

Vlaams Instituut voor de Zee
Flanders Marine Institute

RECHTMAKING VAN DE SCHELDE

BENEDEN ANTWERPEN

DE BIJZONDERSTE VOORGEDRAGENE PLANNEN

getoetst aan de regels van de waterkunst

DOOR

222865

C.-J. VAN MIERLO

eere-ingenieur van Bruggen en Wegen, waterbouwkundige.

TWEEDE UITGAAF

herzien en vermeerderd

BRUSSEL

DRUKKERIJ GEBROEDERS GUYOT, DRUKKERS-UITGEVERS

Pachecostraat, 12

1897

RECHTMAKING VAN DE SCHELDE

BENEDEN ANTWERPEN

DE BIJZONDERSTE VOORGEDRAGENE PLANNEN

getoetst aan de regels van de waterkunst

DOOR

C.-J. VAN MIERLO

eere-ingenieur van Bruggen en Wegen, waterbouwkundige.

Men is algemeen van gevoelen, dat het gedeelte der Schelde, hetwelk vooral dient verbeterd te worden, in het belang van den voorspoed van Antwerpen's haven, datgene is, hetwelk zich uitstrekt van bij de Kruisschans tot aan de stad.

Zoo er meer stroomafwaarts eenige gebreken bestaan, misschien wel even belangrijk maar in elk geval minder besproken, dan zijn die onregelmatigheden op verre na door de ingenieurs niet zoo gemakkelijk te behandelen als degene, die over de eerste drij mijlen beneden de stad te vinden zijn. Immers komen, in het laatstvermeld gedeelte, onderscheidene plaatsen voor, welke zeer gevaarlijk zijn voor de scheepvaart; het zijn: de draai der Kruisschans, de ellehoog van de Parel en de drempel (*barre*) van Philip.

Voor al met het oog op de groote scheepvaart moet er aan de verbetering van de Schelde worden gedacht,

want, zoo er andere bezwaren voor de havenbeweging van Antwerpen bestaan, hinderen gebrek aan diepte op onderscheidene punten en onvoldoende breedte van het vaarwater in verschillende bochten, ontegenzeggelijk het ergste de snelle en veilige vaart van groote schepen.

Velen hebben de samenhooping van ijsschollen in de rivier insgelijks als eene groote hindernis aangezezen. Het is inderdaad noodig, dit ongemak zooveel mogelijk te verminderen, met aan de ijsschollen welke stroomopwaarts gevormd worden, wat niet te beletten is, de meest mogelijke gelegenheid te geven om naar zee te drijven.

Alvorens na te gaan welke de nuttigste veranderingen zijn, die aan het bed van de rivier kunnen gebracht worden, moet men zich nauwkeurig rekenschap geven van haar tegenwoordigen toestand en van de oorzaken waarvan het behoud van de groote diepten en het ontstaan der schadelijke ondiepten te wijten is. Er moet daarbij wel acht gegeven worden op de algemeene gesteldheid van de stroomingen.

Wij zullen hier slechts in aanmerking nemen het gedeelte tusschen Lillo en Antwerpen, omdat de ingenieurs vooral gepoogd hebben dit gedeelte van de rivier te verbeteren.

Huidige toestand van de rivier.

De huidige toestand van de rivier, of liever de toestand waarin de Schelde verkeerde vooraleer men de hand sloeg aan de werken welke thans aan de Draaiende Sluis worden uitgevoerd, is op pl. v aangeduid en werd in 1895 (Mei en Juni) door den waterkundigen dienst opgenomen,

Men treft er eene reeks groote diepten aan, langs heen de holle oeverzijden, scharen welke deze diepten

verlengen en banken die zich tot in het midden van de rivier uitstrekken. Zoo is het gesteld aan de plaat de Parel, de plaat van Krankeloon en gedeeltelijk ook aan het Boomke, welke de drij bijzonderste ondiepten uitmaken die men tusschen de Kruisschans en de stad aantreft.

Het vaarwater dat men in de nabijheid van deze platen vindt, wordt hier door den vloed, daar door de ebbe, hier weer door de twee stroomingen gekruist.

Laat ons eerst dit gedeelte van de rivier in overzicht nemen, hetwelk bijzonderlijk door den vloed beheerscht wordt.

De vloed is het sterkste langsheen den linkeroever boven het licht van Liefkenshoek (pl. I en pl. V), en loopt omtrent in de richting van den kerktoeren van Oorderen, zijne hoogste kracht bereikende boven de Ketelplaat; aan den draai der Kruisschans gekomen, loopt hij voorbij den hoek van den polder van Keetenisse en volgt geheel den rechteroever, slechts eventjes den linkeroever aanrakende. Het is merkwaardig, dat op den geheelen duur van den vloed er vier en half uren zijn gedurende dewelke de schepen op den linkeroever beneden het fort de Parel, vóór ebbe liggen. Op de plaat van de Parel, is er integendeel gedurende den vloed een zeer sterke strooming, en hetzelfde doet zich voor in het smalle vaarwater onder den rechteroever, waar slechts eene diepte van 2^m80 bestaat.

Nadat de stroom het fort Philip voorbij is gekomen, werpt hij zich geheel terug tegen den linkeroever, dien hij raakt omtrent vóór de oude tolloods, beneden den steiger van Sinte-Maria; vandaar volgt hij den linkeroever tot aan de Draaiende Sluis.

Aan den steiger van het fort Philip is er altijd ebbe, of liever tegenstroom, over eene tamelijk groote breedte van de rivier. Het is aan deze soort van draaistroom dat

de overvloedige neerzettingen van zand op die plaats te wijten zijn. Het zand, losgerukt van de plaat de Parel en uit de kleine naburige geul, zet er zich vast, ten gevolge van de betrekkelijke zwakte der stroomingen.

Eens in de schaar van Krankeloon gestuwd, gaat de vloed voorbij den drempel die deze diepte stroomopwaarts begrenst, en, na het vaarwater doorloopen te hebben, werpt hij zich rechtstreeks op de plaat van het Boomke, waar hij eene onaanzienlijke schaar vormt ; daarna gaat hij opnieuw door het vaarwater, werpt zich tegen den Vlaamschen wal over Austruweel, houdt zich onder dezen oever en komt aldus rechtstreeks bij de opwaartsche roode boei, van waaruit hij de kaaimuren voorbij Kattendijk volgt tot in de nabijheid van het oude dok ; doch reeds van aan den Rug, even voorbij het genoemde dok, neemt hij zijnen weg naar Sint-Anneken.

Dit een en ander, afgeteekend op pl. I, toont duidelijk aan dat de vloed, van den eenen uitspringenden hoek naar den anderen, zijnen loop neemt langs den rechtsten weg, over geulen, scharen en platen heen, en zich eigenlijk buiten den thalweg houdt, behalve hier en daar over eene kleine lengte.

Met de ebbe is het geheel anders gesteld (pl. II en pl. v). Deze stroom volgt nauwkeurig den taalweg van de rivier ; zoo beslaat de ebbe over de Rijnkaai slechts de helft van de breedte der Schelde, zoodanig dat, wanneer men op het oogenblik dat de ebbe het sterkste is, met een bootje van kleinen diepgang, van beneden naar de stad komt, men den stroom eerst gewaar wordt voorbij den hoek van den Borgerweertpolder, indien men eenigszins aan de zijde van den linkeroever blijft. Wanneer men echter de laatste roode boei nadert, moet men den helmstok sterk naar de bakboordzijde

wenden, omdat de stroom den voorsteeven van de boot erg naar het Noorden doet afwijken.

Desgelijks worden de plaat van het Boomke, de schaar van Krankeloon en de schaar van de Parel door eene zwakkere ebbe bezocht dan de gedeelten van de rivier welke gelegen zijn op de wederzijds tegenovergestelde oevers.

Wij hebben insgelijks bestadigd dat de ebbe niet sterk is langsheen de Ketelplaat, achter den hoek van den Sint-Anna-polder en langsheen den polder van Wijtvliet, boven de Meestove.

De ebbe werpt zich dus van den eenen oever naar den anderen, overeenkomstig de gebogene lijnen van pl. II; deze lijnen kunnen eenigszins dienen als maatstaf voor de sterkte van de ebbe.

De vermelde feiten zijn welbekend aan allen, die de rivier bevaren, niet zoozeer met stoombooten, dan wel met zeilschepen of roeibooten. Zij, die de vaartuigen moeten leiden, maken onvermijdelijk gebruik van die gedeelten, waar zij het snelste kunnen vooruitkomen.

Uit hetgeen wij hooger hebben vastgesteld blijkt, dat de eigenschappen van de stroomingen der rivier van tweeërlei zeer goed afgeteekenden aard zijn: terwijl de vloed over alle platen heengaat, in weerwil van bochten en kronkels, volgt de ebbe integendeel de holle oevers en graaft er groote diepten.

Daaruit is niet af te leiden dat de vloed niet zekere uitdiepende eigenschappen bezit. Wel integendeel; ongelukkiglijk werken zij op plaatsen waar zij, in den huidige toestand, geen nut voor de scheepvaart kunnen hebben. Zoo is het uitsluitend de vloed, die de schaar van Krankeloon onderhoudt, en er over zekere lengte diepten van meer dan tien meters doet blijven bestaan (pl. V); alleenlijk zijn al die groote diepten zonder

onderscheid stroomopwaarts gesloten door drempels of dorpels die niet meer dan twee of drij meters waterdiepte overlaten.

Er mag dus niet te veel op de werking van den vloed gerekend worden, voor het voortdurend behoud van groote diepten. Daarentegen kan de ebbe, in sommige omstandigheden, achtereenvolgende diepten geven van meer dan 8 meters, welke van den eenen naar den anderen oever loopen; aldus verlaat de ebbe, beneden Austruweel, den rechteroever, om zich naar den linkeroever te wenden, boven de Pijp Tabak, en beneden de Pijp Tabak, verlaat de ebbe den linkeroever, om zich naar den rechteroever te keeren, boven de Blauwe Hoeve. Niettegenstaande dezen overtocht van den stroom van den eenen oever naar den anderen, staat er overal 8 meters water. — Deze diepte strekt zich dus zonder onderbreking uit van bij den Rug tot aan de Blauwe Hoeve.

Desgelijks werpt zich de ebbe, die langs de Parel loopt, op den tegenoverliggenden oever aan de Meestove. Hier evenwel is de massa water in eene te smalle ruimte ingesloten, tusschen de bank van de Parel en den linkeroever; zij kan dus niet gemakkelijk uitloopen en behoudt desniettegenstaande diepten van 7^m50.

Opdat men zich nauwkeurig rekenschap zou kunnen geven van den loop der stroomingen, hebben wij den loop van den vloed (pl. I) en den loop van de ebbe (pl. II) geteekend. De lijnen welke de richting van den stroom aanduiden zijn dichter bijeen naarmate deze laatste sterker is. Men kan uit het onderzoek van deze kaarten opmaken, dat de groote diepten zich immer binnen het gebied der ebbe bevinden, terwijl de vloed zich zoowel in de diepten als over de banken uitstrekt.

Wat er gedaan werd om de rivier te verbeteren.

Eenige jaren geleden werd eene eerste poging gedaan om den drempel van Philip te verbeteren. De ligging van dezen dorpel is bijzonder slecht, omdat de bank van Krankeloon, die eene bank van de ebbe is, zich in het midden van de rivier uitstrekt, tot op korten afstand van den rechteroever.

De dieptelijn van 5 meters, bij voorbeeld, bleef slechts 75 tot 90 meters van den oever verwijderd (pl. v); het vaarwater was dus zeer smal en het had daarbij eene zeer veranderlijke diepte.

Er werd beproefd om het kwaad op zijne plaats met krachtige baggerwerken te keer te gaan; maar het gold hier een strijd tegen de gesteldheid van de rivier; na korten tijd moest er van afgezien worden, daar er zooveel zand bijkwam als er uitgegraven werd, zoodat de ondiepte schier onmiddellijk weer opnieuw tot stand kwam.

Eene tweede poging, onlangs gedaan, gaf aanleiding tot een nog al groot werk: de hoek van de Draaiende Sluis werd weggenomen en de uitsprong die als aanloop van de plaat van Krankeloon diende, kreeg eene slappe afronding.

Het oogmerk was:

1° Aan de ebbe het beloop van dit gedeelte der rivier gemakkelijker te maken en alzoo aan de strooming eene betere richting te geven. Men dacht aldus eenen gordel diepten van meer dan 8 meters te verkrijgen en te behouden tot voorbij het fort Philip;

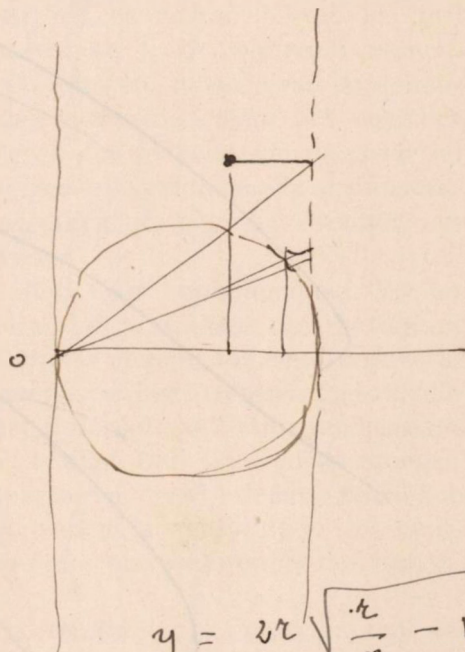
2° Bijkomenderwijze, bij hoog water, eene kleine geul van behoorlijke diepte te verkrijgen, die zich, naar de meening van den ontwerper, zou hebben kunnen vormen tusschen de plaat van Krankeloon en den linkeroever.

De verwachting is dus, dat de stroomingen, desnoods geholpen door kleine baggerwerken, de verkregene diepte zouden doen behouden. Welnu, dit dubbel oogmerk is in strijd met de beginsels die door alle waterkundigen aangenomen zijn ten opzichte van het behoud der vaarwaters: twee vaarwaters maken, een voor den vloed en een voor de ebbe, in eenen stroom als de Schelde, kan er enkel toe leiden noch in de eene noch in de andere geul de vereischte diepte te verkrijgen; of liever: op zekere punten zullen de noodige diepten wel bestaan, maar zij zullen van elkaar gescheiden zijn door eene in de lengte loopende bank die zeer droog, zeer uitgestrekt zijn zal en iedere geul in eene schaar zal veranderen.

Dit mag met zekerheid worden voorspeld, omdat het bedoelde uitwerksel op sommige plaatsen bestaat, onder andere tusschen het vaarwater van Welsoorden, door de ebbe belooopen, en de schaar van Waarde, door den vloed gegraven; en men weet dat deze twee plaatsen van elkander gescheiden zijn door het Zuidergat, dat betrekkelijk weinig diep is. Als de stroomingen van vloed en ebbe in de Schelde door twee gelijklopende geulen werden gevoerd, zouden zij blijken geen van beide sterk genoeg te zijn om de ondiepten aan het uiteinde der scharen te doorsnijden.

Zelfs is het niet alleen op waterkundig gebied dat het denkbeeld van de bewuste werken als eene dwaling verdient te worden bestempeld. Al mocht het beginsel van de twee vaarwaters ook met goede redenen te verdedigen zijn, de toepassing van dit beginsel op het bijzonder geval van de Schelde tusschen de Draaiende Sluis en het fort Philip zou er niet minder verkeerd om geweest zijn. Zulks uit hoofde van den plaatselijken toestand en de richting van de stroomingen.

