

C.- HET GEHALTE AAN KARBONATEN IN DE SEDIMENTEN VAN HET SCHELDE-
ESTUARIUM, DE OOSTER-SCHELDE EN HET VEERSE MEER

door

S. WARTEL

1.- Inleiding

Tussen 1967 en 1975 werd een groot aantal bodem- en suspensiestalen verzameld in het estuarium van de Schelde, de Ooster-Schelde en het Veerse Meer (fig. 1). De korrelgrootteverdeling van deze sedimenten werd reeds in een vroeger werk besproken [Wartel (1972)]. Deze publicatie handelt over het gehalte aan karbonaten, over de eventuele oorsprong ervan en enkele mogelijke wijzen van afzetting.

Voorgaande studies hebben reeds de aanwezigheid van karbonaten in het estuarium van de Schelde aangetoond [Della Faille (1961), Wollast (1968, 1973), Laurent (1969), Gullentops (1973)].

Volgens Laurent (1969) is een zuiver detritische oorsprong voor het karbonaat, aanwezig in de frakties fijner dan 62μ uitgesloten. Zeer fijn vergruisde schelpfragmenten vormen volgens hem een onstabiele fase in het interstitieel water van de bodemsedimenten van de Schelde. Ook de aanwezigheid van idiomorphe rhombohedra van calciëet in de silt-fractie wijst er volgens hem op dat neerslag en uitkristallisatie van calciëet uit een oplossing heeft plaats gevonden.

Analysen van bodemsedimenten van de Noordzee [Gullentops (1973)] laten een nauw verband zien tussen de aanwezigheid van schelpen en schelpfragmenten en het gehalte aan karbonaten in de zandfractie. Deze auteur toont verder eveneens aan dat het karbonaatgehalte van de sedimenten in noord-oost richting afneemt. Bodemsedimenten voor de Belgische kust en voor de mondingen van de Rijn en de Ysel bezitten een opmerkelijk hoog karbonaatgehalte en vormen een uitzondering op de voorgenoemde noord-oost gerichte afname. Het hoge karbonaatgehalte voor de Belgische kust wordt door Gullentops aanzien als het gevolg van een biochemische neerslag van Ca-rijk Scheldewater en de ontwikkeling van kalkrijke nanno-organismen.

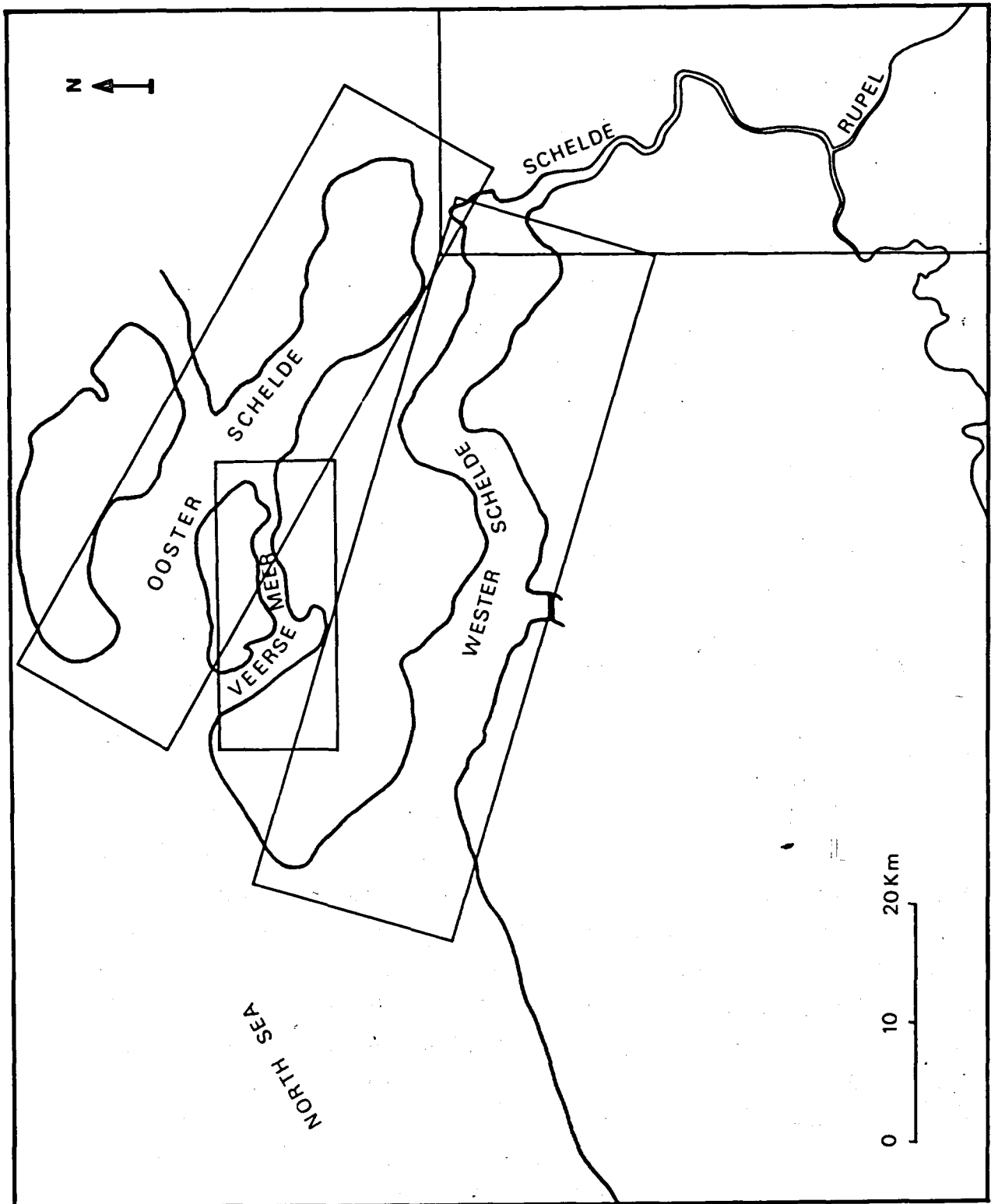


fig. 1.
General location map

2.- Methoden

Bodemstalen werden genomen met een *Shipek*-bodengrijper en alleen de bovenste centimeter van het bodemoppervlak, zoals het voorkwam in de grijper, werd bemonsterd voor analyse. Suspensiestalen werden bekomen door water van een gegeven diepte op te pompen en het sediment eruit te verwijderen bij middel van een continue separator.

Het karbonaatgehalte werd bepaald met een *Scheibler-Dietrich*-calcimeter op het totale sediment kleiner dan 2 mm. In sommige gevallen werd eveneens het karbonaatgehalte bepaald van de afzonderlijke korrelgrootte frakties tussen 2 mm en 32 μ of van de frakties kleiner dan 44 μ . Afzonderlijke frakties werden eveneens bestudeerd onder het mikroskoop om de aard van de karbonaatpartikels na te gaan.

