

LAGUNY LANDÓW

Słowem „laguna” oznaczamy zwykle zbiorniki wody mniej lub bardziej słone, położone blisko morza i utworzone na skutek zamulania wybrzeża lub zatarasowania przez wydmy. Pewien rodzaj jezierek o małych rozmiarach, często nawet w lecie wypełnionych słodką wodą, w Landach Gironde nosi nazwę *clot*, *lagüe*, a najczęściej *laguna* (3). Wiele z nich posiada stałe cechy morfologiczne. Wśród innych rozleglejszych typów nie zauważono dotąd odrębności tych osobliwych form.

CHARAKTERYSTYKA LAGUN I ICH ROZMIESZCZENIE

W Bordeaux mówi się o płaskowyżu Landów (fig. 1), ponieważ cały obszar zamieszany wraz z winnicami rozciąga się poniżej Landów, które wznoszą się około 45 m n. p. m. (12). Pokrywa je płaszcz migdałowcowych żwirów plioceńsko-czwartorzędowych (19). Na mapie geologicznej 1 : 80 000 (28) zaznaczono je jako górną terasę *Graves* (a^{1a}). Wysoczyzna ta ciągnie się aż do obrzeżenia kotliny Arcachon, lecz w tym kierunku żwiry ustępują miejsca piaskom Landów, które stanowią późniejszą pokrywę eoliczną osadzoną pod koniec Würmu (12).

Pokrywa żwirowa terasy *Graves* przechodzi w piaski Landów bez łamania. Na ten temat pisze M. A. Ladonne: „Nie podobna oddzielić dokładnie wysokiej terasy od wysoczyzny Landów, bowiem powierzchnia terasy łączy się niedostrzegalnie z powierzchnią wysoczyzny, która wznosi się łagodnie aż do linii grzbietowej (90 m koło Hostens, 70 m koło Barp“, 17).

Beżładne odwodnienie. Powierzchnia obszaru jest wyjątkowo płaska i wobec braku zorganizowanego odpływu ku Garonnie, Eyre, Kotlinie lub stawom Médoc, rozmięka w okresie deszczowym. Okresowe zalewy uwydatniają szeregi dawnych form eolicznych, nawet na terenach pokrytych lasem sosnowym, co widać na zdjęciach lotniczych (fot. 1 A). Z nadejściem lata parowanie wysusza całkowicie tę pokrywę i widzi się wtedy jedynie obnażone, przegrzane gleby bielicowe. Według miejscowego przysłowia: „zimą to mokradło, latem wulkan” (13, str. 37).

Powierzchnia tego obszaru jest w znacznym stopniu nieprzepuszczalna dzięki glinom występującym pod piaskami i żwirami pokryw plioceńsko-

-czwartorzędowych lub scementowanym piaskom (*alios*) powstałym jako iluwium próchniczno-żelaziste. W rezultacie w suchej porze roku utrzymują się rozległe bagna. Ich niewyraźne kontury zmieniają się z biegiem lat. Zaznaczają się przez brak lasów sosnowych, które zastępuje gęsta roślinność złożona z niebieskiej trzęślicy i z karłowatych janowców. Tak przedstawiają się mokradła Wielkich Landów na zachód od Camp de Souge i Marais du Cla na północny-wschód od Hostens.

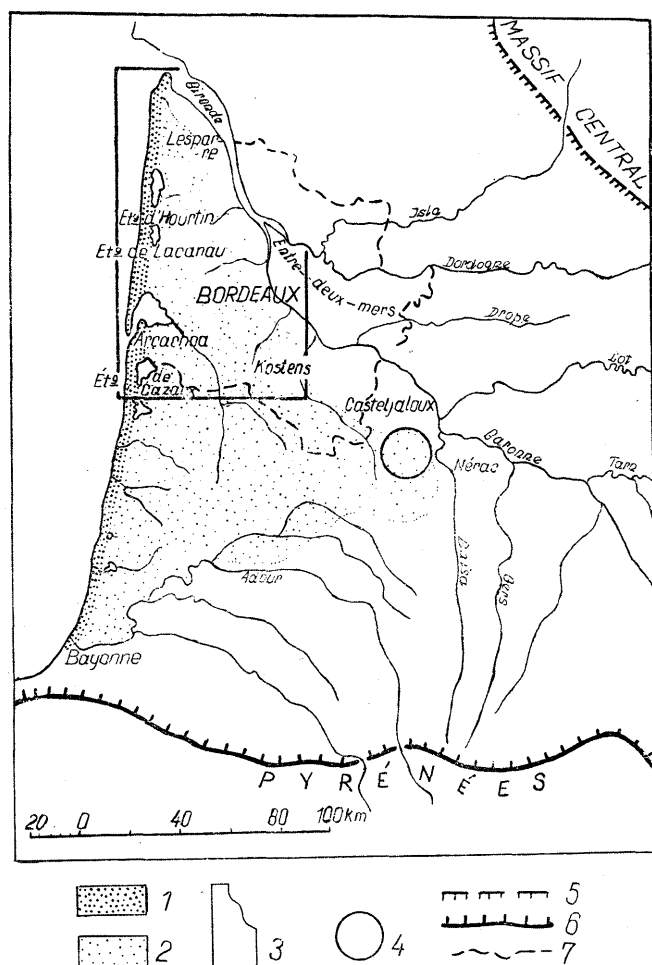


Fig. 1. Landy Gaskonii

1. współczesne wydmy przybrzeżne; 2. Landy pokryte eolicznym piaskiem plejstocenijskim; 3. Landy Gironde, badany wycinek; 4. kras z Casteljaloux zagrzebany przez piaski eoliczne; 5. zachodnia granica Masywu Centralnego;
6. brzeg Pirenejów; 7. granica departamentu Gironde

Inne typy zbiorników wodnych. W zaludnionych dolinach przez zatamowanie rzek powstały wydłużone stawy, często wykorzystane przez młyny lub do hodowli ryb (fig. 2). Jeszcze innym typem są stawy o kształtach geometrycznych wykopane dla ozdoby przy zamkach.

Morfologia typowych lagun. Są to okrągłe lub owalne zagłębienia dobrze zarysowane, o charakterystycznych rozmiarach: najmniejsze o średnicy 10 m, najliczniejsze 25—30 m, najwyraźniejsze 60—70 m. W oparciu o zdjęcia lotnicze i wycinki map naliczono 330 lagun na obszarze o łącznej powierzchni 330 km². Z tej liczby tylko 6% ma średnicę przekraczającą 100 m, a żadna laguna nie osiąga 200 m średnicy.

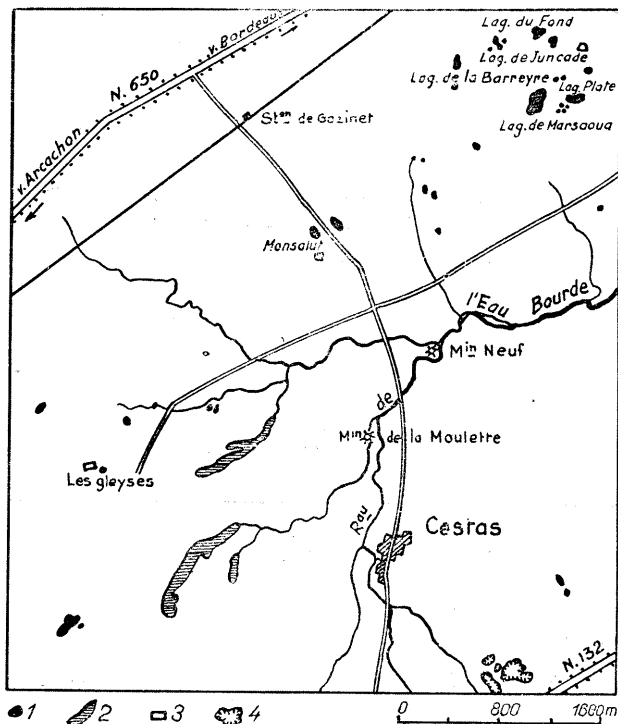


Fig. 2. Okolice Cestas w 1875 r. wg mapy Rady Okręgowej z 1875 r., ark. Labrède

1. laguny; 2. stawy zaporowe; 3. sztuczne stawy rybne; 4. opuszczony kamieniołom; stawy położone powyżej młynów są dziś osuszone i zamienione na łąki; laguny Monsalut położone wśród sosen są częściowo wypełnione trocinami (śląd działalności tartaków)

Mapy topograficzne (28) wykazują tu i ówdzie również większe formy, które są zawsze nieregularne i rozgałęzione. Z reguły są to formy złożone. Na fotografiach lotniczych widać połączone lecz wyraźnie odrębne niecki, które w czasie zalewów zimowych pokrywa ciągle zwierciadło wody. W lecie

można tam zauważyć między dwiema kępami sitowia właściwe zagłębienie torfiaste w kształcie korytarza. Porasta je turzyca jaskrawo zielona, silnie odcinająca się od ciemniejszego otoczenia. Najbardziej typowe przykłady można napotkać między Cestas a Saucats, na południe od Bordeaux (fot. 2).

Zdarza się, że człowiek powoduje zatopienie kilku sąsiadujących ze sobą lagun przez podniesienie poziomu wody. Takim przykładem jest laguna Devant koło Pilliole (gmina St. Médard). Często również można zaobserwować formy przejściowe między typowymi lagunami, a moczarami o niewyraźnych granicach (fot. 1 B).

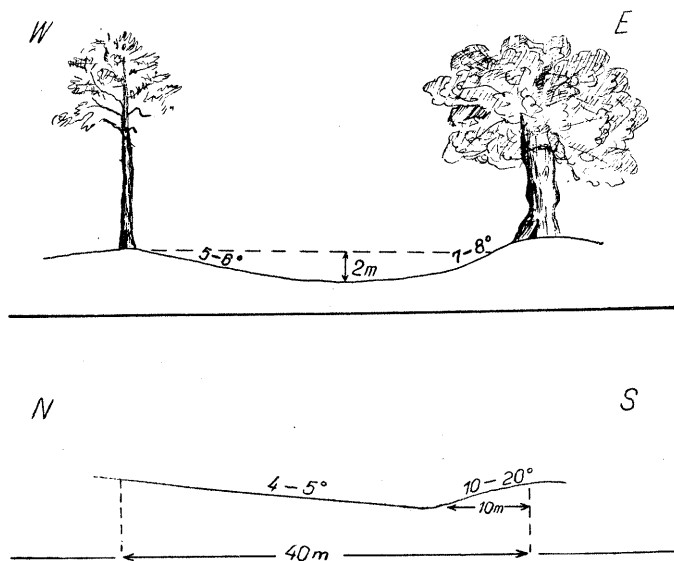


Fig. 3. Asymetria niecki Jeziora Wrózek (Lac des Fées), schemat

Głębokość niecek wynosi przeciętnie 1—1,5 m; większa jest w aluwach ^a_{1a} (maksimum — 2 m, fot. 3), mniejsza na piaskach Landów (0,4—0,6 m, fot. 4). Nachylenia stoków są więc małe — maksymalnie 10°, w wypadku laguny asymetrycznej (fig. 3).

Niekiedy w głębi laguny istnieje jeszcze jedno zagłębienie o stromych brzegach, jak gdyby dwie niecki włożone były jedna w drugą. W większości badanych przypadków niecka wewnętrzna została obecnie pogłębiona: w latach wielkiej suszy lub po pożarach, gdy studnie wyschną, pasterze kopią dla bydła wodopoje.

Otoczenie roślinne i wał peryferyczny. Prawie wszystkie dna są torfiaste. W lasach sosnowych o podszyciu z paproci orlicy i wrzosu, laguny posiadają osobliwą roślinność: liczne turzyce, płucnica i torfowiec. Jest to według J. Franc de Ferrière torfowisko wysokie (13, str. 50—51).