Om deze zienswijze uit te spreken, steunen wij ons op het gevoelen dat de heer hoofdingenieur van den



$$y = 2r \sqrt{\frac{r}{x} - 1}$$

$$x = \dots$$

$$y = \dots$$

$$y = mu.$$

C^{IE} INT^{LE} DES WAGONS-LITS

ET DES

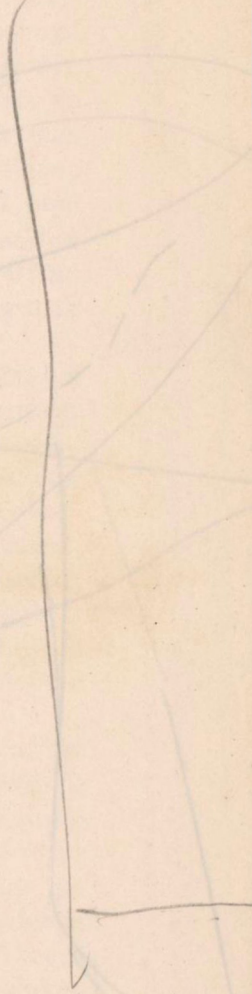
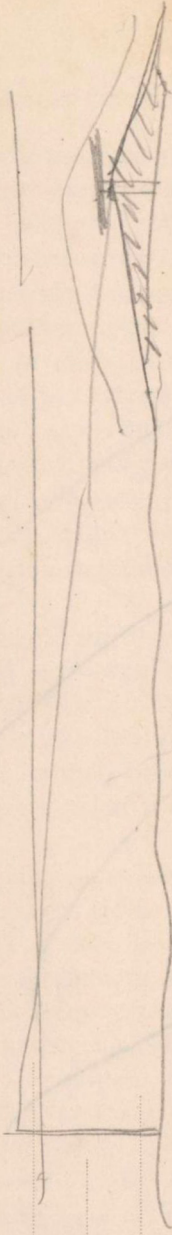
GRANDS EXPRESS EUROPÉENS

ATELIER

de

N^o

Annexe



waterkundigen dienst zich had gevormd, toen hij de in 1894 uitgevoerde werken zag maken. Deze ambtenaar schreef :

« De schaar (van Krankeloon) zal eene hoofdgeul » worden, na het wegnemen van de punt welke den- » zelfden naam draagt en de baggerwerken op Kranke- » loon. Wel is waar, zal de doorsnede van het bed » vermeerderd worden, en gelijk wij reeds zegden, » kan dit slechts gebeuren ten nadeele van de gemid- » delde diepte dezer doorsnede; maar het oogmerk » zal bereikt wezen en dat gedeelte van de rivier zal » beter bevaarbaar geworden zijn, dewijl de noodza- » kelijkheid zal wegvallen om over den drempel van » Philip te gaan (1) ».

Indien het door den heer hoofdingenieur Rochet gevormd gedacht over het uitwerksel van de werken juist is, dan komt hij ten minste tot eene verkeerde gevolgtrekking. Immers was het eigenlijk doel van de werken den drempel of dorpel van Philip genoegzaam te verbeteren om er te allen tijde de grootste schepen te kunnen overheen brengen, terwijl de heer Rochet er integendeel op rekende de geul van Philip te zien opofferen ten einde een ruimer vaarwater onder den linker-oever te verkrijgen.

Deze zienswijze is klaarblijkelijk gesteund op de kennis van de stroomingen in de bewuste geul.

Laat ons vooreerst den vloed nagaan (pl. I). Aan den steiger van Philip zelve, doet de ebbe zich altoos gevoelen. Gedurende elk tij, ontwaart men er nauwelijks twintig minuten vloed; wat meer is, op zekeren afstand van den boord, bestaat er geene strooming; men moet zich in de groote diepten begeven om de strooming van den vloed gewaar te worden.

(1) *Description hydrographique de l'Escaut depuis son embouchure jusqu'à Anvers* (blz. 97).

Deze toestand zal na de uitvoering der werken buiten kijf dezelfde blijven, aangezien niets den aard en de richting van den vloed heeft kunnen veranderen.

De ebbe volgde daarentegen, vooraleer de werken waren uitgevoerd, nauwkeurig het vaarwater tusschen den linkeroever en de dieptelijn van 4 meters (pl. II); op de schaar van Krankeloon was zij er niet half meer. En nu wordt nog de uithoek weggenomen die de schaar afgesloten hield; men laat dus een gedeelte van het water uitloopen over de diepten en onnuttig wegvloeien naar den linkeroever.

Men zal dus de ebbe langsheen den rechteroever verzwakt hebben. Hoe kan er dan op eene grootere uitdieping worden gehoopt?

Deze gevolgtrekkingen kunnen door den waterkundigen dienst gemakkelijk nagegaan worden. Indien zij juist bevonden worden, zooals wij gelooven, zal er eene verzanding volgen van het uiteinde der diepten stroomafwaarts tusschen de baak van Philip en de Blauwe Hoeve (pl. V); tegelijkertijd zal de diepte tusschen den nieuwen dijk en de plaat van Krankeloon eenigszins vermeerderen.

Zou deze verbetering kunnen bespoedigd worden door baggerweken, bij zooverre dat de verhoopte kleine geul in dat gedeelte het groote vaarwater zou worden, zooals de heer Rochet het zich voorstelde? dat de schepen den linkeroever zouden houden van aan de Pijp Tabak tot aan de Parel?

Wij denken het niet: er dient inderdaad opgemerkt te worden, dat de vloed, nadat hij zich tegen den oever van Sinte-Maria heeft geworpen, de rivier doorsnijdt en over de plaat van Krankeloon loopt, om recht in de schaar van het Boomke te komen; hij zal dus gelegenheid geven aan het medegevoerde zand om zich neer te zetten tegen den ronden oever van de Draaiende Sluis. De vloed zal dus den nieuwen dijk in het geheel

niet meer volgen, van aan het punt waar hij onttrokken is aan het gezicht wanneer men zich in de as der schaar van Krankeloon bevindt.

Anderzijds heeft de van Pijp Tabak afstroomende ebbe reeds eene zekere noordwaarts neigende opstuw-
wing ondergaan.

De richting der zwarte boeien 44 en 45, in dit gedeelte geankerd, bewijst het : de punt der boeien is immer bij ebbe gekeerd naar Z.-W. $\frac{1}{4}$ W., dus over een half punt meer zuidwaarts dan de algemeene ligging der linkeroevers.

De wegneming van den uithoek zal niet de zwaaiing veroorzaken van de strooming, die reeds van den linkeroever afwijkt, en dus door werken op dien oever stroomafwaarts gemaakt, niet kan teruggehouden worden; maar deze wegneming zal eenvoudig de strooming verdeelen, over eene grootere oppervlakte verspreiden, en haar dus een gedeelte van hare kracht ontnemen.

Indien de overzijde dichterbij en beter gelegen ware, zou men kunnen trachten om de twee stroomingen naar elkander te leiden, derwijze dat men beide zou kunnen gebruiken om eene enkele geul te maken. Maar zoo is het niet : sedert de nieuw uitgevoerde werken is de rivier aldaar ter plaatse breeder dan in de belendende gedeelten, stroomop- en stroomafwaarts.

Wij zien dus geen enkel middel om eene genoegzame uitdiepingskracht te verkrijgen die eene geul zou kunnen verschaffen, en wij verwachten er ons aan bij de eerstkomende peilingen een vaarwater, vóór den nieuwen dijk, van 3^m50 tot 4 meters diepte te zullen vinden. Met het oog op den toestand der stroomingen op dit punt, kunnen de uitbaggeringen die daar zouden worden uitgevoerd, evenmin als op Philip, eenige jaren geleden, eene blijvende verbetering aanbrengen, en nog minder eene verbetering die voldoening geven zou aan de steeds klimmende vereischen van den handel.

Deze zienswijze zal des te juister voorkomen, wanneer men den ouden loop van de Schelde nagaat.

Er dient inderdaad te worden opgemerkt, dat de kleine polder, welke vóór den grooten dijk aan de Pijp Tabak ligt, sedert betrekkelijk korten tijd gevormd is; vroeger liep de Schelde zeer nauw langsheen den dijk boven het fort van de Pijp Tabak, en draaide terug na het fort te hebben aangedaan.

Het was zelfs om aan dit fort ruimte of veld op de rivier te geven, dat hetzelfde buiten den oever werd gebouwd, en zulks had voor gevolg dat zich schorren hebben gevormd langs weerskanten van den uitsprong der vestingwerken.

Stroomafwaarts was het evenzoo : de Koningspolder en de polder van Krankeloon bestonden nog niet in de xvr^e eeuw : de vloed, in stede van plotseling te moeten draaien in de bocht van Sinte-Maria, liep daarentegen verder voort, met eenen tamelijk vollen boog, thans nog aangewezen door den grooten dijk van Melsele; de vloed, na omtrent een vollen cirkel beschreven te hebben, wierp zich dan ook op den rechteroever, zoodra hij aan de Draaiende Sluis gekomen was. (Pl. v.)

Slechts na het bouwen van het fort Sinte-Maria, zijn de aanslijkingen begonnen en is eerst de Koningspolder en daarna de polder van Krankeloon ontstaan.

Om zich volledig rekenschap te geven van den aard der stroomingen op dit tijdstip, dient opgemerkt, dat de dijk tusschen Austruweel en het fort Philip nog niet bestond.

Deze dijk heeft een anderen dijk vervangen, welke toen gedeeltelijk vervallen en vóór de Draaiende Sluis ingebogen was. Het water liep door de openingen en vervloede, met afgaande tij, over het laag gelegen land; het vond zijnen weg langs de doorsteken in den dijk van Wilmarsdonck en verzamelde zich in een enkelen tak nabij de Kruisschans.

Op eene plaat, welke bewaard wordt in de prenten-verzameling te Brussel, is de loop der vertakkingen volledig afgeteekend; er zal over hare belangrijkheid kunnen worden geoordeeld door het feit dat de peilingen, door eenen ingenieur van den tijd gedaan, 24 voet water gaven aan den mond van dezen tak. Door dit alles wordt bewezen dat te dien tijde de uithoek van de Draaiende Sluis een belangrijken draai van den stroom vormde, en het is dan ook niet onwaarschijnlijk dat, als bij het maken van den dijk Austruweel-Philip, een betere, minder rechte vorm gevolgd ware, waardoor de bochtige loop van vroeger terug hersteld zou zijn geworden, in het vaarwater van Philip nooit de schadelijke verzandingen zouden gekomen zijn, die men ten huidigen dage met zooveel moeite bekampt.

Uit wat voorgaat blijkt, hoezeer men zich vergist, waar men beweert dat door het bestaan van den uithoek der Draaiende Sluis, de strooming langs beide kanten van den hoek oeverwaarts buigt.

Het is integendeel, omdat te allen tijde de strooming zich oeverwaarts wilde buigen, dat die vroeger zeer belangrijke uithoek behouden is gebleven; slechts door kunstmatige werken is men er toe gekomen de bochten van Krankeloon en van Pijp Tabak te verzachten en tot eene zeer zwak golvende lijn te herleiden.

Sinds het verschijnen van de eerste uitgave van dit werk, is voor de echtheid van de meeste door ons vooruitgezette feiten ook een begin van bewijs verkregen.

Ongelukkiglijk heeft de waterstaat in 1896 het in zake zijnde gedeelte niet bestudeerd. Wij bezitten evenwel de noodige elementen om aan te toonen dat onze vooruitzichten klaarblijkelijk en volledig uitgekomen zijn.

Van in de maand Mei 1896 deden de loodsen peilingen in het bedoeld gedeelte van de rivier, en korten tijd nadien werden de uitkomsten daarvan ons bekend gemaakt.

Wij geven een vergelijkenden staat van de gedane peilingen.

	April 1896.	October 1895.
Toren van Austruweel en eene schuur ineengehouden . . .	49 decim.	53 decim.
Toren van Austruweel bezuiden de schuur	44 id.	49 id.
Toren van Austruweel benoorden de schuur	50 id.	46 id.
Op de kleine zandplaat dwars voor den stroomschrijver (mareograaf)	35 id.	41 id.

Behalve over eene kleine breedte tegen den wal, waar diep water was, werd dus zeer goed verzanding waargenomen.

Hier evenwel werden eenige afzonderlijke punten onderzocht. Maar een ander veel vollediger stuk toont ons aan, hoedanig de nieuwe toestand is, welke door de uitgevoerde werken werd teweeggebracht. Het stuk, waarop wij ons beroepen, is de studie van den eersten ingenieur Van Gansberghe, opgenomen in de *Annales des Travaux publics* (2^e reeks, 1^e deel, bladz. 555 en volgende).

Wanneer men den toestand vóór de uitvoering der werken vergelijkt met den toestand daarna, dan ziet men, dat de dieptelijn van 6 meters aan den draai van Philip toegegaan is. Wat echter vooral merkwaardig mag heeten, is het langer worden van de zandplaat tusschen het vaarwater van het fort Philip en de schaar van Krankeloon. De dieptelijn van 2 meters water is meer dan de helft langer geworden en de dieptelijn van 4 meters heeft zich stroomafwaarts

aanzienlijk uitgebreid, en de groote diepte in evenredigheid verminderd. (Zie pl. VII.)

Het gevolg van de werken is dus geheel in overeenstemming geweest met de wet der stroomingen. De uitkomst was van zulken aard, dat men zich verplicht heeft gezien, inderhaast de boeien van het vaarwater Philip te verleggen om de oude schaar van Krankeloon weer te laten bevaren. Dit werd gedaan, om aan een groot schip te veroorloven naar Antwerpen te komen.

Nog zij vermeld, dat in weerwil van het zwaar baggerwerk, niet meer dan 4^m50 diepte is kunnen verkregen worden. Ook meenen wij te weten dat de uitgebaggerde specie voor een zeer groot gedeelte uit zand bestaat, dat door de stroomingen terug wordt aangebracht. Het is bekend dat de hoeveelheid teruggevoerd zand zeer snel vermeerdert, wanneer de diepte toeneemt.

Als de uitbaggering gezwind wordt doorgezet, zal het nieuwe vaarwater van Krankeloon waarschijnlijk omtrent 6 meters diep kunnen gemaakt worden over de breedte die er voor de scheepvaart noodig is. Maar daarmee valt niet weg, dat er onnatuurlijk te werk wordt gegaan ten opzichte van den eisch der stroomingen, die kronkelingen vragen. Eertijds werd bij Philip eene natuurlijke diepte aangetroffen, die men zou hebben kunnen vermeerderen, indien de dijk minder streks ware gelegd geweest.

Om vandaag eene dergelijke diepte te verkrijgen, zullen aanzienlijke geldopofferingen noodig zijn.

Bovendien, wat nog zwaarwichtiger is, zal de scheepvaart moeten gehinderd, bemoeielijkt worden, door baggerbooten en lichters, welke haar in 'den weg komen.

Wij zijn dus van gevoelen dat de huidige toestand van de rivier onverhelpelijk is; wij bedoelen daar-

mede dat bij den tegenwoordigen loop, het niet mogelijk is, op alle plaatsen zooveel diepte te bekomen als er noodig is voor de grootste schepen. Er bestaat dus aanleiding om bedacht te wezen op eene verandering in den loop van de rivier.

Nieuw voorgestelde herleidingen.

Er werden onderscheidene oplossingen vooruitgezet.

De oplossing die den grootsten opgang maakte, werd lang geleden aangeprezen door de heeren Hawkshaw, Maus, Stessels en Brialmont; zij werd weder opgevat en voorgesteld door den heer volksvertegenwoordiger Van den Broeck; de heer hoofdingenieur Franzius bracht er eene kleine wijziging aan toe. De bedoelde oplossing bestaat hierin, dat de Schelde voor de stad rechtstreeks zou verbonden worden met den draai van de Kruisschans, op de hoogte van de gemeenten Wilmarsdonck en Oorderen.

De voorwaarden welke door de herleidingen moeten vervuld worden en die door de Regeering aan den heer Franzius werden gesteld, zijn de volgende :

Verbetering van de gesteldheid van de rivier, onveranderlijkheid van het vaarwater, gemakkelijke vaart voor de groote zeeschepen, grootst mogelijke uitbreiding van de reede, volgens de noodwendigheden van het verkeer, de vergemakkelijking van de ijsopruiming.

Hierbij kwam nog deze vraag :

Hoe en volgens welke beginsels behoort de verbetering van den stroom boven de stad en van zijne bijrivieren voortgezet te worden, om voor de Schelde beneden Antwerpen eene gesteldheid te verkrijgen, die zoo goed is als zij zijn kan, benevens de beste voorwaarden van bevaarbaarheid?

De Duitsche ingenieur duidt de volgende middelen aan, te weten :

- I. — Wegneming van al de sterke bochten ;
- II. — Vastlegging van het lager bed, door het maken van leidijken op de plaatsen waar de breedte te groot is bij laag water ;
- III. — Verlaging van het waterpas der ebbe op de Bovenschelde, namelijk tusschen Gent en Thielrode, door uithagging, ten einde de hoeveelheden water te vergrooten die zich voortbewegen over de geheele lengte van den stroom.