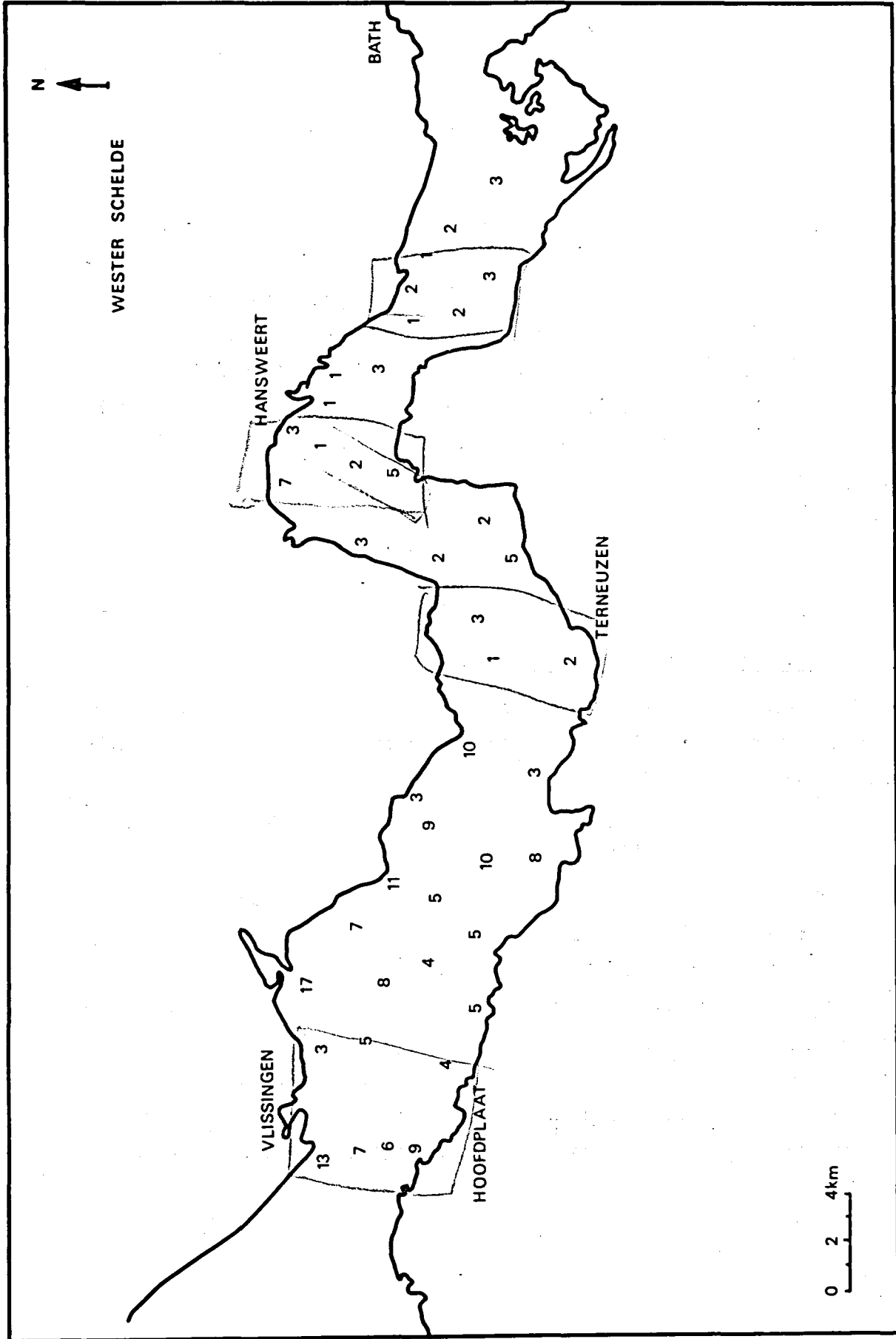
3.- Algemene verdeling van de karbonaten

Het karbonaatgehalte van de sedimenten (bodem en suspensie) vertoont duidelijke regionale verschillen zowel in als tussen de verschillende bestudeerde gebieden.

3.1.- De Wester-Schelde (fig. 2)

De bodemsedimenten van de Wester-Schelde bestaan hoofdzakelijk uit zand met een mediaanwaarde gelegen tussen 130 en 350 μ en een geringe gehalte aan silt en klei (steeds minder dan 5%).

Het karbonaatgehalte heeft de hoogste waarden in het meest westelijk deel van het estuarium (van 3 tot 17 %) en is merkkelijk lager in het oostelijk deel (van 1 tot 3 %). Het lijkt er dus op dat de algemene trend van een dalend karbonaatgehalte in noord-oostelijke richting waargenomen in de Noordzee [Gullentops (1973)], zich eveneens voordoet van west naar oost in de Wester-Schelde.



1.8

3.6
0.4

5.6

fig. 2.

Wester-Schelde, carbonate content of bottom sediments

6.7

3.2.- De Schelde (fig. 3)

De bodemsedimenten van de Schelde, tussen Bath en Schelle, worden gekenmerkt door een dalende mediaanwaarde (kleiner dan 180μ) en een sterk toenemende hoeveelheid silt en klei, met een maximum in het troebelheidsmaximum van het estuarium gelegen tussen Lillo en Oosterweel [Wartel (1972)], waar het silt en kleigehalte tot 60 % van het totale sediment bedraagt. Verder stroomopwaarts wordt het bodemsediment geleidelijk grover (mediaanwaarden tussen 100 en 300μ). De grofste sedimenten komen voor tussen Hoboken en Schelle (keien tot 32 mm). Nog verder stroomopwaarts moet een onderscheid gemaakt worden tussen de Schelde en de Rupel. De bodemsedimenten van de Schelde zijn vrij grof (mediaanwaarden tot 320μ) en silt en kleifrakties zijn vrijwel afwezig. De bodemsedimenten van de Rupel zijn eveneens grof (mediaanwaarden tot 380μ) maar kunnen een aanzienlijke hoeveelheid silt en klei (tot 30 %) bevatten.

De afname aan kalkgehalte waargenomen vanaf de Noordzee stroomopwaarts in de Wester-Schelde wordt onderbroken verder stroomopwaarts in de Schelde. Hier stijgt het kalkgehalte tot 8 à 13 % voor de sedimenten tussen Lillo en Oosterweel. Verder stroomopwaarts daalt het kalkgehalte opnieuw tot minder dan 5 % nabij de Rupelmonding. In de Rupel zijn de kalkgehaltenes iets hoger dan in de Schelde wat in verband kan gebracht worden met een hoger silt en kleigehalte.

3.3.- De Ooster-Schelde (fig. 4)

De bodemsedimenten van de Ooster-Schelde bestaan uit gemiddeld tot grof zand (mediaanwaarden tussen 130 en 355μ) met slechts een zeer geringe hoeveelheid silt en klei (steeds minder dan 3 %).

Ook het karbonaatgehalte is hier zeer laag (1 à 4 %). Een vergelijk met de Noordzee sedimenten [Gullentops (1973)] toont aan dat voor de monding van de Ooster-Schelde slechts 2 à 4 % karbonaten in het bodemsediment aanwezig zijn. De Ooster-Schelde sedimenten sluiten dus zeer goed aan bij het algemeen beeld van de karbonaat verdeling in de Noordzee.

