

BELANG VAN DE VLAKTE VAN DE RAAN VOOR DE MORFOLOGISCHE EVOLUTIES VAN HET SCHELDE-ESTUARIUM

Jean Jacques Peters

Port of Antwerp Expert Team, Vakgroep Hydrologie en Waterbouwkunde, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussel, België. Email: jjpeters@skynet.be

Samenvatting

De 'Vlakte van de Raan' wordt inderdaad '*van onder het stof gehaald*', gezien pas bij het huidige onderzoek van de Schelde het mondingsgebied mee beschouwd wordt als een deel van het estuarium. Studies betreffende de morfologische tendensen in de Westerschelde, zoals ze nu worden uitgevoerd binnen Lange Termijn Visie (LTV), hebben vooral aandacht geschonken aan de grootschalige sedimentbewegingen tussen deelgebieden, de zogenaamde 'cellen'. Recent werd het belang van het mondingsgebied onderkend en werd ook de uitwisseling van sediment met de Westerschelde bestudeerd, echter zonder veel aandacht te schenken aan de veranderingen in de vorm van de platen en de geulen.

In deze uiteenzetting worden deze historische evoluties in het gebied ten westen van Vlissingen besproken in verband met de natuurlijke, lange termijn ontwikkelingen van de kuststreek, maar ook met deze in de Westerschelde ten oosten van Vlissingen. De vraag wordt gesteld welke de relatieve bijdrage was van menselijke ingrepen in de kuststreek, zoals de baggerwerken voor de verruiming van de vaarroute en het terugstorten van baggerspecie in zee of meer in het bijzonder de deltawerken en de uitbreiding van de Haven van Zeebrugge. Dezelfde vraag wordt gesteld in verband met menselijke ingrepen in de Westerschelde, zoals het aanleggen van polders, het afsnijden van armen zoals de Sloe en de Braakman, het bouwen van oeververdedigingen en baggerwerken.

1. Inleiding

In 1971 verscheen de eerste analyse van de Vlaamse Banken langs onze kust (Van Cauwenberghe, 1971). Dat jaar startte het ambitieus, vijf jaar durend onderzoeksproject 'ZEE' op initiatief van de toenmalige Minister van Wetenschapsbeleid. Dit project groeide uit tot een – tot dan toe ongeziene – multidisciplinaire samenwerking op de Noordzee en in het Schelde-estuarium, waaraan meer dan 200 Belgische onderzoekers deelnamen. Het 'project ZEE' zou aan de basis liggen voor het tot stand komen en het verder ontwikkelen van verschillende, nu bekende, onderzoekseenheden aan Belgische universiteiten en ook van de Beheerseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee en Schelde-estuarium (BMM).

Het bijeenbrengen van onderzoeksresultaten over de water-, zout- en sedimentcirculaties in het Schelde-estuarium en de Noordzee (De Pauw en Peters, 1973; Peters, 1975; Peters en Sterling 1976) toonde aan dat de grens tussen de Noordzee en het Schelde-estuarium eerder gevormd wordt door de lijn Oostende-Westkapelle, dan door de lijn Vlissingen-Breskens. Deze laatste werd in het verleden beschouwd als buitengrens voor hydrodynamische berekeningen en in morfologische studies. In de huidige onderzoeken voor de Lange Termijn Visie van het Schelde-estuarium (LTV) maakt de 'Scheldemonding', dus ook de 'Vlakte van de Raan', deel uit van het estuarium. Andere sprekers hebben het vandaag over de hydrodynamica, de geologie, de sedimentologie en het ontstaan van dit gebied.

Deze uiteenzetting tracht een beeld te schetsen van de morfodynamiek van het mondingsgebied sedert het einde van het Holoceen en tracht het belang ervan te onderstrepen voor de morfologische evolutie van de Westerschelde, vroeger en nu. Maar eerst een algemene bespreking van riviermondingen.

2. Classificatie van riviermondingen

De rivier de Schelde mondt uit in een estuarium. De eerste uitvoerige onderzoeken van deze kustformaties gebeurden in het midden van de vorige eeuw. De meeste aandacht ging toen naar de vermenging van het zoete rivierwater met het zoute zeewater en naar de rol hiervan op de water- en de zoutcirculatie, alsook naar de invloed ervan op het ontstaan van slibvelden en het turbiditeitsmaximum. Een eerste goede definitie van een estuarium werd gegeven door Pritchard (1952) en luidde: *'a semi-enclosed coastal body of water freely connected to the ocean within which seawater is measurably diluted by freshwater deriving from land drainage'*. Het valt op dat er in deze definitie geen sprake is van geomorfologie, van sedimentaan- of afvoer of van een morfologische dynamiek. Beheerders waren toen hoofdzakelijk bekommerd om de slibproblematiek, vooral in havengebieden.

In die tijd verwaarloosden ingenieurs te dikwijls het belang van de geomorfologie. Fairbridge (1980) gaf een classificatie van getijrivieren op basis van hun fysiografische eigenschappen (Fig. 1), zijnde een geomorfologische beschrijving van de natuurlijke aspecten van een regio en van de fenomenen die er verband mee houden. Hij hield echter geen rekening met hydrodynamische eigenschappen zoals het debiet, de getijslag, het klimaat of met andere processen die de morfologie op langere termijn kunnen beïnvloeden, zoals tektoniek en veranderingen in zeespiegel. Fairbridge (1980) spreekt dus ook niet over toevoer en doorvoer van sediment afkomstig uit zee of de rivier, of over erosie van de eigen bedding. Het sediment, van welke oorsprong ook, speelt echter een zéér belangrijke – zelfs bepalende rol – in de historische evolutie van een mondingsgebied.

Riviermondingen kunnen onderverdeeld worden in estuaria, lagunes en delta's. Zij zijn allen het resultaat van een evolutie over meerdere millennia, als gevolg van wijzigingen in het zeepeil en veranderingen in de sedimenttransporten binnen een gegeven fysiografisch kader. Mondingen zijn eerst estuaria. Ze evolueren naar estuaria met een andere morfologie of naar delta's of lagunes, naarmate de belangrijkheid van de invloed van de zee of de rivier. Een eenvoudige classificatie van riviermondingen maken is niet gemakkelijk, omwille van het groot aantal factoren die de morfologische dynamiek van een estuarium bepalen. Daarom is het aangewezen te steunen op het relatieve belang van de verschillende factoren, en dit in een historisch perspectief.