De heer Franzius kwam tot deze gevolgtrekkingen, doordien hij de grootste gebreken van den stroom hierin zocht, dat de doorsnede zoo aanzienlijk vermindert, te beginnen van op de Belgische grens. Van daar de ongenoegzame afmeting van het hooger bed, de al te snelle verbreiding van den opkomenden vloed of het hoog water en, bovendien, de zeer kronkelende loop van den stroom.

Hij schijnt inzonderheid veel waarde te hechten aan de verbreiding van den vloed in de Schelde. De tegenwoordige toestand schrijft hij hoofdzakelijk toe aan den tegenstand, dien de vloed aantreft tusschen de Kruisschans en Antwerpen, of, in andere woorden « aan de ongenoegzame afmetingen van het hooger bed tusschen Antwerpen en Bath. »

Hij geeft dezelfde oorzaak voor de mindere hoogte waartoe de vloed opklimt tusschen Thielrode en vooral tusschen Baasrode en Wetteren.

Dit uitwensel in verband brengen met de afdeelingen Bath-Antwerpen of Kruisschans-Antwerpen, is zeer wijd stroomafwaarts gaan zoeken, wat ter plaatse zelve te vinden is.

Immers dient er opgemerkt, dat reeds van bij Rupelmonde af, de stroom als bezaaid is met zandplaten.

De voornaamste zijn : die van Temsche of zooge-

naamde Onbekende, die van Drijgaten en de drempel van het Schippershuis.

De Onbekende is tegenwoordig eene geduchte plaat. Zij verspert bijna geheel den stroom en valt meer dan een meter droog over eene groote uitgestrektheid; bij lage tij, is het water er nauwelijks 130 meters breed, terwijl de Schelde eene breedte van 350 meters bereikt.

Met de plaat van Drijgaten is het nog erger gesteld: bij lage tij laat zij over eene breedte van 250 meters, nauwelijks 65 meters vaarwater open. En de strooming wordt dan nog gekweld door belangrijke draaistroomingen, veroorzaakt door de sterke gebogenheid van den oever op deze plaats.

Deze hinderpalen hebben des te meer belang daar zij zich meer stroomopwaarts bevinden, want de vloed is des te korter hoe meer hij zich van de monding verwijderd. Men zal dus begrijpen, dat deze platen, indien men er die van 't Schippershuis en den drempel van Sint-Amands bijvoegt (want het Ebbediep wordt niet door den vloed beloopt), eene groote vertraging moeten teweegbrengen voor de verbreiding van het opkomende tij.

Nu, van Baasrode af verdwijnen de hinderpalen geheel. De « stroom » met zijne banken of platen, scharen en vloed- en ebbegeulen, blijft niet langer een stroom: hij wordt de « rivier » zooals men die zich algemeen voorstelt: de diepten in het midden in de rechte gedeelten en in de kromme gedeelten de diepten onder den ingebogen oever. Het is onbetwistbaar dat in dit gedeelte, hetwelk juist te Baasrode begint, de strooming zich gemakkelijker kan ontwikkelen dan in het gedeelte Rupelmonde-Baasrode; van daar de verlaging van het hooge tij te Baasrode en stroomopwaarts, veroorzaakt door de kleine hoeveelheid water welke in het stroomafwaarts gelegene gedeelte van de rivier komt.

Ware integendeel, gelijk de heer Franzius veronderstelt, de oorzaak van die verlaging tusschen Bath en Antwerpen gelegen, dan zou zij haren invloed, onzes dunkens, moeten doen gevoelen onmiddellijk boven de stad; het is moeielijk te verklaren, hoe deze invloed zich niet zou doen gevoelen op een afstand van tien kilometers boven de stad, en hij zich plotseling zou vertoonen op een verder gelegen gedeelte van den stroom.

Meer nog, indien zulks voor de Schelde waar is, zou men dan hetzelfde verschijnsel niet moeten waarnemen voor den Rupel en de Nethe? Evenwel vertoont zich daar niets dergelijks, ja, is het juist het tegenovergestelde hetwelk zich voordoet. Het getij, in stede van te minderen naarmate men stroomopwaarts gaat, klimt des te sterker, in evenredigheid, hoe meer men den loop der rivieren opwaarts volgt. Zoo klimt het hooge tij van het Tolhuis tot Rumpst gemiddeld met 0^m17; van Rumpst tot Mechelen, ondanks de kleine afmetingen der Dijle, is er gemiddeld slechts een centimeter verlies; op de Durme, van Thielrode tot Waasmunster, klimt het hooge tij met 0^m08.

De ware oorzaak van den huidige slechten toestand stroomopwaarts, met het oog op den vloed, is dus te vinden boven den Rupel en gedeeltelijk boven de Durme.

Hij moet derhalve toegeschreven worden aan de platen, die de rivier belemmeren en aan het water een onvoldoenden doortocht verleen.

De aangehaalde oordeelvelling, eigenlijk van ondergeschikten aard, is niet de grootste vergissing, welke de heer Franzius, naar onze meening, heeft begaan. De groote dwaling bestaat hierin, dat aan den vloed van de Schelde eene kracht en hoedanigheden worden toegeschreven, welke hij nooit bezitten kan.

« Sommige ondiepten — zoo schrijft de heer » Franzius — onder andere die beneden en boven het

» fort Philip, nabij Lillo en tegen de Hollandsch-
» Belgische grens, welke ontstaan zijn gedeeltelijk door
» den bochtigen loop en gedeeltelijk door de overtollige
» breedte bij lage tij, moeten door uitbaggering weg-
» geruimd worden, indien zij niet verdwijnen door de
» toeneming van de kracht van den vloed. »

Wat betreft de baggerwerken boven Philip, hebben wij gezien, dat men de proef genomen, doch eene uitkomst verkregen heeft, die het hernemen der werken onmogelijk maakt. Met de « ondiepten beneden Philip » kan niets anders bedoeld zijn, denken wij, dan het uiteinde der bank van de Parel, waarop 7^m50 water staat en waar inderdaad ook eenige verbetering aan toe te brengen ware.

Wat aangaat den dorpel van Santvliet, op de Hollandsch-Belgische grens, hebben wij persoonlijk waarnemingen gedaan, die ons doen twifelen aan de doelmatigheid van baggerwerk op die plaats : in Juli 1894 vonden wij bij de peiling, op zeker punt, 14^m50, ja 15^m20 water (pl. vi, fig. 1) en in 1895, minder dan een jaar later, werd over eene tamelijk groote oppervlakte en in dezelfde streken een dorpel aangetroffen die nauwelijks 7^m20 onder water stond (pl. vi, fig. 2), zoodat er eene neerzetting van zand van ongeveer 8 meters heeft plaats gehad in een jaar tijds, en vóór 1894 bestond daar eene diepte van 8^m20.

Welke macht kan zulké aanzienlijke opgraving van den waterbodem teweegbrengen in de tijdruimte van een jaar en de diepte weer aanvullen een jaar later? Het verdient opmerking, dat de oevers van den stroom en de grenslijn van het laag water op de banken van Saaftingen en de Ballastplaat niet veranderd zijn, onderwijl de veranderingen in het midden van den stroom plaats grepen.

Wat vermogen eenige baggerbooten tegen de met groote snelheid geschiedende verspreiding van

honderdduizenden kubieke meters zand, hetwelk zich op eene zekere plaats nederzet, zonder dat men met juistheid weet, hoe dit zoo gekomen is en ook zonder dat men daarvan eenig vermoeden had?

Wat betreft de kracht van den vloed in de Schelde, zij wordt in twijfel getrokken door al de waterbouwkundigen. De heer luitenant ter zee Petit zegde in zijne *Etude des courants de l'Escaut et de la Durme*, dat door het ontstaan van scharen naast de groote vaarwaters, het bewijs geleverd wordt, dat de stroom niet diep behouden kan worden door den vloed alleen, inzonderheid op ons grondgebied. Inderdaad, het bestaan van de veelvuldige scharen (tusschen de roode boei n^o 31 en het Boomke zijn er zes) bewijst dat zij gevormd werden door den vloed en deze niet in staat is om er geulen van te maken.

De vloed moet in de Schelde beschouwd worden als zijnde de voedingsbron van de ebbe en alleen onder dit oogpunt moet men er de voortzetting stroomopwaarts van vergemakkelijken.

In zijne beschrijving van de Schelde, van hare monding af tot aan Antwerpen, geeft de heer hoofdïngenieur Rochet, hoewel met meer onbeslistheid, als zijn gevoelen te kennen, dat zoo de ebbe minder sterk werd, het onderhoud van de vaarwaters er zou door lijden (blz. 101). Hij insgelijks beschouwt den vloed als zijnde enkel een middel om het water stroomopwaarts te verzamelen en het te doen dienen om de kracht van de ebbe te vermeerderen (blz. 115 en 116).

Er zijn voor het overige ook feiten aan te halen. Zoowel in de Belgische als in de Hollandsche Schelde is de vloed op sommige punten buitengewoon sterk en nochtans breekt de schaar niet door (schaar van den Noord, Zuidereinde van de plaat van den Doel, plaat van de Parel, enz.).

Wat is er dus aan gelegen, of het opkomende water

zich met klimmende snelheid opwaarts verbreidt ? Zulks geschiedt voor het overige volgens eene natuurwet.

Dewijl de vloed enkel moet dienen om water te verzamelen, zoo is eene snelheid van voortbeweging van 13 meters niet overdreven (1). Het verschijnsel van het klimmen en dalen van het water doet zich voor op gezette tijden. Het heeft voor gevolg, dat naarmate de vloed zich opwaarts sneller voortbeweegt, het getij aan de opwaartsche zijde ook langzamer verloopt. Dat is ongetwijfeld gunstig voor eene rivier, die, zooals de Schelde in België, een enkelvoudig bed heeft, zonder afhankelijke armen of takken.

Men weet dat de waterspiegel bij hooge tij, op eenige centimeters na, onveranderlijk is over gansch het bevaarbaar gedeelte van den stroom (bij voorbeeld tot aan Temsche) en volgens den heer Comoy is dit eene algemeene en vaste wet. Waardoor zou de snelle opwaartsche verbreiding van den vloed dan kwaad kunnen veroorzaken ? Er komt immers altijd nagenoeg evenveel water op en de langdurige afloop van de ebbe is blijkbaar nuttig voor het diephouden van de geulen.

De heer Franzius heeft zelve waargenomen dat het tij naar wensch afloopt in het huidige bed ; de veranderingen welke hij er aan toebrengt strekken om het beloop van het getij te vergemakkelijken en meer standvastigheid aan het vaarwater te geven. Er mag gezegd, dat het vaarwater in den tegenwoordigen stroom zeer standvastig is. Eene enkele verandering is er voorgekomen sinds de waterkundige dienst bestaat, en wel namelijk deze : vóór Lillo heeft het vaarwater zich van den rechter- naar den linkeroever verlegd : deze verplaatsing is lang-

(1) De heer Franzius geeft 14^m91. Deze vergissing komt hieruit voort, dat hij den afstand tusschen Antwerpen en Liefkenshoek verkeerdelijk op 17,000 meters stelt, in plaats van 15,000 meters.

zaam geschied, zonder verlies van diepte en schijnt zich niet weder te zullen vernieuwen. In al de andere deelen van den stroom, blijven de diepten, voor wat hare ligging betreft, zeer standvastig.

Wij hebben zoolang bij die punten van het verslag van den heer Franzius stilgehouden, omdat men er gevolgtrekkingen uit afleiden kan, die op onderscheidene voorgedragene plannen toepasselijk zijn.

Om den bestaanden toestand te verbeteren, stelt de Duitsche ingenieur voor, eene licht inbuigende insnijding te doen, tusschen Antwerpen en de Kruisschans (pl. III).

Valt er staat te maken op de onveranderlijkheid van het vaarwater over dit gedeelte van den stroom? De ontwerper zegt ja. Ons blijft eenige twijfel over, met het oog op de gesteldheid der stroomingen in de rivier, waarvan de ingenieur geen rekening schijnt gehouden te hebben.

Laat ons eens nagaan wat er gebeurt op de tegenwoordige Antwerpsche reede (pl. II). De ebbe, welke van den oever van Burght komt, werpt zich tegen de kaaien van aan het Zuid en loopt er langsheen tot aan den grooten drijvenden steiger. Van daar af nadert de ebbe den tegenoverliggenden oever, wat aangeduid is door de dieptelijn van 5 meters die minder van dien oever verwijderd is en door het ontstaan van den Rug boven het oud dok tegen den rechteroever. De ebbe, slecht gesteund door den ronden oever van Sinte-Anneken, keert terug naar de Rijnkaai en vervloeit langs de bocht van Austruweel.

Merkwaardig is het, dat de vloed in tegenovergestelde richting denzelfden weg volgt (pl. I) : uit de bocht van Austruweel komende, blijft hij op zichzelf ronddraaien en bereikt insgelijks den linkeroever, over den Rug heen. Het is daaraan dat de Rug zijn bestaan verschuldigd is.

Als wij het plan van de heeren Hawkshaw en consorten (pl. iv) beschouwen, waarnaar de heer Franzius het zijne maakte, dan zien wij, dat dit plan niets verandert boven den Rug. Dewijl nu de afloopende strooming, op het oogenblik dat zij voorbij de stad gaat, niets ondervindt van benedenwaarts ingetredene veranderingen, zoo is er blijkbaar niet op de ebbe te rekenen om den Rug weg te spoelen en aldaar eene diepte van ten minste 8 meters te verkrijgen. De ebbe zal zich dus, zooals nu, op den oever van Sinte-Anneken blijven werpen en terug naar de Rijnkaai keeren, vermits stroomopwaarts niets veranderd is.

Maar eensden rechteroever bereikt, zal zij zich dan ook tegen dien oever houden? Zulks valt te betwijfelen, omdat die oever weinig ingebogen is.

De kromming beneden Kattendijk zou, tegenover de doorsnijding, in denzelfden toestand zijn als de kromming van Antwerpen-Zuid tegenover de tegenwoordige reede. Het is dus zeer waarschijnlijk, dat de ebbe, na langs den rechteroever te zijn gegaan, zich terug op den linkeroever zal werpen en eene nieuwe ondiepte zal vormen, in den aard van den Rug. Op den Rug staat 7^m2 water. Deze ondiepte is hier dus niet zeer schadelijk en kan gemakkelijk bestreden worden. Maar op de nieuwe zandplaat zou de natuurlijke diepte misschien veel kleiner zijn en het ware dus veel moeilijker om daar meer diepte te verkrijgen door uibaggingering.

De toestand zou metterdaad geheel veranderd zijn, want stroomafwaarts zou de rivier dien geweldigen draai niet meer maken waarvan de strooming zich bedient om groote diepten te vormen. De weifelende ebbe zal zich beurtelings van den eenen naar den anderen oever richten, waarschijnlijk met grootere tuschenruimten dan op de Antwerpsche reede. Maar zij zou er tegelijkertijd veranderlijke ondiepten doen

ontstaan, op onderscheidene wijzen in de rivier gelegen en voor toeneming en afneming vatbaar.

Dat is het groot gebrek van het plan: met het oog op de betrekkelijk sterke kromming aan den uitgang der reede van Antwerpen, verleent het aan den loop der ebbe geen voldoende steun.

Laat ons nu eens nagaan of de vloed daaraan verbetering kan toebrengen of den toestand goedmaken.

Er dient opgemerkt, dat de draai van Liefkenshoek, ten opzichte van den vloed, dezelfde rol speelt tegenover de doorsnijding, als de draai van Kattendijk voor de ebbe. De vloed, die van achter den hoek van Lillo komt, loopt naar den linkeroever boven het fort van Liefkenshoek (pl. I), en van daar te beginnen, kan hij zeer goed, in de nieuwe doorsnijding, geruimen tijd dien oever volgen tot aan den 13^e kilometer (pl. IV.), als wel de rivier schuins oversteken om den ingebogen oever te naderen.