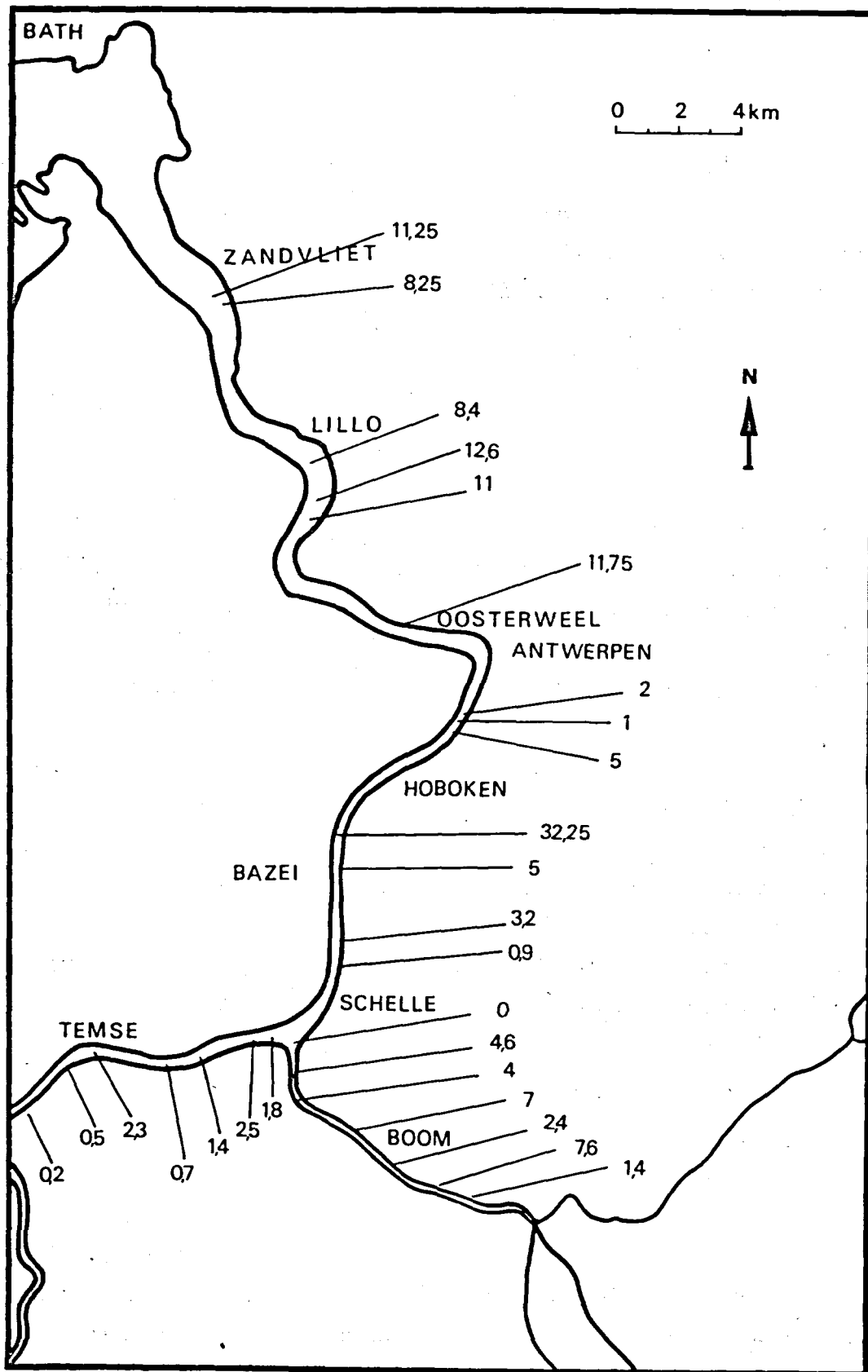


fig. 3.

Schelde, carbonate content of bottom sediments

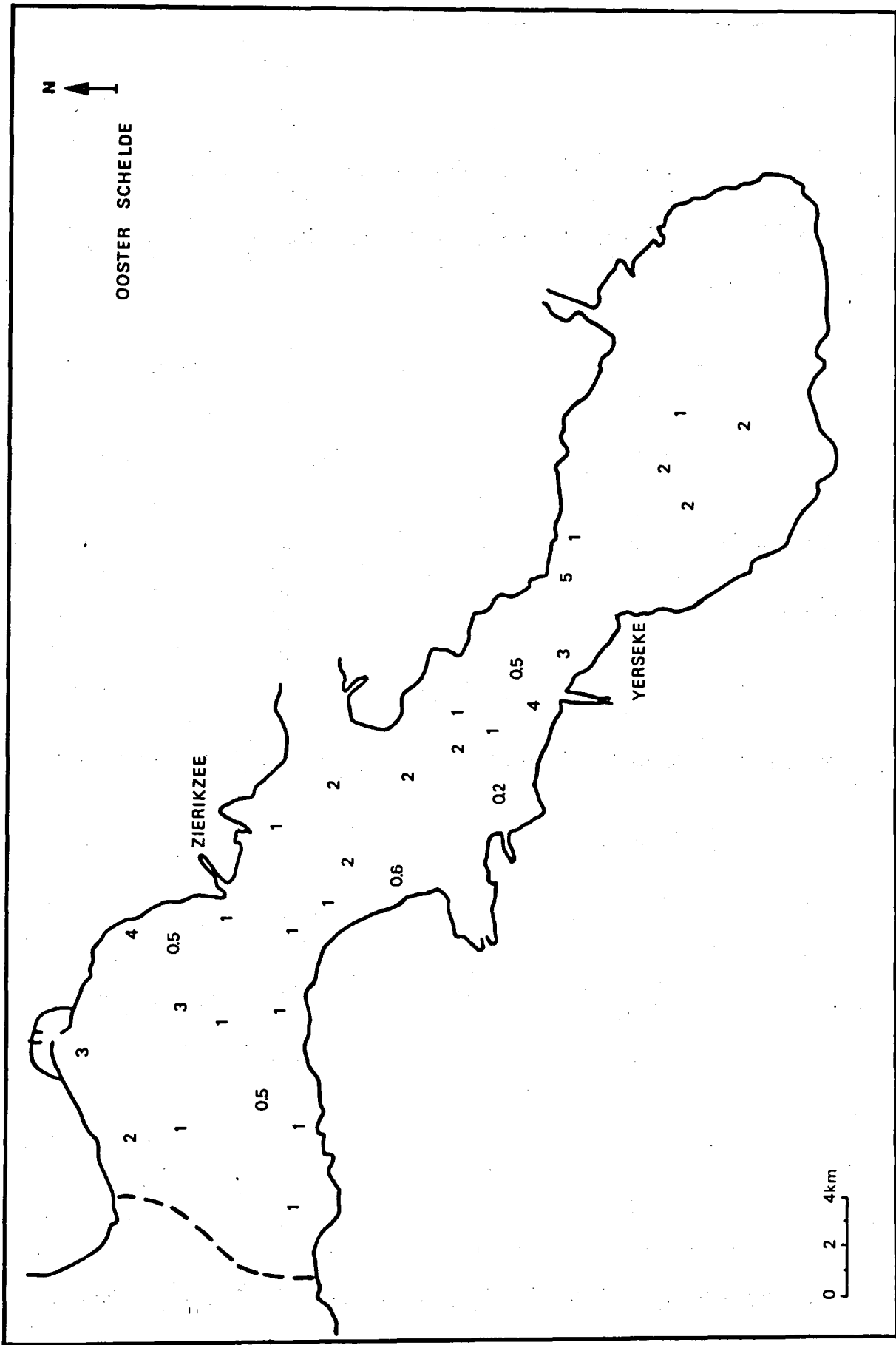


fig. 4.

