A., Bout, P. — Actions éoliennes au Villafranchien et au Pléistocène ancien en Velay. *C. R. som. Soc. Géol. France*, 1950.
12. Congrès scientifique de France, 22<sup>e</sup> session tenue au Puy en Septembre 1855, t. 1 p. 319 (Aymard) et p. 335 (Bertrand de Lom).

13. Depéret, L., Mayet, L., Roman, F. — Les Eléphants pliocènes. *Ann. Univ. de Lyon*, nouv. sér., fasc. 43, 1923.
14. Depéret, L. — Fouilles préhistoriques dans le gisement des hommes fossiles de Denise. *C. R. Acad. Sci.*, t. 182, 1926.
15. Didier, J. — Le bassin houiller de Brassac et ses bordures cristallines. *Rev. Sci. Nat. Auvergne*, nouv. sér., vol. 20, fasc. 1—2, 1954.
16. Dorlhac, J. — Notice géologique sur le cratère du Coupet et sur son gisement de gemmes et d'ossements fossiles. *Ann. Soc. Acad. Puy*, t. 19, 1854.
17. Julien, A. — Brèches volcaniques et moraines dans la France Centrale. *Ann. du Club alpin français*, 1886.
18. Taber, S. — Perennially frozen ground in Alaska: its origin and history. *Bull. Geol. Soc. Am.*, vol. 54, 1943.
19. Viret, J. — Le loess à bancs durcis de Saint-Vallier (Drôme) et sa faune de mammifères villafranchiens. *Nouv. Arch. du Muséum Hist. Nat. de Lyon*, fasc. 4, 1954.



*fot. autor*

Fot. 1. Tufy ochrowe okresu Villafranchien z Coupet koło St. Eble (Górna Loara)

U podstawy zaznaczają się smugi złożone z odłamków bazaltowych w dolnej części zanikających warstw. W górnej części potężna ławica zawierająca bloki i odłamki bazaltu, bezładnie rozrzucone. Materiał drobny, ilasto-piaszczysty



*fot. autor*

Fot. 2. St. Didier d'Allier (Górna Loara). Utwór stokowy z okresu Villafranchien zawierający materiał gnejsowy zachowany pod pokrywą bazaltu

Warstwa dolna jest gruboziarnista, złożona wyłącznie z odłamków gnejsu; górna jest mulkowato-piaszczysta, zawiera gniazda błonkoskrzydłych



*fot. autor*

Fot. 3. La Malouteyre koło Puy (Górna Loara). Wietrzenie mechaniczne brekcji bazaltowej pod osadami stokowymi zawierającymi kości *Elephas meridionalis*



*fot. autor*

Fot. 4. Solilhac koło Blanzac (Górna Loara). Osady stokowe starszego plejstocenu na pagórku Regard. Kanciaste bloki bazaltu w materiale ilasto-piaszczystym silnie zorzutynizowanym



*fot. autor*

Fot. 5. Orzilhac koło Coubon (Górna Loara). Osady stokowe starszego plejstocenu u podnóża wschodniego zbocza bazaltowego neku St. Maurice

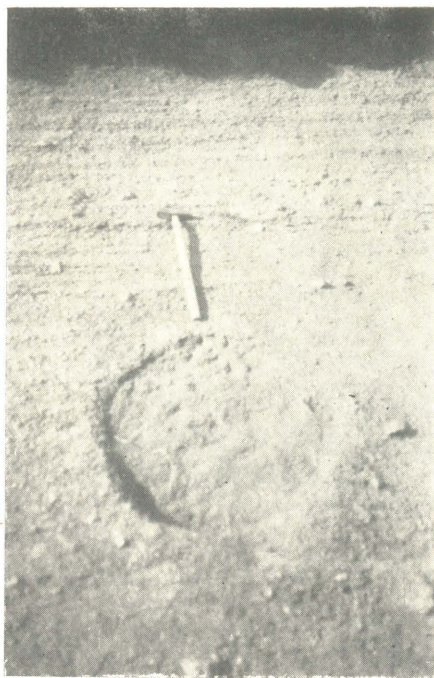
Trzy bloki tufów zostały porwane przez skorupę nasuwającą się w postaci łusek; odcinek o charakterze zwoju błotnistego powstał w czasie rozmarznięcia; trzy nierozmarzniete jądra zagłębiając się w błotnistą masę zmusiły ją do wygięcia się ku górze. Jednolity materiał w całym utworze składa się z ilów oraz pokruszonych margli i bazaltów



