

*Hemiaster bufo* is een korte, vrij ronde zeeëgel, tamelijk zeldzaam, uit het Cenomaan (afb. 81).

*Sternotaxis planus* is weer een hogere soort, die in het Turoon voorkomt en in dezelfde omgeving als *Conulus subrotundus* gezocht moet worden (afb. 82).

Naarmate men noordelijker gaat worden de fossielen schaarser. Ook ten noorden van de Cran d'Escalles komen ammonieten, schelpen en brachiopoden voor maar ze zijn even schaars als de belemniet *Actinocamax plenus*, het gidsfossiel van de Plenus-mergels. Wij beschikken niet over de nodige persoonlijke ervaring om u hier veel over te kunnen vertellen. Wel moeten deze Krijtlagen interessante dingen herbergen, getuige de vondst van een tand van een saurierachtige (afb. 83) in de wand van het klif.

## Literatuur

C. Delattre, E. Mériaux en M. Waterlot: Région du Nord (Guides Géologiques Régionaux), Masson et Cie, 1973.

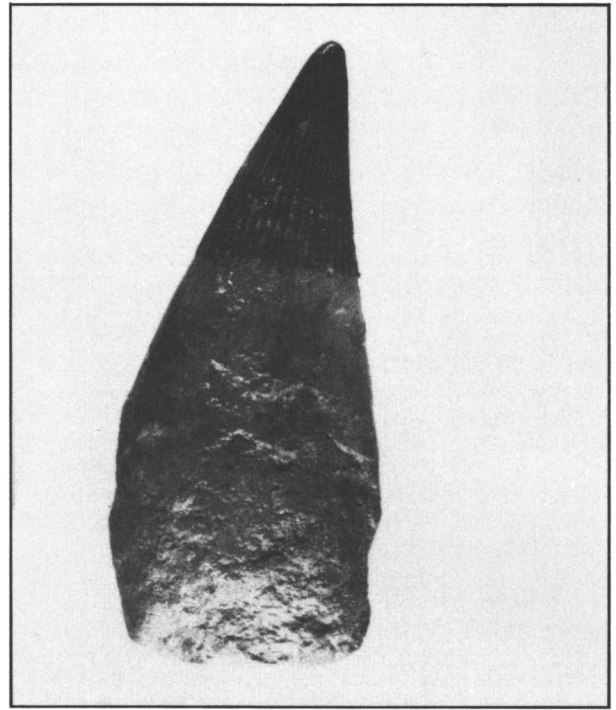
J. Stemvers-van Bommel: Wissant. Gea vol. 3 (1970), nr. 2.

J.P. en P. Destombes: Note sur le Gault de Wissant, Annales LXII, 1937, Société Géologique du Nord.

L.F. Spath: A Monograph of the Ammonoidea of the Gault, 1923 – 1946.

Moore (editor): Treatise on Invertebrate Paleontology, diverse delen.

British Museum: British Mesozoic Fossils.



afb. 83. Tand van een sauriër, lengte 51 mm. Gevonden in de Cenomanienlagen bij Cran d'Escalles, omgeving Wissant.

# De Kwartair-geologie van de Boulonnais

door drs. E.G. van Diggelen

## Inleiding

Het Kwartair vormt de jongste periode van de geologische tijdschaal en wordt gekenmerkt door het optreden van klimaatveranderingen. Fasen met een overwegend gematigd warm klimaat (interglacialen) worden afgewisseld door fasen met een overwegend koud klimaat (glacialen). In de Boulonnais zijn uit de koude fasen geen duidelijke sporen van een landijsbedekking teruggevonden. Wel werd er op veel plaatsen in een aantal koude fasen, onder barre toendraomstandigheden, een dun dek van eolische sedimenten afgezet. Dit zijn afzettingen die door toedoen van de wind ontstaan zijn.

Naast de eolische sedimenten vinden we in de Boulonnais plaatselijk veel vuursteenhoudende afzettingen terug, die door chemische verwerking, door hellingprocessen en door het stromende water in de loop van het Kwartair zijn gevormd.

In de kuststrook van de Boulonnais zijn mariene afzettingen schaars. Ze komen maar op enkele plaatsen langs de kust voor, zoals in de baai van Wissant, waar ook eolische afzettingen in de vorm van duinen worden aangetroffen. Dit artikel geeft een beknopt overzicht van de Kwartair-geologie van de Boulonnais, waarbij nader zal worden ingegaan op de in dit gebied voorkomende Kwartaire afzettingen en de geologisch-morfologische ontwikkeling vanaf het einde van het Tertiair tot heden.