Ooster-Schelde, carbonate content of bottom sediments

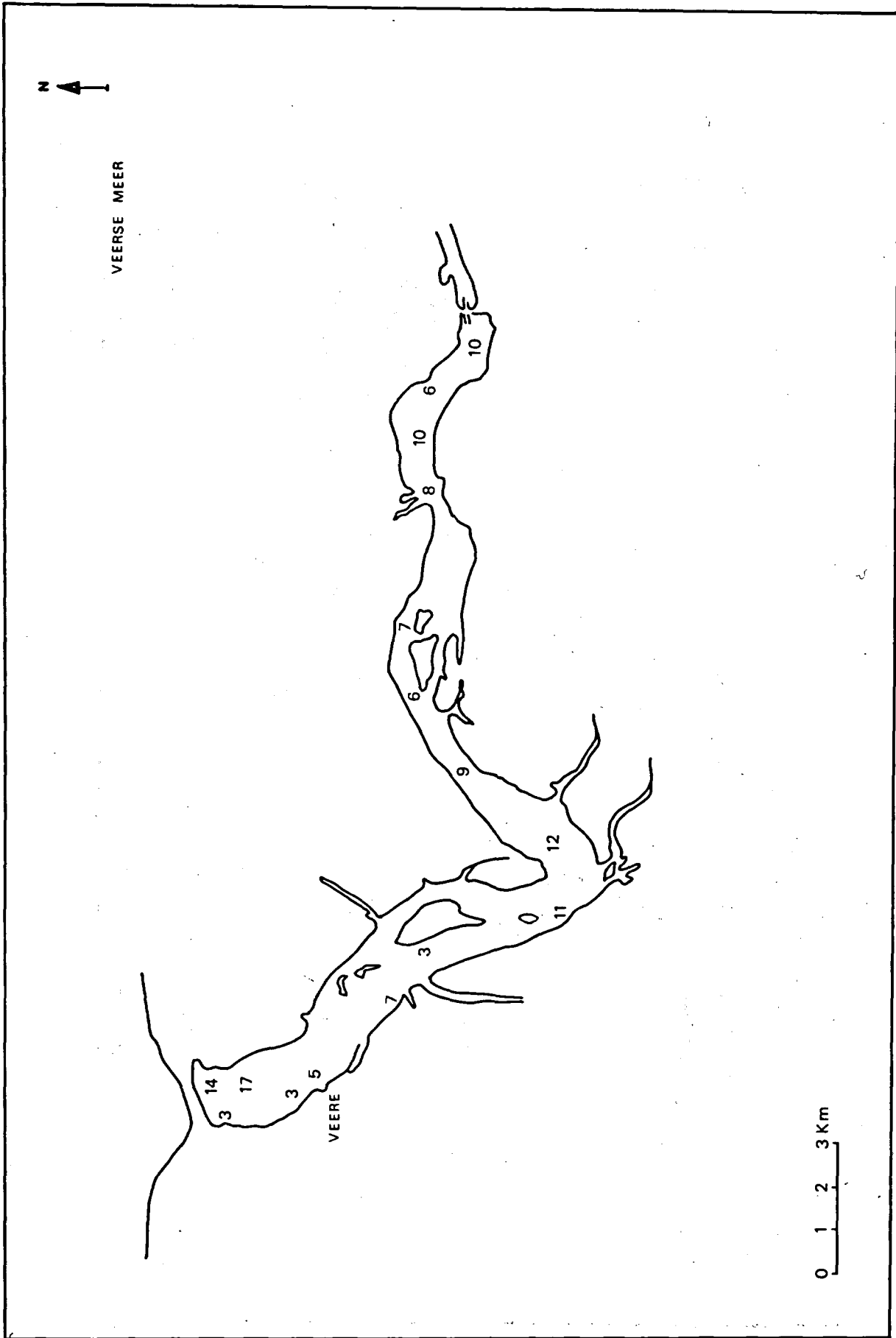


fig. 5.

Veerse Meer, carbonate content of bottom sediments

3.4.- Het Veerse Meer (fig. 5)

De bodemsedimenten van het Veerse Meer, een sinds 1961 artificieel afgesloten arm van de Ooster-Scheldt, bestaan hoofdzakelijk uit gemiddeld zand (mediaanwaarde tot 212 μ) en silt en kleirijk slib (tot 80 % silt en klei, [Faas en Wartel (1975)]). Dit slib werd afgezet na het afsluiten van het Veerse Meer en is voornamelijk aangevoerd vanuit het omringende poldergebied. Het Karbonaatgehalte van deze sedimenten is opvallend hoog (3 à 17 %) in vergelijking met de Ooster-Schelde.

4.- Verband tussen het karbonaatgehalte en de fraktie < 44 μ

Uit voorgaande paragrafen kan men afleiden dat er een verband bestaat tussen de aanwezigheid van silt- en kleirijke sedimenten en het karbonaatgehalte.

Voor enkele sedimenten uit de Schelde werd daarom het karbonaatgehalte bepaald voor de verschillende frakties tussen 710 en 32 μ (fig. 6). Het karbonaatgehalte is niet uniform verdeeld over de verschillende frakties, maar er bestaat een uitgesproken minimum in de zandfraktie. Dit minimum ligt rond 208 μ voor sedimenten van de Ballastplaat (nabij Zandvliet) en kan breed uitgestrekt zijn zoals bijvoorbeeld voor sedimenten uit de omgeving van Antwerpen waar geen karbonaten aanwezig zijn tussen 208 en 417 μ . Zowel naar de grovere als naar de fijnere frakties neemt het karbonaatgehalte toe.

Uit een mikroskopisch onderzoek blijkt verder dat in de grovere frakties het karbonaat voorkomt in de vorm van schelpen en schelpfragmenten. In de fijnere frakties (onder 208 μ) komen vooral schalen van foraminiferen en ostracoden voor naast stekels van echinodermen en fijne schelpfragmenten. In de frakties beneden 62 μ konden geen structuren herkend worden. Laurent (1969) vermeldt eveneens de aanwezigheid van calciëet en dolomiet als kleine rhombohedrische kristallen of als fijne kristalaggregaten in sedimenten van de Wester-Schelde.