In fjorden en ria's (gevallen 1, 2 en 7 in Fig. 1) wordt de morfologie bepaald door de geologie en het reliëf van de vallei, die met de zeespiegelstijging door de zee wordt ingenomen. In het geval van een lagune of estuarium, die gedeeltelijk gescheiden wordt van de zee door een zandrug (gevallen 4 en 5 in Fig. 1), spelen de zeebewegingen (getijden en stormen) en het sedimenttransport langs de kust een sleutelrol. Lagunes kunnen slechts blijven bestaan wanneer de aanvoer van sediment uit de rivier beperkt blijft. Wanneer deze aanvoer voldoende groot is, gaat een estuarium of de lagune evolueren naar een delta.

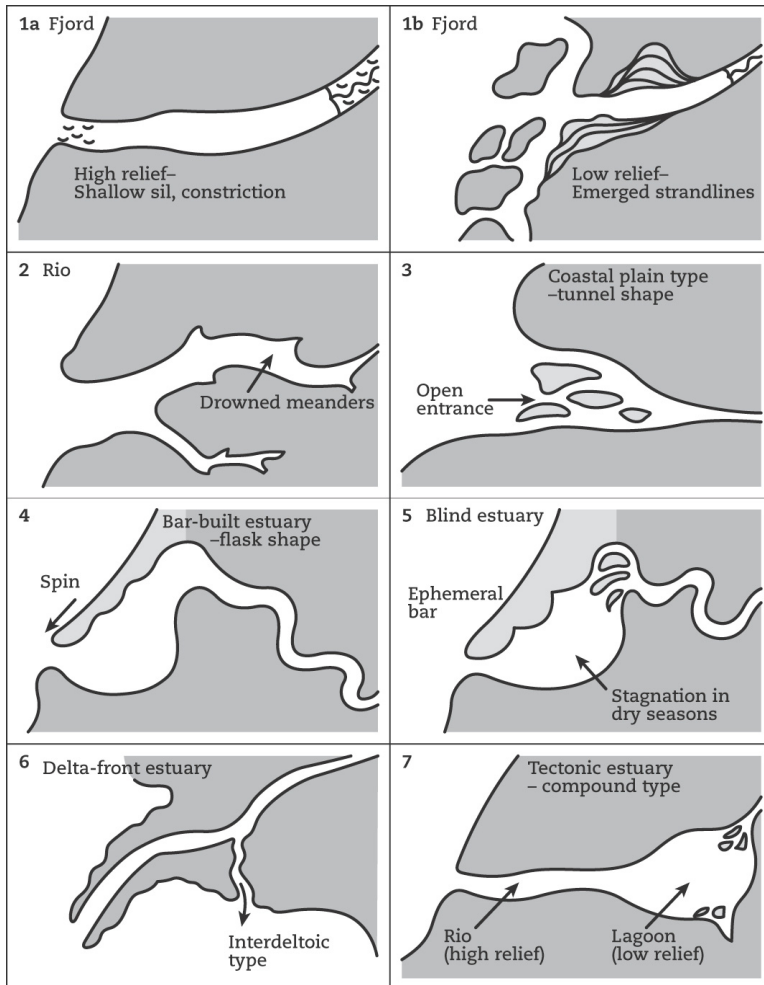


Fig. 1. Fysiografische classificatie van riviermondingen volgens Fairbridge (1980).

Menselijke ingrepen kunnen de morfologie van riviermondingen veranderen en doen evolueren naar het ene naar het andere type. Delta's kunnen verkleinen door een vermindering van de sedimenttoevoer uit de rivier, wanneer bijvoorbeeld stuwen worden gebouwd. De randen van de delta kunnen dan eroderen, zoals bij voorbeeld in het geval van de Nijlrivier. Een ander mooi voorbeeld is de Ebrorivier in Spanje, waarbij de monding in minder dan 1 500 jaar – dus zeer snel op geomorfologische tijdschaal – veranderde van een ria in een uitgestrekte delta (Fig. 2). De uitbreiding in zee versnelde omstreeks het jaar 1 500 door de ontbossing in het rivierbekken. Men zegt dat deze ontbossing ontstond door het bouwen van de schepen voor de verkenning van Amerika. Verder kunnen menselijke ingrepen langs de kust – zoals havenhoofden en kribben – het transport van de sedimenten wijzigen, waardoor de randen van zowel lagunes als delta's weg eroderen.

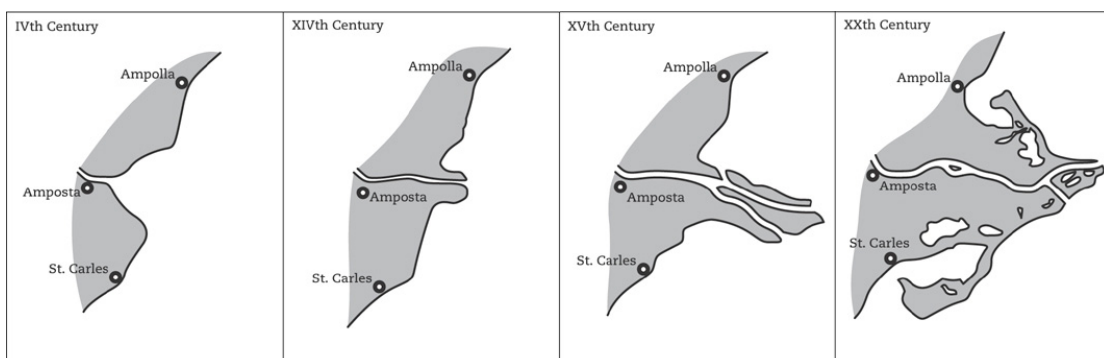


Fig. 2. Evolutie van de Ebro riviermonding, van estuarium tot delta (naar Sero)

Het type kustvlakte-estuarium (geval 3, 'coastal plain estuaria', zie ook Pritchard, 1967) kan echter een ingewikkelde geomorfologische geschiedenis hebben. Het Schelde-estuarium is hiervan een mooi voorbeeld.

3. Fysiografie van het Schelde-estuarium

Binnen de classificatie van Fairbridge (1980) zou de Westerschelde van het 'coastal plain' type zijn. Het is zeker niet ontstaan uit een ria. In die zin dat de Westerschelde niet ontstond door het verdrinken van een bestaande vallei, maar door de verbinding (ergens bij Antwerpen) van de zeearm de Honte met de rivier de Schelde. Om dit te begrijpen moet men de morfologische evolutie bespreken sinds het laatste ijstijdperk. Anderen hebben dit reeds op verschillende manieren gedaan (Van Veen, 1950; Gullentops *et al.*, 1976; Van den Bergh *et al.*, 1996).