Na wysoczyźnie pokrytej janowcem kolczastym (*ajoncs marins*) i wysokim wrzosem, dna lagun porastają raczej różne gatunki sitowia lub rogowate, a zalewane zimną brzegi są zajęte przez duże kępy trzęślicy molinii, które wieśniacy nazywają *touradons* (fot. 4, 5). Często laguny są okolone wierzbami i brzożami. Niekiedy pojedynczy dąb szypułkowy lub cała ich grupa rosnąca na brzegu laguny wskazują, że gleba jest głęboka i dobrze osuszona. Odnosi się wrażenie, że drzewa i krzewy rosną na lekko zarysowanym wale okalającym lagunę. Dokoła jednej z lagun w Lande de Berron, między Carcans a St-Laurent de Médoc stwierdziliśmy istnienie wału o wysokości 40—50 cm i szerokości 3—4 m (fot. 6). Laguna ta ma kształt idealnie okrągły, a średnica jej wynosi 40 m.

Tablica I

Miejsce	Źródła	Powierzchnia w km ²	Ilość lagun	Gęstość lagun	Formacje geologiczne
no 1: rozdroże Jauge (Kwadrat skierowany na „Trzy Landy”)	Fot. lotnicza (I.G.N. Mission Arcachon-Pessac, 1950)	12	65	5—6	piaski Landów (a ^{1s})
no 2: N—W od Saucats	Mapa Rady Okręgowej Gironde 1875 (ark. la Brède)	12	34	3	pokrywa żwirów migdałowcowych (a ^{1a})
no 3: czworobok Cestas-Jauge Croix d'Hins-Toctoucau	Fot. lotnicza (I.G.N. Mission Arcachon-Pessac, 1950)	80	191	2—3	a ^{1s} częściowo a ^{1a}
no 4: okolica Carcans — Brach (Médoc)	Mapa Rady Okręgowej Gironde 1875 (ark. Carcans, E-część)	110	110	1	a ^{1s} i a ^{1a}
no 5: pięciobok St. Hélène-Saumos-Le Temple-Le Las-Salaunes	Mapa E. M. 1 : 80 000 powiększona do 1 : 50 000	160	26	0,17	a ^{1s} w tym 1/7 pow.
no 6: okolice Hourtini-Lesparre	Mapa Rady Okręgowej Gironde 1875 (ark. Lesparre, odcinek środkowy)	140	14	0,1	a ^{1s} a ^{1c} (mała miąższość na wapieniu Astéries) iły flandryjskie
no 7: terasy Graves między Blanquefort i Arcins	Mapa geologiczna 1 : 80 000	120	5 lub 6	0,05	a ^{1c} (świeże żwiry) a ^{1b} (żwiry i mulki ilastopiaszczyste)

Gęstość. Laguny są bardzo liczne. Istnieją formy pojedyncze, zwłaszcza w Grande Lande, na północ od drogi Bordeaux—Arcachon (fot. 1 A), lecz najczęściej występują one gromadnie. „Trzy Laguny”, na południe od Jauge właściwie skupiają około 30 form. Często spotyka się pary lagun o tych samych rozmiarach (fot. 1 C). Znajduje to wyraz w powtarzającej się nazwie — *Lagunes bessonne* (Laguny bliźniacze).

Gęstość lagun jest różna. Na całej przestrzeni Landów Gironde przypadają 2—3 laguny na km². Tablica I wskazuje, że średnio na 1 km² przypada mniej, niż jedna laguna. Wynik obliczeń jest jednak niedokładny, gdyż nawet na zdjęciach lotniczych niektóre laguny, zamaskowane lasami, nie są widoczne.

Z tablicy I można wysnuć następujące fakty:

1. gęstość lagun wzrasta ku wschodowi, w miarę zbliżania się do wychodni żwirów migdałowcowych (por. obliczenia 1 i 3). Rysunek przedstawiający dokładne rozmieszczenie lagun (fig. 4) potwierdza to i wskazuje, że największe ich zagęszczenie spotyka się w obszarze źródłowym strumieni wpadających do Garony;

2. gęstość występowania lagun zmniejsza się stopniowo ku północy (obliczenia 4 i 6). Poza równoleżnikiem Naujac-sur-Mer są tylko trzy

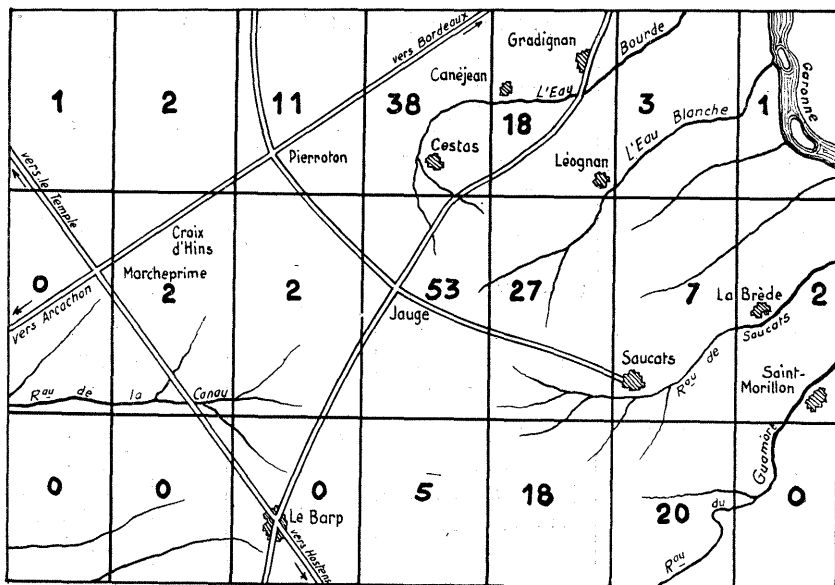


Fig. 4. Szkic w skali 1 : 300 000 wg mapy Rady Okręgowej Gironde z 1875 r., ark. Labrède

cyfry w prostokątach oznaczają ilość lagun i innych zbiorników wodnych

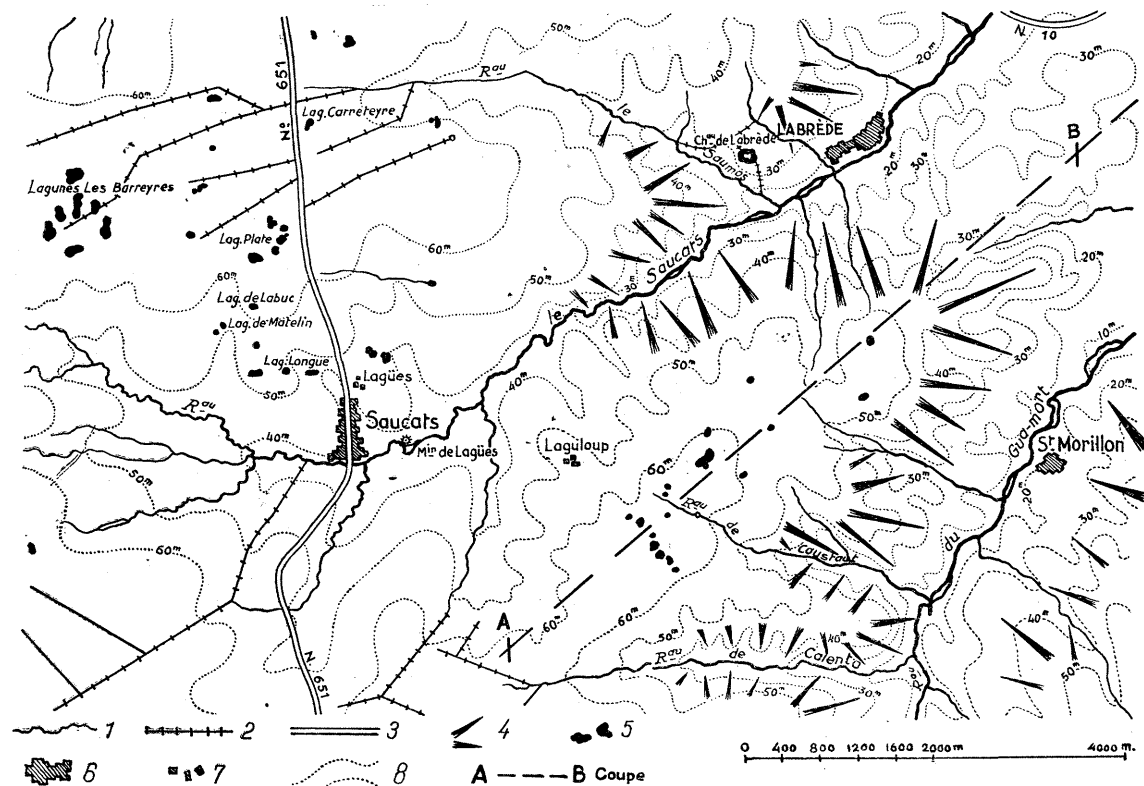


Fig. 5. Obrzeżenie Landów między strumieniami Saucats i Guamort

1. strumienie; 2. rowy; 3. szosy; 4. wyraźniejsze stoki wysoczyzny Landów (aluwia a1a powyżej teras *Graves* Garonny a1b i a1c); 5. laguny; 6. wsie; 7. miejscowości, których nazwa pochodzi od lagun; 8. poziomice co 10 m; wysoczyzny ponad 60 m n. p. m.; między 40 i 50 m laguny są rzadsze; brak naturalnych zbiorników wodnych poniżej 40 m n. p. m.

laguny na SW od Plassan, Laguna Hagnouse na wschód od Vendays oraz dwie miejscowości o nazwie Lagunaussau;

3. laguny są bardzo nieliczne na świeżych terasach *Graves*.

Położenie. Z rozmieszczenia lagun wynika, że znikają one na terenach wyraźnie przepuszczalnych, na piaskach wydym nadbrzeżnych, na świeżych żwirach młodych teras Garonny oraz na landach Médoc.

Laguny nie występują również na terenach bardzo nieprzepuszczalnych. Stwierdzono na przykład, że są one mniej liczne na osi le Temple—Le Barp, gdzie ily plicieńsko-czwartorzędowe leżą blisko powierzchni (fig. 4)

Laguny zajmują najliczniej tereny położone z dala od wszelkiego odwodnienia (fig. 5). Między Saucats i Guamort, w pobliżu wioski Laguloup, grupa 20 lagun leży powyżej strumienia Coustaut, dopływu Guamort. Strumień nie wypływa z laguny, lecz przepływa tylko przez jedną z nich. Trzy czwarte wszystkich niecek leży powyżej 60 m n. p. m., jedynie 5 znajduje się między 50 i 60 m, a żadnej nie znaleziono niżej. Krawędź terasy między La Brède i St-Morillon (fig. 6) ciągnąca się dalej na wschód aż do

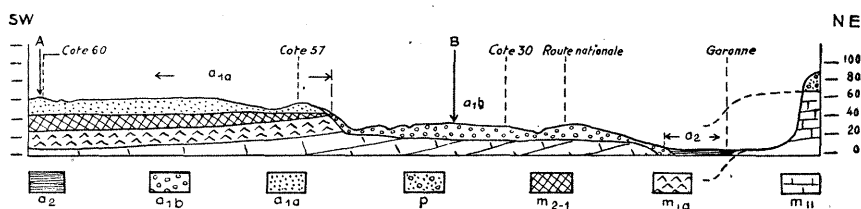


Fig. 6. Profil Landów i teras *Graves* między strumieniami Saucats i Guamort (wg M. A. Ladonne)

A—B — linia przekroju na fig. 5; a² — aluwia współczesne; a^{1b} — grube żwiry z soczewkami gliny terasy średniej *Graves*; a^{1a} — pokrywa żwirów migdałowcowych; p — żwiry plicieńskie z Entre-deux-mer; m²⁻¹ — muszlowce burdygału z Léognan (*falun de Léognan*); m^{1a} — muszlowce akwitany z Bazas (*falun de Bazas*); m¹¹ — wapienie z rozgwiadami stamper; skala pozioma 1 : 160 000

St-Selve stanowi wyraźną granicę krajobrazową. Na 30 m stopniu i poniżej panują winnice urozmaicone kępami leśnymi. Powyżej natomiast rozciągają się wielkie lasy Landów. Terasy Garonny nie są dziedziną lagun, w przeciwieństwie do pokrywy gruzowej żwirów migdałowcowych, które łączą się bardziej z Landami, niż z obszarem Garonny. „Plateau landais” jest nie tylko pojęciem hipsometrycznym, lecz posiada odrębną treść geomorfologiczną.