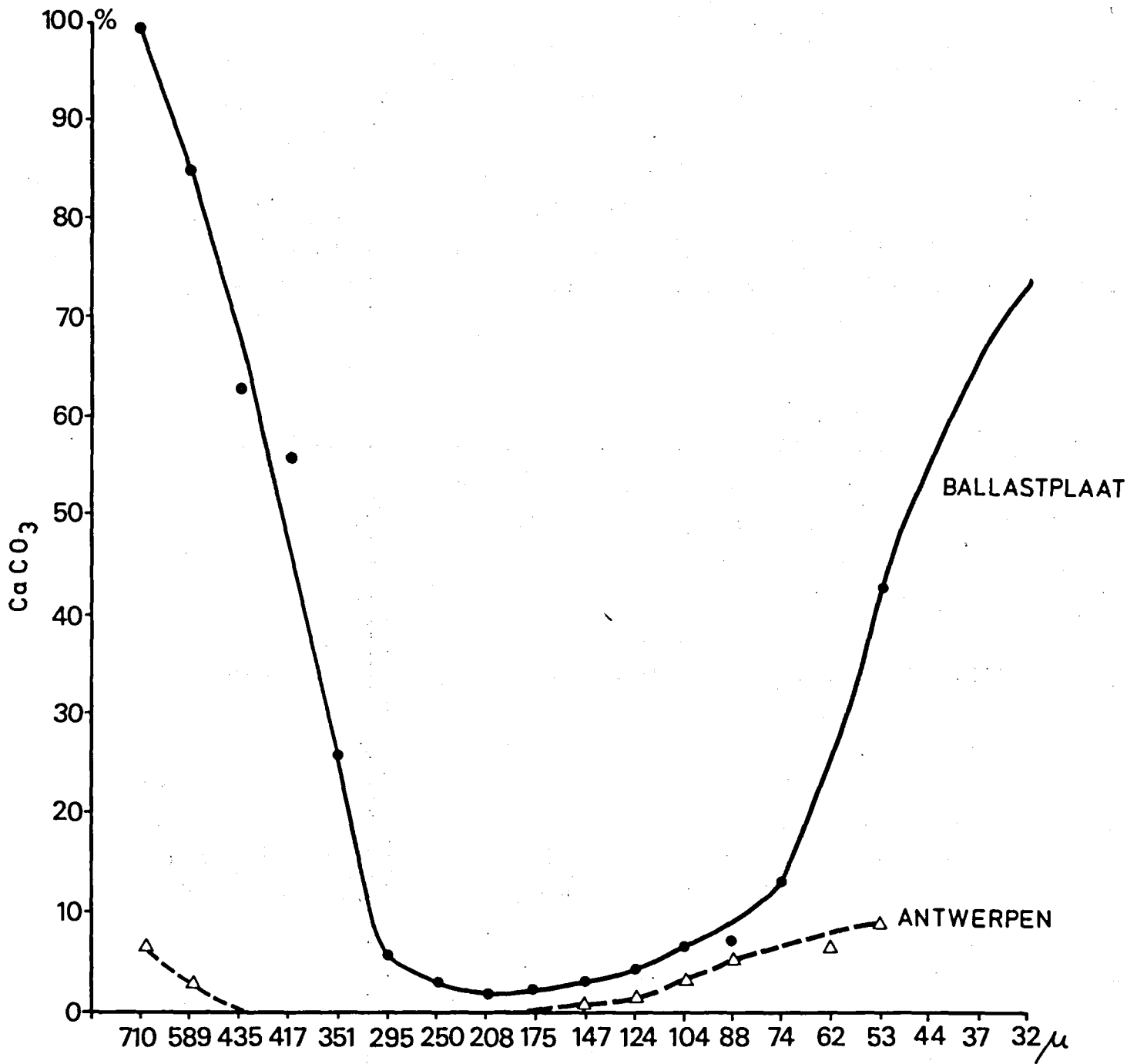


fig. 6.

Carbonate content of different grain size fractions

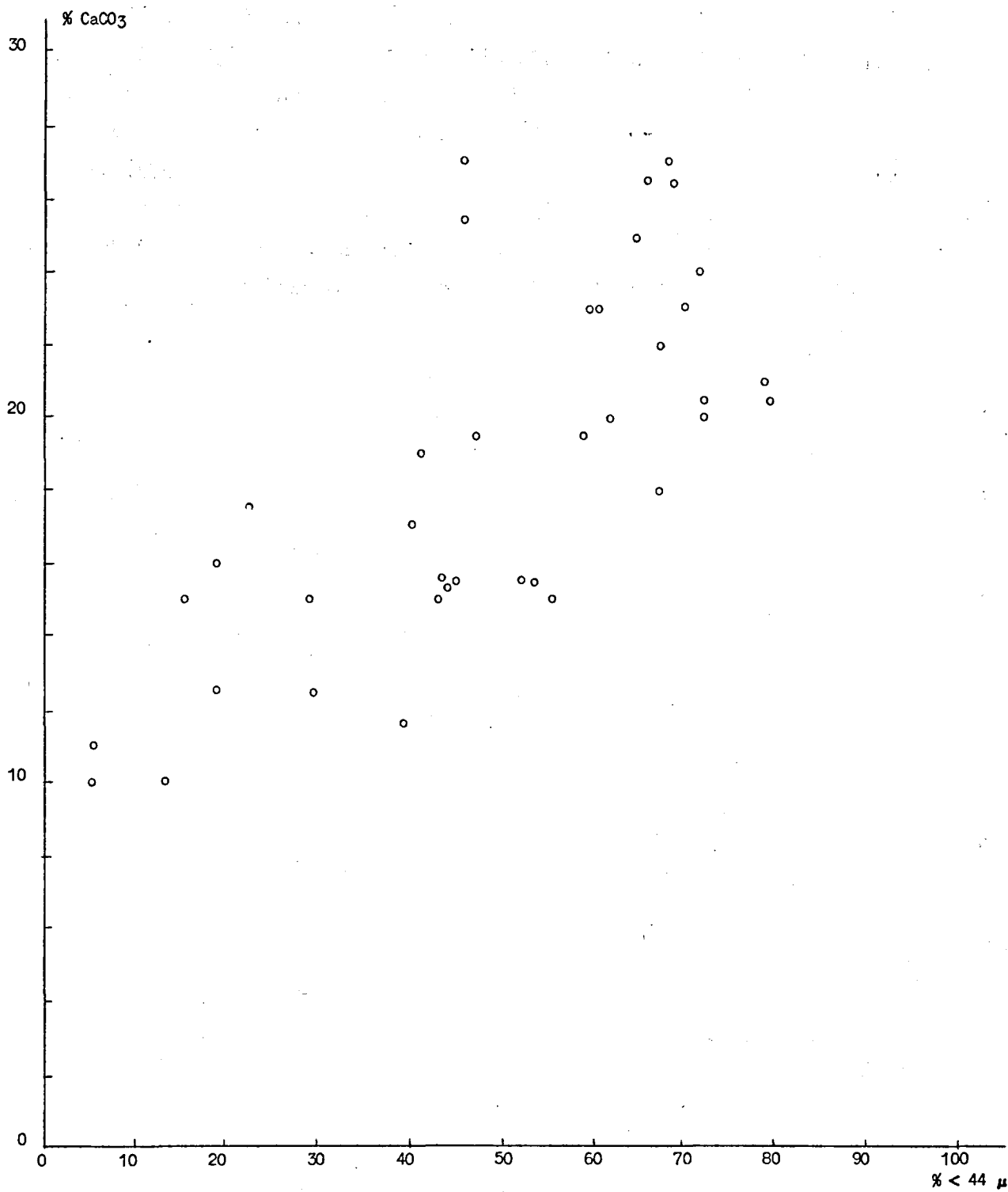


fig. 7.

Het Scheur (North Sea), carbonate content versus fraction smaller than 44 microns

Dit verschil in samenstelling tussen de zandfractie enerzijds en de silt en kleifrakties anderzijds wijst er klaarblijkelijk op dat meerdere bronnen voor deze karbonaten in aanmerking komen : 1) aanvoer van karbonaten door abrasie van schelpen en 2) chemische of biochemische neerslag van karbonaat [o.m. vooropgesteld door Gullentops (1973)].