Voor de verbreiding van de afzettingen kan worden verwezen naar de Kwartairgeologische kaart van de Boulonnais op pag. 39.

Als leidraad bij dit artikel is ook een geologische tabel opgenomen, waarin de indeling van het Tertiair en het Kwartair staat aangegeven.

## Continental afzettingen

Tot de in het Kwartair gevormde continentale afzettingen die in de Boulonnais op veel plaatsen aan de oppervlakte liggen, behoren **grindrijke vuursteenhoudende afzettingen** ("cailloutis de silex") en **lössafzettingen** ("limons" of "loess"). De continentale afzettingen zijn voor het grootste deel in het Pleistoceen – het oudste van de twee tijdvakken waarin de Kwartaire periode wordt verdeeld – gedeponeerd.

De vuursteenhoudende afzettingen kunnen worden onderscheiden in een viertal soorten. In de eerste plaats de "**argile à silex**", een zwarte tot donkerbruine kleverige of vette klei met ingeschakelde hoekige vuurstenen. Deze klei, die we in oplossingsholten in het krijt aantreffen, wordt beschouwd als het eindprodukt (residu) van de chemische verwerking (ontkalking) van het krijt, die vanaf het Tertiair tot op heden plaatsvond.

Twee andere vuursteenhoudende afzettingen zijn de "brief

à silex" of "limon de pente". Deze afzettingen zijn beide het produkt van hellingprocessen. De "brief à silex" werd gevormd onder koude en vochtige klimaatomstandigheden in het Pleistoceen door vorstcreep en gelifluctie. Boven een bevroren ondergrond kon in de zomer de ontdoode bovenlaag langs hellingen omlaag vloeien. Dit op hellingen en in dalen afgezette materiaal bevat talrijke, door vorstverwerking gebarsten vuurstenen. De "limon rouge à silex" is een produkt van hellingafspoeiing. Deze werd gevormd tijdens de erosie van de Boulonnais-Weald-anticline. We treffen dit hellingmateriaal vooral in de Bas-Boulonnais aan, langs de krijtgordel, waar het plaatselijk enkele meters dik kan zijn. Het bestaat uit een grindrijke kleiige of zandige ontcalcite matrix en bevat veel vuurstenen.

Een vierde vuursteenhoudende afzetting in de Boulonnais vormt het **grindrijke fluviatile sediment** ("alluvion"). Dit door het stromende water in rivierdalen afgezette materiaal bestaat uit horizontaal gelaagde zanden en grinden met tijdens het watertransport enigszins afgeronde vuursteen. Plaatselijk komen ook ingeschakelde kleilagen voor. De rivierafzettingen zijn zowel in het Pleistoceen als in het Holoceen (het tijdvak waarin we thans leven) gevormd. Pleistocene rivierafzettingen ("alluvions anciennes") zijn lokaal bewaard gebleven in de vorm van **riverterrassen**, die op verschillende hoogten boven elkaar kunnen voorkomen. Het zijn resten van een vroegere dalbodem, waarin de rivier zich heeft ingesneden en die dus door een helling wordt gescheiden van de huidige rivierbedding. Pleistocene rivierterrasafzettingen vinden we o.a. in het oude dalstelsel van de Slack, uitmondend bij Ambleteuse, de Wimereux en de Liane, die bij Boulogne in zee stroomt. Bovendien zijn enkele grindterrassen bekend uit het kustgebied ten zuiden van Wissant (bij Inghen) en ten zuiden van Ambleteuse.

Het ontstaan van de rivierterrassen wordt in verband gebracht met zeespiegelveranderingen t.g.v. klimaatveranderingen. Door een verlaging van de zeespiegel in een glaciaal (tengevolge van aangroei van ijskappen) zouden de rivieren zich in hun vroegere dalbodem insnijden en daarbij veel materiaal naar zee afvoeren. Bovenstreams blijven dan slechts enkele lokale terrasafzettingen bewaard. Van de bij Inghen op 15 meter boven het huidige zeeniveau gelegen grindterrassen is de genese een omstreden zaak. Het is niet duidelijk of we hier te maken hebben met de afzettingen van Pleistocene rivierterrassen of met die van mariene kustterrassen. In het laatste geval zouden de afzettingen gevormd zijn tijdens een interglaciaal, waarin de zeespiegel 15 meter hoger moet hebben gestaan dan thans. De zee zou dan verder landinwaarts zijn gedrongen en een abrasieplatform hoog boven het huidige hebben gevormd.