ZAGADNIENIE GENEZY LAGUN

Wskazówki toponomastyczne. Na całym obszarze Landów Gironde zaledwie jedna laguna spośród 4—5 ma własną nazwę. Jest to stosunek bardzo wysoki w porównaniu do innych moczarów, które z reguły

są bezimienne. Laguny są więc dla mieszkańców Landów miejscami osobliwymi.

Tablica II zawiera zestawienie danych toponomastycznych. Podstawowym dokumentem była mapa Rady Okręgowej z 1875 r. Znajdują się tu liczne laguny dziś odwodnione lub zasypane, a których nazwy znają tylko starsi ludzie. Najczęściej nazwy wywodzą się z kształtu niecek, ich form lub środowiska naturalnego. Liczne są też nazwy zdrobniałe lub związane z dawnymi wydarzeniami. Najwyżej 15% nosi nazwę osób lub pobliskich folwarków. Jeszcze rzadsze są nazwy przypominające czynności rolne (Lagune Carretheyre, Lagune Vaqueyre).

Tablica II

Obszar	Ilość lagun	Laguny bez nazwy (%)	Nazwy lagun od osób, folwarków lub czynności rolniczych (%)	Nazwy lagun pochodzące od środowiska naturalnego lub zdarzeń (%)
północny				
ark. Carcans (Mapa Rady Okręgowej z 1875)	110	43	15	42
środkowy:				
ark. Labrède (Mapa Rady Okręgowej z 1875)	208	84	6	10
południowy:				
La Teste de Buch SE-ćwiartka (mapa sztabowa)	222	94	3	3

Widać z fotografii lotniczych, że zagrody dla owiec a nawet odosobnione folwarki zupełnie nie są związane z lagunami. Nie podobna również wiązać genezy lagun z zagadnieniem wody, ponieważ poziom wodonośny na nieprzepuszczalnych *alios* znajduje się płytko i jest łatwy do osiągnięcia.

W większości wypadków przy wytyczaniu rowów nie brano pod uwagę lagun. Zdarza się natomiast, że są one zakończeniem małej sieci odwadniającej w obrębie jednego gospodarstwa. Jako przykład może posłużyć laguna Sescousse, położona na obszarze wsi Lagunan na północny-zachód od Hourtin (fig. 7).

Z tablicy widać również, że procent nazw własnych wzrasta w miarę posuwania się ku Médoc, podczas gdy na południu 94% lagun nie ma nazwy. Na przestrzeni 70 km na wschód od Hostens, w kierunku Louchats,

spośród 62 lagun tylko 2 mają własną nazwę. Nazwy ludowe, jak Jezioro Wrózek (Lac des Fées) lub Laguna Wisielca (Lagune du Pendu) określają miejsca oddalone, nie mające związku z czynnościami gospodarczymi. Nie ma żadnych trudności przy odróżnianiu lagun od zagłębień po dawnych

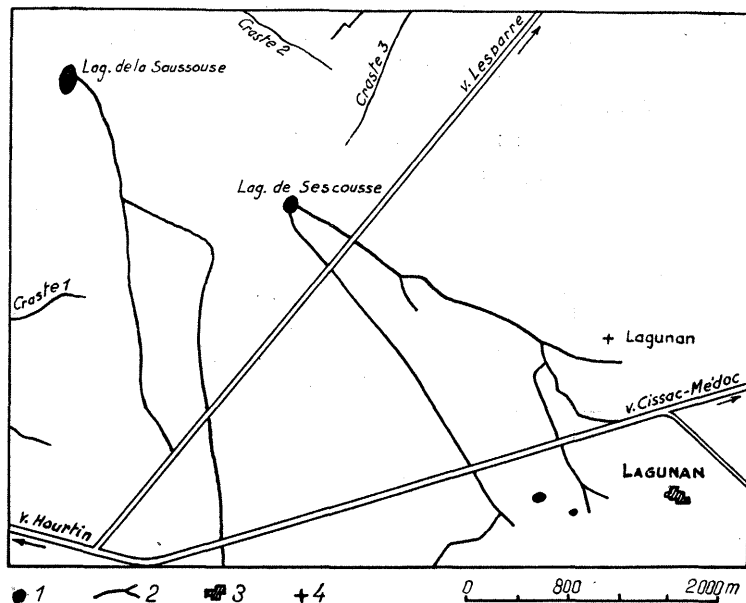


Fig. 7. Dwie sieci rowów uchodzących do lagun na NW od Hourtin, wg mapy Rady Okręgowej z 1875 r., ark. Lesparre

1. laguna; 2. rów odwadniający; 3. wioska; 4. odchylenie

gliniankach, żwirowniach itd., które zawsze noszą nazwy: la Tuilerie, la Gravière, l'Argileyre, les Carreyres. Na fotografiach lotniczych wyraźnie widać strzępiasty zarys tych form spowodowany usuwaniem materiału przez człowieka (fot. 1 D).

Można wobec tego wywnioskować, że laguny są formami naturalnymi, niekiedy tylko użytkowanymi czasowo przez człowieka.

W rozważaniach genetycznych nasuwa się szereg możliwych hipotez.

Nieprzepuszczalność podłoża. Pierwsza hipoteza byłaby zgodna z tradycyjnym zapatrywaniem o nieprzepuszczalności piasków Landów spowodowanej przez *alios*. Piaski te są silnie zbielicowane; wymywanie prawdopodobnie wzbogaciło głębokie warstwy nie tylko w tlenek żelaza lub sole kwasu humusowego, lecz i w cząstki ilaste. Niekiedy poziom zwietrzeliny podłoża plioceńsko-czwartorzędowego zawiera ily spoczywające pod materiałem grubszy. Rozmieszczenie tych utworów jest

nieregularne choćby ze względu na sam charakter sedymentacji, a wpływ ich na miąższość strefy wodonośnej jest utrudniony wskutek zasypania piaskami eolicznymi (12, str. 20).

Alios tworzy się zawsze, gdy poziom wody jest blisko powierzchni. J. F. Franc de Ferrière twierdzi, że „*alios* najgrubsze, a zatem najbardziej nieprzepuszczalne, powstają w podglebiu najmniejszych nawet depresji i przyczyniają się w ten sposób do zmniejszania obszarów użytecznych rolniczo” (13, str. 31). Z tym samym zjawiskiem wiąże on: „... tworzenie się na obszarach o niewielkim nachyleniu torfowisk ... całkowicie nie sprzyjających rozwojowi lasów sosnowych” (13, str. 50). Zdaniem Franc de Ferrière istnieją dwie przyczyny nieprzepuszczalności:

1. konsystencja ilasta skały macierzystej lub, przynajmniej w niektórych miejscach, skały leżącej pod piaskiem eolicznym;
2. scementowanie głębszych warstw piasku przez infiltrację związków żelaza. Proces ten, jak się wydaje, jest nieodwracalny.

Podobnym procesem pedologicznym można również tłumaczyć istnienie moczarów innego typu. Według L. Papy „liczne rowy wykopane ostatnio w Landach w celu zapobiegania pożarom wykazały, że warstwa zorsztynizowana posiada różną miąższość i występuje na rozmaitej głębokości” (20, str. 319).

Wyjaśnienie pedologiczne wydaje się przeto niewystarczające dla wytłumaczenia tak wyraźnych kolistych kształtów lagun, a zwłaszcza ich stałych rozmiarów.

Rozpuszczanie krasowe. Nasuwa się również możliwość powstania *clots* i lagun wskutek rozpuszczania krasowego i późniejszego przykrycia przez piaski eoliczne.

Enjalbert (12, str. 30—37) opisał formy krasowe przykryte płaszczem piasków Landów, ze wschodniej części Landów na południe od Casteljauloux (fig. 1). Rzeka Avance, mały dopływ Garonny, w górnym biegu znika dwukrotnie pod powierzchnią. Poza tym na spłaszczeniach spotyka się jeziora (*lacs*). Według Enjalberta genezy tych zagłębień należy szukać w zapadliskach powstających wskutek zawałania się licznych jaskiń, przy czym zachodziło ono już po akumulacji piasków (12, str. 35). Rozpatruje on również możliwość bardziej aktywnego rozpuszczania wapieni na skutek działania kwaśnych wód, które przesączały się przez piasek.

Jeziora te są jednak większe i głębsze niż laguny Gironde, a ich wody są czystsze i stale odświeżane — co jest oznaką hydrografii krasowej. Enjalbert uważa, że jeziora te nie mają nic wspólnego z lagunami zachodnich Landów.

Istotnie, wapienie znajdują się na powierzchni jedynie w Médoc, gdzie nie ma lagun. Na innych obszarach departamentu Gironde wapienie

ukazują się jedynie w postaci wydłużonych kopuł antyklinalnych. Między osiami antyklin, tam gdzie pokrywa piasków ma znaczną miąższość laguny są liczne. Na zachód od St-Symphorien istnieje grupa 54 lagun, z których 16 ma kierunek SE—NW, zgodny z panującym kierunkiem tektonicznym. Nie zaobserwowano tu ani utraty wody ani śladów zapadlisk. Tak regularny i niezmienny zarys niecek nie da się porównać z niewątpli-

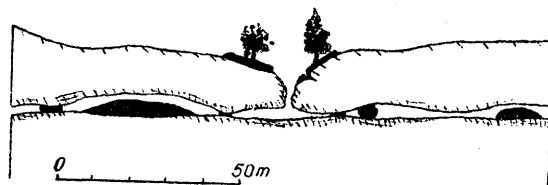


Fig. 8. Przekrój ponoru strumienia Clotte-Moron w St-Quentin-de-Barron na plateau Entre-deux-mers (wg Séronie-Vivien)

wymi dolinami krasowymi, np. z *cahuges* (fig. 8, fot. 9) obszaru Entre-deux-Mers, gdzie występują również plioceńskie ły i żwiry (por. fig. 6). Te bardzo liczne doliny krasowe są często częściowo tylko zamulone i osią-gają wody krasowe (24, str. 78). Nachylenia tych zagłębień są znaczne i wody, które tam infiltrują, z łatwością unoszą materiał luźny. B. Gèze (15) zalicza je do kategorii *gouffres absorbants*.

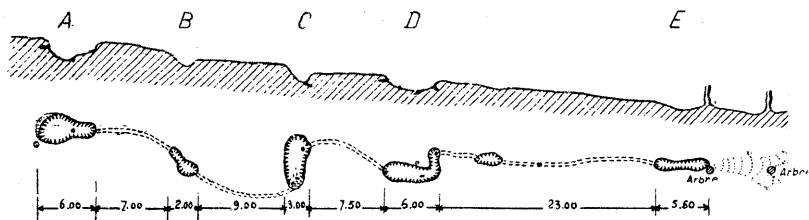


Fig. 9. Pseudo-doliny krasowe w Bollenwaldzie, okolice jeziora Konstancji (wg F. Weidenbacha)

zwrócić uwagę na nieregularny zarys depresji, ogólne nachylenie terenu i mały stożek nasypowy między dwoma drzewami

Tymczasem laguny Landów mają kształt kotlinek wypełnionych torfem, a na obrzeżeniach znajduje się gruba warstwa próchnicy porośnięta trzęślicą molinią.

Podane fakty zaprzeczają więc krasowemu pochodzeniu omawianych form. Wyjaśnienia krasowe w najlepszym razie można zastosować do kilku tylko przypadków.