Onze analyse begint aan het einde van het Pleistoceen. Toen lagen de mondingen van de Schelde en van andere Noord-Europese stromen ergens tussen Engeland en Denemarken (Fig. 3; AMINAL *et al.*, 1995).

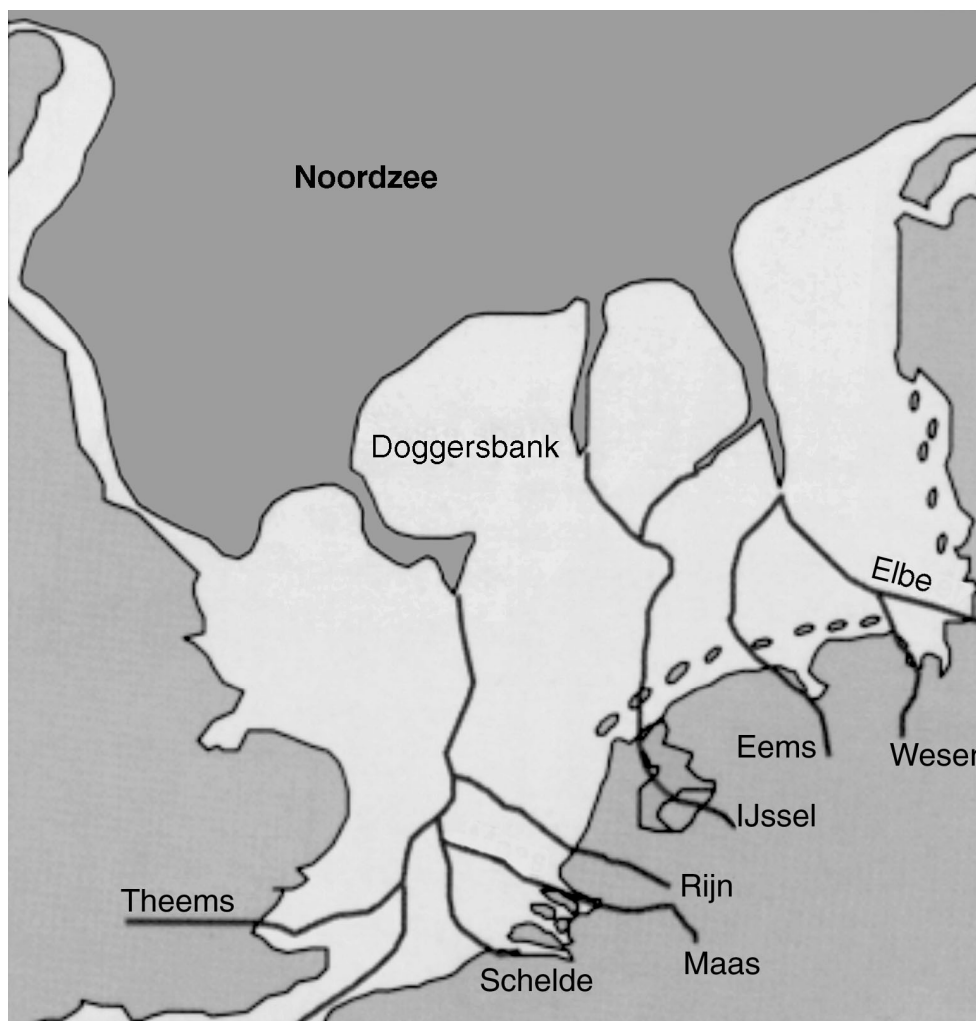


Fig. 3. De Noordzee in het Pleistoceen (AMINAL-RIKZ-ZMF, 1995).

In de beginfase, tot ongeveer het jaar 1 000, waren grootschalige morfologische veranderingen het gevolg van de holocene zeespiegelstijging (Fig. 4). De zee overstroomde de vroegere afzettingen, zodanig dat de kustlijn zich landinwaarts verplaatste tot ver voorbij de huidige kusten.

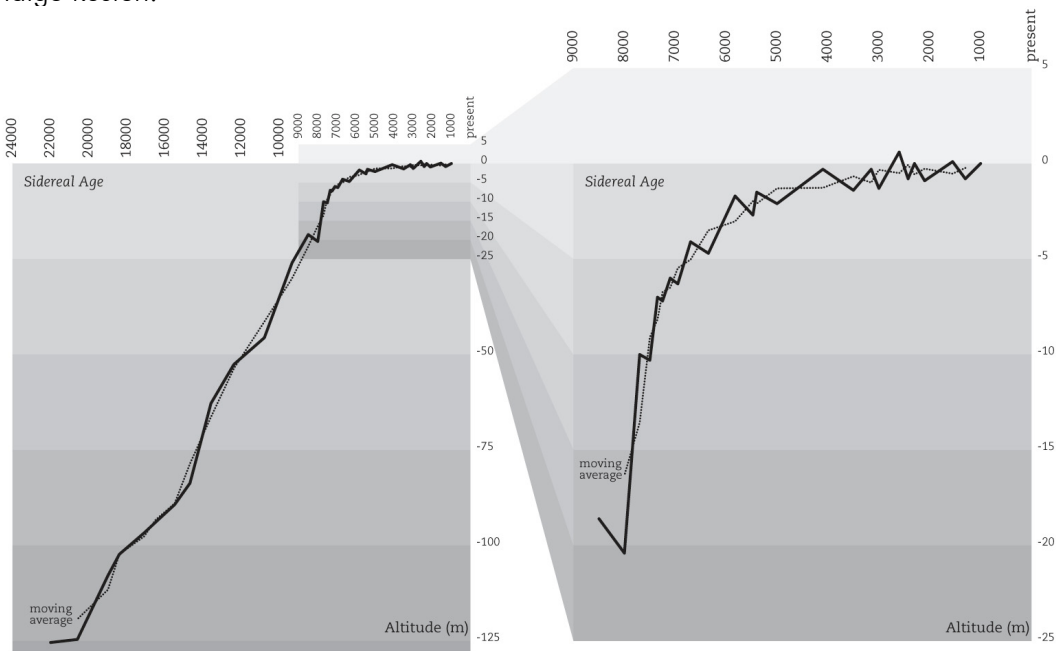


Fig. 4. Zeespiegelstijging sedert 21 000 jaar voor onze tijd (Peters et al., 2001).