De in het Holoceen gevormde rivierafzettingen ("alluvions modernes" of "alluvions récentes") treffen we als een dik pakket grindrijke vuursteenhoudende zanden in de grote rivierdalen van de Boulonnais aan. In het rivierdal van de Liane zijn deze afzettingen plaatselijk meer dan 30 meter dik. Op enkele plaatsen in de rivierdalen trad in het Holoceen veenvorming op.

**Lössafzettingen** komen op veel plaatsen in het hogere randgebied van de Boulonnais voor. In het lager gelegen centrale deel (de Bas-Boulonnais) treffen we deze windafzettingen slechts sporadisch aan. Het lössdek in de Haut-Boulonnais is van geringe dikte, meestal in de orde van enkele meters. Waar de löss is afgezet in de luwte van westelijke dalhellingen kan de dikte aanzienlijk zijn. Op veel plaatsen is de löss verspoeld, waardoor het vuursteenhoudende krijt en de "argile à silex" aan de oppervlakte liggen. De löss is in het Pleistoceen door de wind afgezet. Tijdens de koude tijden kon, door het praktisch ontbreken

van een vegetatiedek, de wind het losse materiaal gemakkelijk uit drooggevallen rivierbeddingen opnemen. Tijdens dit windtransport trad korrelgrootteselectie op. In het noorden van België en in ons land werden grovere dekzanden afgezet, terwijl in het zuiden van België en in het noorden van Frankrijk de fijnkorrelige löss werd gedeponeerd. Hierbij schijnt het reliëf enigszins van invloed te zijn geweest. De löss bezit een zeer fijne korrelgrootteverdeling, waarbij in de fractie 2-50 µm 70 à 80% van de korrels ligt. Daarnaast valt de löss op door zijn geelbruine tot bruine kleur en zijn vrij homogene samenstelling. In de Boulonnais treffen we plaatselijk twee typen löss aan, die alleen bij het aanwezig zijn van een roodkleurige bodem (de bodem van Rocourt, uit het Eemien) van elkaar gescheiden kunnen worden. Het gaat daarbij om lössen uit twee verschillende koude tijden. De oudste löss is waarschijnlijk afgezet in het Saalien en heeft een gering voorkomen. Vooral in het zuidelijk deel van de Boulonnais en in Picardië is de löss veel ontsloten. De jongste löss daarentegen werd onder koude en vochtige condities in een aantal fasen tijdens het Weichselien afgezet en bezit een bijna continue verbreiding in het noorden. Tegen het einde van het Weichselien trad de huidige klimaatverbetering op. Hierdoor werd het losse materiaal door de vegetatie vastgelegd en hield de eolische sedimentatie op.

Tabel met de indeling van het Tertiair en het Kwartair

PERIODE	TIJDVAK	TIJD
KWARTAIR	Holoceen	(Flandrien)
	Pleistoceen	<sup>k</sup> Weichselien
		Eemien
		<sup>k</sup> Saalien
		Holsteiniën
		<sup>k</sup> Elsterien
		Cromerien
		<sup>k</sup> Menapien
		Waalien
		<sup>k</sup> Eburonien
		Tigliën
	<sup>k</sup> Pretigliën	
TERTIAIR	Pliocene	
	Mioceen	
	Oligoceen	
	Eoceen	
	Paleoceen	
		(k = koude tijd)