Pseudo-doliny krasowe i odpływ podziemny. Na obszarach ilasto-piaszczystych występują pseudo-doliny krasowe wiążące się z odpływem podziemnym.

W 1908 r. Combes donosił o zagłębieniach w Forêt d'Orléans rozwinętych na łożach podścielających piaski burdygału (10, str. 287). Są to formy lejkowate o średnicy 5—30 m i głębokości 5—25 m. Formy te występują gromadnie. Znane są zarówno formy typu estawelli jak i typu ponorów. Istnieje więc krążenie podziemne związane, zdaniem autora, ze spękaniami mioceńskiego marglu.

W 1953 r. Weidenbach (27) opisał szereg zamkniętych depresji w ilastych osadach würmskiej niecki Bollenwaldu, koło jeziora Konstancji. Niecki są małe (2—6 m) i płytkie (1—2 m), posiadają zarys nieregularny (fig. 9). Ze względu na strome stoki (fig. 10) i lejkowate dno, Weidenbach eliminuje hipotezę wytopiskową i przyjmuje sufozyjną genezę opisywanych form.

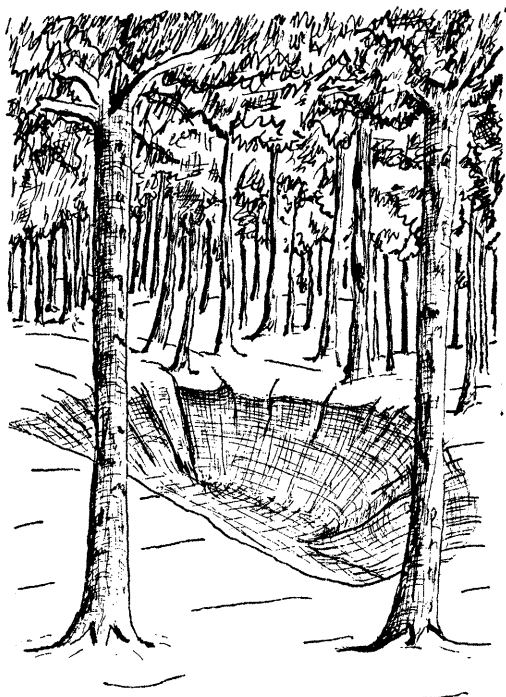


Fig. 10. Bollenwald, Niemcy. Pseudo-dolina krasowa

rys. autora wg fot. Weidenbacha

W obydwu przypadkach niecki są głębsze, mniej regularne i przeciętnie mniejsze niż laguny Landów. Niecki te zatrzymują wodę tylko w wyjątkowych wypadkach i są zazwyczaj uszeregowane (fig. 9).

Pseudo-doliny krasowe i odpływ podziemny wymagają sąsiedztwa doliny jako bazy erozyjnej. Tymczasem na wysoczyźnie Landów rozmieszczenie lagun jest niezależne od sieci dolinnej, zwartość piasków jest tak wielka, że woda nasycza glebę i podglebie przy najmniejszym deszczu. W tych warunkach, jeżeli istnieje podziemny odpływ, jest on tak bardzo powolny i rozproszony, że nie można z nim wiązać genezy lagun.

Deflacja. W końcu Würmu, podczas akumulacji piasków Landów panował w Akwitanii suchy klimat z gwałtownymi wiatrami południowo-zachodnimi (12), które mogły wyźłobić niecki deflacyjne. Niecki takie powinny być zorientowane zgodnie z kierunkiem panujących w tym okresie wiatrów. Tymczasem owalne zagłębienia lagun nie mają żadnego kierunku uprzywilejowanego.

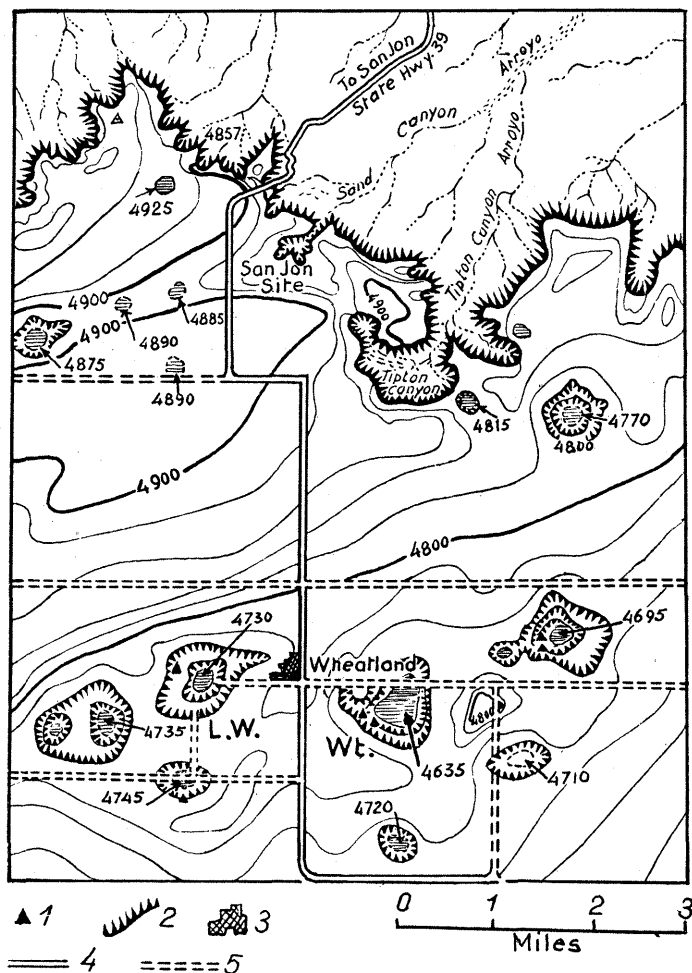
Laguny nie posiadają również stałej asymetrii, którą widzimy w zagłębieniach międzywydmowych na wybrzeżu; zagłębienia te mają strome stoki odwieترzne i łagodne po stronie dowietrznej. Zresztą te kotlinki wydmore nie zatrzymują wody, ani nie są torfiaste, z wyjątkiem niektórych niecek zalewanych podczas wysokiego stanu wody. Przykładem jest *barin de haut* (małe stawki szczątkowe) na południe od stawu Carcans. Pochodzenie eoliczne jest w tym wypadku wyraźne.

Na Saharze występują niecki uważane przez niektórych autorów za wynik działalności deflacyjnej. Są one okrągłe, symetryczne, niezbyt głębokie i mogą zatrzymać przez szereg dni wody deszczowe. Suchy i ciepły klimat sprzyja równocześnie silnemu parowaniu w tych zagłębieniach. W lagunach Landów nie zaobserwowano jednak żadnego osadu powstałego dzięki parowaniu. Co więcej, klimat suchy, który panował w tych okolicach przed mezolitem był zimny (12, str. 19). Liczne pokrywy piasków śnieżno-eolicznych na stokach o ekspozycji zachodniej dowodzą również, że wiatry akumulujące piasek Landów nawiewały także śnieg (12, str. 22).

B. Fristrup dowiódł, że suchość pustyń arktycznych jest spowodowana przede wszystkim małą wilgotnością powietrza i gwałtownymi wiatrami wywołującymi silne parowanie (14, str. 55). Autor ten uważa nawet, że erozja eoliczna jest tam silniejsza, niż na pustyniach gorących z powodu wielkiej częstotliwości wiatrów (14, str. 60—63). Jednakże suchość ta nie oznacza braku wody na powierzchni ziemi. Wiadomo, że na obszarach z wieczną zmarzliną topnienie śniegów, nawet o małej miąższości, powoduje w okresie wiosennym szybkie nasycenie wodą rozmarzniętej gleby (*mollisol*). Fristrup dowodzi również, że w dolinach zmarznięta zimą gleba chroni aluwia przed deflacją (14, str. 59).

Prawdopodobnie w czwartorzędzie Landy przedstawiały podobny typ krajobrazu. Podobieństwo lagun do deflacyjnych niecek saharyjskich może być przypadkowe. Modelowanie eoliczne wydaje się mało prawdopodobne.

Rozwój poligeniczny. Wydaje się, że należałoby wziąć pod uwagę



L.W.: Lac de Wheatland Wt.: Lac Watkins
Espacement des courbes de niveau: 20 pieds

Fig. 11. Zagłębienia bezodpływowe o charakterze poligenicznym w Nowym Meksyku (wg S. Judsona)

1. wychodnie Cap Rock; 2. krawędź wyżyny ponad doliną Canadian River;
3. osada; 4. szosy; 5. drogi

możliwość rozwoju poligenicznego lagun: działanie wiatru przypadałoby na fazę suchą ograniczoną przez fazy klimatu wilgotniejszego.

S. Judson w ten sposób wyjaśnia genezę około 50 niecek z obszaru Wysokich Równin w Nowym Meksyku (16). W podłożu występuje tu plioceński piaskowiec o lepszemu wapiennym formacji Ogallala przykryty cienką warstwą plioceńskiego wapienia słodkowodnego (*Cap Rock*). Na powierzchni zalegają utwory eoliczne.

Niecki występują wzdłuż szerokich zagłębień, prawdopodobnie synklijalnych (fig. 11). Posiadają nieregularny kształt, na ogół są płytkie sięgając najwyżej 15 m głębokości. Utrzymująca się okresowo woda deszczowa tworzy niewielkie jeziora leżące często bliżej zachodniego brzegu niecek. Zagłębienia te są czasem asymetryczne, ich piaszczyste dna są nachylone ku wschodowi. Niekiedy niecki są zamknięte od wschodu przez wydmy paraboliczne. Judson wnioskuje o poważnej deflacji dokonywanej przez wiatry zachodnie, co znajduje również potwierdzenie w obecności głazów rzeźbionych przez wiatr.

Z badań granulometrycznych utworów eolicznych i piaskowca Ogallala wynika, że piaski wydymowe pochodzą z formacji Ogallala. Autor stwierdził w podłożu istnienie kieszeni powstałych w rezultacie rozpuszczenia lepszemu wapiennego przez wody infiltrujące tam, gdzie wapień słodkowodny uległ zniszczeniu. Judson odrzuca jednak hipotezę zapadnięć krasowych. Bierze pod uwagę natomiast zmiany klimatyczne i podaje następujący przebieg zdarzeń (16, str. 270).

W obszarach wilgotnych następowało wietrzenie chemiczne formacji Ogallala w miejscach uprzywilejowanych, co doprowadzało do powstawania kieszeniowatych, okrągławych form wypełnionych odwapnionym piaskowcem. W okresach suchego klimatu wiatry zachodnie unosiły luźny piasek ze zwietrzałego uprzednio piaskowca i osadzały go po wschodniej stronie tworząc wydmy. Kolejne zmiany klimatyczne w plejstocenie warunkowały powtarzanie się cykli wilgotnego i suchego i dalszy rozwój niecek (fig. 11, 12).

W Landach Gaskonii zachodziły w plejstocenie podobne zmiany klimatyczne. Według Enjalberta (12, str. 38 sq) po okresie właściwego Würmu obszar Landów był modelowany przez trzy systemy morfogenetyczne klimatycznie uwarunkowane:

1. post-glacialny burzliwy cykl klimatyczny odpowiada „klimatowi o dużych kontrastach, silnych roztopach wiosennych i gwałtownych deszczach”. Na ten więc okres (Gotiglacja lub okres późno-glacialny) przypadałoby niszczenie gruzowych pokryw plioceńsko-czwartorzędowych. Materiał ten unoszony do morza i osadzany na plażach ulegał później wywiewaniu przez wiatry zachodnie;

2. cykl klimatu suchego i zimnego odznaczał się na obszarze Landów prawie całkowitym brakiem działalności erozji rzecznej. Piasek Landów niesiony przez wiatr zasypuje dawną sieć hydrograficzną i tamuje wszelkie odwodnienie powierzchniowe;

3. cykl obecny odpowiadający klimatowi atlantyckiemu sprzyja erozji rzecznej wyraźnej, ale ograniczonej przez pokrywę roślinną. Dlatego organizacja odwodnienia jest nieskończona, mimo pomocy człowieka.