Ergens midden in het Holoceen veroverde de zee het gebied dat nu gekend is als het Nauw van Kales. Zo begonnen de getijdenstromingen de kusten van Engeland en Frankrijk te eroderen. Er ontstond een proces van erosie, transport en afzetting van sediment langsheen de nieuw gevormde kusten, zodat een gordel van zandbanken gevormd werd.

Met de vertraging van de zeespiegelstijging, ongeveer 3 000 jaar geleden (zie Fig. 4) kwamen deze zandbanken hoog genoeg te liggen zodat – door het samenspel van getijden, golven en wind – een rij van duinen en eilanden werd gevormd voor de kust. Zo ontstond er een uitgestrekte binnenzee tussen Cap Blanc Nez en de monding van de Weser (Fig. 5 en 6). Van Veen (1950) beschrijft deze mechanismen op een zeer didactische manier.

Waarschijnlijk was deze duinen en eilandengordel bijna continu, omdat de getijden nog te beperkt waren om met een groot debiet doorheen de bressen te stromen. Naarmate de getijslag en de stromingen toenamen, konden grotere bressen geslagen worden door stormen, zodat vloed en eb diepe geulen konden uitschuren. Men kan deze binnenzee vergelijken met een lagune, een soort ‘Waddenzee’ zoals die nu bestaat in het noorden van Nederland. De binnenzee evolueerde door erosie en sedimentatie. De rivieren Rijn en Maas, met hun grote sedimentlading, veroorzaakten een geleidelijke opvulling van de binnenzee (zie ‘deltas’ in Fig 5). Dit in tegenstelling tot de rivier de Schelde, waarvan de sedimentlading klein is en uit fijn materiaal bestaat. In het zuidelijk deel van de binnenzee, nu de Haringvliet, Grevelingen, Oosterschelde en Westerschelde (of Honte) waren het de getijden die de zeearmen geleidelijk verruimden, terwijl sedimentatie zorgde voor verdere ophoging van de platen tussen de geulen.

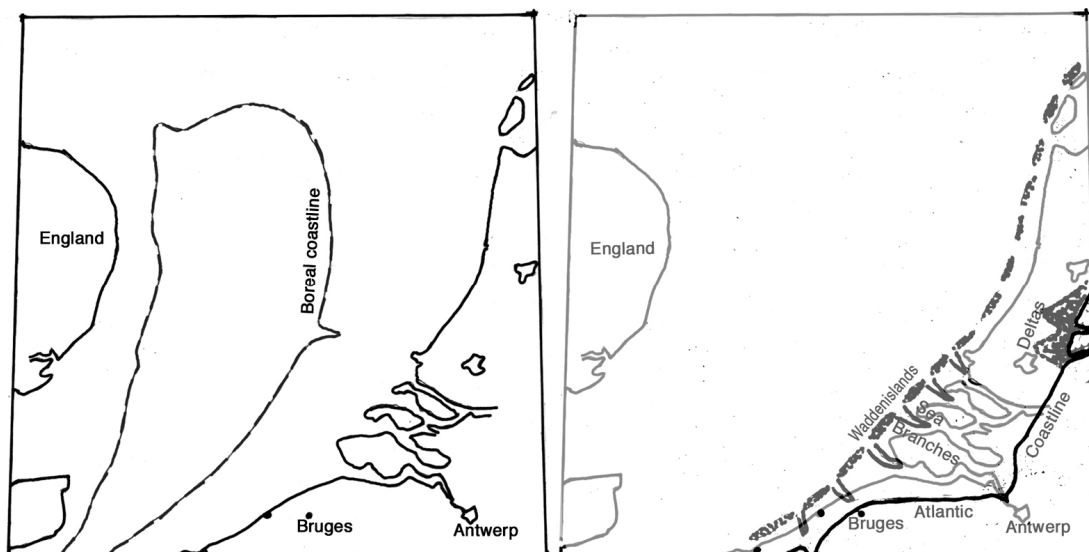


Fig. 5. Evolutie van de kustlijn sedert de laatste ijstijd (interpretatie naar Van Veen, 1950 en Gullentops et al., 1976).



Fig. 6. Kustgebied in het Romeins tijdperk (Peters et al., 2001, naar Van Veen, 1950).

De getijdenenergie, die door de bressen het zuidelijk deel van de binnenzee binnendrong, werd in het begin snel vernietigd door wrijvingen in het ondiepe water. Naarmate de geulen verruimden, kon de getijdengolf verder doordringen. Later, toen de platen hoog genoeg waren, begon de landwinning door de mens.

De benaming Rijn-Maas-Schelde delta is dus etymologisch niet correct. De Rijn en de Maas hebben een deel van de lagune of binnenzee opgevuld. Buiten de kustlijn was er echter nog geen delta gevormd. Men kan ook niet spreken van een delta in het gebied van Zeeland, waar nu de Westerschelde en de Oosterschelde liggen, maar van een overblijfsel van een lagune door dewelke het Schelde-estuarium altijd maar verder uitbreidt naar zee toe.

De voortplanting van de tijgolf door de geulen gaat gepaard met een asymmetrie in de stromingen, zodat snelheden intenser zijn tijdens de vloed dan tijdens de eb. Hierdoor worden mariene sedimenten uit de Noordzee in de binnensee gebracht en afgezet op de platen.

Zoals kan worden afgeleid van Fig. 7, is de tijgolf tot in Antwerpen doorgedrongen omstreeks het jaar 500 (Coen, 1988). Tot dan lag de monding van de Schelde-rivier bij Antwerpen, aan de rand van de binnensee. De afvoer van de Schelderivier gebeurde toen nog langs de Oosterschelde. De Westerschelde (Honte) was op dat moment een onregelmatige aaneenschakeling van geulen (zeearmen), waarin veel tij-energie verloren ging. Op Fig. 8 is te zien hoe de tijgolf slechts op het einde van de middeleeuwen Gent kon bereiken.