## Mariene afzettingen

Mariene afzettingen uit het Kwartair zijn in de Boulonnais schaars. Dit komt doordat de Boulonnais een hoger gelegen gebied is, waar het vaste gesteente boven zeeniveau dagzoomt. De opdringende zee heeft dan ook op veel plaatsen langs de kust een steil klif gevormd. Alleen bij de lagere kustgedeelten, nabij riviermondingen, kon de zee verder landinwaarts dringen en mariene sedimenten afzetten. De oudste mariene afzettingen zijn waarschijnlijk gevormd in het Eemien, de laatste tussenijstijd (circa 100.000 tot 75.000 jaar geleden). Toen bereikte de zee het krijtklif van Cap Blanc-Nez. Men neemt aan dat toen, bij een hogere zeespiegelstand, het "fossiele" klif van Sangatte ("la falaise morte") werd gevormd. Het oude abrasieplatform wordt nog bedekt door een laag rolstenen van krijt en vuursteen, terwijl de "fossiele" brandingsnis aan de onderzijde van het klif te herkennen is. De mariene afzettingen aan de voet van het "fossiele" klif worden afgedekt door een dik pakket verspoeld hellingmateriaal en lössen uit het Weichselien. Zie de lagen 3 a-d in het Krijtprofiel op pag. 18. Mariene afzettingen uit het Eemien zijn ook gevonden in het gebied ten noorden van Sangatte, waar enkele geïsoleerde grindvoorkomens liggen (Coulogne, Les Attaques en Fort-Château). Deze grindvoorkomens steken plaatselijk circa 5 meter boven de omgeving uit. Of ze beschouwd moeten worden als de resten van een oude strandwalgordel is nog onzeker.

Tot de mariene afzettingen uit het Pleistoceen behoren waarschijnlijk ook de grinden bij Wissant en Ambleteuse. Recent onderzoek van de mariene grinden ("cailloutis marin lité", met 98% vuursteenrolstenen) bij Inghen en Le Phare, in de baai van Wissant, wees uit dat deze mogelijk nog ouder zijn dan Eemien. Op grond van in het meer dan 31 meter dikke grindterras gevonden faunaresten wordt zelfs gedacht aan mariene afzettingen uit het Cromerien, circa 500.000 jaar geleden. De grinden worden afgedekt door een totaal meer dan 15 meter dik pakket continentale afzettingen (fluviatiele sedimenten, duinzanden, hellingmateriaal en lössen).

De jongste mariene invloed in Noord-Frankrijk, waarover veel bekend is, vond in het Holoceen ("Flandrien") plaats. Al tegen het einde van het Pleistoceen was de toenemende mariene invloed ("la transgression flandrienne") merkbaar. De zee drong steeds verder landwaarts. Kon zich in het begin nog onder zoete milieu-omstandigheden plaatselijk veen ("tourbe profonde": basisveen) vormen, later werden voornamelijk mariene zanden, kleien en lemen ("assises de Calais": afzettingen van Calais) afgezet.

Deze faciësverandering is een gevolg van de zeespiegelstijging, die in het begin van het Holoceen vrij snel verliep. Gedacht moet worden in de orde van circa 0,5 meter in 100 jaar. Tijdens deze Holocene transgressiefase werd bovendien in het noordwestelijk deel van de Vlaamse kustvlakte een enkele meters hoge grindrug gevormd: de "Banc de Galets des Pierrettes" (zie Kwartairgeologische kaart). Het grind waaruit deze strandwal is opgebouwd kwam vrij bij de kustafslag van de Boulonnais. Circa 3800 B.P. (Subboreaal) trad een belangrijke regressiefase op, waarin de mariene invloed in Noord-Frankrijk afnam ("régression post-flandrienne"). Hierdoor kon zich weer veen gaan vormen, dat thans op veel plaatsen aan de oppervlakte ligt ("tourbe de surface").

De jongste mariene afzettingen uit het Holoceen zijn de "assises de Dunkerque" (afzettingen van Duinkerke), zandige sedimenten die vanaf 2500 B.P. en vooral van de 4de tot de 8ste eeuw A.D. zijn gevormd tijdens de "épisodes transgressifs Dunkerquiennes" (Duinkerke transgressiefasen).

Mariene afzettingen uit het Holoceen zijn in de Boulonnais zeer schaars. De hierboven geschetste opeenvolging van

venen, zanden en grinden, zoals we die in de kustvlakte van Vlaanderen kunnen aantreffen, komt in de Boulonnais niet voor.

Langs de kust van de Boulonnais vinden we alleen plaatselijk wat veen, dat op grond van archeologische vondsten en de botanische samenstelling wordt gerekend tot de "tourbe de surface". Veenvoorkomens zijn o.a. te vinden bij Wissant en bij Pointe aux Oies, tussen Wimereux en Ambleteuse.

In de brede baai van Wissant wordt het veen bedekt door duinen, die hier door het samenspel van de zee, de wind en de planten na de veenvorming zijn vastgelegd (zie hiervoor het artikel over de kustmorfologie). Oudere duinen in deze baai zijn bekend uit het Pleistoceen, mogelijk uit het Saalien. Ze worden aangetroffen bij Le Phare, waar ze onder hellingmateriaal en lössen uit het Weichselien liggen verborgen. De dikte van deze duinzanden kan maximaal 16 meter bedragen.