Wij zijn geneigd te denken, dat de eerste onderstelling uitkomen zal. Wij grondën ons daarvoor op wat gebeurt, in bijna denzelfden toestand, onder waterbouwkundig opzicht, tusschen het eiland Saaftingen en den Prosperpolder. Mocht deze onderstelling bewaarheid worden, dan zou ongetwijfeld de gesteldheid der twee stroomingen oorzaak zijn, dat zich in het afwaartsch gedeelte van de doorsnijding, bezijden den ingebogen oever, eene lange ebbeschaar zou vormen, wier uiteinde zich sluiten zou boven Lillo en die eene zandplaat in het midden der Schelde zou laten. Men zou dus denzelfden toestand hebben als er in Holland bestaat tusschen Waarde en Welsoorden, en waarop wij reeds hebben gewezen.

Mocht nu evenwel deze onderstelling *niet* uitkomen en doorkruiste de vloed de rivier te beginnen van aan den polder van Keetenisse, om terug te gaan naar den ingebogen oever, dan zal de strooming zich vertakken en

zullen een aantal dwarsliggende drempels ontstaan, in den aard van den dorpel welke nu gelegen is beneden de dubbele kegelbaak van de Kruisschans (pl. v).

Wij denken, dat men dus een gemakkelijken weg zou hebben voor het sturen van de schepen; maar hij zou veel minder diep zijn dan het grootste gedeelte van de tegenwoordige Schelde en er zouden dorpels in oprijzen, waar zeer zeker niet meer water zou opstaan dan op de dorpels welke thans de rivier doorsnijden.

Ten andere, het plan van de heeren Hawkshaw, Maus, Stessels en Brialmont beoogde hoofdzakelijk het maken van een gemakkelijkeren en zekerderen waterweg voor de zeilschepen, welke te dien tijde nog zeer talrijk waren, en die de Schelde moesten opvaren zonder andere hulp dan die van wind en tij.

In dit nieuwe bed mocht men nog hopen op het behoud van behoorlijke diepten voor de schepen, die toen bestonden en die nooit een grooten diepgang bezaten; dit plan zou dus aan de vereischten van zijnen tijd kunnen voldoen hebben.

Niemand kon zich toen verwachten aan de opkomst van de schepen van 26 voet diepgang, welke thans de Schelde bevaren. En vooral kon er niemand zich inbeelden, dat de stoombooten zich op zulke buitengewone wijze zouden vermenigvuldigd hebben, in vergelijking met de zeilschepen.

Men kan dus begrijpen, dat de ontwerpers van het bewuste plan een middel gezocht hebben om zooveel mogelijk het getal bochten te verminderen, welke een voor de bemanning vermoeiend en voor het schip gevaarlijk werk vergden, en zij er niet tegen opzagen een gedeelte der diepte op te offeren.

Vandaag evenwel is de toestand omgekeerd. Wat men vooral noodig heeft, is diepte. Het beurtelings invoeren van stoomroeren en niet lang geleden van dubbele schroeven, heeft aan de grootste vaartuigen een merkwaardig gemak van beweging gegeven.

De zeilschepen worden naar Antwerpen gesleept door sterke toogbooten, die ze soms tot in den Westhinder gaan halen. Met zeilen alleen wordt de Schelde niet meer door zeeschepen bevaren.

Al wat het toenmalige plan kon verrechtvaardigen, valt dus thans weg.

Ten opzichte van de stroomrichting laat het plan van den heer Franzius minder twijfel bestaan (pl. III). De loop, dien hij voorstelt aan de Antwerpsche reede te geven, stemt goed overeen met den gang van de ebbe. De groote diepte zou aan den rechteroever verblijven, over bijna geheel de lengte van de nieuw te maken kaaien. Franzius' plan is dus van die zijde beter te achten dan het plan van Hawkshaw.

Maar het is volkomen zeker, dat, zoodra de stroom den 8^e kilometer zal voorbij zijn, de diepten op den tegenoverliggenden oever zullen te vinden wezen. Immers zou de nieuwe loop minder boogvormig zijn dan de vorige. Dientengevolge zou hij onregelmatige diepten geven over het grootste gedeelte zijner uitgestrektheid.

Het is duidelijk dat de ebbe zich niet kan handhaven onder den uitgebogen oever, al moge de uitbuiging ook zeer zwak zijn. Zij zou verspringen naar het midden van de rivier. Op dezen voet zijn natuurlijk geene groote diepten te verkrijgen. In dit opzicht is het leerzaam, na te gaan, wat er gebeurt tusschen Burcht en de statie van Zuid-Antwerpen. Over heel die lengte, houden ebbe en vloed het midden van de rivier. Desniettemin wordt op alle plaatsen geene zes meters diepte aangetroffen.

Hetzelfde voor den vloed. Na den linkeroever te hebben gevolgd, boven Liefkenshoek, zou de strooming de rivier oversteken. Zij zou daartoe hulp vinden in de kromming, welke aan de kilometers 15 en 16 zou worden gemaakt. Voorts zou zij op den rechteroever

aanzetten en zich op dezelfde manier verhouden als is gezegd ten opzichte van het vorige ontwerp.

De nadeelen dezer twee ontwerpen, waterbouwkundig beschouwd, bestaan dus hierin, dat zij aan de strooming geene voldoende standvastigheid geven, doordien zij het bed *te recht* maken.

De zeer kronkelende loop der Schelde levert inderdaad eenige zwarigheden op, waarvan sommige zelfs groot te noemen zijn. Maar er zijn ook zwarigheden verbonden aan een loop, die weinig gebogen is. Waar toe zou men eene schoone rivier bijna recht gaan maken, als het gevolg daarvan moet zijn, dat zij er eene ongenoegzame diepte zal door verkrijgen? En dit *zal* gebeuren, als de loop van Hawkshaw of de loop van Franzius aangenomen wordt.

Wat de ziel van de Schelde uitmaakt, is dat zij uit- en inbuigt of kronkelt. Overal, waar de goede plaatsen groot zijn, wordt dezelfde gelegenheid aangetroffen. Waar de oevers ingebogen zijn, is er groote diepte; waar zij uitbuigen, liggen er zandplaten. Daarvan schijnt te mogen afgeleid worden, dat de ingenieurs verkeerd zouden doen, als zij de natuur mochten willen tegenwerken. Zij moeten er zich integendeel op toeleggen om haar te helpen. Zij behooren in- en uitbuigingen te vormen op zulke wijze, dat de diepe plaatsen in de rivier elkander kunnen genaken. De oevers dienen zoodanig geëigend te worden, dat de platen, welke onvermijdelijk zullen ontstaan, geen hinder bijbrengen aan de scheepvaart, zoomin waar het groote als waar het kleine vaartuigen betreft. En het water moet zooveel mogelijk eene regelmatige strooming behouden.

Men zal er diensvolgens niet op mogen rekenen dat men trapezium- of wel paraboolvormige dwarse doorsneden zonder platen zal tot stand weten te brengen. Dit zal of kan zich niet verwezenlijken. Het water brengt

zooveel zand in beweging, dat er wel altijd in de rivier platen zullen door ontstaan. Het is dus best, daar niet tegen in te werken en veeleer de platen grooter te doen worden, op die plaatsen, waar zij niet hinderlijk kunnen zijn.

Ook hebben de ontwerpers van de voorstellen, welke wij thans gaan onderzoeken, niet getracht om al de bochten weg te nemen; zij hebben ze integendeel uitgebreid, ze vergroot, om ze onderling kronkelsgewijs te verbinden. Dat is ook het beste middel om te voldoen aan dezen dubbelen eisch : « bestendinging van de gelegenheid van het vaarwater » en « gemakkelijke vaart voor de groote zeeschepen ».

Opzichtens den loop der rivier zijn onderscheidene voorstellen gedaan, waartusschen de twee volgende als de bijzonderste kunnen genoemd worden : ten eerste, de loop, volgens het plan van den heer Dufourny, eenigszins gewijzigd en opnieuw voorgedragen door de heeren Bovie en Dufourny; ten tweede, de loop volgens het stelsel van den heer Troost.

De eerste loop is grootendeels gelegen benoorden den ouden loop, en heeft over den afstand Austruweel-Ste-Maria, slechts twee bochten in tegenovergestelden zin, door een buigpunt van elkander gescheiden (pl. iv). De Sinte-Mariabocht wordt veel verflauwd en de schepen zullen geene moeite hebben om er langs te komen; ook de bocht van Austruweel wordt verflauwd, maar dat laatste gedeelte is minder gunstig gelegen, ten aanzien van de stroomingen.

Het is bekend, dat reeds van aan het Noorderkasteel, de ebbe eene zekere neiging betoont, om van den rechteroever af te wijken, en zich naar den overkant te wenden, zooals ook kan worden nagegaan uit de richting van de dieptelijn van 10 meters. De voorgestelde loop handhaaft de tegenwoordige lijn van aan Katten-

dijk tot bij den ingang der nieuwe sluis van Lefebvre-dok. Wij zouden denken, dat de strooming, na de vrij kromme bocht tusschen de Rijnkaai en den ingang der nieuwe sluis te zijn doorgegaan, reeds te veel westwaarts opgestuwd zou zijn om onder den ontworpen rechteroever te kunnen blijven. Het is dus te vreezen dat de strooming den weg naar den tegenoverliggenden oever zal volgen en dientengevolge verzandingen zullen ontstaan over geheel het bijna recht gedeelte begrepen tusschen kilometer 10 en kilometer 13. Wat de omvang van deze verzandingen zijn zou en bij hoeverre zij van blijvenden aard zouden wezen, laat zich thans niet voorspellen; maar men kan zich van hare gelegenheid een denkbeeld maken ten opzichte van de bevaarbare geulen, welke zich zullen vormen.

Als dit plan werd uitgevoerd, zouden wij ons verwachten aan het ontstaan van eene plaat, aanvang nemende bij den linkeroever, over de ligplaats van de Red-Star-booten en zich uitbreidende in het midden van de rivier tot omtrent kilometer $9\frac{1}{2}$; en van eene ebbegcul, die een weinig meer benedenwaarts uitloopen zou in diepten van ongeveer dezelfde afmeting als die van den dorpel van Philip. De toestand, ten opzichte van de ebbe, heeft inderdaad zeer veel gelijkenis met dien, welke verleden jaar nog bestond, tusschen de Draaiende Sluis en het fort Philip, voor wat be treft de gebogenheid van den oever en de betrekkelijke richting der stroomingen.

Er bestaat maar een verschil, doch het is ongunstig voor het ontwerp van de heeren Bovie en Dufourny. In de huidige Schelde, namelijk bij de Draaiende Sluis, heeft de strooming de rivier overgestoken, alvorens langs den ingebogen oever van de Blauwe Hoeve te gaan. Op het voorgedragen ontwerp daarentegen heeft de strooming reeds van bij de Rijnkaai den ingebogen

oever gevolgd, zoodat zij minder zal genoodzaakt zijn hem te blijven volgen over eene nog al groote uitgestrektheid.

Het gevolg van dezen toestand voor het belendend afwaartsch gedeelte, zal dus eene zandplaat op den rechteroever zijn. Deze zandplaat zal omtrent kilometer 10 beginnen en dezelfde gedaante hebben als de plaat van het Boomke.

Men moet zich hoeden voor deze dwaling, die het ontstaan van platen, zooals die van het Boomke, toewijst aan de weinig uitspringende bocht, welke aldaar bestaat. Het is inderdaad opmerkelijk, dat, op de kaart van 1895 (pl. v), de dieptelijnen reeds naar het Zuiden afwijken, boven de Boerinnesluis. De dieptelijn van zeven meters gaat plotseling van den oever naar het midden van de rivier over; de dieptelijn van zes meters, weldra gevolgd door die van vijf, begint zuidwaarts af te wijken, dwars vóór de groote schouw; de oever heeft nochtans dezelfde richting als van aan het Schijn bestaat. Platen van dezen vorm moeten dus worden beschouwd als een gevolg van de omstandigheden stroomopwaarts.

Steunende op deze beschouwing, denken wij, dat waarschijnlijk eene plaat zal ontstaan op den rechteroever van den ontworpen stroom, tusschen kilometer 10 en kilometer 12 (pl. iv). Het vaarwater zal zich dus reeds bij den linkeroever bevinden omtrent kilometer 10 $\frac{1}{2}$; dat is iets te vroeg, in aanmerking genomen de loop van het bed stroomafwaarts. Indien men zeker kon zijn dat de vloed, nadat hij den draai van Sinte-Maria voorbij gekomen is, en den nieuwen linkeroever zal bereikt hebben, daar zou blijven voortloopen tot aan den 11ⁿ kilometer, dan zou de toestand blijkbaar zeer gunstig zijn aan het natuurlijk behoud van de diepten in het nieuwe bed; maar het is sterk te vreezen dat, evenals voor de ebbe, die uit de bocht van Austru-

weel komt, het gedeelte tusschen Krankeloon en de Pijp Tabak niet geschikt zal blijken te wezen om de door den vloed gemaakte diepten van 8 meters immer op den linkeroever te behouden.

Zooals wij zegden, stroomt de vloed maar zeer zwak langsheen de Parel en werkt hij inzonderheid onder den rechteroever, over geheel de lengte van den polder van Wijtvliet. De nieuwe loop verandert niets aan dezen toestand; de vloed, die van achter den draai van Philip komt, zal, evenals nu, de rivier oversteken, om langs den linkeroever te gaan; maar het schijnt ons twijfelachtig of de stroom, met een tanelijk grooten hoek dien oever rakende en dus een vrij sterken boog beschrijvende, om langsheen dien oever te gaan, er ook zal vermogen te blijven, ofschoon het plan op deze plaats een inspringenden hoek aanwijst. Naar ons oordeel, zal de vloed terug naar den overkant loopen, eene plaat laten bij den linkeroever en eene schaar graven in de ebbeplaat, welke wij hooger hebben aangewezen.

Uit wat voorgaat blijkt, dat de toestand over gansch dit bijna recht gedeelte van den stroom (tusschen kilometer 10 en kilometer 13) nog al twijfelachtig is en aldaar platen zouden kunnen ontstaan, die zeer hinderlijk zouden zijn voor de schepen. Nochtans, onder het opzicht van de gesteldheid der stroomingen, is dit ontwerp veel beter dan de rechtstreeksche doorsnijdingen van Austruweel naar de Kruisschans.

Er blijft ons eindelijk het ontwerp van den heer Troost na te zien (pl. III). Van al de voorgedragene ontwerpen, wijkt dit het minste af van de tegenwoordige ligging der Schelde: de bocht aan Austruweel is licht noordwaarts gedraaid, maar te beginnen van de Boerinneshuis tot aan Sinte-Maria, is het nieuwe Scheldebod geheel bezuiden den huidigen loop gelegen.

De rechte of bijna rechte lijnen zijn er minder in gebruikt dan in het vorige ontwerp.

Als wij de uitwerksels van de ebbe nagaan, dan kunnen wij zien, hoe zij zeer dicht bij den rechteroever zal blijven in de bocht van Austruweel. Eens dit dorp voorbij, zal zij schuins naar den tegenovergestelden oever loopen, welke op dit punt juist geschikt is om ze te ontvangen. En dewijl deze oever overgansch dit gedeelte tamelijk sterk ingebogen is, mag er worden verwacht dat de diepten daar nog al geruimen tijd zullen stand houden.

Maar wij betwijfelen of in het lang regelmatig bochtig gedeelte, dat zich uitstrekt van de Pijp Tabak tot aan Sinte-Maria, de diepten onder den linkeroever zullen blijven bestaan. Wij gaan zeggen waarop deze twijfel berust.

Indien men van het ontwerp het gedeelte tusschen de nieuwe sluis van Lefebvredok en Sinte-Maria nateekent op doorschijnend papier en op het plan van den bestaanden loop legt, zoo zal men zien dat de twee teekeningen over een groot gedeelte dezelfde zijn, wanneer men den ingang door den heer Troost voor de nieuwe dokken aangewezen op de plaats stelt waar zich het krijgssluisje bevindt der voorgracht van het Noorderkasteel. Men kan dus de gemeene uitgestrektheid van het nieuwe bed van de rivier beschouwen als zijnde het verplaatste oude bed. Vermits in het tegenwoordige bed de strooming de Schelde oversteekt, tusschen de Draaiende Sluis en de Pijp Tabak, zooals wij reeds hebben uitgelegd, voordat de uithoek van de Draaiende Sluis zijnen invloed kan doen gevoelen, zoo is het dus te voorzien, dat hetzelfde zou plaats grijpen in het nieuwe bed en men een weinig goeden toestand zal bekomen tusschen de Draaiende Sluis en het fort Philip: de ebbe, teruggedreven naar den uitgebogen oever, zou er niet kunnen blijven en zich

onregelmatig uitspreiden over geheel de breedte van de rivier.