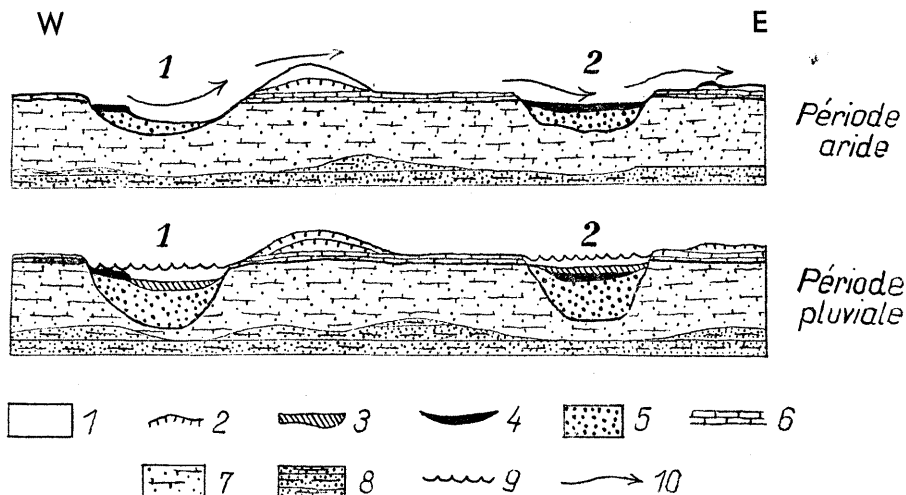


Fig. 12. Rozwój zagłębień bezodpływowych w Nowym Meksyku (wg S. Judsona) w okresie suchym przeważa deflacja, w okresie deszczowym — sedimentacja jeziorna i wietrzenie chemiczne; 1. piaski eoliczne; 2. gleba; 3. późno-plejstoceny osady jeziorne; 4. starszo-plejstoceny osady jeziorne; 5. piaskowiec Ogallala, odwapniony; 6. Cap Rock — plioceński wapień słodkowodny; 7. plioceński piaskowiec formacji Ogallala; 8. podłoże mezozoiczne; 9. powierzchnia jeziora; 10. kierunek wiatru

Okres wielkich wylewów mógł być również okresem nasilenia erozji zwłaszcza na materiale gruzowym, choć mniej zorganizowanej w osiach dolinnych. Działanie deszczów bardzo ograniczonych przestrzennie współpracując z deflacją mogło doprowadzić do powstania niecek. Rozpatrywany proces erozji wodno-eolicznej nie wystarcza jednak do wyjaśnienia ani małych rozmiarów, ani tak regularnych kształtów badanych form.

Akumulacja eoliczna mogłaby wyrównać formy niecek powlekając je piaskami Landów. W każdym razie wyjaśnienie to wyklucza możliwość przyjęcia deflacyjnej genezy lagun.

W najmłodszym okresie klimatycznym erozja liniowa jest znikoma, gdyż laguny nie są włączone do sieci rzecznej. Jedynie infiltracja wód opadowych przyspieszyła orsztylizację piasków tworząc *alios*. Obecny klimat wpływa również na wypełnianie niecek torfem.

Różnice między zagłębieniami Nowego Meksyku a lagunami Landów są oczywiste. Rozmiary i kształt niecek Wysokich Równin amerykańskich są bardziej zmienne. Podłoże na obu obszarach jest różne. Środowisko klimatyczne było także inne: na wyżynach amerykańskich wiatry zachodnie miały charakter foehnów nawet w okresach deszczowych, w Akwitanii natomiast wiatry wiejące z nad Atlantyku nawet w okresach suchych przynosiły zawsze opady.

ROLA LODU GRUNTOWEGO

W czwartorzędzie Kotlina Akwitańska znajdowała się w zasięgu środowiska peryglacjalnego. Z okolic Bordeaux znane są kliny zmarzlinowe (2) rozwinięte w żwirach pliocencko-czwartorzędowych i wypełnione

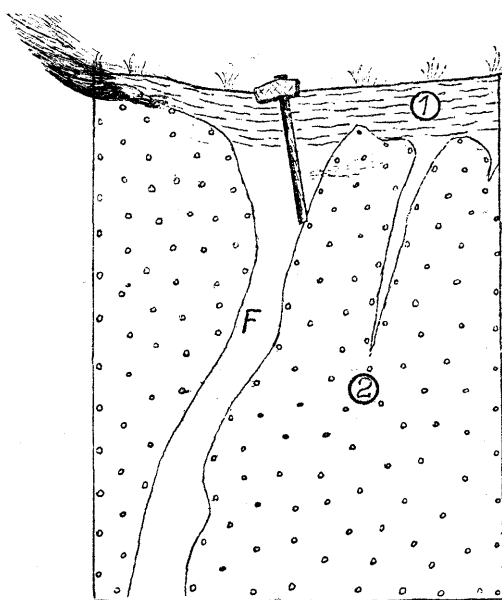


Fig. 13. Pichey, okolice Bordeaux. Klin zmarzlinowy w żwirach pliocencko-czwartorzędowych wypełniony piaskiem eolicznym (rys. wg fot. A.Cailleux)

1. gleba; 2. żwir; F. klin zmarzlinowy

piaskiem eolicznym (fig. 13). Wskazują one na ostry klimat o małych opadach śnieżnych i temperaturze zimą poniżej -20° . Istniały więc dobre warunki rozwoju zmarzliny.

Rozwój soczewek lodu gruntowego prowadził do powstawania bugarów. W cieplejszych okresach klimatycznych jądra lodowe topniały, a na ich miejscu tworzyły się zagłębienia wypełnione wodą.

Podobne formy znane są ze współczesnych obszarów zimnych północnej Kanady i Grenlandii, jako pingo (fig. 14). Formy te są ściśle związane z obecnością wiecznej zmarzliny i obszarami bezodpływowymi.

W stadium zaniku pingo szczyt pagórka pęka, lód topnieje i powstaje krater, który stopniowo powiększa się, aż

w końcu tworzy się w nim jeziorko otoczone pierścieniem ziemnym (26, str. 135). Podobne fakty stwierdziliśmy w dolinie rzeki Eqip Kugssua, w NE Ata Sund na zachodnim wybrzeżu Grenlandii (fot. 7).

Ostatnio w literaturze pojawiają się opisy pingo kopalnych Europy zachodniej. W 1955 r. ukazała się praca Maarlevelda (18), w której autor opisuje jeziora z północnej Holandii. Przeprowadzone badania palynologiczne torfów wyścielających dna zagłębień datują je na Würm. Maarleveld uważa te zagłębienia za ślady dawnych pingo. Pissart (21) badał w Hautes-Fagnes w Ardennach obecne stawki rybne i doszedł do wniosku, że mimo pewnych śladów antropogenicznych, formy te są starsze i powstały wskutek degradacji dawnych pingo. Cailleux (5, 6) natomiast donosi o kopalnych pingo z obszaru Brie oraz z Zelandii w Danii. Opisane przez tych autorów zagłębienia typu pingo posiadają cztery wspólne cechy: 1. kształt okrągły lub owalny, 2. powstały w klimacie peryglacjalnym (pyłki flory zimnej, krioturbacja, eolizacja), 3. występowanie na źle odwadnianych wyżynach o podłożu ilasto-piaszczystym lub mułkowatym, 4. brak uzasadnienia antropogenicznej genezy.

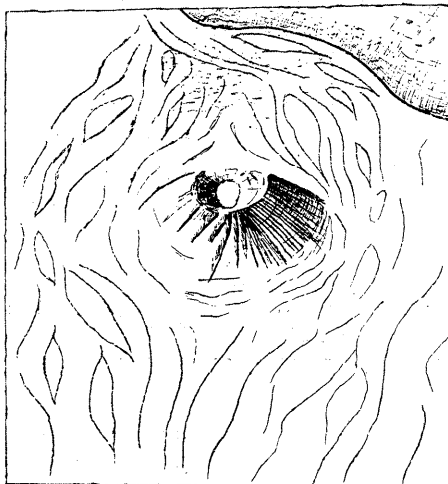


Fig. 14. Pingo we wschodniej Grenlandii, Randbolvalleys (rys. wg fot. z pracy Maarlevelda)

wysokość 30 m, średnica u podstawy 150 m, średnica krateru 60—70 m; zwróć uwagę na nieorganizowany odpływ wokół pingo

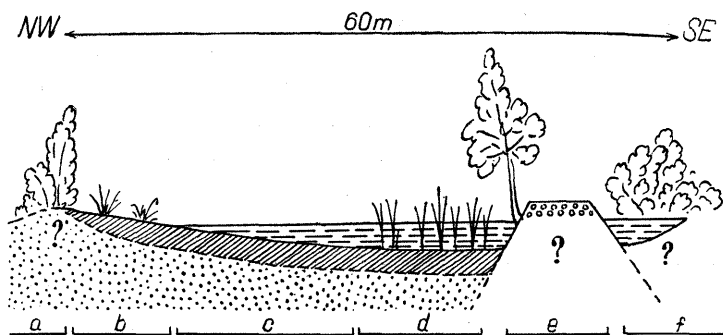


Fig. 15. Laguna Lapeyre, Landy Gironde

kreski przerywane — poziom wody w lecie; kreski ukośne — miąższość torfu; kropki — piasek Landów; przewyższenie 4-krotne; a. wał porośnięty wierzbami; b. kępy trzścicy; c. odkryta, niezarośnięta powierzchnia wody; d. gęste zarośla sitowia; e. nasyp; f. drzewa

W niektórych lagunach Landów zbadano profile geologiczne do głębokości 1 m. Laguna Lapeyre na SE od Pierroton ma kształt owalny o osi dłuższej NW—SE (fot. 2, fig. 15). Niecka jest asymetryczna, a sitowie wskazuje w przybliżeniu największą głębokość (tabl. III). Torf posiada stałą miąższość, tak że wyściela równo dno laguny rozwiniętej w piaskach Landów. Podobne stosunki obserwujemy w lagunie Chaüs, około 5 km na SW od Cestas. Jest ona zwykle sucha, gdyż w pobliżu znajduje się studnia. Oś dłuższa owalnej i asymetrycznej niecki przebiega WSW—ENE, najgłębszy punkt jest tu jednak przesunięty od środka ku brzegowi, wzdłuż osi krótszej. Prawdopodobnie torf wypełnia tu także dno laguny (fig. 16).

Tablica III

Odległość od NW brzegu niecki	Poziom wody 9. IX. 1956	Piasek na głębokości	Miąższość torfu	
10 m	0	55 cm	55 cm	} strefa murawy odwadniana w lecie przekrój zwilżony strefa sitowia
15 m	10 cm	62 cm	52 cm	
20 m	45 cm	90 cm	45 cm	
40 m	60 cm	poniżej 1 m	min. 45 cm	

Oba przykłady wskazują, że torf jest młodszy od piasków Landów oraz, że asymetria profilu nie jest związana z osią dłuższą niecek. Więcej, asymetria jest częsta również w formach okrągłych (np. Lac de Féés, fig. 3). Wydaje się więc, że deflacja nie odegrała roli w kształtowaniu lagun Landów. Laguny nie są również wynikiem innych czynników erozyjnych, gdyż od czwartorzędu na tym obszarze działalność erozji — poza wiatrem — nie jest w ogóle wydajna.