Wil men echter een beter inzicht krijgen in de verdeling van de karbonaten dan moet men eveneens rekening houden met het verband dat bestaat tussen het karbonaatgehalte en de silt en kleifrakties.

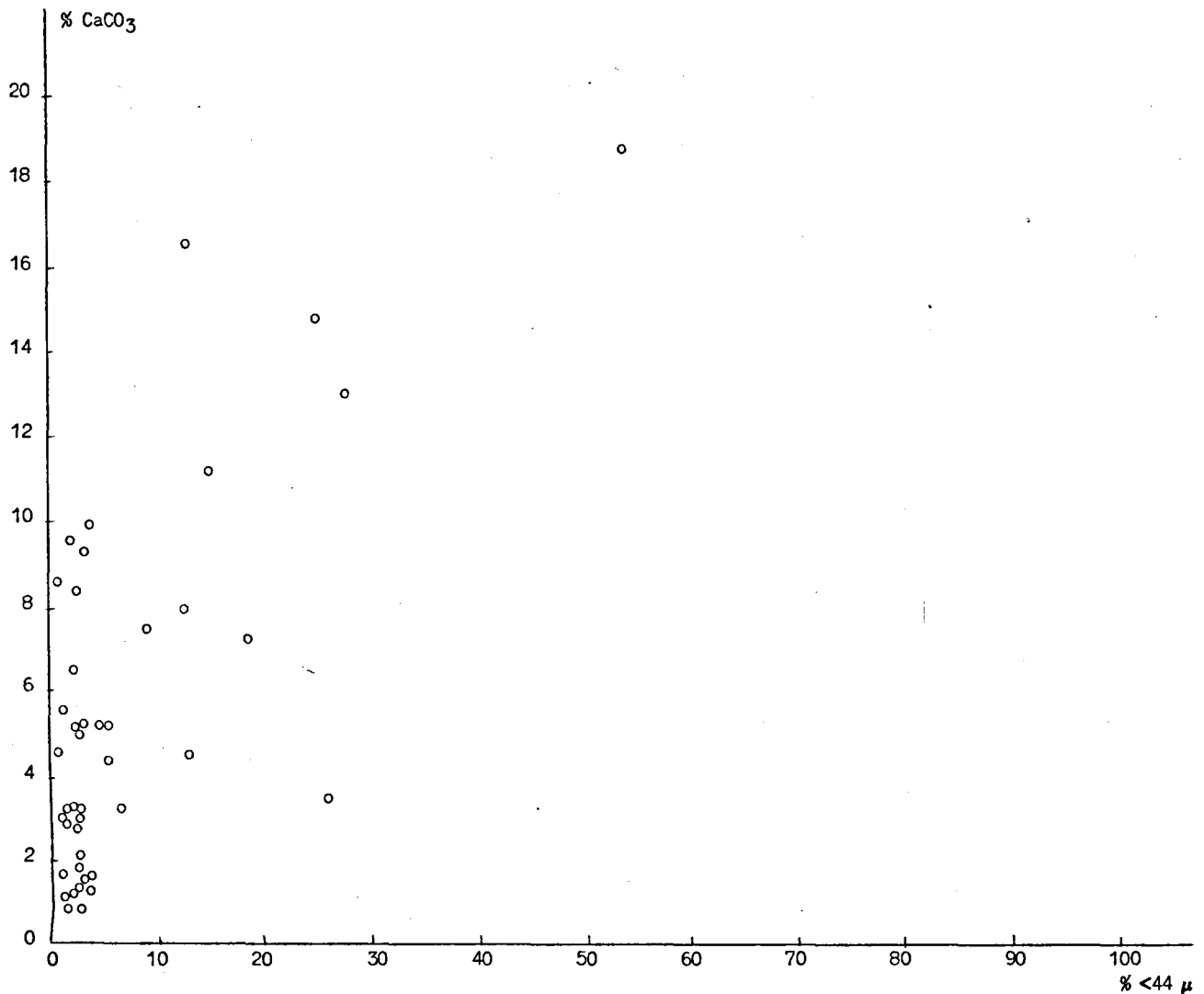


fig. 8.

Wester-Schelde, explanation as fig. 7.

Diagrammen die dit verband verduidelijken (fig. 7 tot 11) tonen aan dat :

1° er inderdaad een waarneembaar verband bestaat tussen het koolstofgehalte van het totale sediment en de hoeveelheid materiaal 44μ . Dit verband wordt eveneens aangetroffen bij sedimenten van "Het Scheur" een geul welke het verlengde is van de Wester-Schelde in de Noordzee.

2° de sedimenten van de Wester-Schelde en het Scheur een merkkelijk hoger koolstofgehalte bevatten voor eenzelfde hoeveelheid materiaal