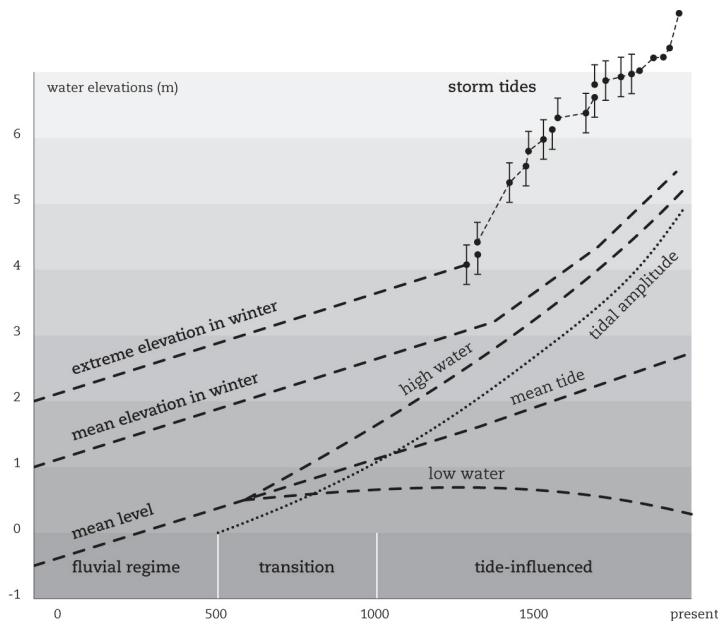


Fig. 7. Verloop van tijamplitude en extreme hoogwaterstanden in Antwerpen (Peters *et al.*, 2001, naar Coen, 1988).

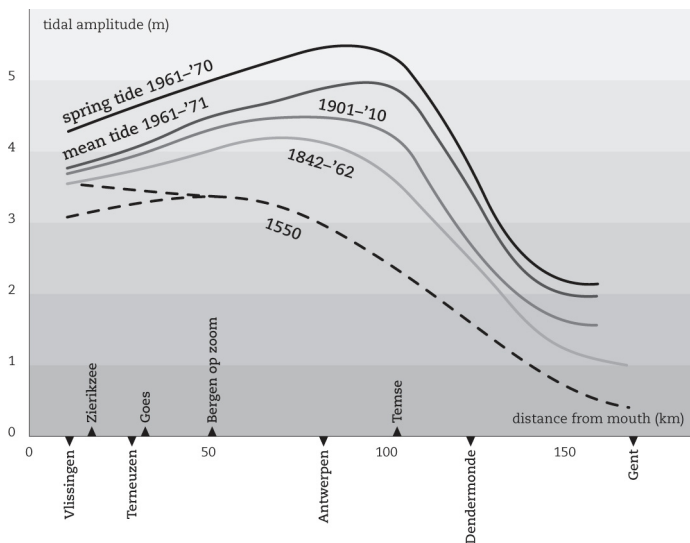


Fig. 8. Historisch verloop van de getijslag langs de Schelde (Peters *et al.*, 2001, naar Coen, 1988).

De evolutie van onze kust en van de Scheldemonding (de Honte, de zeearm die uiteindelijk de Westerschelde zou worden) werd sterk beïnvloed door de alsmaar grotere volumes water die bij vloed de Westerschelde binnenstroomden. Dit was enerzijds het gevolg van een stijgende tijamplitude in de Noordzee, anderzijds van een alsmaar grotere de komberging (tijvolume of 'tidal prism') naarmate de getijden verder binnendrongen in de Westerschelde, dieper in het rivierbekken.

Andere zeearmen hadden niet het geluk in verbinding te komen met een groot hydrografisch bekken. Dit was bijvoorbeeld het geval voor de Yzer en het Zwin. Hun zeegaten gaven verbinding met een smaller deel van de binnenzee, waardoor de tijvolumes onvoldoende groot waren voor een goede uitschuring van de geulen. Er ontstond verzanding door aanvoer van mariene sedimenten. Voor het Zwin werd dit proces versterkt door de bouw van een dam om Brugge te beschermen tegen overstromingen.

4. Vlaamse Banken en monding van de Westerschelde

De kaart Stessels van de Vlaamse Banken uit 1866 (Fig. 9) toont een interessant beeld van de Scheldemonding. Het is merkwaardig dat de 'Paardenmarkt' toen in het verlengde lag van de 'Wenduine Bank' (Termote, 2006). Volgens geschiedkundigen is de 'Paardenmarkt' een overblijfsel van het eiland 'Wulpen' dat tijdens de rampwinters van 1375 en 1376 werd weggespoeld (Desnerck et al., 2005).

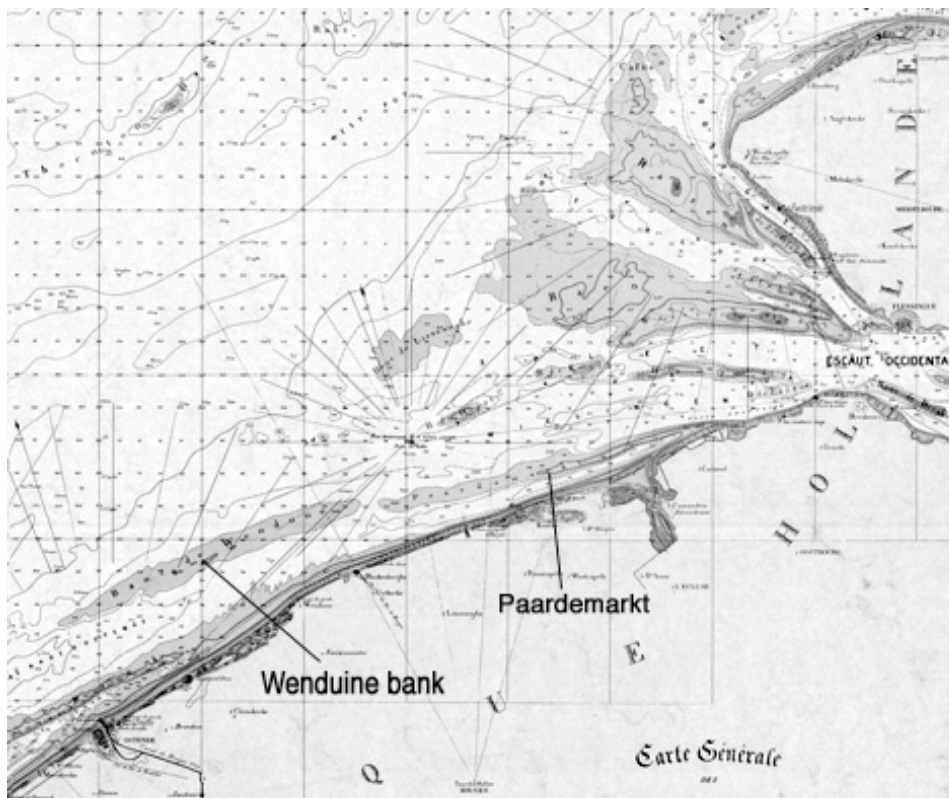


Fig. 9. Deel van de kaart van de Vlaamse Banken (Kaart Stessels, 1866).