Wat den vloed betreft, zijn loop blijft overanderd tot aan het fort Philip; daargekomen, zal hij den stroom oversteken om naar den linkeroever te gaan en er mag op redelijke gronden worden verwacht, dat hij een geruimen tijd onder dezen oever zal blijven zonder daarvan af te wijken. Zulks uit aanmerking, ten eerste, van de gebogenheid van den oever, ten tweede, van de richting, volgens welke hij hem bereikt

Men ziet dus, dat het gedeelte, waar de stroomingen onregelmatig zijn, kleiner is in het ontwerp van den heer Troost dan in dit der heeren Bovie en Dufourny en vooral kleiner dan in de plannen van de heeren Hawkshaw en consorten en van den heer Franzius. Niettemin is er te vreezen voor veranderlijke aanslijkingen en bodemverhoogingen, dwars benoorden den toren van Zwijndrecht, omdat de ebbe zich kwalijk handhaven zou onder den bollen oever, waarmede zij in aanraking is gekomen en de vloed zich juist op dat punt naar den rechteroever richt.

Uit wat voorgaat, valt dus af te leiden, dat voor de leiding van de stroomingen en derhalve voor de handhaving van de diepte en de gestadigheid van het vaarwater, de plannen gerangschikt kunnen worden in deze volgorde, met het beste plan voorop :

Ontwerp Troost ;

Id. Bovie-Dufourny;

Id. Franzius ;

Id. Hawkshaw en consorten.

Het natuurlijk behoud van de diepte is eene der bijzonderste beschouwingen, doch er is meer. Ontegenzeggelijk zijn, voor de ijsopruiming, bij voorbeeld, de plannen van Hawkshaw of Franzius beter dan de

andere. Het is altoos in de bochten en onder andere in de bocht van Austruweel dat de ijsblokken vastgeraken en eindelijk zich aan elkander hechten. Wanneer men dus de ontwerpen alleen van die zijde beziet, zou de bovenstaande rangschikking geheel anders moeten zijn.

De bochtige loop van het bed is de grootste oorzaak niet van de ophooping van ijs in den stroom. De heer luitenant ter zee Petit heeft immers een aantal proefnemingen gedaan, die aangetoond hebben, welk een kleine weg in een dag wordt afgelegd door een drijver, als hij beurtelings den vloed en de ebbe volgt. Te Dendermonde in het stilwater van den vloed gelaten, heeft hij 7 dagen, 10 uren en 10 minuten noodig gehad om den Doel te bereiken, insgelijks in het stilvloedwater en de heer Petit maakt daaruit het volgende op :

« Eene ijsschaal, welke van Dendermonde komt, zal » minstens vijf of tien dagen noodig hebben om aan de » zee te geraken, en dat in buitengewoon gunstige » omstandigheden. Het vraagstuk betreffende de » scheepvaart, wanneer de stroom door ijs belemmerd » is, blijkt wel niet vatbaar te zijn voor eene bruikbare » oplossing, wegens zijn nauwen samenhang met den » loop van het tij. Indien het gedurende eenige dagen » eenigszins hard vriest, wordt de scheepvaart zeer » gevaarlijk rond den tienden dag en omtrent den » vijftienden dag zal zij moeten opgeschorst worden. »

Hiermede vindt de groote oorzaak zich aangewezen. De bochten kunnen er ook voor iets in betrokken zijn, doch eigenlijk voor niet veel. Er is niets te verdenken, om aan de rivier beneden Antwerpen te doen, hetwelk in staat zou zijn het beloop van het getij genoegzaam te veranderen, om eene belangrijke wijziging te brengen aan het door den heer Petit vermelde cijfer van 7 dagen 10 uren en 10 minuten.

De aanleidende oorzaak van de belemmering door het ijs zal dus blijven bestaan, welk ontwerp men ook aanneme; de ophooping van ijs zou daarentegen in de bochten verminderd worden door de ontwerpen Franzius of Hawkshaw, of nog beter, zij zou geheel verdwijnen door de uitvoering van die ontwerpen. Daarmede wordt niet bedoeld dat de Schelde niet meer zou kunnen gesloten worden in uitzonderlijk harde winters; zoo herinneren wij ons, dat in '90-'91 de Schelde toegevrozen was te Hemixem, aan den steiger zelve, welke nochtans gelegen is in het midden van een lang recht gedeelte. Evenwel is dat toevriezen een zeer zeldzaam verschijnsel, dat, over het algemeen, niet lang duurt.

Ten opzichte van de scheepvaart zijn de bijzonderste hinderpalen : buiten de dorpels waarvan wij gesproken hebben, de bocht der Kruisschans en die van Philip.

Wij beschouwen de bocht van Austruweel niet als eene belemmering voor de scheepvaart, omdat wij niet inzien, hoe de wegneming van dezen draai, den toestand der reede zou veranderen; er dient trouwens opgemerkt, dat te Austruweel altoos schepen op de reede liggen, dat men zich daar reeds bevindt op eene plaats van groote bedrijvigheid, tusschen sleepbooten, binnenschuiten en lichters, die van uit de dokken komen of er zich heen begeven. Een vaartuig moet dus als *aangekomen* beschouwd worden, wanneer het den hoek van Austruweel genaakt, en die bestemming zal nog beter blijken, zoodra de kaaimuren meer stroomafwaarts zullen verlengd, of nadat de nieuwe ingang van Lefebvredok zal gemaakt zijn.

De schepen van zekere afmetingen worden van Austruweel af aan reeds geholpen door eene sleepboot, welke zij in ieder geval noodig hebben om voor de stad te zwaaien, en de doorvaart van de bocht is niet moeie-

lijker dan de andere scheepswendingen in de haven. Booten van middelmatige grootte, die op stroom op haar anker kunnen zwaaien, varen met veel gemak zonder bijstand door de bocht.

De ontwerpen van de heeren Troost en Bovie-Dufourny veranderen niets aan de bocht der Kruisschans, maar wijzigen voldoende den draai van de Parel, om aan de grootste schepen toe te laten door te varen. Deze twee ontwerpen zijn dus aan de Kruisschans eenigszins onvoordeeliger dan de ontwerpen Franzius en Hawkshaw.

Het bijzonderste ongemak aan de Kruisschans bestaat hierin, dat de ebbe, die, na langsheen de Parel te hebben geloopt tot aan den polder van Keetenisse (pl. v.), plotseling naar den overkant trekt en slechts eene betrekkelijk smalle vaargeul laat tusschen de roode boei n^o 34 en de baak nabij het licht der Kruisschans; en noch het ontwerp van den heer Troost, noch het ontwerp van de heeren Bovie en Dufourny laten op dit punt eene wijziging voorzien.

Met het eene zoowel als met het andere plan zal de ebbe nauwkeurig den ingebogen oever van de Parel volgen en hem verlaten bijna op hetzelfde punt als thans. De vorm van de Ketelplaat zal geene wijziging ondergaan en de goede hoedanigheden van den stroom zullen in dit gedeelte niet aangroeien.

Er dient nochtans gemeld, dat de bochten, zooals zij thans bestaan, met al hare gebreken en alhoewel zij te vreezen zijn, ruimte genoeg opleveren om de grootste schepen te laten draaien. Wij hebben maanden lang met de stoomboot *Belgique* voor anker gelegen te Calloo, en zoo de groote vaartuigen uit voorzichtigheid eene sleepboot nemen, hebben wij er nooit een gezien hetwelk verplicht was een sleeper te gebruiken. Zoo in de ontwerpen van de heeren Bovie-Dufourny en Troost de draai van de Parel tamelijk breed ontwikkeld en

voldoende geopend is, opdat een vaartuig — hoe groot het ook moge wezen — geen moeilijken zwenk te vreezen hebbe, dan is het zoo niet gesteld met de Kruisschans, waar de Ketelplaat hinderend is.

Eindelijk, wat betreft de uitbreiding der reede, of beter van de kaaien, waar men rechtstreeks kan aanleggen, verwijzen wij naar het eerste gedeelte van deze verhandeling, waar gesproken is van de stroomingen en hare gesteldheid : zoolang de stroomingen onder een bepaalden oever verblijven, zullen de groote diepten bij dien oever voortbestaan, en zal men er kaaien in diep water kunnen bouwen.

De verschillene plannen beloven dus uitkomsten, die min of meer zeker, min of meer uitgebreid en afhankelijk zijn van den loop der oevers. Alzoo zal het ontwerp Troost kaaien leveren, waar de grootste booten kunnen aanleggen, tot een weinig boven de Boerinneshuis; daar mag men niet meer dan 8 meters water bij lage tij verwachten, vernits de stroom naar den anderen oever oversteekt; het ontwerp Bovie-Dufourny zal diepte geven tot aan kilometer $8 \frac{1}{2}$ of 9; het ontwerp Hawkshaw tot aan kilometer $8 \frac{1}{3}$ en het ontwerp Franzius tot aan den ingang der sluis, voorzien in de nabijheid van het Noordkasteel. Gelijk de plannen hier beschouwd zijn, staan zij in rangorde; het plan, dat de grootste kaailengte zou opleveren, werd het eerst vermeld.

Zooals men ziet, naarmate men zich op het een of ander standpunt plaatst, is het eene ontwerp beter dan het andere. Het is dus noodig, de verschillende hoedanigheden, welke de rivier moet bezitten om aan al de vereischten te voldoen, met elkander te vergelijken.

Als de loop van de rivier eenigszins kronkelt, zijn de diepten beter verdeeld en vooral gestadiger; zulke loop schijnt dus te verkiezen boven een rechten loop,

omdat in den rechten loop immer minder diepte zal zijn en zich daarbij ook steeds platen of ondiepten zullen vormen in het midden van de rivier.

Zelfs, al mocht men er door eenig middel in gelukken om 8 meters diepte te bereiken, zou het sturen van zeer groote vaartuigen toch gepaard gaan met zekere moeielijkheden, voortspruitende uit de weinigheid van het water onder de kiel. Het is dus verkiesbaar, volgens ons, deze verminderde diepten slechts over eene kleine lengte te verkrijgen en door het middel van bochten grootere diepten te laten vormen.

De bloei der haven hangt ontgeenzeggelijk af van het gemak der scheepvaart. Nochtans kunnen zekere ongevallen, onder andere de ophooping der ijsschollen, alhoewel zulks niet dikwerf plaats heeft, in eenige dagen overgroote verliezen berokkenen; men moet ze dus zooveel mogelijk voorkomen.

Laat ons opmerken, dat drijvende ijsschollen in de Schelde, wanneer zij betrekkelijk klein zijn, de stoombooten niet beletten te varen, en dat, zoolang de schollen in beweging zijn, het zeer weinig gebeurt dat zij zich in groote massas aan een hechten; de gevaarlijke oogenblikken doen zich voor bij stil water, als het getij stopt. De ijsschotsen blijven dan tamelijk lang zonder beweging en kunnen dus bij scherpe koude aaneenvriezen; zoodra de ijsvelden eene zekere grootte bereiken, leggen zij zich dwars vast aan de eerste bocht, die zij op haren weg ontmoeten, versperren den stroom en vormen alzoo ijsbanken.

Er moet gezorgd worden, inzonderheid bij afgaande tij en wel terstond na het stoppen van den vloed, dat de ijsschollen gemakkelijk zeewaarts kunnen wegdrijven. Bij het stilstaan van de ebbe is de zaak minder belangrijk, want de door het tij opgelichte ijsschollen breken nog al gemakkelijk, en indien zij niet dadelijk stroomopwaarts terug worden gevoerd, zullen zij des

te spoediger in het benedenste gedeelte van den stroom aankomen, waar zij niet veel hinder kunnen veroorzaken.

Nieuw ontwerp tot rechtmaking der Schelde.

Wij hebben onzerzijds getracht, al de verschillende voorwaarden van het programma te vereenigen in een ontwerp, volgens hetwelk de rivier kronkelend genoeg zou zijn om de standvastigheid der vaarwaters te verzekeren en de bochten tevens zoo zacht zouden worden, dat de grootste schepen zonder gevaar de reede zouden kunnen bereiken.

Het ontwerp dat wij voordragen (pl. v) werd bekomen als volgt :

Wij merken op, dat het gedeelte tusschen Austruweel en de Blauwe Hoeve zeer goed is; ondanks de afwijkingen van den stroom van den eenen oever naar den anderen, of, beter, *uit oorzaak* van die afwijkingen, bezit gansch dit gedeelte een breed vaarwater met meer dan 8 meters diepte; het schijnt ons nutteloos aan dit gedeelte veranderingen toe te brengen, die er de waarde niet kunnen van vermeerderen.

Te beginnen van de Blauwe Hoeve wijkt de nieuwe loop naar het Noorden af, om het fort Philip aan den linkeroever te laten liggen en den draai der Kruisschans te bereiken op de hoogte van de Meestove. De straal van die bocht is grooter dan de stralen der overeenkomstige bochten in de ontwerpen van Troost en Bovie-Dufourny.

Laat ons eens nagaan hoedanig de stroomgesteldheid zou wezen in het nieuwe bed der rivier en allereerst den vloed in oogenschouw nemen. Wij weten, dat de vloed thans den rechteroever volgt en nauwelijks den polder van Keetenisse en van de Parel raakt.

Het nieuwe plan neemt dit gedeelte, waar de vloed krachteloos is, geheel weg, en door dien wij de schorren behouden, zooals zij nu gelegen zijn, tot eenigszins boven de Meestove, zal de vloed, bij het verlaten van de bocht, na den hoek gevolgd te hebben dien wij laten bestaan op A, zich volgens zijn tegenwoordigen loop grootendeels naar den overkant begeven, om hem te bereiken benedenwaarts het fort Philip. Dewijl deze oever ingebogen is, zal de vloed hem ook eenigen tijd bijblijven en vervolgens zich naar den hoek van de Draaiende Shuis richten en verspreiden. Wij rekenen in dit gedeelte niet meer op de uitdiepingskracht, welke hij nog zou kunnen bezitten.

Laat ons nu den invloed der ebbe nagaan. Zij volgt den rechteroever aan de Blauwe Hoeve, maar in den nieuwen loop zou zij zich terugwerpen op den ingebogen oever van Philip, zoodra zij de hoeve voorbij is; zij zou dezen oever volgen, zooals dit nu aan de Parel plaats grijpt.

De werking van deze twee stroomingen in het nieuwe bed zou dus het ontstaan van eene groote bank teweegbrengen, aan den uitgebogen oever van de doorsnijding. Deze plaat zou de stroomingen van vloed en ebbe om zoo te zeggen in het nieuwe bed dringen en ze verplichten langs dezelfde diepten te gaan; want door den stand van de oevers aan de uiteinden van de plaat, zou zij beveiligd zijn zoowel voor den eersten vloed als voor de laatste ebbe. Alleen de stroomingen van hoog water zouden dus invloed op haar kunnen uitoefenen. De hoogte van de plaat zou die van het lage tij zeer nabijkomen; het zou dus onnoodig zijn het lager bed in dat gedeelte uit te graven.

De werking van de ebbe zou echter daar niet ophouden. Zij ontmoet de Ketelplaat in een tamelijk grooten hoek: het is dus zonder twijfel dat zij deze plaat zou aantasten en grootendeels wegnemen over gansch het

gedeelte boven het licht der Kruisschans, maar deze werking zou natuurlijk ophouden, zoodra de strooming voorbij den hoek is en het stroomopwaarts meegevoerd zand zou zich vastzetten onder den linkeroever, tusschen het fort van de Kruisschans en dit van Liefkenshoek.

Een tegenovergesteld verschijnsel werd op de reede van Antwerpen waargenomen : vóór de rechtmaking, werd de Palingplaat verslonden door de strooming die aan het Kranenhoofd afweek; sinds de rechtmaking der kaaien, doet de ebbe dat niet meer en is de plaat weer tamelijk snel aangegroeid.

Men zal opmerken, dat het meevoeren van zand aan de Ketelplaat, verbetering zou brengen aan de bochten der Kruisschans, in het engste gedeelte; het zand zou overgebracht worden naar het benedengedeelte, waar juist de diepten minder groot zijn; men zou er dus mogen hopen op eene opgraving van den bodem van het vaarwater, tegelijkertijd als de plaat zou ontstaan. Deze bocht zou dus verbeterd worden, alhoewel de richting der dijken niet veranderd wordt, dank aan de vermindering van de dwarsche uitgestrektheid der Ketelplaat, boven den hoek.