Tot de allerjongste afzettingen langs de kust behoren de recente zeezanden en zeegrinden, die bij de kustafslag vrijkomen en door de golven en de kuststroom worden getransporteerd. In de baai van Wissant treffen we brede zandstranden aan. Voor de kust ligt bovendien een brede zandbank (de "Banc à la Ligne"), die de baai afschermt en zich langzaam naar het noordoosten verplaatst.

Deze zandbank blijkt te beginnen bij Cap Gris-Nez, het punt waar de zeestroming vanuit het Nauw van Calais wordt gesplitst in een zuidoostelijke en een noordoostelijke stroombaan. Ten zuiden van Cap Gris-Nez treffen we dan ook voor de kust veel grinden aan (de "Banc de galets du Cran aux oeufs").

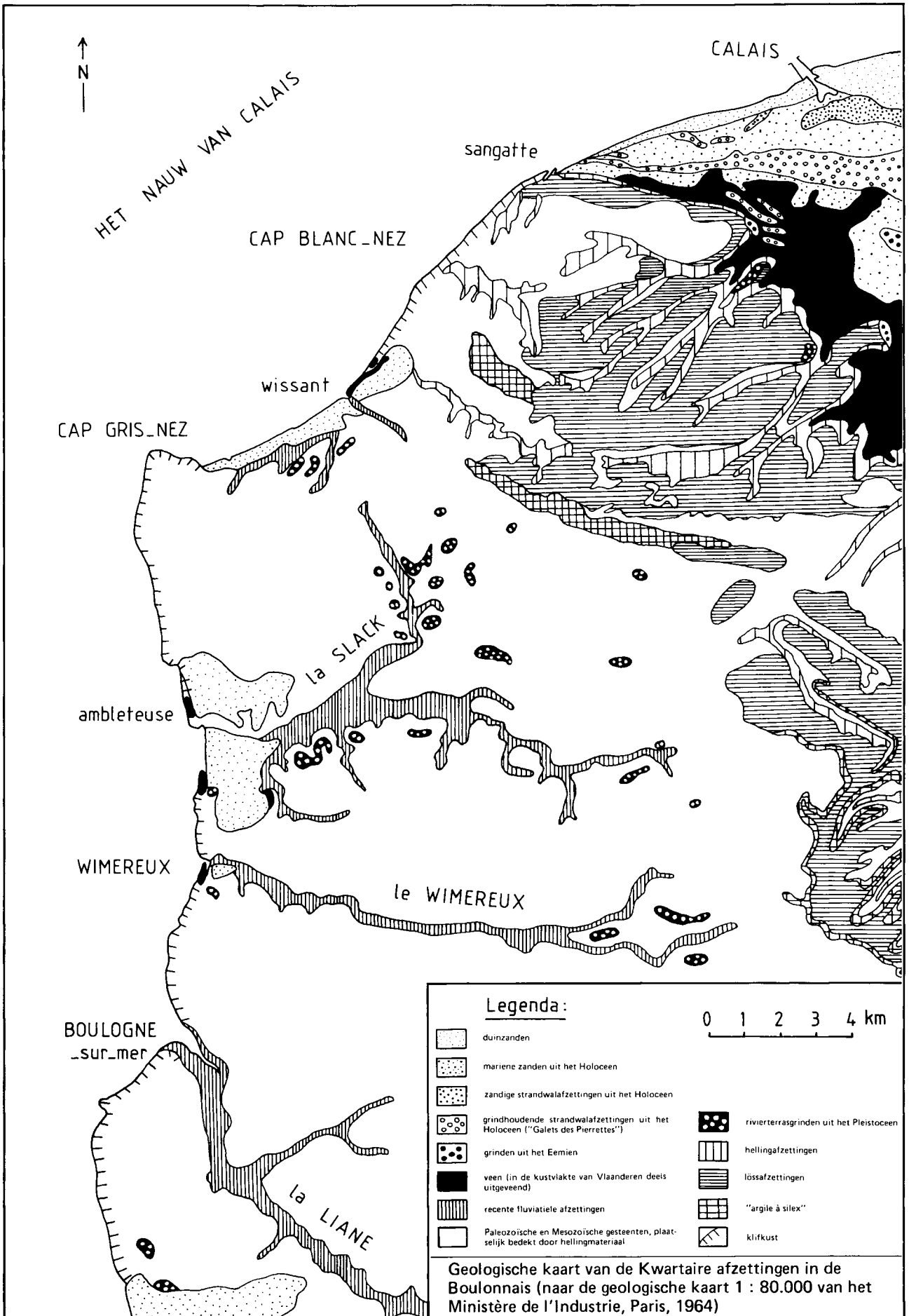
Het voor de kust bij Wissant gelegen zeezand vormt het moedermateriaal voor de duinen.