Nasuwa się prawdopodobieństwo związku lagun z obecnością soczewek lodu gruntowego, równoczesnych z akumulacją eoliczną piasków. Zarówno kształt niecek okrągły i owalny, jak i towarzyskie występowanie lagun można wytłumaczyć zarysem soczewek i ich nagromadzeniem. Bowiem przy danej zawartości wody soczewka nie może się powiększać bez końca. Jeśli wilgotność jest znaczna lub podłoże zmarznęte jest heterogeniczne, powstają wtedy większe ilości soczewek lodu gruntowego. Za genezę lagun związaną z wytapianiem soczewek lodu przemawia również zależność wielkości form od ich występowania. Laguny duże są odosobnione, pojedyncze, natomiast małe lub średnich rozmiarów występują towarzysko. Spotykane niekiedy załamanie stoków lagun i koncentryczne ułożenie zespołów roślinnych (fot. 4, 5) mogą mieć również związek ze sposobem zaniku soczewki lodu. Lód topniał stopniowo od brzegów, tak że zamulenie w środku zagłębienia nastąpiło najpóźniej.

Ziarna piasku wydobytego z torfu są na ogół zaokrąglone i matowe, podobnie jak piasek leżący na powierzchni wysoczyzny. Według Balland i Cailleux (1) piaski Landów (a^{1s}) zawierają 90—95% ziarn matowych, zaokrąglonych, natomiast ziarna piasku ze żwirów migdałowcowych (a^{1a}) są w 95—100% angularne. Wiatry zachodnie wywiewały kilkakrotnie piasek z wysoczyzny aż do najdalej na zachód położonych lagun. Obecnie obserwujemy zresztą to samo zjawisko po pożarach lasów.

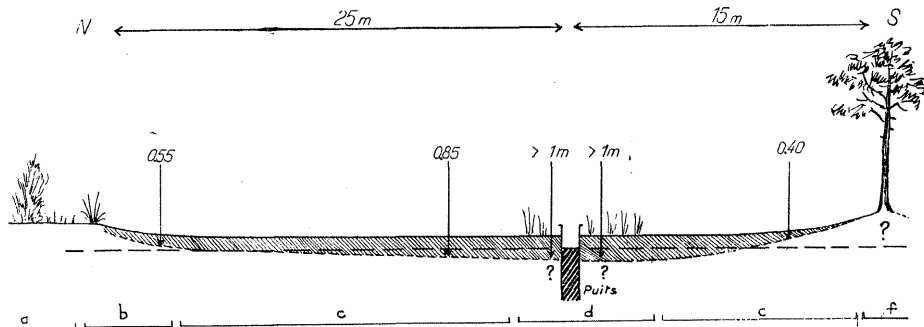


Fig. 16. Jedna z lagun Chaüs, gmina Cestas

kreski ukośne — torf; kreski grube — poziom zwierciadła wody gruntowej w studni; a. wrzosi i janywce kolczaste; b. kępy trzmielicy; c. trawy i turzycy, zimą zalewane wodą; d. strefa sitowia; f. las sosnowy

Cechy morfologiczne ziarn piasku ze spągu torfu lub leżących niżej są bardzo różnorodne. Z tablicy IV wynikają dwa fakty:

1. wszędzie przeważają ziarna zaokrąglone i matowe, lecz tylko w osadach eolicznych stanowią one 100% (wydma w Cestas); podobnie jest w wypadku piasków śnieżno-eolicznych w południowej części Landów;
2. często obserwuje się pod zmatowieniem eolicznym dawniejszą powierzchnię ziarn świadczącą o wodnym transporcie.

Eolizacja ziarn nie zawsze zatarała uprzednie ślady środowiska. Jest to zgodne z wynikami badań wielu autorów (1, 11, 12), którzy uważają, że piaski eoliczne Landów pochodzą z pliocenско-czwartorzędowych pokryw podłoża. Piaski te najpierw unoszone przez rzeki płynące na zachód były akumulowane w strefie pływów na rozległych plażach pre-flandryjskich. Następnie wiatry zachodnie wywiewały je ku wschodowi. Być może, że właśnie falam Atlantyku zawdzięczają błyszczącą powierzchnię i zaokrąglenie. Największe rzeki Landów w okresie powürmskim nie przekraczały 100 km długości; tak krótki transport nie wystarcza do zaokrąglenia materiału (7, str. 92—93). Należy podkreślić, że piasek pochodzący z lagun lepiej, niż w innych przypadkach, zachował połysk i zaokrąglenie oraz że nie ma w ogóle ziarn nieotoczonych. Prawdopodobnie był on unierucho-

Żwiry migdałowcowe a ^{1a}			Piaski śniežno-eoliczne	Piaski Landów a ^{1s}	
stanowisko	frakcja	charakterystyka ziarna		stanowisko	charakterystyka ziarna
Lac des Fées — Courtille p — 2,70 m h — 0,70 m	0,7 mm	przeważają RM brak EL kilka NU	Côte de Peyrot — odkrywa p — 3 m wyłącznie RM dobrze wi- doczne RM/NU	Laguna Lapeyre p — 0,90 m h — 0,30 m	prawie wyłącznie RM wyjątkowo EL brak NU dobrze widoczne RM/EL
	0,4 mm	brak RM kilka EL przeważają NU		Landa Rousset p — 0,40 m (głęboka orka)	dominujące RM brak EL kilka NU ślady RM/EL
Chaille — odkrywka p — 1,50 m	jednolita	prawie wyłącznie RM wyjątkowo EL brak NU ślady RM/EL		Stara wydma — — Cestas p — 1,50 m	wyłącznie RM (piasek gruboziarnisty)
Laguna Devant p — 0,60 m h — 0,30 m	różna	prawie wyłącznie RM wyjątkowo EL brak NU dostrzegalne RM/EL		Laguna Matoucat p — 0,90 m h — 0,30 m	prawie wyłącznie RM wyjątkowo EL brak NU czasem widoczne RM/EL

RM — ziarna okrągłe, matowe

EL — „ lśniące, zaokrąglone

NU — „ nieotoczone

RM/EL — zmatowienie ziarn otoczonych i lśniących

RM/NU — „ „ nieotoczonych

p — głębokość pobrania próbki

h — miąższość torfu

miony przez zamarznięcie lub biorąc udział w soliflukcji chroniony był przed działalnością wiatru.

Jezioro Wrózek (Lac des Féés) na SE od Beutre nie jest zaznaczone na mapach; laguna jest całkowicie zarośnięta, okrągła, o średnicy 40 m i asymetryczna (fig. 3). Na północnym stoku, blisko brzegu stwierdzono 25 cm czarno zabarwionych piasków z dużą ilością humusu spoczywających na ilach o zaburzonym warstwowaniu, prawdopodobnie przemieszczonych soliflukcyjnie. W najgłębszym miejscu dna laguny wykopano 70 cm dół. Widać tam 25 cm czarnej, torfiastej gleby z dużą ilością piasku i żwiru. Niżej, aż do 70 cm występuje na przemian biały piasek i zapiaszczony torf z licznymi otoczkami. W wydobyтым materiale (ok. 1/10 m³) znaleziono 157 otoczek o wielkości od 6 do 57 mm. Były to w 96—97% kwarce. Dłuższa oś (L) średnia dla największych otoczek wynosi 30 mm. Odpowiadają one danym dla żwirów migdałowcowych opisanych przez Malvesin-Fabre (19). Tablica V podaje różnice w morfologii cząstek zależnie od ich wielkości. Drobne otoczki są bardziej spękane niż duże. Podobnie przedstawia się procent kamieni ze śladami eolizacji. Prawie zawsze właśnie powierzchnie spękań ulegają eolizacji, szczególnie w odniesieniu do kamieni mniejszych niż 25 mm.

Tablica V

Grupy wielkości w mm	Ilość otoczek	Nienaruszone w %	Spękane w %	Ze śladami eolizacji w %	Ilość otoczek skorodowanych
25 < L < 57	29	45	55	33	10
20 < L < 25	37	27	63	48	6
6 < L < 20	85	19	81	54	0

Obecność otoczek w piasku i torfie lagun można zapewne przypisać działalności tego samego wiatru, który je polerował. Biorąc bowiem pod uwagę ich niewielkie rozmiary można przyjąć, że kamienie popychane przez wiatr ześlizgiwały się do zagłębień. Spękanie otoczek, być może, powstawało na miejscu wskutek tych samych procesów zmarzlinowych, które towarzyszyły rozwojowi pingo.

Z analizy frakcji piaszczystej wynika, że ziarna o przeciętnej średnicy 0,7 mm są w wysokim stopniu matowe, zaś na frakcję drobniejszą, przeciętnie 0,4 mm, składają się ziarna angularne. Sporadycznie spotyka się również większe ziarna nieotoczone; spośród nich, niektóre wykazują pod szlifem eolicznym ślady zaokrąglenia. Wynika stąd, że wiatr nie działał w tym wypadku bezpośrednio na ziarna nieotoczone, jak to się obserwuje w pias-

kach śnieżno-eolicznych na wybrzeżu Peyrot. W naszym wypadku różnorodność ziarn wynika raczej ze zmieszania materiału genetycznie różnego — a^{1s} i a^{1a} . W warunkach topografii równinnej takie zmieszanie można przypisać jedynie krioturbacji. Morfologia ziarn piasku i otoczków świadczy o równoczesnej działalności wiatru i procesów mrozowych. Stwierdzenie tego faktu podtrzymuje hipotezę opartą na porównaniu lagun ze śladami dawnych pingo rozpoznanymi ostatnio w Europie zachodniej.

WNIOSKI

Na tablicy VI przedstawiono główne cechy morfologiczne lagun i innych przypuszczalnych śladów pingo z Landów i innych obszarów oraz współczesnych pingo i palsen z Arktyki. Porównawczo podano również niektóre cechy pseudo-dolin krasowych i zagłębień poligenicznych. Z zestawienia wynikają trzy uwagi ogólne:

1° Wszystkie omawiane zagłębienia bezodpływowe znane z Europy zachodniej mają rozmiary charakterystyczne dla współczesnych pingo w Arktyce. Jedynie głębokość jest mniejsza, ponieważ pingo podczas niszczenia traci na wysokości. Pseudo-doliny krasowe z Bollenwaldu są dużo mniejsze, a niecki Nowego Meksyku znacznie większe, niż formy pochodne od pingo. Znany jest również fakt, że pagórki typu *palsen* są mniejsze niż pingo. Rozwój *palsen* wymaga klimatu zimnego i wilgotnego (9). Być może do tego typu form należą 3—5 m stawki z Brie i *clots* Landów o rozmiarach 10—15 m.

2° W Europie gęstość omawianych zagłębień bezodpływowych wynosi 1—6 lagun na 1 km². Na zróżnicowanie gęstości tych form ma wpływ: a) złe odwodnienie i małe nachylenie powierzchni, b) charakter podłoża mniej lub bardziej ilastego lub mułkowatego, c) stopień wilgotności atmosferycznej. Na Grenlandii pingo spotyka się rzadko; na cieplejszym i wilgotniejszym wybrzeżu zachodnim jest ich dużo mniej niż na wybrzeżu wschodnim. Pingo mają najbardziej sprzyjające warunki dla rozwoju w okresach zimnych i suchych, podczas regresji lądolodu.

3° Istnieje zgodność stosunków liczbowych w zakresie kształtu i sytuacji omawianych form w Europie i Arktyce. Kształty okrągłe i owalne są wspólną cechą. Natomiast widać wyraźne różnice w stosunku do pseudo-dolin krasowych i zagłębień poligenicznych.

Z tablicy można odczytać drobne różnice między formami zagłębień bezodpływowych w Europie zachodniej. Pozwala to na określenie miejsca lagun Landów w cyklu rozwojowym pingo.

Laguny Landów są na ogół mniejsze niż kotlinki z Hautes-Fagnes lub jeziora Holandii. Wyjaśnienia tego faktu należy szukać w położeniu

obszaru: Landy leżą dalej na południu poza obszarem objętym przez lodowiec plejstoceński. Lodowce Masywu Centralnego i Pirenejów nie wyszły poza obręb gór. Klimat tundry akwitańskiej był zapewne łagodniejszy niż w Europie północnej.