Wij rekenen op de ebbe om het vaarwater in het nieuwe bed te onderhouden tot vóór Keetenisse, en op den vloed en de ebbe te zamen, de vloed op dit punt geleid zijnde langs den uitsprong A, om de diepten van de Kruisschans aan te sluiten bij die stroomopwaarts, zooals ook thans gebeurt.

Deze vooruitzichten zouden gemakkelijk bewaarheid worden, zoodra de ebbe een gedeelte van het zand der Ketelplaat zou weggenomen hebben, om het naar beneden den hoek te voeren; dan zou de vloed nauwkeuriger dan tot heden den rechteroever volgen in de bocht, en, langer op dien oever gesteund hebbende, zou hij zeker wel den stroom doorsnijden vóór de Meestove.

Wij denken, op die manier, de diepten van 8 meters te kunnen behouden, zonder onderbreking, van Antwerpen tot voorbij Lillo. Het schijnt ons duidelijk, dat het vaarwater zeer standvastig blijven zou, gesteund als het zou zijn door den oever, die altoos voor het vaarwater de beste is geweest.

Dit gedeelte van de voorgestelde verbetering zou voor gevolg hebben, aan de stroomingen eenen meer met de oevers gelijkgaanden loop te geven, dewijl de oevers enkel de natuurlijke afwijkingen van het water van den eenen kant naar den anderen volgen en bevorderen. Het doordrijven van het ijs zou dus even gemakkelijk plaats grijpen in de aldus verbeterde bochten, als in die van Lillo, Frederik en andere, beneden de afdeling waarmede wij ons onledig houden, en waar het ten huidigen dage zonder hinder doorgaat.

Het tweede gedeelte der verbetering is teenemaal onafhankelijk van het eerstgemelde en heeft betrek op de bocht van Austruweel.

Wij hebben reeds gezien, dat deze bocht hinderlijk is voor het wegdrijven der ijsschollen, omdat het ijsveld er zich vastzet; zoo men in aanmerking neemt, dat ijsvelden zich het gemakkelijkst vormen bij stilstaande water, tusschen vloed en ebbe, dan komt men tot het besluit, dat, om daarin volkomen te voorzien, het voldoende is de breedte bij hooge tij merkelyk te vermeerderen, ten einde aan de ijsvelden eene uitgestrektere opene ruimte te geven dan die van de reede vóór Antwerpen. En daartoe nemen wij een stuk van den linkeroever af, van aan de *Iron Works* tot dwars voor de baak beneden Austruweel.

Juist op dat gedeelte van de reede, heeft er een belangrijk verloop van ebbe naar den linkeroever plaats, zooals de dieptelijn van 5 meters aanduidt, welke daar zeer dicht bij den wal komt.

Gaat men anderzijds de dieptelijnen na, welke door

den vloed werden gemaakt, dan vindt men, tusschen de schouw van de Boerinnesluis en de baak van Austruweel, eene soort van omrande vloedschaar, waar slechts 5^m70 diepte wordt gepeild. (Pl. v.) Meer stroomopwaarts nog, komen de dieptelijnen, na eerst van den oever afgeweken te zijn, meer terug landwaarts, wat aanduidt dat de vloed op dit punt van den oever werkt. Gelet op de gesteldheid van de stroomingen, schijnt het ons onbetwistbaar, dat, met den hoek van het Vlaamsch Hoofd eenigszins in te snijden, zooals hooger aangewezen is, men hopen mag een gedeelte van den vloed en een weinig ebbe langsheen den Vlaamschen wal te kunnen leiden.

Indien men kunstmatig een kanaal groef en de Paling-plaat dientengevolge een eilandje werd, zou er onder den Vlaamschen oever eene schaar kunnen behouden worden, waar, bij lage tij, het water misschien slechts een meter diep zou zijn, maar die voor de opruiming van de ijsschotsen zeer veel gemak zou geven en ook voor de reede zelve een gunstig uitwerksel hebben.

Tegenover het Loodshuis loopt de vloed naar den linkeroever terug. De nieuwe schaar zou ook vloedwater aanvoeren in eene richting die juist zou strekken om de strooming langsheen de kaaïen te leiden; er zou dus voor den Rug eene gedeeltelijke wegspoeling of ten minste eene verbetering van diepte te verwachten zijn.

De ebbe zou slechts in geringe mate door die schaar uitloopen en bijgevolg zou het vaarwater er niet veel van te lijden hebben. Waarschijnlijk zou die wijziging ook de verdwijning of vermindering teweegbrengen van de gevreesde dwarreling, welke in sommige omstandigheden vóór Antwerpen ontstaat en den Scheldevaarders bekend is als de « duivel in 't water ».

Wij denken, dat de aldus gewijzigde loop van de Schelde, zou leiden tot het volgende :

1° Het verzekerd behoud van het vaarwater in zijne gelegenheid en met zijne diepte over gansch de uitgestrektheid der Schelde, van aan de Belgische grens tot Antwerpen;

2° Gemakkelijke vaart voor de grootste stoombooten, van aan onze grens tot op de reede;

3° De snelst mogelijke opruiming van het ijs, over geheel den waterweg, door de wegneming van twee scherpe bochten en de verbreeding der bocht van Austruweel;

4° Naarmate zulks noodig zou blijken en zonder bezwaar voor de watergesteldheid van de Schelde, de kaaimuren te verlengen over eene uitgestrektheid van 750 meters, beneden de tweede baak van Austruweel, wat de bestaande kaailengte met 2,300 meters zou vermeerderen.

Men zal opmerken, dat wij in onze vorige beschouwingen meer belang hebben gehecht aan de *richting* der stroomingen dan wel aan hare snelheid of de hoeveelheid water die zich verplaatst. De reden daarvan is deze. Welk ontwerp er ook worde aangenomen, de hoeveelheid water, die door eene afdeeling van de rivier gaat, zal na de werken omtrent dezelfde zijn als te voren, zoolang men zich beneden Antwerpen bevindt. De wijzigingen welke zouden gebracht worden aan den loop van de Schelde, tusschen Antwerpen en Lillo, zullen de hoeveelheid water, welke voorbij dit dorp vloeit, geenerlei verandering doen ondergaan, en bijgevolg moeten de stroomingen, die er uit voortspruiten, ook blijven wat zij zijn.

Geheel anders is het gesteld met de verschillende maatregelen, die voor de Schelde boven Antwerpen werden aangeduid. Sommigen, namelijk de heeren Petit en Rochet, zouden willen dat het afgeleide bovenwater aan de Schelde zou worden teruggegeven; anderen, zooals de heer Franzius, stellen uitbagge-

ringen voor, tusschen Gent en Thielrode. Al deze maatregels zouden de hoeveelheid water, die zich in de rivier beweegt, rechtstreeks vermeerderen. Die vermeerdering zou beneden Antwerpen, wel is waar, gering zijn; evenwel kunnen de bedoelde maatregels niet anders dan gunstig werken op het gedeelte, dat boven de samenvloeiing met den Rupel en inzonderheid boven de Durme gelegen is.

* * *

Ofschoon het niet in mijne bedoeling ligt, de bestekken van de verschillende ontwerpen te vergelijken, is het nochtans mogelijk eene betrekkelijke vergelijking te maken tusschen de verschillige denkbeelden, die vooruitgezet zijn geworden.

Er zijn zekere werken die moeten gemaakt worden, welk ook het ontwerp zij dat aangenomen wordt. Wij bedoelen afdaken, kaaien, toestellen, enz. Die moeten dus niet in rekening worden gebracht; zij zijn aan alle ontwerpen gemeen.

Het beloop van de kosten der werken zal voor een groot gedeelte afhangen van de lengte, welke zou gegeven worden aan het voor de Schelde nieuw gegraven bed. Ten eerste, zullen daartoe gronden moeten aangekocht, ten tweede, aardwerken moeten ondernomen worden.

Volgens eene eerste en oppervlakkige begrooting, kan worden berekend, dat de kosten van dit gedeelte des werks, geëvenredigd zullen zijn aan de lengte der as van den aan te nemen nieuwen loop; op dezen voet is ons ontwerp verreweg het voordeeligste. Immers zijn de wederzijdsche lengten van de doorsnijding naar de verschillende plannen als volgt :

Hawkshaw c ^e	7 ^h 55	
Franzius	6 ^h 44	
Bovie-Dufourmy	5 ^h 27	(1.72 Parel + 3.55 Austr.)
Troost	3 ^h 50	(3.00 » + 0.50 »)
Nieuw plan	1 ^h 60	(1.40 » + 0.20 »)

Er zou dus voor het nieuwe plan veel minder uit te geven zijn dan voor het goedkoopste der andere plannen wordt vereischt. En de hiermede bespaarde kapitalen zouden oneindig voordeelijker kunnen benuttigd worden aan andere havenwerken voor kaaïen of dokken.

Daarbij vergt ons plan niet, dat er eenig gebouw of eenige inrichting van de stad zou afgebroken of buiten dienst gesteld worden. De last van de werken voor den handel en de scheepvaart zou zich niet doen gevoelen in de stad en zou zeer klein zijn aan Philip, waar de werken bijna geheel zouden kunnen uitgevoerd worden, zonder dat zich daarvan eenig spoor in de tegenwoordige rivier zou vertoonen.

* * *

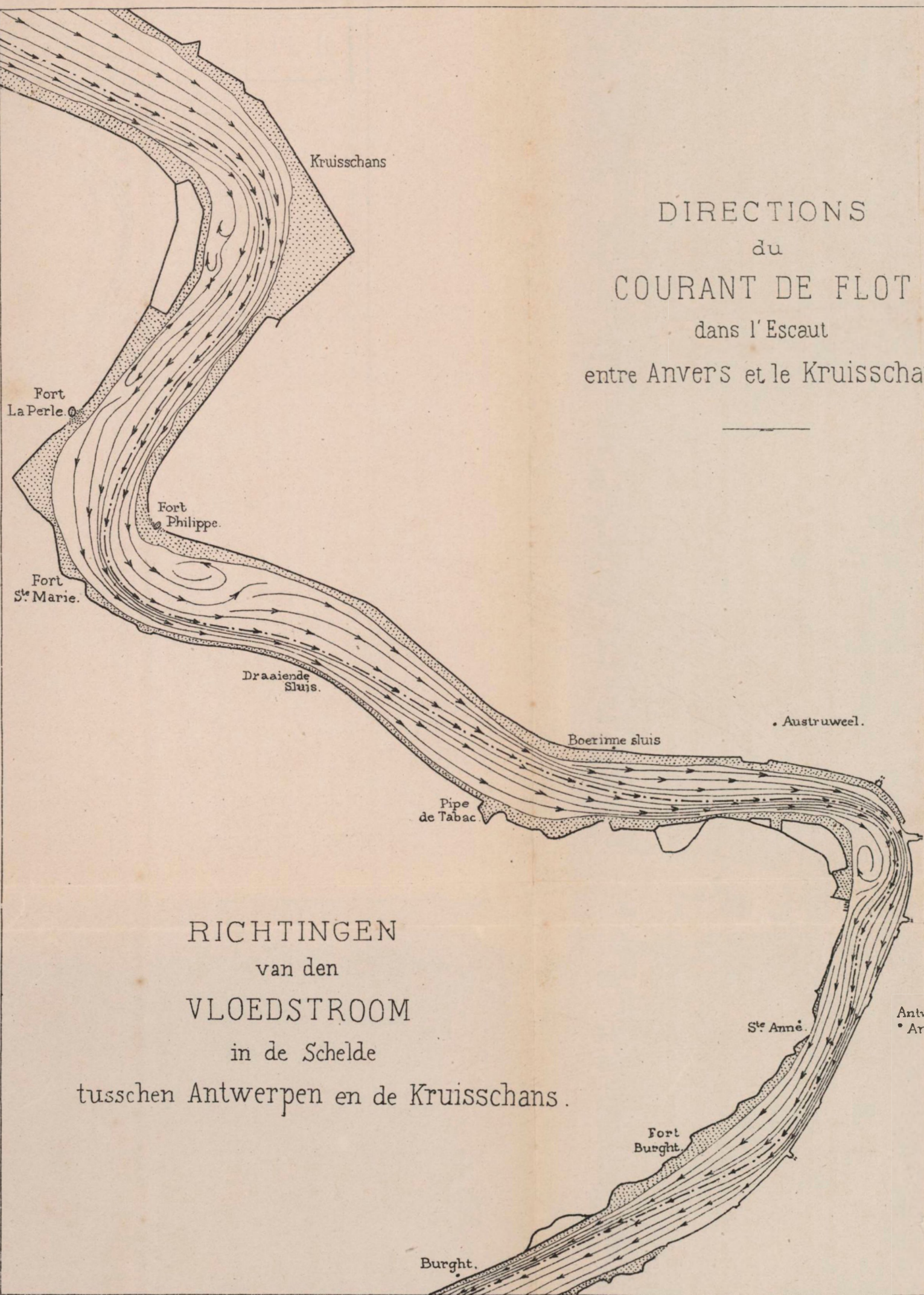
Ten besluite, eene opmerking, waaruit wij geene gevolgtrekking willen afleiden, maar die toch zeer aardig is.

« Om eene rivier gelijk de Schelde goed te kennen » — zoo schreef de heer Petit in 1882 — moet men » haar schier onophoudelijk bestudeeren, haar in alle » richtingen bevaren, ten einde de kennissen van den » loods te verkrijgen, haar steeds gade slaan, om de » veranderingen waar te nemen, welke zich voordoen » in de diepten, de tijen, de snelheid en de richting der » stroomingen ».

't Is misschien daarom, zooals de bovenstaande vergelijkende staat aanwijst, dat, naarmate de ontwerpers der plannen meer de rivier hebben bevaren, haar van dichter bij hebben kunnen bestudeeren en haar dus ook anders kennen dan op het papier, zij zich minder geneigd betoonen om grondige veranderingen te brengen aan de gesteldheid van hare stroomingen en de richting van hare oevers.

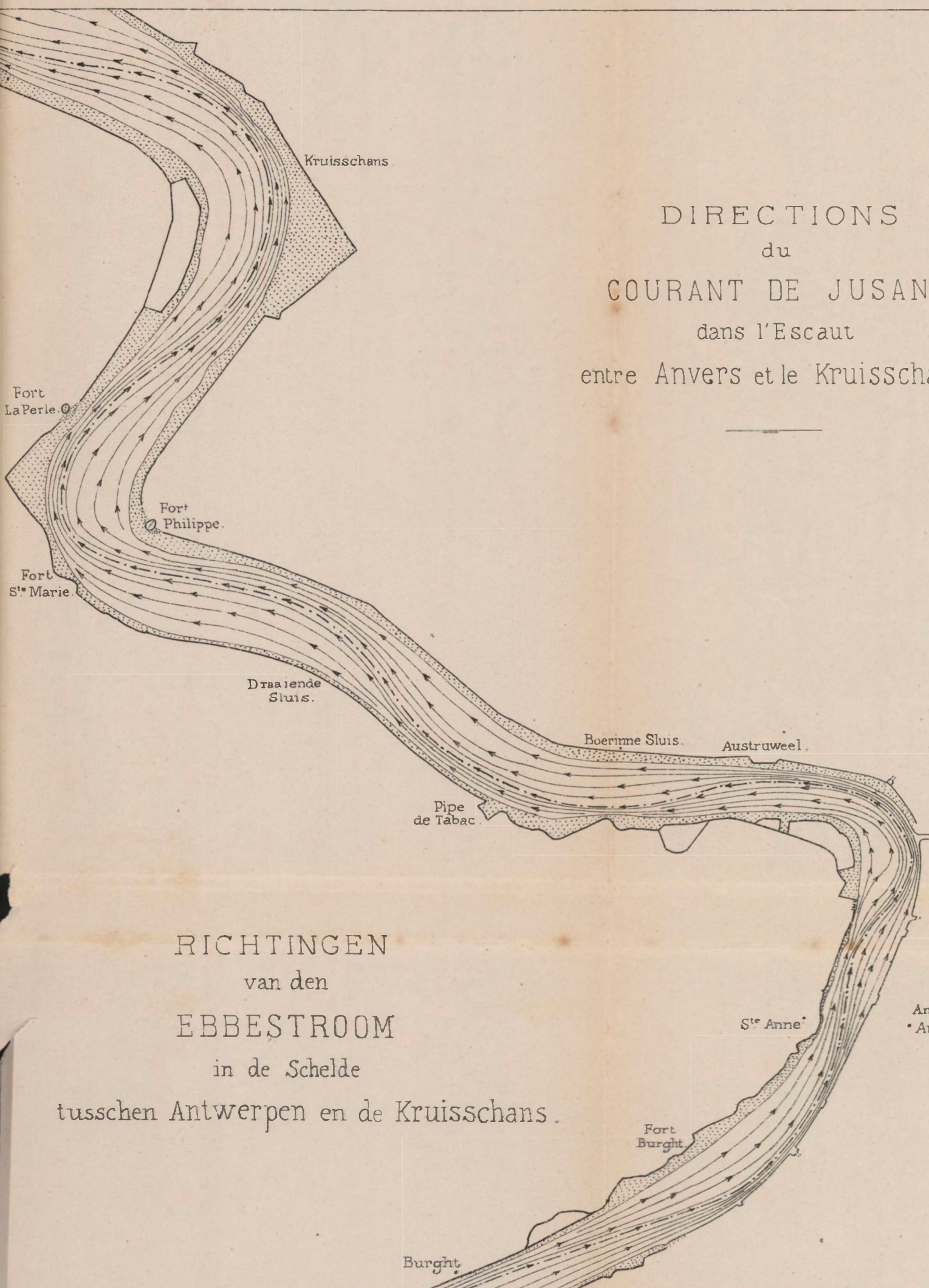
Antwerpen, 20 Maart 1897.