## De geologisch-morfologische ontwikkeling

In het Eoceen (Onder-Tertiair) vond er in de Boulonnais een opwelling plaats, die in verband gebracht wordt met de grote Alpiene bewegingen. Er vormde zich een brede koepelvormige anticline, de Anticlinal de l'Artois, die zich via het Nauw van Calais voortzet tot in het Engelse Wealden District. Door deze drempel werd het bekken van Londen-Brussel van het Bekken van Parijs gescheiden. Na het ontstaan van deze opwelling trad differentiële erosie op, waarbij de anticline werd opengebroken en de zachtere lagen in het centrale deel van de Boulonnais snel werden opgeruimd. Hierdoor ontstond de Bas-Boulonnais, de laaggelegen kern waarvan de ondergrond uit Jura en Paleozoïcum bestaat. De Bas-Boulonnais wordt omringd door de resistentere lagen uit het Krijt, die een hooggelegen krijtrand vormen (Haut-Boulonnais).

In het Boven-Tertiair (Mioceen) drong de zee tot in de huidige Haut-Boulonnais door, waarbij de "Poudingue des Noires Mottes" werd afgezet. Thans liggen deze mariene, schelphoudende afzettingen bij Cap Blanc-Nez (Noires-Mottes) op 156 meter boven de zeespiegel, hetgeen erop wijst dat de Boulonnais tegen het einde van het Tertiair, en mogelijk nog in het Kwartair, nog eens in niet onaanzienlijke mate werd opgeheven. Hierbij sneden de rivieren zich in en vond er opnieuw erosie plaats, die zeker tot in het Midden-Pleistoceen doorging. Vooral de zachtere gesteenten boden weinig weerstand en werden tamelijk snel geërodeerd. De resistentere daarentegen overleefden op sommige plaatsen het erosieproces. We vinden ze in de Bas-Boulonnais terug in de vorm van erosierestheuvels.

vervolg op pag. 40



Hiertoe behoren de Mont-Lambert (189 meter hoog), de Mont d'Herquelingue (154 meter), het Massief van La Fôret de Boulogne (134 meter) en het Massief van La Fôret de Desvres (125 meter).

Tijdens het erosieproces werden er in de Bas-Boulonnais bovendien een aantal **vervlakkingsniveaus** gevormd. Naast fluviaatiele erosie traden er ook hellingprocessen op, waarbij het losse materiaal hellingafwaarts werd getransporteerd om in het lager gelegen terrein door de rivieren te worden afgevoerd naar zee. Op veel plaatsen treffen we dit hellingmateriaal (de "**limon rouge à silex**") aan.

In het Mioceen vond waarschijnlijk ook een doorbraak van de Boulonnais-Wealden-anticline plaats, waarbij de eerste aanzet tot het **Nauw van Calais** ontstond. Hierdoor kreeg de zee toegang tot de Boulonnais en kon zich langs grote delen van de kust een klif in het vaste gesteente ontwikkelen. De verbreding van het Nauw van Calais en de daarmee gepaard gaande klifterugschrijding vond vooral in de loop van het Kwartair plaats. De mate van klifterugschrijding verschilde van tijd tot tijd.

Tijdens de koude fasen van het Pleistoceen lag deze zee-engte tussen de Noordzee en Het Kanaal meestal droog, zodat Engeland met het vasteland verbonden was. In deze koude fasen speelden vooral rivier-erosie en hellingprocessen een rol bij de afbraak van de kliffen. Door de zeespiegelstijging in de warme fasen van het Kwartair kon de zee ver landwaarts doordringen en werd Engeland weer door een nauwe zeestraat van het vasteland gescheiden. In deze warme tijden trad naast hellingafspoeiing ook mariene erosie op, waardoor het Nauw van Calais verder werd verbreed. De afbraak van kliffen gaat ook nu nog gestaag door, zodat het Nauw van Calais elk jaar weer iets breder wordt (zie hiervoor het artikel over de kustmorfologie).