Cailleux (5) pisze, że stawki występujące na duńskiej wyspie Zelandii są małe i ulegają obecnie zacieraniu wskutek działalności gospodarującego człowieka. Poza tym Zelandia została późno, bo w Daniglacjale (—11 000 lat) uwolniona od lodowca, podczas przyspieszonej recesji wskutek gwałtowniejszego ocieplenia klimatu. Dalej na północy, w środkowej Szwecji nie ma podobnych form w ogóle (5). Wydaje się, że okres tworzenia się lagun Landów i silnej działalności wiatru na tym obszarze odpowiada nawrotowi zimna, co tłumaczyłoby duże rozmiary lagun.

Laguny Landów mają stoki łagodniejsze, 2—4 razy mniej nachylone niż zagłębienia w Brie lub Danii. Obszar Brie i Zelandia zbudowane są na ogół z materiału ilastego i mułkowatego, w którym lepiej zachowała się pierwotna forma zagłębień. W Landach laguny na powierzchni żwirów migdałowcowych, na ogół bardziej gliniastych, mają nachylenie stoków większe (5—10°) niż laguny na piaskach Landów (średnio 3°).

Prawdopodobnie sposób wytapiania jąder lodowych był różny na tych obszarach. W Brie i w Danii lód zachował się w stanie kopalnym już po rozwoju pingo. Natomiast w Landach, gdzie klimat już od mezolitu był bardziej oceaniczny z napływami ciepłego i wilgotnego powietrza, topnienie było gwałtowniejsze i dokonało się jeszcze wówczas, gdy wiatr nawiewał masy piasku i maskował formy.

Geneza lagun jest niewątpliwie związana ze zmarzliną. Ze względu na rozmiary lagun, nie można ich wiązać z formami typu *palsen*. W warunkach peryglacjalnych zagłębienia bezodpływowe mogą również powstać w wyniku pseudo-krasu geliwacyjnego lub rozwoju hydrolakolitów. Tego rodzaju formy znane są z zachodnich wybrzeży Grenlandii w NE-Ata Sund (4, str. 101, 108).

Pseudo-kras geliwacyjny niszczy skałę litą podatną na wietrzenie, nie występuje natomiast w skałach luźnych, szczególnie w piasku. Niecki pseudo-krasowe są nieprzepuszczalne tylko wtedy, gdy gleba jest zmarznięta. Na Grenlandii obserwuje się natychmiastowe osuszenie, gdy wiosną na wybrzeżu temperatura wzrasta powyżej 0°. Na brzegach zapadlisk występują zjawiska mikrotektoniki, a wewnątrz wypełnione jest odłupanymi mrozowo bryłami skalnymi. Formy te nie mają więc nic wspólnego z lagunami.

Rozwój hydrolakolitów może doprowadzić do powstania zagłębień bezodpływowych okrągłych lub owalnych bardzo podobnych do lagun, lecz powstają również niecki czworokątne, nieregularne, np. w kształcie podkowki. Podobny przykład badano w Tassuissaq (fot. 8) na brzegu

zatoki prawie całkowicie zamkniętej przez boczne moreny lodowca Equip Sermia. Wszyscy autorowie uważają hydrolakolity za szczególny typ lodu gruntowego związanego z dopływem wody ze źródeł; stąd nazwa *Quelleiskuppe* wprowadzona przez Porsilda (23). Dlatego spotyka się te formy u stóp usypisk, moren lub podobnych utworów, które utrzymują wodę oraz w basenach artezyjskich (26, str. 134). Znany jest również związek hydrolakolitów ze źródłami termalnymi, jak na przykład w Godhavn na wyspie Disko.

Zasadnicze różnice między lagunami Landów i *viviers* w Hautes-Fagnes wyrażają się w profilu poprzecznym: laguny nie mają wałów ziemnych, natomiast zagłębienia w Hautes-Fagnes są nimi otoczone; wynika to z różnicy wysokości obszarów. Prawdopodobnie w Ardennach, powyżej 500 m pingo były dłużej czynne. Pissart (21, mapa, str. 128) podaje, że ilość *viviers* maleje ze spadkiem wysokości i poniżej 500 m zanikają one zupełnie. W Belgii resztki pingo są więc lepiej zachowane, podczas gdy we Francji jest osiągnięte stadium inwersji rzeźby.

W krajobrazie Landów laguny są zaledwie mikroformami, ale wzbogacają one wydatnie katalog jezior peryglacialnych. Kiedy badania palynologiczne doprowadzą do dokładnego wyróżnienia odmian zimnych klimatów, w których powstają soczewki lodu gruntowego typu pingo, geomorfologowie znajdą w nich cenny element badawczy. Stawki i laguny, z wałami lub bez, pozwolą — zależnie od stanu ich zachowania — odtworzyć paleogeografię tundr czwartorzędowych. Posłużą one również do oceny rozwoju geomorfologicznego, któremu podlegały poszczególne obszary od ostatniego zlodowacenia aż po dzień dzisiejszy. Wielka liczba tych form i ich szerokie rozprzestrzenienie w zachodniej Europie oraz różnorodność typów zależna od wysokości i szerokości geograficznej nadają tym drobnym formom wielkie znaczenie w geografii.

Bordeaux, sierpień 1957 r.

Literatura

1. Balland, R., Cailleux, A. — Etude morphologique de quelques sables de la région bordelaise. *Bull. Soc. Géol. France*, 5^e sér., t. 16, 1946.
2. Bastin, A., Cailleux, A. — Action du vent du gel au Quaternaire dans la région bordelaise. *Bull. Soc. Géol. France*, 5^e sér., t. 11, 1941.
3. Boyé, M. — Clos, lagües et lagunes de la Lande girondine. *C. R. Acad. Sci.*, t. 244, 1957.
4. Boyé, M. — Glaciaire et périglaciaire de l'Ata Sund nord-Oriental (Groenland). *Expéd. Polaires Franç.*, 1, Paris 1950.
5. Cailleux, A. — Les mares du Sud-Est de Sjaelland.

6. Cailleux, A. — Mares, mardelles et pingos. *C. R. Acad. Sci.*, t. 242, 1956.
 7. Cailleux, A. — La era cuaternaria, problemas y metodos de estudio. *Memorias y comunicaciones del Inst. Geol. Barcelona*, no 15, 1956.
 8. Cailleux, A. — Etude géologique des galets du pays bordelais. *Proc. Verb. Soc. Linn.*, Bordeaux 1942.
 9. Cailleux, A., Taylor, G. — Cryopédologie. Etude des sols gelés. *Expéd. Polaires Franç.*, 4, Paris 1954.
 10. Combes, P. — Les gouffres de la Forêt d'Orléans. *La Nature*, 1908.
 11. Duplaix, S. — Etude pétrographique des formations meubles de la Gascogne et du Pays Basque et de leur littoral. *Mem. Soc. Géol. France*, no 77, 1956.
 12. Enjalbert, H. — Observations morphologiques sur les Landes de Gascogne. *Rev. Géogr. Pyrénées et S-O.*, t. 21, 1950.
 13. Franc de Ferrière, J., Lafforgue, G., Riedel, C. E. — Les Graves de Bordeaux. *Publ. Direction Serv. Agric. de Gironde*, Bordeaux 1936.
 14. Fristrup, B. — Winderosion within the arctic Deserts. *Geogr. Tidskrift*, Bind 52, 1952—1953.
 15. Gèze, B. — La genèse des gouffres. *Congr. Int. Spéléologie*, t. 2, Sect. 1, Paris 1953.
 16. Judson, S. — Depressions of the northern portion of the southern High Plains of eastern New Mexico. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 61, 1950.
 17. Ladonne, M. A. — Structure et relief de la région des Graves. Dipl. Et. Sup. inédit, Bordeaux 1946 (déposé Fac. Lettres).
 18. Maarleveld, G. C., Van den Toorn, J. C. — Pseudosölle in Noord-Nederland. *Tijd. Kon. Nederl. Aardr. Gen.*, t. 72, 1955.
 19. Malvesin-Fabre, M. — Recherches géologiques sur Léognan et la vallée de l'Eau-Blanche. *Proc. Verb. Soc. Linn.*, 91, Bordeaux 1939.
 20. Papy, L. — Richesses et dévastation de la Forêt Landaise. *Les Cahiers Outre-Mer*, no 4, 1948.
 21. Pissart, A. — L'origine périglaciaire des viviers des Hautes Fagnes. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, t. 79, 1956.
 22. Porsild, A. E. — Earth mounds in unglaciated Arctic North West America. *Geogr. Rev.*, vol. 28, 1938.
 23. Porsild, A. E. — Jakttagelerover den Grönlandsk Kildeis og dens virkninger paa vegetationen og jordoverfladen. *Geogr. Tidskrift*, Bind 28, 1925.
 24. Seronie-Vivien, R. — Etudes des phénomènes karstiques dans l'Entre-deux-Mers (Gironde). *Congr. Int. Spéléologie*, Paris 1953.
 25. Stager, J. K. — Progress report on the analysis of the characteristics and distribution of pingos East of the Mackenzie delta. *Canadian Geographer*, no 7, 1956.
 26. Tricart, J. — Le modelé des pays froids, fasc. 1: Le modelé périglaciaire. *Cours de géomorphologie*, 2 partie, fasc. 1, CDU, Paris.
 27. Weidenbach, F. — Erdfälle in eiszeitlichen Beckentonen der Bodeseegegend. *Neues Jhb. Geol. Paläontol.*, 97, 1953.
 28. Carte d'État Major au 1 : 80 000, feuilles Bordeaux et La Teste de Buch — Révision 1953.
- Carte d'État Major, minute au 1 : 40 000 en courbes de niveaux, feuille La Teste de Buch (quart SE).
- Carte du Conseil Général de la Gironde au 1 : 40 000 (1875), feuilles Labrède, Carcans, Lesparre — édit Férét et fils, Bordeaux.
- Carte géologique détaillée au 1 : 80 000, feuille Bordeaux, 1953.

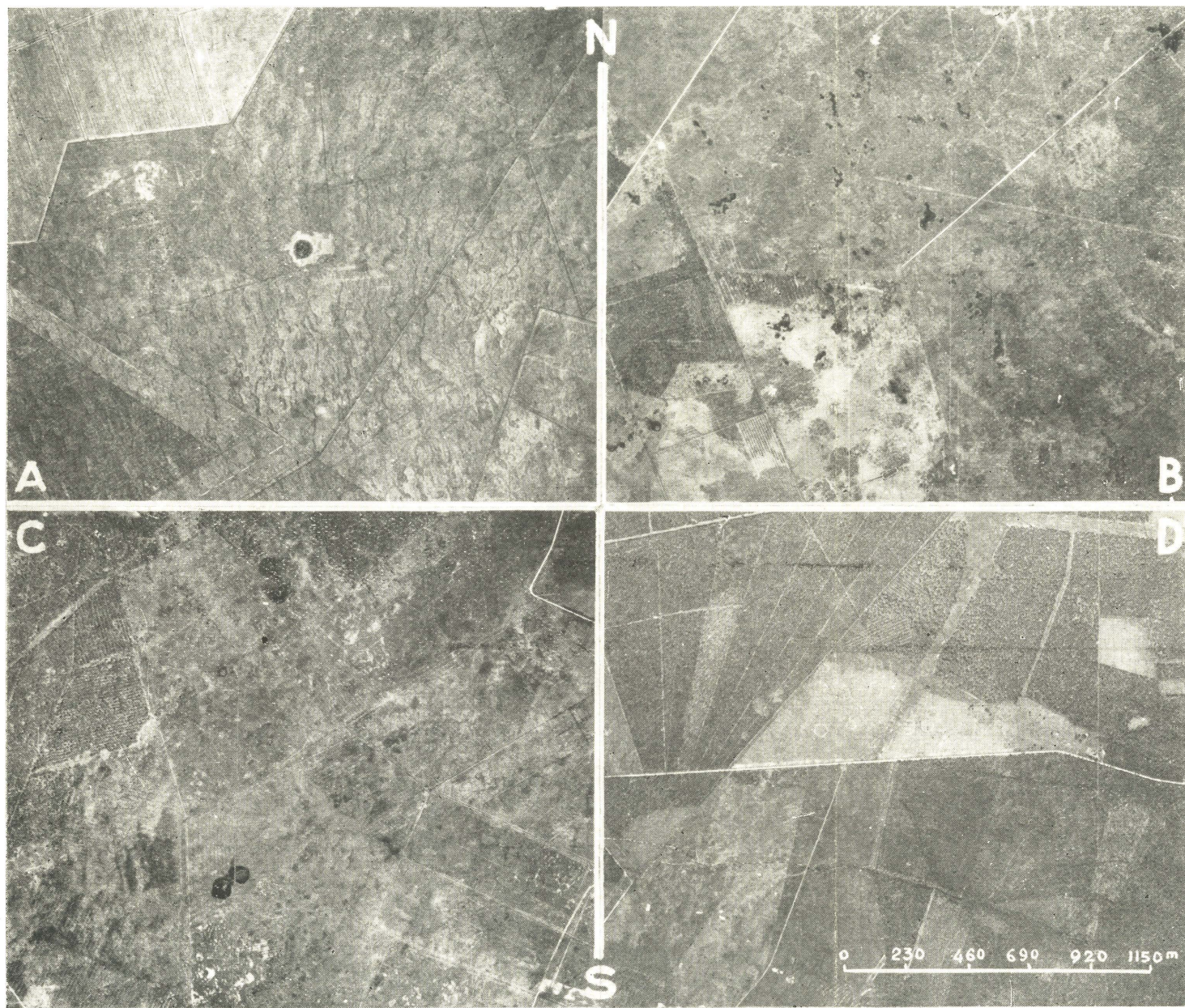
Charakterystyka lagun i innych zagłębień bezodpływowych oraz współczesnych pingo i palsen