DIRECTIONS
du
COURANT DE FLOT
dans l'Escaut
entre Anvers et le Kruisschans.



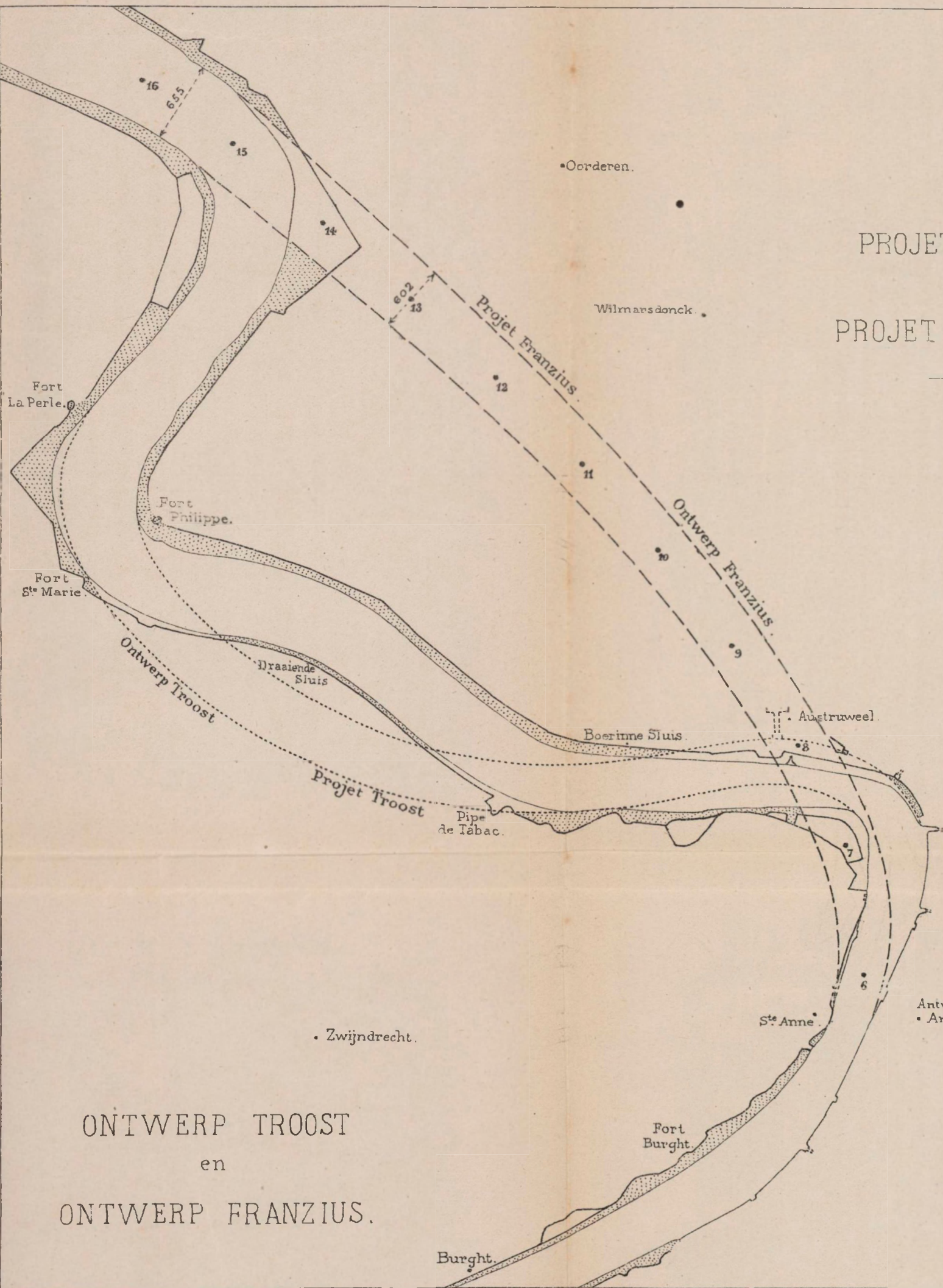
RICHTINGEN
van den
VLOEDSTROOM
in de Schelde
tusschen Antwerpen en de Kruisschans.

DIRECTIONS
du
COURANT DE JUSANT
dans l'Escaut
entre Anvers et le Kruisschans.



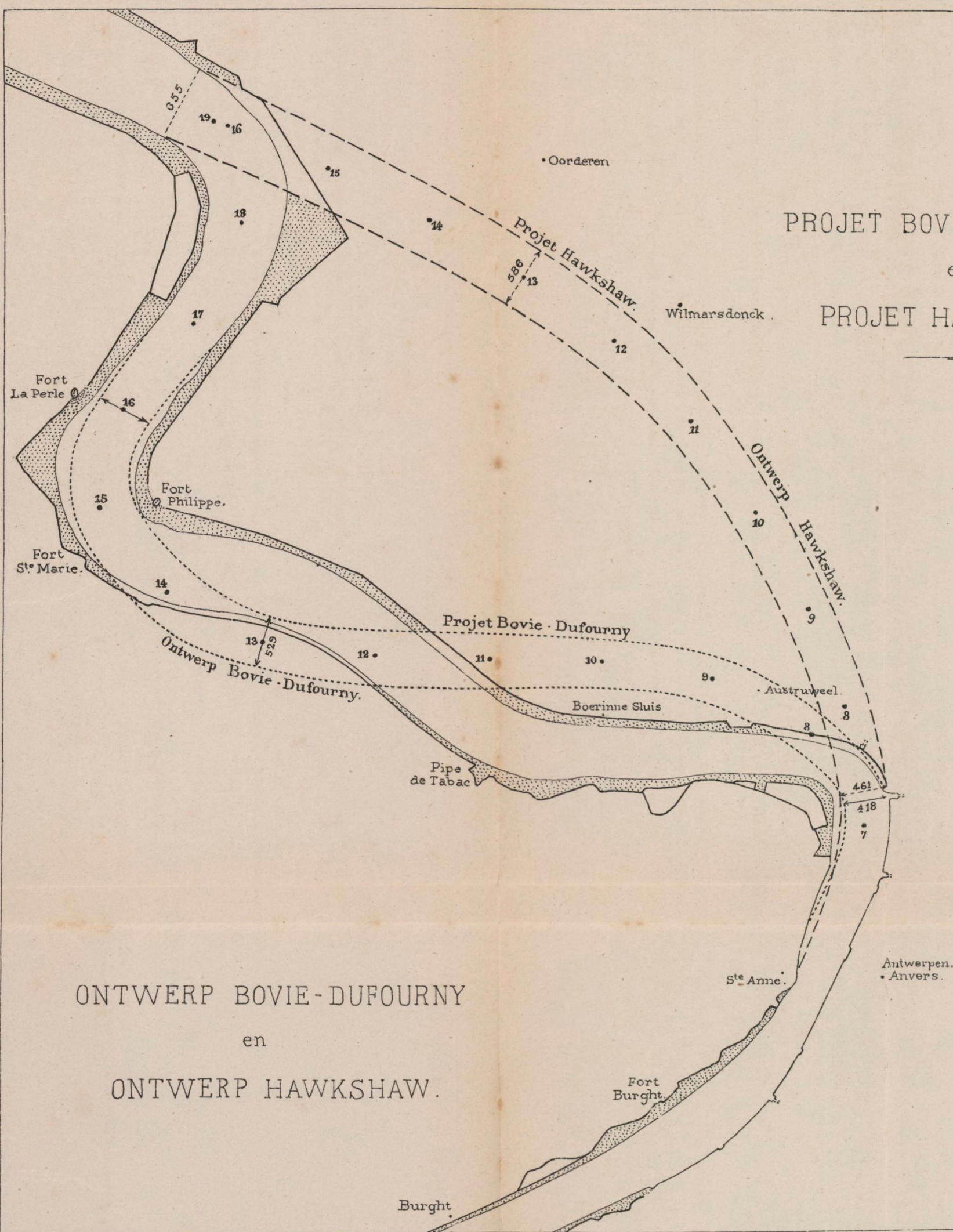
RICHTINGEN
van den
EBBESTROOM
in de Schelde
tusschen Antwerpen en de Kruisschans.

PROJET TROOST
et
PROJET FRANZIUS.



ONTWERP TROOST
en
ONTWERP FRANZIUS.

PROJET BOVIE-DUFOURNY
et
PROJET HAWKSHAW.



ONTWERP BOVIE-DUFOURNY
en
ONTWERP HAWKSHAW.



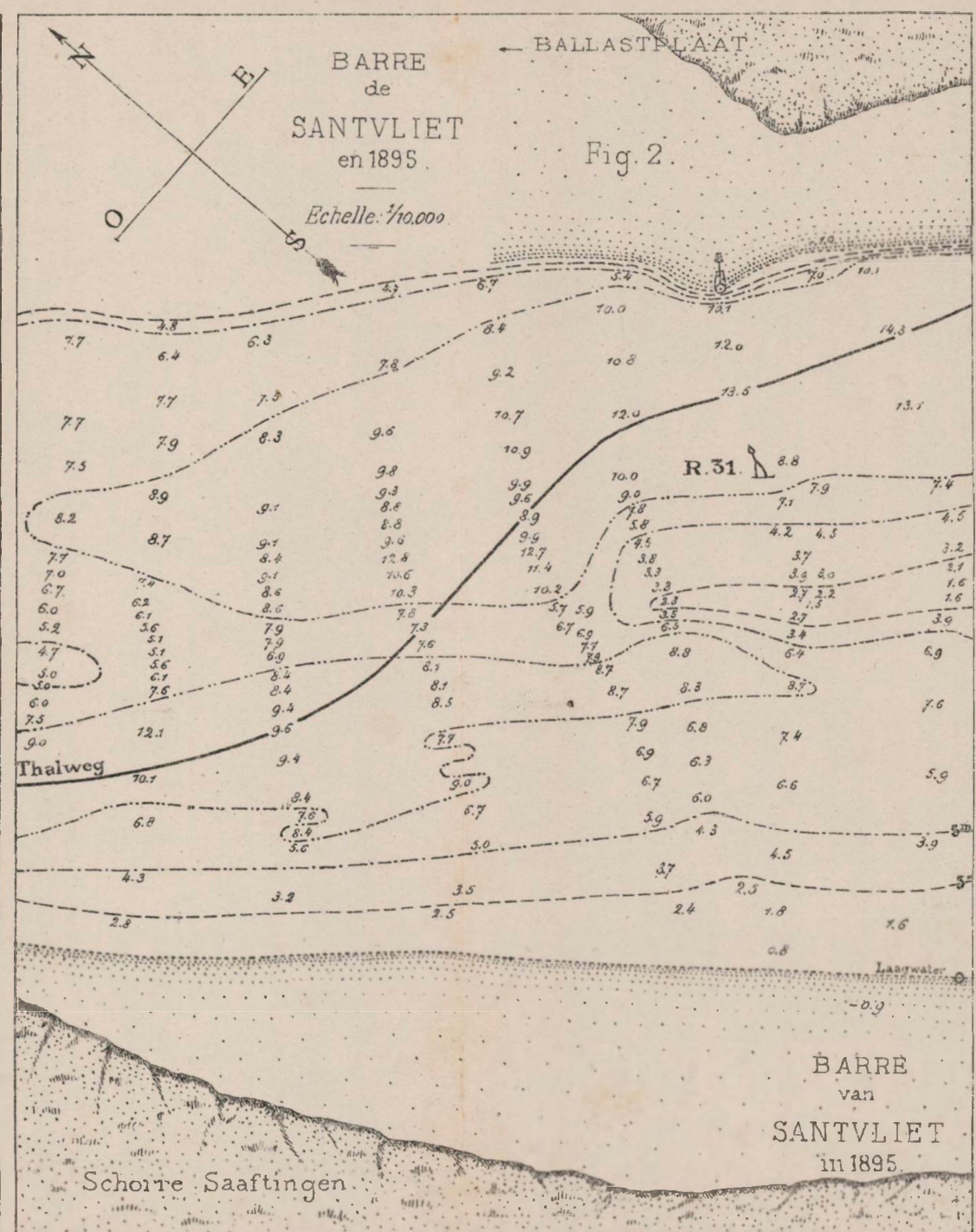
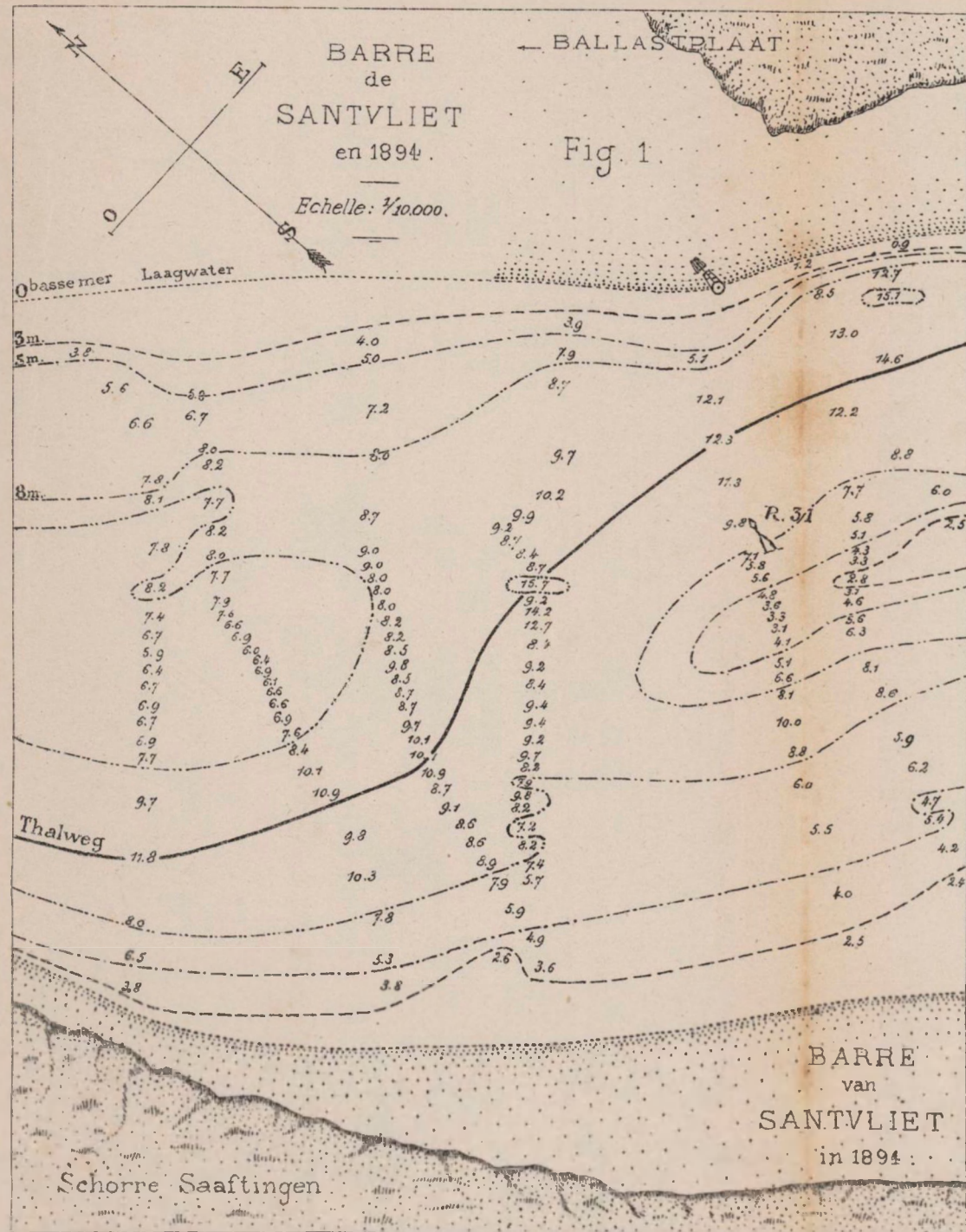


Fig. 1.