*fot. autor*

Fot. 6. Pień fonolitowy z Loségat koło Pertuis (Górna Loara)

Przekrój przez strumień bloków fonolitowych pochodzących z ostatniego zlodowacenia. Bloki zazębiają się o siebie, brak mułku wypełniającego wolne przestrzenie



Fot. 7. Vazeilles (Górna Loara).  
Przekrój kieszeni krioturbacyjnej w usypisku nachylonym pod kątem  $30^\circ$

Wypełnienie kieszeni, bogate w il, jest znacznie bardziej drobnoziarniste niż tuf złożony z wciśniętego materiału gnejsowego i bazaltowego. Drobnoziarnista ławica górna, z którą się wiąże apofyza, nie jest na fotografii widoczna

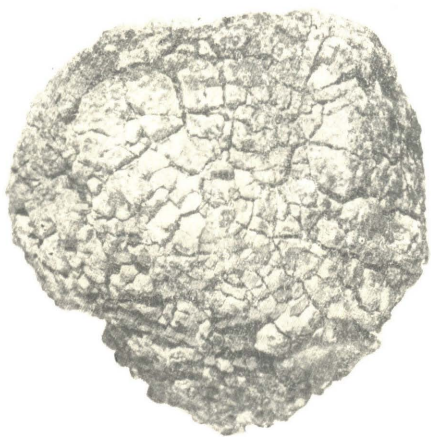
*fot. autor*



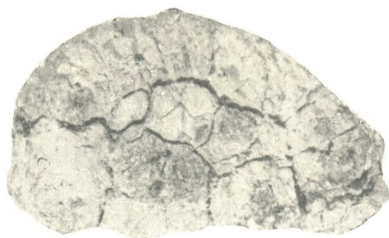
*fot. autor*

Fot. 8. Ampilhac (Górna Loara). Plikacje w materiale jeziernym ilasto-piaszczystym z okresu Villafranchien wytworzone w osadach stokowych

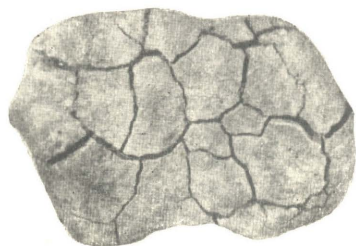
W górze, po środku przekroju widoczny jest blok granitu. Wiek plikacji nieoznaczony



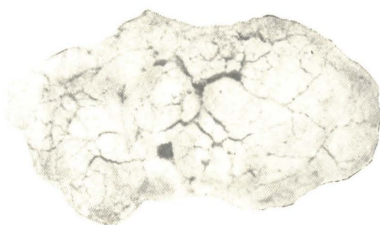
9



10



11



12

fot. autor

Fot. 9. Malouteyre (Górna Loara). Skrzemieniała bryłka wapienna o spękanей powierzchni z osadów stokowych zawierających *Elephas meridionalis*

Fot. 10. Rivaux koło Espaly (Górna Loara). Spękana bryłka wapienna prawdopodobnie z osadów oryńskiach zawierających *Elephas primigenius* i *Rhinoceros tichorhinus*

Fot. 11. Montignac (Charente). Głaz wapienny o spękanей powierzchni z formacji przejściowej pomiędzy dolną terasą i pokrywającymi ją osadami stokowymi "grèzes", prawdopodobnie mustierskimi

Fot. 12. Cagny (Somme). Kukielka lessowa