Położenie i rodzaj formy	Źródło *	Średnica w m		Wysokość form współczesnych lub wałów w m		Głębokość niecek w m		Nachylenia stoków		Kształt form				Gęstość/km²	
		największa	przeciętna	średnia	maksym.	średnia	maksym.	wewnętrznych	zewnętrznych	okrągłe %	owalne %	czworokątne %	nieregularne %	średnia	maksym.
ARKTYKA Pingo	J. Tricart (26) wg Leffingwella Porsilda Grigoriewa	5—200 (wyjątk. 1000)	30—60	12—25	80		5—6		20—30°						
PÓŁNOCNA KANADA E-część delty Mackenzie Pingo	J. K. Stager (25) (fot. lotn.)									71	20	0	9		
GRENLANDIA E-wybrzeże, Randbolvalleys Pingo czynne	G. C. Maarleveld (18) (fot. lotn.)	> 150	> 60 ^a	30					35—37°	100	0	0	0	formy rzadkie (22)	
W-wybrzeże, Equip Kugssua 10 m n.p.m. Pingo	M. Boyé, 1948 (1 forma)	90	50 ^a	20—25		3—4		wklęsłe łagodne	20—25° wypukłe	100	0	0	0	jedyne — w Ege	
N-HOLANDIA 10—20 m n.p.m. Male jeziora	G. C. Maarleveld, J. V. Van den Toorn (18)	6—300	100—200							I** 47	21	0	32	0,7	5—7
										II** 71	16	0	13	0,5	4—7
ARDENNY, Belgia > 500 m n.p.m. Viviers	A. Pissart (21)	15 do > 200	15—150	>2 ^b	5 ^b		2,30 ^d	wklęsłe	wypukłe	większość na stoku			5		
PLATEAU BRIE 100—150 m n.p.m. Mares	A. Cailleux (6)	3—80	3—5; 20—40	0	0	1—5		20—30°		większość			10	2—8	20—35
LANDY GIRONDE Landy Médoc 20—40 m n.p.m. Laguny	wg Boyé ark. Carcans mapa Rady Okręg., 1875	10—100	10—15; 25—30; 60—70		0,40 (1 forma) ^b	0,6—1	2,70 ^{d'}		b. łagodne	60	26	0	14	1—2	
Okolice Bordeaux 45—70 m n.p.m.	fot. lotn. Inst. Géog. Nat., 1950							10° (maks. po- miar)		69	25	0	6	2—3	5—6
S-część departamentu 60—90 m n.p.m.	ark. la Teste, SE mapa E.M.				1 (1 forma)					44	26	0	30	0,6	8—10
ZELANDIA, Dania Mares	A. Cailleux (5)	10—35	20 (średnio)		ślady wa- łów (sztu- czne?)	1	2,50	40° (w 75%)		41		29	15 (trójkątne)	5—6	16
Palsen	A. Cailleux (9) wg Łozińskiego Lundqvista Sharpa	7—20		2—7											
BOLLENWALD, okol. jez. Konstancji Pseudo-doliny krasowe	F. Weidenbach (27)	długość: 2—6	szerokość: 1—3	0	0	1—2	2,50	strome		0***	25***	0***	75***		
PLASKOWYŻ w Nowym Meksyku Zagłębienia bezodpływowe	S. Judson (16)	8—10 do >1600	700—800	6—7 ^c	15 ^c	0,4—7	15—20	5—6° (maks.)		26***	21***	0***	53***	0,12	

* cyfry kursywą (5) — dane bibliograficzne.
** obliczenia autora na podstawie mapy Holandii z 1932 r. w skali 1 : 50 000.
*** obliczenia autora na podstawie rysunków (16, 17).

Uwaga: rubryki nie wypełnione oznaczają brak danych

^a średnica krateru
^b wysokość wału
^c wysokość wydmi na E-brzegach niektórych niecek
^d miąższość torfu
^{d'} głębokość całkowita, w tym 0,70 m miąższość torfu



Institut Géographique National, 1950; nry: 1337/1537 —
026 i 084, 1336/1636 — 259 i 381

Fot. 1. Typy lagun w Landach Gironde

- A. Laguna les Cujes: przykład pojedynczej laguny okrągłej, średnica 80 m; na S od laguny wały wydymowe o kierunku NNW—SSE, w NE-części obszaru o kierunku NE—SW
- B. Landy Puits de la Route, na NE od Salaunes: moczary o niewyraźnych granicach i rozsiane laguny; po lewej stronie u dołu widoczne laguny uszeregowane; u dołu w środku sztuczne zagłębienie
- C. Landy na SE od St-Jean d'Illac: przykład lagun bliźniaczych, średnice wynoszą 60—80 m; w środku trzech lagun widać kępę sitowia w zagłębieniach
- D. Landy Crastieux, 2 km na W od Temple: jasne kręgi w środku fotografii to ślady wybierania piasku



Institut Géographique National, 1950; nr 1337/1537 — 141, 142, 208, 209

Fot. 2. Zgrupowanie lagun na W od Cestas, Gironde

1. laguna Lapeyre owalna (60 × 50 m); 2. leje po bombach; 3. miejsce zwane le Rousset; 4. początek odwodnienia naturalnego ku Eau Bourde (dopływ Garonny); 5. laguna okrągła 25 — 30 m; 6. laguna okrągła 10 — 15 m; 7. rozdroże Jauge; 8. rozdroże du Puch; 9. grupa „Trzech Lagun” (w rzeczywistości około 30)



fol. M. Boyé

Fot. 3. Jezioro Wrózek (Lac des Fées) w Courtille, gmina Mérignac
okrągła niecka 2 m głębokości w żwirach migdałowcowych, widok od południa



fol. M. Boyé

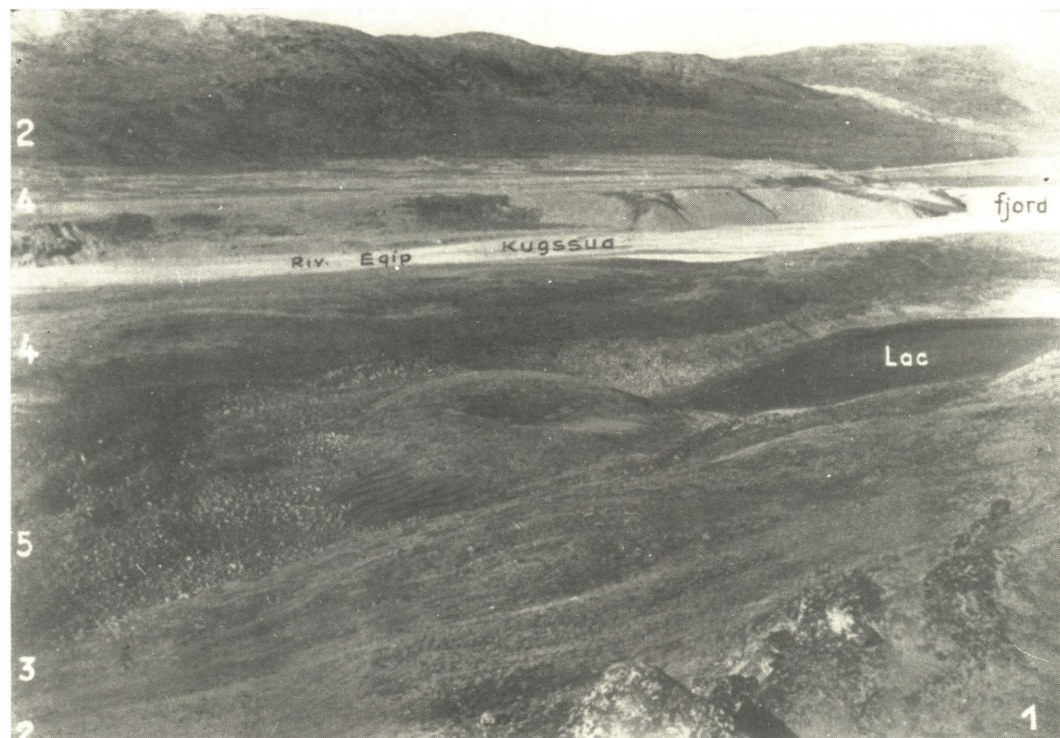
Fot. 4. Laguna w Matoucat, gmina Biganos
przykład płytkiej niecki na piaskach Landów, widok od zachodu; kształt owalny 35×45 m, w środku kępy
trzęślicy, na dalszym planie wrzosowisko



Fot. 5. Jedna z lagun w Baris, Landa Berron na N od Brach, Médoc
laguna okrągła o średnicy 40 m, widok od północy; roślinność piętrowa: w środku *hydrocharis*, *potamogeton* itp.,
na brzegach turzycy i kępy trzścicy molinii; za grupą dzieci wał z karłowatymi janowcami kolczastymi i kępami
wysokiego wrzосу



Fot. 6. Północny brzeg laguny z fot. 5



fot. M. Boyé

Fot. 7. Pingo w zachodniej Grenlandii, dolina Equip Kugssua, NE-Ata Sund

1. morena; 2. stare moreny boczne; 3. strefa przejściowa; 4. 35 m terasa łącząca się z terasą nadmorską; 5. zagłębienie po martwym lodzie; na lewo widoczne nagromadzenie dużych zaokrąglonych bloków; w środku, pingo w stadium degradacji (soliflukcja); widoczne spływy w kierunku jeziora i zagłębienia; na prawo głębokie jezioro reliktowe (zwierciadło wody na poz. morza)



fol. A. Cailleux

Fot. 8. Źródła Tassiussaq — Eqę, zachodnia Grenlandia. Niecka w kształcie podkowki o średnicy 20 m

na pierwszym planie dawna morena lodowca Eqip Sermia przekształcona przez soliflukcję, utrzymują się znaczne nachylenia; na drugim planie niecka źródła na terasie akumulacyjnej odpływu burzliwego, woda płynie tylko podczas tajania śniegów; zdjęcie robione latem, zimą zagłębienie wypełnione lodem 2 m wys.



fol. M. Boyé

Fot. 9. Cahuge, St-Exupéry, Gironde

typowa dolina krasowa z Entre-deux-mers: okrągła, o średnicy 10—20 m i głębokości 2—3 m, stoki strome 20—30°, zawsze sucha