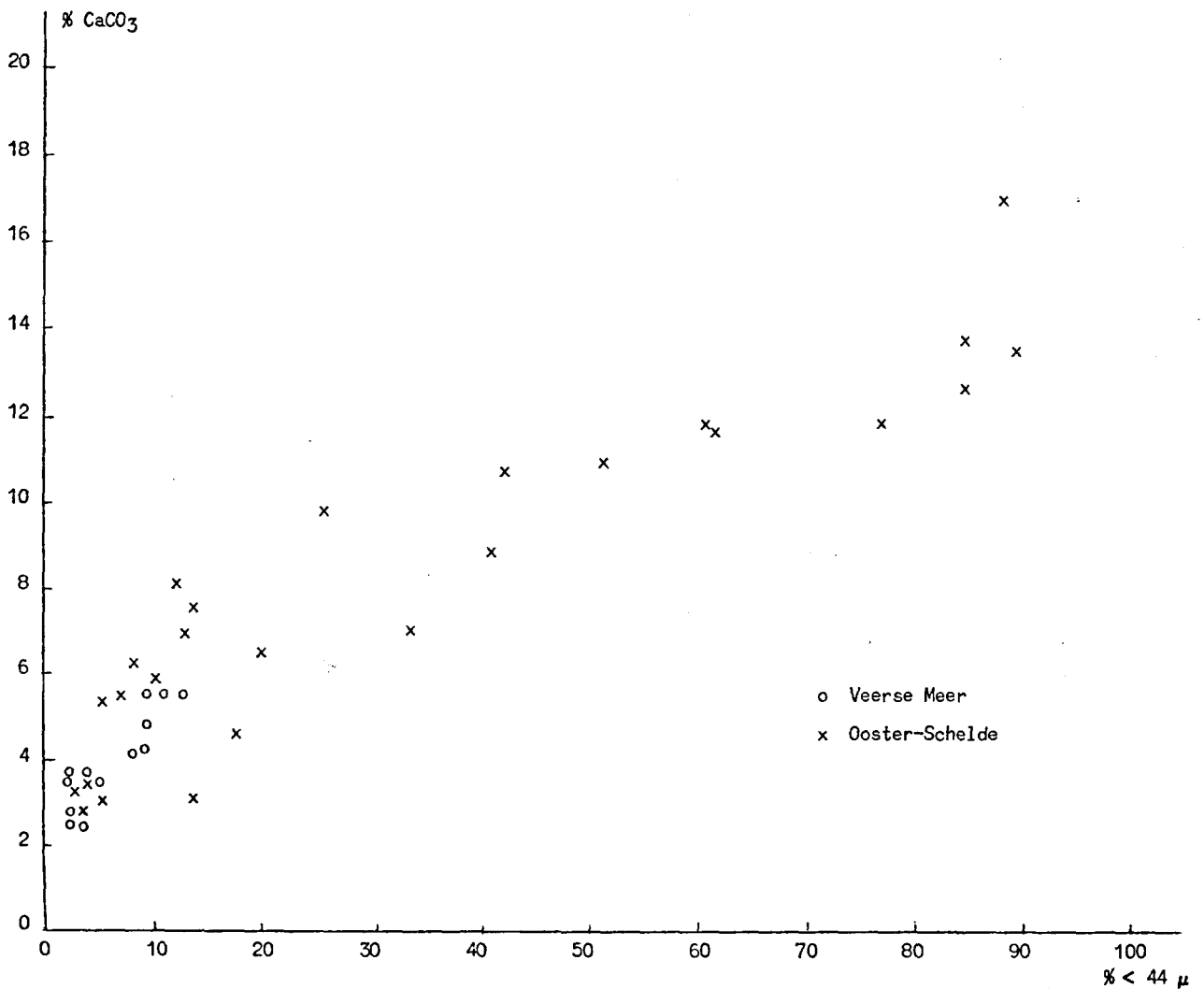


fig. 10.

Veerse Meer and Ooster-Schelde, explanation as fig. 7.

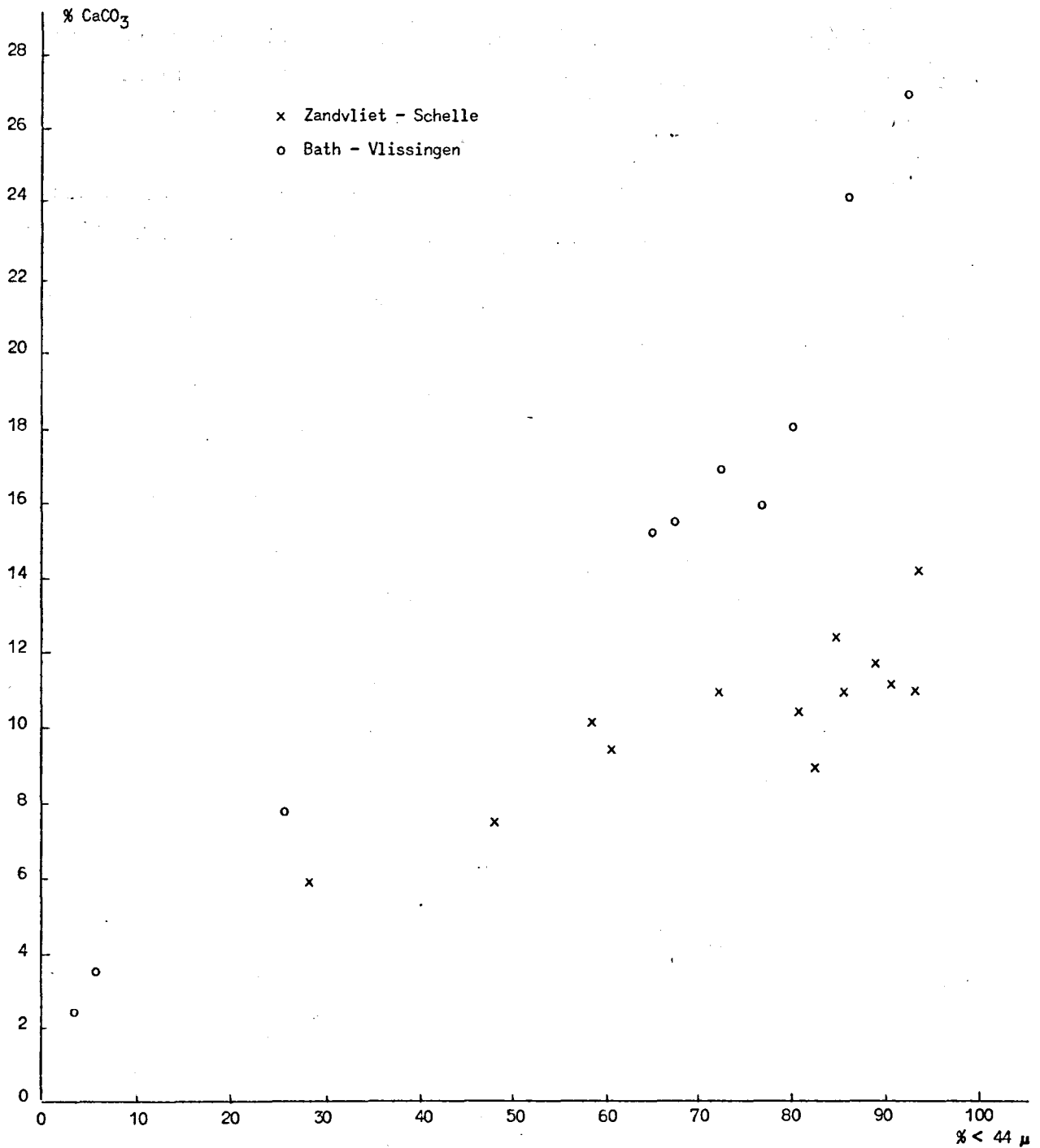


fig. 11.

Suspended sediments, explanation as fig. 7.

< 44 μ dan de sedimenten van de Schelde, de Ooster-Schelde en het Veerse Meer.

eveneens aan dat er een toename is aan karbonaatgehalte in zeevaartse richting. Dit laatste is duidelijker geïllustreerd in fig. 12 waar het karbonaatgehalte van de fraktie $< 44 \mu$ afzonderlijk is weergegeven in functie van de afstand vanaf de Wester-Scheldemond te Vlissingen in stroomopwaartse richting. Er is hier een duidelijke afname van 20 à 22 % karbonaat in de omgeving van Vlissingen naar slechts enkele procenten in de omgeving van Temse.

5.- Bespreking

Voorgaande analyses wijzen onder meer op een parallellisme tussen de sedimentatie van karbonaten en van silt en klei partikels in het hier bestudeerde gebied. Een belangrijk deel van het karbonaat in deze fijne korrelgroottefrakties kan afkomstig zijn van abrasie van grotere schelpfragmenten. Deze kunnen aangevoerd zijn vanuit de Noordzee of door erosie van Tertiair afzettingen (o.m. Zanden van Antwerpen en Zanden van Merksem). Nochtans is het dan niet helemaal duidelijk waarom er een minimum bestaat in het karbonaatgehalte van de korrelgroottefrakties tussen 250 en 177 μ . Bovendien is er een sterke toename in het karbonaatgehalte van de silt en kleifraktie in zeevaartse richting welke niet kan verklaard worden wanneer alleen abrasie beschouwd wordt. Het is dus aannemelijk dat er één of meerdere andere bronnen voor dit karbonaat bestaan.