Fig. 10. Kaart van 1636 door Henricus Hondius (uit Peters et al., 2001).

Op de Mercatorkaart van 1636 door Henricus Hondius (Fig. 10) ziet men duidelijk de 'Drooge Raen' en de 'Paardenmarkt', die ongeveer evenwijdig loopt met de kust.

Men kan aannemen dat de alsmaar sterkere stroomsnelheden de resten van het eiland 'Wulpen' geërodeerd hebben. Als gevolg ontstonden deze langwerpige platen, die ongeveer evenwijdig liepen met de kust. Het was ook de richting van de maximum vloed- en ebstromingen, en de richting waarin de tijgolf zich voortplante in de hoofdgeul de 'Wielingen'. In het gebied gelegen tussen de hoofdgeul en het eiland Walcheren draaiden de stromingen. Aldaar kregen de geulen (voornamelijk het 'Oostgat' en de 'Deurloo') een stroming met een kleiner debiet te verwerken, waardoor de zandbanken er groter en de geulen kleiner bleven.

5. Invloed van de morfologische veranderingen in de Westerschelde op het mondingsgebied

Duizend jaar geleden bestond de binnenzee uit een lappendeken van eilanden en geulen zonder duidelijke structuur. Ze waren gevormd door de opeenvolgende overstromingen en indijkingen (SIC, 1999). Het aanleggen van polders en het afsluiten van de zijarmen in de Westerschelde heeft dit lappendeken geleidelijk omgevormd in een bochtig systeem dat op een meanderende rivier lijkt, maar het niet is. In de 17^{de} eeuw was de Honte ten oosten van het nauw Vlissingen-Breskens nog zeer breed, met grote zijdelingse zeearmen (Sloe en Braakman). Ze vernauwde plots ter hoogte van Terneuzen (Fig. 10).

Men mag stellen dat zowel de morfologie van de monding, als die van de Westerschelde zelf, zich heeft aangepast. Niet alleen aan het toenemend vloeddebiet dat het rivierbekken van de Schelde binnendrong, maar ook aan de geleidelijke vernauwing van het estuarium. Deze vernauwing is een zeer traag, natuurlijk proces geweest, veroorzaakt door de uitschuring van de geulen en de afzetting van sedimenten op de platen. Een proces dat in de Westerschelde werd versterkt door menselijke ingrepen. Deze evolutie gaat nu nog steeds door en is duidelijk zichtbaar bij het vergelijken van de kaarten van 1800 en 1997 (Fig. 11).

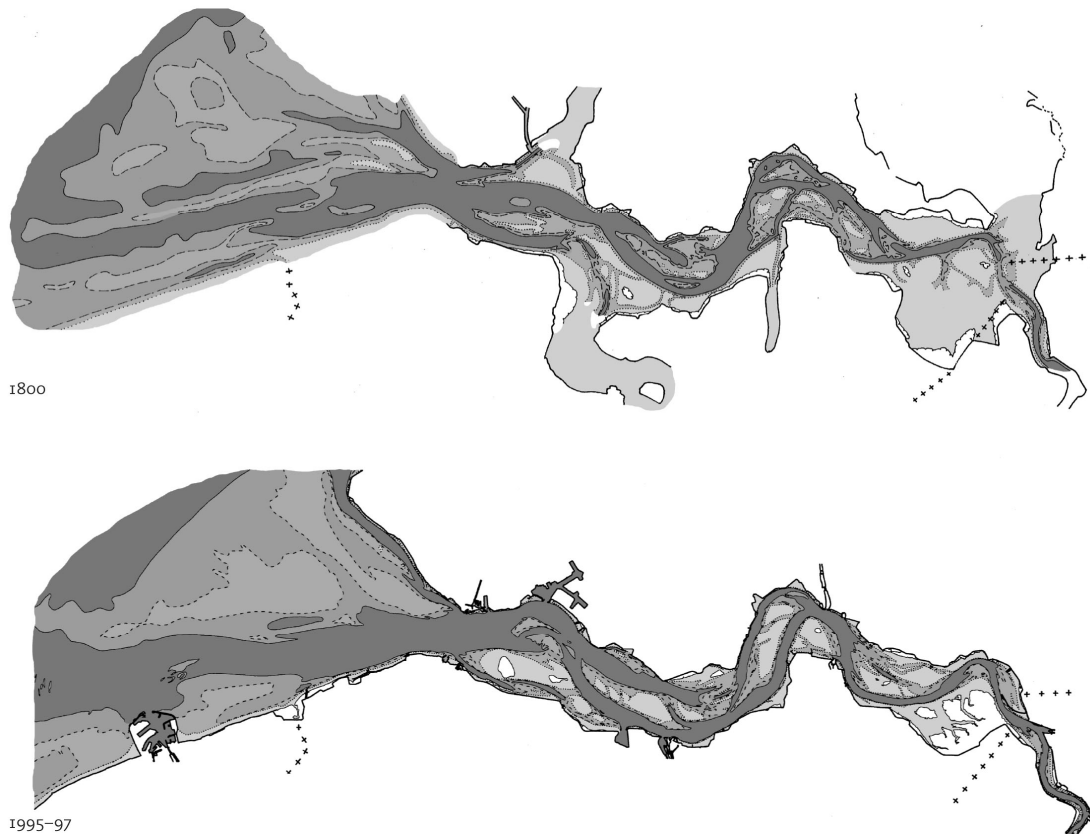


Fig. 11. Morfologische evolutie van de Westerschelde van 1800 tot 1997, inclusief het mondingsgebied (Peters *et al.*, 2001).

De morfologische veranderingen die optraden ten westen van Vlissingen sedert 1800 hebben dus te maken met veel factoren, waarvan de getijden, de geologie en menselijke ingrepen de belangrijkste zijn.

De lange rug, zichtbaar op de kaart van 1800 tussen de twee evenwijdige hoofdgeulen 'Wielingen' en 'Spleet' (Wi en Sp op Fig. 12), werd later doorbroken door een nieuwe geul: de 'Scheur'. De uitschuring door de getijdenstromingen heeft uiteindelijk gezorgd voor één enkele grote geul (Wi op Fig. 12, kaart van 1997) die nu gelegen is tussen een groot platenstelsel ('Vlakte van de Raan', aggregatie van verschillende banken) en een groter geworden plaat langs de kust ('Paardenmarkt').