Fluviaatiele erosie vond plaats door de drie grote rivieren in de Boulonnais (de Liane, de Wimereux en de Slack), waarvan het riviernet beïnvloed werd door de structuur van de ondergrond. De rivieren lopen parallel met de grote **breuklijnen** uit het Tertiair (Faille de Slack-Epître, Faille de Wimereux-Belle en Faille de la Liane). Vooral in het Pleistoceen trad langs deze breuklijnen sterke erosie op,

waarbij brede en vrij diepe rivierdalen ontstonden, die later door grindrijke fluviaatiele afzettingen ("**alluvions**") grotendeels zijn opgevuld. In de koude tijden van het Pleistoceen sneden de rivieren zich, ten gevolge van de lage zeespiegelstand en de daardoor lager liggende erosiebasis, in hun oude sedimenten in. Hierdoor bleven de "**alluvions anciennes**" alleen in de vorm van een aantal **rivierterrassen** bewaard.

Algemeen neemt men aan dat aan het einde van het Saalien het reliëf bijna gelijk was aan het huidige, maar dat het wel veel "**scherper**" was. Hellingprocessen en lössafzettingen hebben het reliëf verder vervalst en het zijn huidige vorm gegeven.

## Literatuur

- Bonte, A. en J. de Heinzelin, 1966, Compte rendu de la extraordinaire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie et de la Société géologique de Belgique dans le Boulonnais du 8 au 11 Septembre 1966. Bull. Soc. Belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol., T.LXXV, 245-305.
- Bonte, A., 1966, Le Quaternaire de la Pointe aux Oies entre Wimereux et Ambleteuse (Pas-de-Calais). Ann. Soc. Géol. du Nord, T. LXXXVI, 183-186.
- Bonte, A., 1969, Le Boulonnais. Ann. Soc. Géol. du Nord de la France, T. LXXXIX, 1, 23-46.
- Coque-Delhuille, B., 1972, Recherches sur les formations Quaternaires et le modèle de la Flandre maritime Dunkerquoise. In: Cahiers de Géographie Physique, no. 1, Plaines maritimes du Nord, Inst. de Géogr. de Lille, 45-63.
- Delattre, Ch., E. Mériaux en M. Waterlot, 1973, Guides Géologiques Régionaux: Région du Nord. Masson et Cie (éd.), Paris.
- Paepe, R. en J. Sommé, 1970, Les loess et la stratigraphie du Pleistocène récent dans le Nord de la France et en Belgique. Ann. Soc. Géol. Nord, T. XC, 191-201.
- Sommé, J., 1969, La plaine maritime. Ann. Soc. Géol. Nord, T. LXXXIX, 1, 117-126.
- Sommé, J., 1975, Les plaines du Nord de la France et leur bordure. Etude Géomorphologique. Vol. 1 t/m 3, Univ. de Paris, Thèse de Doctorat d'Etat, 790 blz.

# De kustmorfologie van de Boulonnais

door drs. E.G. van Diggelen

## Inleiding

De zee heeft een grote aantrekkingskracht op de meeste mensen, vooral langs de kust waar de aanrollende golven tweemaal per etmaal door het land worden gebroken. In deze brandingszone ontstaan vele soorten kustvormen, die in de Boulonnais plaatselijk goed ontwikkeld zijn. In dit gebied is de kustlijn aan een voortdurende verandering onderhevig. Vooral bij stormvloed breekt de bruisende zee met haar huizenhoge golven het land af. Op plaatsen waar kapen in zee uitsteken treffen we steile klifkusten aan, terwijl in de meer beschutte baaien zandstranden en duinenrijen zijn gevormd.

Deze bijdrage aan het Boulonnais-nummer zal nader ingaan op de vormen, die zich in deze streek in de loop der tijd op de grens van land en zee hebben ontwikkeld. Kustvormen die de strandwandelaar telkens weer herinneren aan de meedogenloze strijd die hier tussen het land en de zee wordt uitgevochten.

## Hoge en lage kusten

Zakken we vanuit ons land in zuidelijke richting langs de kust af, dan zal na een aantal uren rijden de uitgestrekte