De Groot (1970) veronderstelde dat de meeste karbonaten afkomstig zijn van het kanaal als gevolg van de erosie van karbonaatrijke afzettingen van Krijt, Jura en Tertiair ouderdom. Hierdoor kan een afname in het karbonaatgehalte in noord-oost richting in de Noordzee verklaard worden en tevens een aanvoer van karbonaten vanuit de Noordzee respectievelijk in de Wester- en Ooster-Schelde. Gullentops (1973) wees verder op de nauwe samenhang tussen het karbonaatgehalte in de zandfractie en de aanwezigheid aan schelpen of grote schelpfragmenten. Volgens hem zijn dus de karbonaten in de zandfractie afkomstig van abrasie van deze schelpen [zie eveneens Van Straaten (1954)]. Dit wordt bevestigd

door het onderzoek van de zandfractie waarin het aantal schelpfragmenten sterk toeneemt met stijgende korrelgrootte. Het geeft echter geen verklaring voor het karbonaatgehalte in de silt en kleifrakties. Volgens Maschaupt (1948) zijn deze laatste afkomstig van biochemische neerslag. Vooral sulfaat en nitraat reducerende bacteriën spelen hier volgens hem een belangrijke rol.

Wat de Schelde en Wester-Schelde betreft wijzen zowel Wollast (1973) als De Pauw (1974) op een zeewaarts sterk afnemende hoeveelheid nitraat reducerende bacteriën. Ook de NH_4^+ - ionen concentratie neemt af van 10 mg/l stroomopwaarts van Schelle tot minder dan 2 mg/l op ongeveer 30 à 40 km opwaarts van de monding te Vlissingen.

Er bestaat dus een sterke evidentie voor het mechanisme van biochemische neerslag zoals voorgesteld door Maschaupt (1948) en voor de veronderstelling van Laurent (1969) die een zuiver detritische oorsprong voor het karbonaat in de silt en kleifrakties uitsluit. Deze neerslag van karbonaten zal dan ook het meest intensief zijn in het gebied tussen Antwerpen en Bath waar de sterkste afname aan nitrificerende bacteriën en NH_4^+ - ionen waar te nemen is. Het neergeslagen karbonaat concentreert zich daarbij in de silt en kleifrakties en zal dus op analoge wijze als deze in zeewaartse richting verplaatst worden [Wartel (1972)] en zo een zeewaartse toename aan karbonaten doen ontstaan. Karbonaten in oplossing kunnen aangevoerd worden zowel van stroomopwaarts als vanuit zee. Onderzoek van het karbonaatgehalte in poldersedimenten ten noorden van Antwerpen (niet gepubliceerd) toont eveneens aan dat 1) er geen verband bestaat tussen het karbonaatgehalte en de fractie kleiner dan 44 μ en 2) voor silt en kleirijke sedimenten (meer dan 30 % partikels kleiner dan 44 μ) het karbonaatgehalte opvallend lager is dan in het overeenkomende Scheldesediment (4 à 8 % karbonaten in de polders tegen 8 à 16 % in de Schelde). Men kan dus veronderstellen dat een oplossing van karbonaten in deze poldersedimenten gevolgt door een eventuele afvoer naar de Schelde, een belang in het Veerse Meer, waar de omringende polders het enige

belangrijke brongebied zijn. Karbonaat-neerslag wordt hier verder bevorderd door de sterk reducerende eigenschappen van het Veerse Meer water [Faas en Wartel (1975)].

Tot besluit kan vermeld worden dat naast biochemische processen eveneens temperatuur, pH en ionische activiteit belangrijke aspecten zijn voor de verklaring van de neerslag van karbonaten. Hierover zijn op dit ogenblik echter te weinig gegevens voorhanden.

6.- Besluiten

Uit analyses van karbonaten in sedimenten van de Schelde, Westerschelde, Ooster-Schelde en Veerse Meer blijkt dat er een nauw verband bestaat tussen het karbonaatgehalte en de silt en kleifrakties. Het karbonaat in de zandfractie bestaat hoofdzakelijk uit schelpen en schelpfragmenten. In de silt en kleifrakties werden idiomorphe rhombohedra en fijne kristalaggregaten van calciet en idiomorphe rhombohedra van dolomiet herkend. Wat de oorsprong van deze karbonaten betreft komen meerdere brongebieden in aanmerking. De karbonaten in de zandfractie zijn voornamelijk ontstaan door abrasie van schelpen en aangevoerd zowel vanuit de Noordzee als uit de onderliggende Tertiair afzettingen. De karbonaten in de silt en kleifrakties zijn gedeeltelijk ontstaan bij het abrasieproces van schelpen. De meerderheid van deze karbonaten echter is het gevolg van een biochemische neerslag van karbonaten aangevoerd in oplossing. Het omgevende poldergebied vormt hier een zeer belangrijk brongebied. Deze neerslag is maximaal tussen Antwerpen en Bath. Het neergeslagen karbonaat wordt daarna zeewaarts vervoerd waardoor een sterke stijging in het karbonaatgehalte van de silt en kleifrakties in zeewaartse richting ontstaat. Het karbonaatgehalte van de sedimenten in het Veerse Meer moet toegeschreven worden aan een aanvoer van karbonaten in suspensie en oplossing vanuit de omgevende polders met neerslag van het karbonaat in een sterk reducerende omgeving.

7.- Bibliografie

- DE GROOT, A.J., (1970). Geochemisch onderzoek in deltagebieden, *Natuurkundige voordrachten*, 48, 61-75.
- DELLA FAILLE, M., (1961). *Etude sédimentologique de l'Escaut fluvio-marine*, Thèse, Univ. Cath. Louvain, Lab. Chim. Min.
- DE PAUW, N., (1974). *Bijdrage tot de kennis van milieu en plankton in het Wester-Schelde estuarium*, Doktoraatsproefschrift, Univ. Gent.
- FAAS, R.W. and WARTEL, S., (1975). *Sedimentology and channel slope morphology of an anoxic basin in Southern Netherlands*, in *Proc. Third biennial Int. Estuarine Res. Conf.*, Galveston, in press.
- GULLENTOPS, F., (1973). Detrital sedimentology in the southern bight of the North Sea, in *Math. Modelsea*, (1974), Fisheries Improvement and Hydrography Committee, International Council for Exploration of the Sea, C:1.
- LAURENT, E., (1969). *Etude minéralogique qualitative et quantitative de la vase de l'Escaut*, Thèse, Univ. Libre de Bruxelles.
- MASCHAUPT, J.G., (1948). Bodemkundige onderzoekingen in het Dollart gebied, *Versl. Landbouwk. Onderz.*, 54, n°4.
- VAN STRAATEN, L.M.J.V., (1954). Composition and structure of recent marine deposits in the Netherlands, *Leidse Geol. Med.*, XIX, 1-110.
- WARTEL, S., (1972). *Sedimentologische studie van de opbouw van het Schelde estuarium*, Doktoraatsproefschrift, Kath. Univ. Leuven.
- WOLLAST, R., (1973). Contribution à l'étude de l'envasement de l'Escaut, Univ. Libre de Bruxelles, Rapport.
- WOLLAST, R., (1973), Le comportement de nutriments dans l'estuaire de l'Escaut ; cas de la silice et de l'ammoniaque, in *Math. Modelsea*, (1974), Fisheries Improvement and Hydrography Committee, International Council for Exploration of the Sea, C:1.