Sedert enkele decennia merken we ook een evolutie tussen de 'Vlakte van de Raan' en Walcheren. Vooral in de verruiming van de 'Geul van de Walvisstaart' (Wa op Fig. 12, kaart van 1997). Een deel van de ebstromingen die uit de Schelde komen hebben nu de neiging binnen te dringen in deze geul, die waarschijnlijk meer vloed ontvangt uit de Noordzee naar de Schelde.

De 'Sardijngeul' (tussen Nollenplaat' en de oever van Walcheren) verbindt de 'Deurloo' met de 'Honte' (Ho op Fig. 12) en lijkt sedert enige tijd morfologisch aan belang te verliezen. De 'Geul van de Walvisstaart' (Wa op Fig. 12) zou in de toekomst kunnen doorbreken door de 'Elleboog', ten westen van de 'Nollenplaat'.

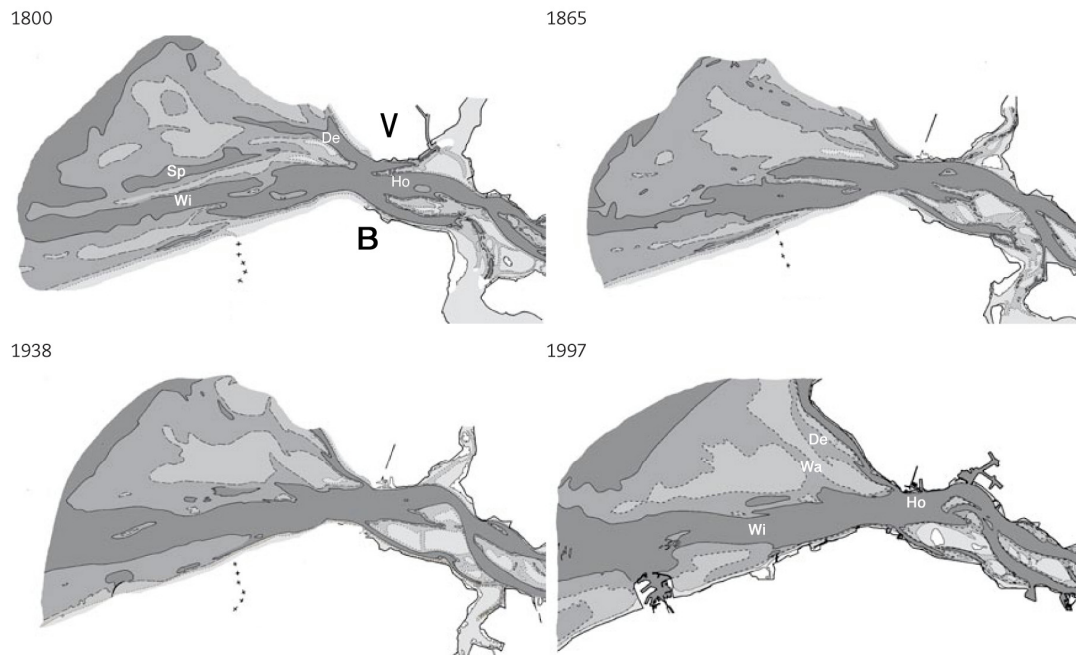


Fig. 12. Evolutie van het mondingsgebied ten westen van Terneuzen.

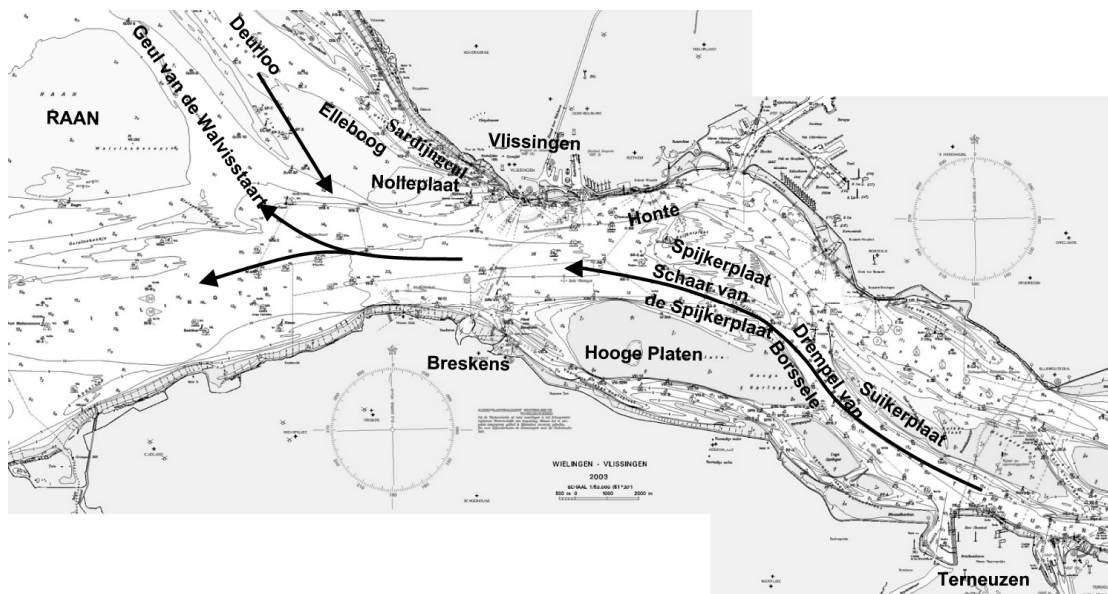


Fig. 13. Hydrografische detailkaart met namen.

Al deze veranderingen kunnen in verband gebracht worden met deze opgetreden in de Westerschelde ten oosten van Breskens, tussen Vlissingen en Terneuzen (Fig. 13). Vertrekkende uit Terneuzen heeft de ebgeul steeds meer de neiging door te breken door de 'Schaar van de Spijkerplaat'. Het zou dus kunnen dat de 'Suikerplaat' meer zou aansluiten met de 'Spijkerplaat' (plaat ten noorden van de gelijknamige geul), ten nadele van de 'Drenpel van Borssele'. Hierdoor zou de ebstroom minder door de 'Honte' stromen en het mondingsgebied binnen komen onder een andere hoek.

6. Vlakte van de Raan: Zee of Westerschelde?

In het hoofdstuk over de hydrodynamica en de sedimenttransporten in het Schelde-estuarium van het Project 'ZEE' eindrapport (Peters en Sterling, 1976) werd aandacht gevraagd voor de invloed van menselijke ingrepen op de morfologische evolutie op langere termijn. De uitbouw van de Haven van Zeebrugge met zijn strekdammen en het storten gedurende een lange periode van grote hoeveelheden baggerspecie ten noordwesten van de 'Vlakte van de Raan' hebben zeker een invloed, alhoewel deze moeilijk precies kan worden ingeschat. Maar ook andere bouwwerken, zoals het deltaplan met de stuw op de Oosterschelde, hadden evengoed een mogelijke invloed op wat men de Voordelta noemt en op de sedimentbewegingen in het gebied van de 'Vlakte van de Raan'.

Tussen het gebied ten westen van Vlissingen-Breskens, en het gebied ten oosten van deze lijn, is er dus morfologisch een niet onbelangrijke wisselwerking. Binnen de LTV wordt in de analyse en modellering van de morfologische evoluties van het Schelde-estuarium vooral aandacht besteed aan de grootschalige veranderingen in het geulen- en platenstelsel binnen de Westerschelde, dus ten oosten van Vlissingen-Breskens. Beslissingen moeten genomen worden betreffende het morfologisch beheer van de Westerschelde, niet alleen in verband met de baggerwerken. Experimenten zoals de aanpassing van de 'Plaat van Walsoorden' worden overwogen dicht bij de Scheldemonding, zoals op de 'Rug van Baarland'. Ecologen vragen aandacht voor de evolutie van sommige platen, zoals de 'Hooge Platen', en voor het behoud van waardevolle gebieden van schor en slik, zoals de 'Kaloot' dat dicht bij de monding ligt.

Er is dringend nood aan onderzoek naar de morfologische ontwikkelingen van het gebied tussen Oostende-Westkapelle en Vlissingen-Breskens in verband met de evoluties, zowel in de Westerschelde als in wat de Voordelta wordt genoemd.

Referenties

- AMINAL-IN-RIKZ-ZMF (1995). De Schelde, een stroom natuurtalent. Brochure.
- Cameron W.M. en Pritchard D.W. (1963). Estuaries. p. 306-324. In: *The Sea: Ideas and Observations on Progress in the Study of the Seas, Volume 2: The composition of sea water, Comparative and descriptive Oceanography*. Hill M.N. (Ed.). Wiley Interscience, New York.
- Coen I. (1988). Ontstaan en geschiedenis van de Westerschelde. *Water*, 7(43/1): 156-162.
- Desnerck R., Devos M., Haspelslagh J., Lanszweert W., Parmentier J., Seys J., Termote T. en Van Cauwenberghe C. (2005). Zeewoorden verklaard: Paardenmarkt. *De Grote Rede*, 13: 27-28.
- De Pauw N. en Peters J.J. (1973). Contribution to the study of the salinity distribution and circulation in the Western Scheldt Estuary. Nationaal Onderzoeks- en Ontwikkelingsprogramma - Leefmilieu. Projekt Zee.
- Fairbridge R.W. (1980). The estuary: its definition and geodynamic cycle. p. 1-35. In: *Chemistry and biogeochemistry of estuaries*. Olausson E. en Cato I. (Eds.). John Wiley, Chichester.
- Gullentops F., Moens M., Ringele A. En Sengier R. (1976). Geologische kenmerken van de suspensies en de sedimenten. In: Nationaal Onderzoeks- en Ontwikkelingsprogramma - Leefmilieu. Projekt Zee – Eindverslag 4. Nihoul J.C.J. en Gullentops F. (Eds.). 121 pp.
- Peters J.J. (1972). Transports de sédiment dans l'estuaire de l'Escaut. Commission Interministérielle de la Politique Scientifique. Programme National Belge - Recherche et Développement sur l'Environnement Physique et Biologique. Projet Mer – Rapport des Journées d'Etudes: 265-293.
- Peters J.J. (1975). Mécanismes de mélange des eaux dans l'estuaire de l'Escaut. *Annales des Travaux Publics de Belgique*, 2-1975: 101-120.

- Peters J.J. en Sterling A. (1976). Hydrodynamique et transports de sédiments de l'estuaire de l'Escaut. In : Programme National Belge - Recherche et Développement sur l'Environnement Physique et Biologique. Projet Mer – Rapport Final 10. Nihoul J.C.J. en Wollast R. (Eds.). 70pp.
- Peters J.J., Meade R.H., Parker W.R., Stevens M.A. (2001). Improving navigation conditions in the Westerschelde and managing its estuarine environment: How to harmonize accessibility, safety and naturalness? Port of Antwerp, Antwerp, Belgium. 32pp + annexes.
- Pritchard D.W. (1952). Estuarine hydrography. *Advances in Geophysics*, 1:243- 280.
- Pritchard D.W. (1955). Estuarine circulation patterns. *Proceedings of the American Society of Civil Engineers*, 81:717/1-717/11.
- Pritchard D.W. (1967). Observations of circulation in coastal plain estuaries. p. 37-44. In: *Estuaries*. Lauff G.H. (Ed.). AAS Publ. 83. American Academy of Science, Washington D.C.
- Sero (jaartal onbekend). *Estudis d'economia Catalana; les transformaciones economicas delta Ebre* (in Catalaans).
- SIC - Schelde Informatie Centrum (1999). *De Schelde Atlas, een beeld van een estuarium*.
- Termote J. (2006). De Vlakte van de Raan in een historisch-geografisch perspectief. In: *De Vlakte van de Raan van onder het stof gehaald*. Coosen J., Mees J., Seys J. en Fockedeij N. (Eds.). VLIZ Special Publication, 35: huidig volume.
- Van Cauwenberghe C. (1971). Hydrografische analyse van de Vlaamse Banken langs de Belgische-Franse kust. *Het Ingenieursblad*, 40(19): 563-571.
- Van den Bergh J.H., Leuken M.C.J.L. en van der Spek A.J.F. (1996). Hydraulic processes affecting the morphology and evolution of the Westerschelde estuary. p. 157-184. In: *Estuarine shores: evolution, environments and human alterations*. Nordstrom K.F. en Roman C.T. (Eds.). John Wiley & Sons Ltd, Chicester.
- Van Veen J. (1950). Eb- en vloed-schaar systemen in de Nederlandse getijdewateren. *Tijdschrift Koninklijk Aardrijkskundige Genootschap*: 303-325.