DRAGAGES
à
Melsele.

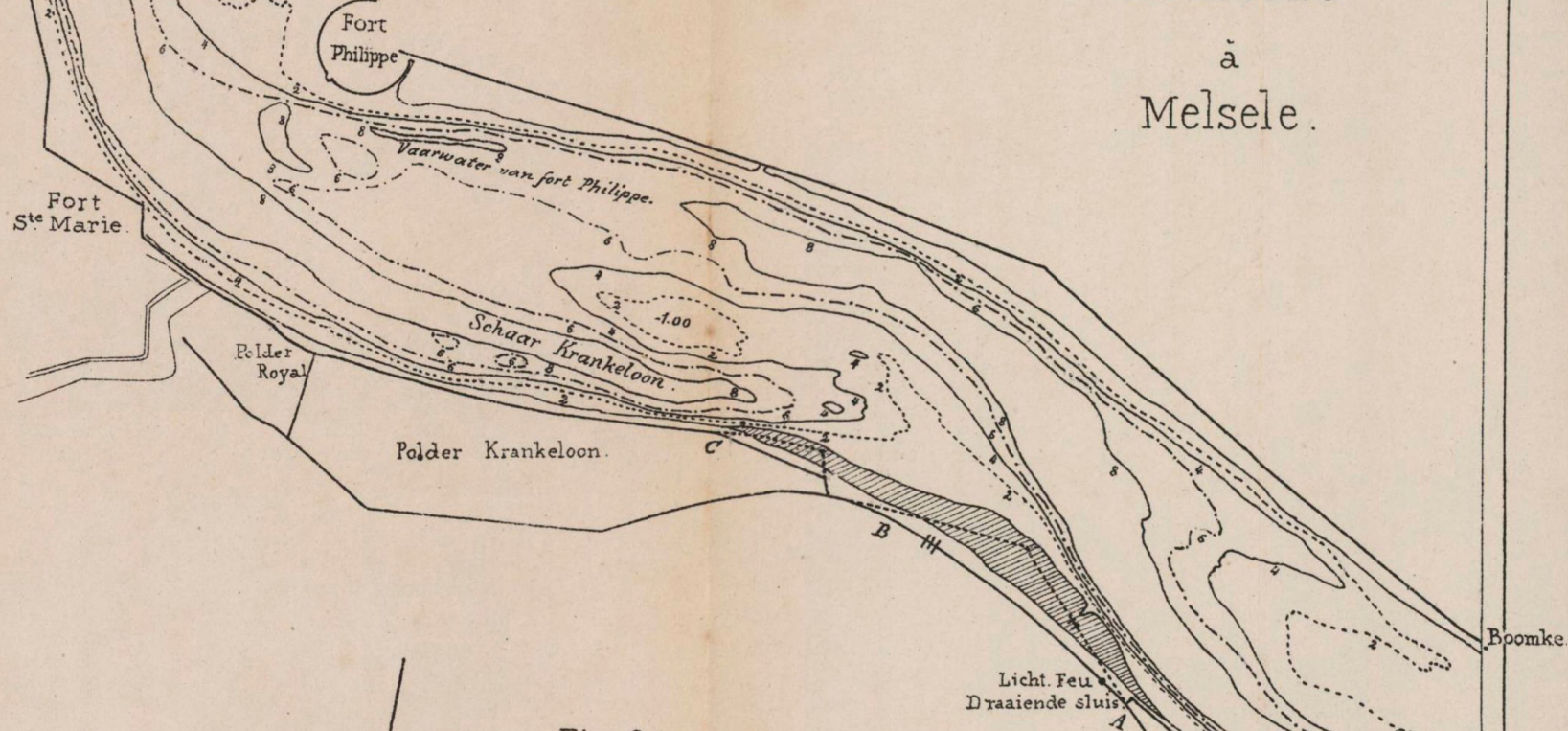
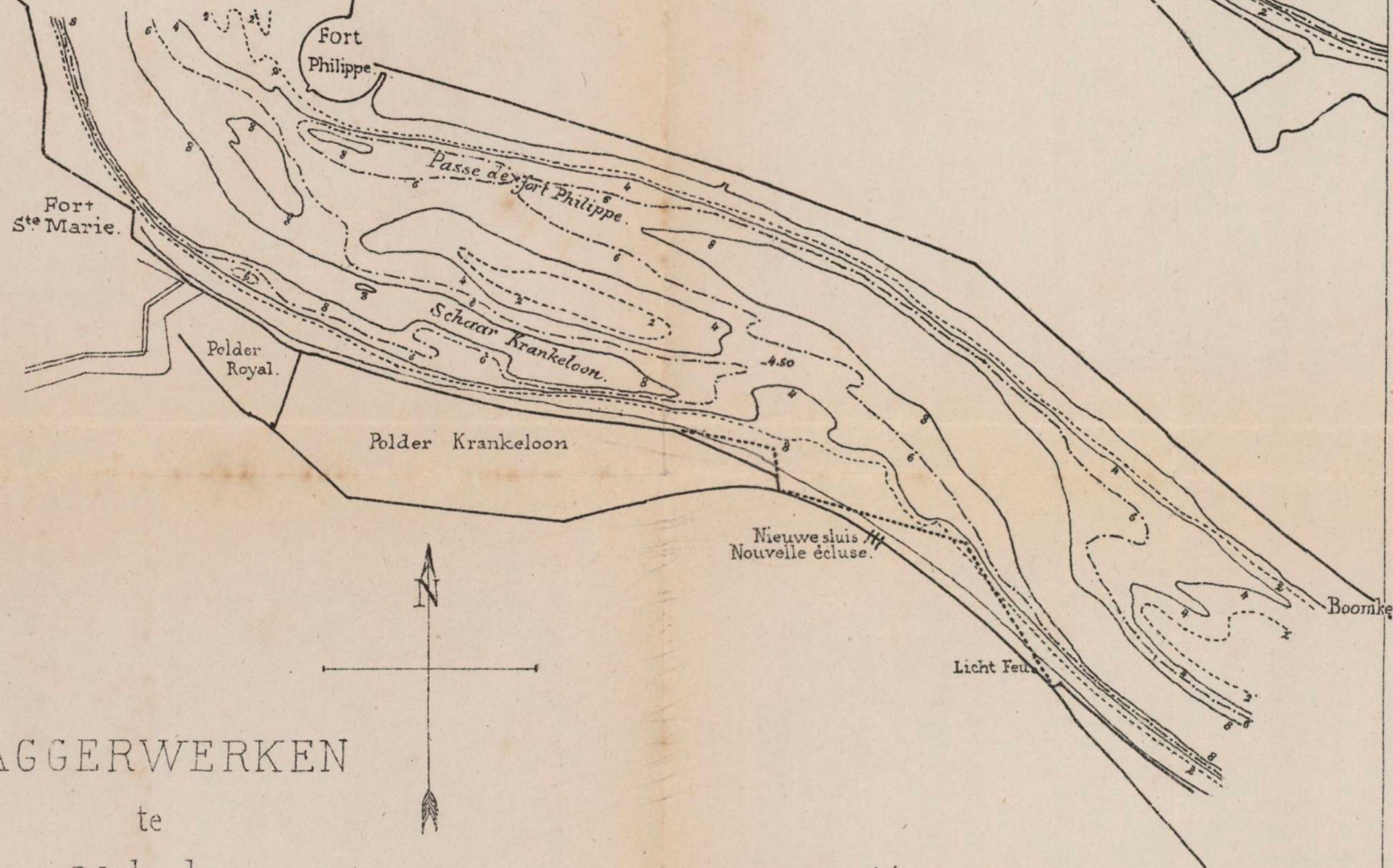
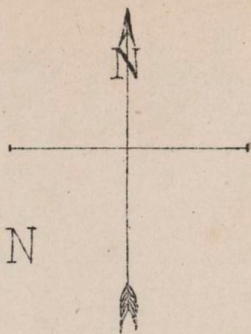


Fig. 2.



BAGGERWERKEN
te
Melsele.



1/20.000.

Redressement de l'Escaut en aval d'Anvers.

La Question du Canal-Bassin

par **C-J. VAN MIERLO,**

Ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées,
Ancien Ingénieur de la Marine de l'État Belge,
Ingénieur principal de la Cie Internationale des Wagons-Lits.

§ 1. — *Le projet de l'Exposé des Motifs.*

Les ingénieurs qui ont suivi depuis un certain nombre d'années le développement de la question des bassins d'Anvers, n'auront pas oublié la situation difficile dans laquelle se trouvait le trafic du port avant la création des bassins dits « intercalaires ».

La Grande Coupure dominait à ce moment tout le problème de l'extension d'Anvers et il fallut trouver une solution qui permît et la réalisation de la Coupure et le développement des surfaces d'eau des bassins. C'est l'ensemble de ces deux conditions qui détermina, en grande partie, le tracé du bassin occidental, parallèle à la direction générale des quais amont du nouveau lit de l'Escaut. Plus tard, en attendant que l'on fût d'accord sur le tracé de ce lit et toujours talonné par le besoin d'avoir plus de bassins, on décida d'entamer, sans que le plan d'ensemble fût arrêté, un tronçon de bassin canal et deux darses y attenantes, tels que le plan de Smet de Naeyer les montrait à l'exposition de Liège : ce sont ces deux darses avec le tronçon de bassin canal que l'on achève en ce moment (mai 1913).

Si, maintenant, on se rapporte au plan de l'exposé des motifs du projet de loi relatif à l'extension des installations

maritimes d'Anvers tel que je l'ai publié (1), on remarquera que l'ensemble des bassins intercalaires et nouveaux se dispose d'une manière assez défavorable, au point de vue des usagers de ces bassins, par rapport à la ville d'Anvers en tant qu'agglomération bâtie, et avec le nouveau tracé adopté pour le fleuve, tracé assez voisin, en somme, du lit actuel, cette disposition va aller en s'aggravant.

Le coin N-O du tronçon du bassin-canal qui sera bientôt mis en service se trouve, en effet, à 2,000 m. de la digue actuelle d'Austruweel, c'est à dire fort loin à l'intérieur des terres. Comme, de toute façon, ces nouveaux bassins, larges, spacieux et profonds, prendront une grande importance, et que d'autre part, le long des quais de l'Escaut, il y aura aussi un centre de trafic de premier ordre et que ces deux régions seront fort distantes l'une de l'autre, les commerçants qui devront se rendre de l'une à l'autre vont perdre un temps considérable à faire des trajets très longs. Nous devons cette malheureuse disposition à la persistance avec laquelle on a voulu la Grande Coupure et, bien qu'abandonnée, elle influe donc encore défavorablement sur le port d'Anvers. La suite de la présente note montre qu'il faudra un effort énergique pour se libérer de cette influence, d'une manière complète.

Le projet de l'Exposé des motifs au lieu de continuer le bassin-canal dans la direction primitivement prévue, le fait poursuivre dans l'alignement de la troisième darse. — soit à peu près Est-Ouest — sur une distance de plus de 3 kilomètres après quoi il reprend son orientation primitive pour aboutir au Kruisschans.

Sur ce canal s'embranchent quatre darses, une au Sud du tronçon Est-Ouest et trois au Nord, lesquelles ne doivent être construites que dans un avenir assez lointain et passablement vague, de sorte que, pour le moment du moins, on peut ne leur accorder qu'une attention assez sommaire. Il suffit de retenir que ce projet empêche de mettre des quais sur toute la rive droite du tronçon aval du bassin-canal.

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*, Tome V. — 1912. — 2^e fasc.

La partie amont du tronçon Est-Ouest est pourvue de trois ponts tournants pour routes ou pour chemin de fer et ne peut donc être considérée comme entièrement appropriée aux manutentions des marchandises bien qu'en réalité elle ne soit pas tout à fait inutilisable.

L'exposé des motifs est fort sobre de détails quant au canal bassin et nos Annales, au bas de la page 186 et au haut de la page 187 du fasc. 2 de 1912, contiennent en une douzaine de lignes tout ce qu'il a été jugé opportun de publier à ce sujet.

Au moment où l'exposé des motifs a été dressé, la question n'avait pas été mûrement étudiée, comme les défauts du plan le montrent clairement.

D'abord, en commençant par l'aval, l'écluse du Kruisschans est unique. On peut se demander comment c'est possible.

Personne n'ignore à Anvers les appréhensions que l'on a, quant à l'Ecluse Royers : si un accident un peu sérieux arrivait à l'écluse même, ou bien, dans l'écluse, à un navire qui, ainsi, serait immobilisé, les bassins seraient littéralement « embouteillés » en ce qui concerne les grands navires. L'écluse Royers peut admettre des bateaux de 22 m. de large et les ponts jetés au-dessus du chenal reliant le bassin Lefebvre au Kattendijk n'ont que 17 m. de passe de sorte que tout navire dont la largeur est comprise entre 17 et 22 m. serait dans l'impossibilité de quitter les nouveaux bassins si l'écluse Royers est bloquée.

Or, ces bateaux sont précisément du format des plus grands qui fréquentent le port d'Anvers. Aussi les associations intéressées, soit maritimes, soit commerciales ne cessent elles de réclamer la construction d'une nouvelle écluse dite « intermédiaire » et qu'on voudrait voir réaliser entre Austruweel et le Boomke.

Je reviendrai au cours de cette note sur l'écluse intermédiaire; mais je peux faire observer, dès à présent, que cette situation dont tout le monde se plaint, que tout le monde redoute, on s'apprête à la reconstituer une deuxième fois au Kruisschans avec cette circonstance aggravante que l'écluse

unique devrait desservir un trafic immense et que si elle se trouvait hors d'usage — ce qui peut toujours arriver — tout le mouvement devrait se faire par l'écluse Royers qui certes ne pourrait y suffire. Elle se trouverait donc être trop réduite non seulement comme dimensions absolues mais aussi comme débit quotidien maximum possible.

La navigation, en ce qui concerne l'entrée et la sortie des bassins dans le plan de l'exposé des motifs, se repose donc entièrement sur la chance que l'on pourrait avoir de ne jamais blesser sérieusement ni l'écluse du Kruisschans ni un navire au moment où il se trouve dans l'écluse ou dans le voisinage immédiat.

Un deuxième point faible dans le projet de l'exposé des motifs consiste dans la disposition des quais par rapport aux ponts-tournants. Hormis une section de 1,500 m. de long sur la rive droite du tronçon orienté Est-Ouest du bassin-canal, il n'y a pas un seul nouveau quai (soit le quai d'Austruweel, soit le quai du Kruisschans, soient surtout les quais du bassin canal) qui soit accessible par chemin de fer sans que l'on doive passer sur l'un des nouveaux ponts-tournants groupés près de la troisième darse.

Même la rive gauche du bassin intercalaire et du nouveau bassin-canal (en face des deux darses) ainsi que les rives nord des bassins Amerika et Lefebvre qui, jusqu'ici, pouvaient échapper à cette sujétion y sont prises aussi et perdent ainsi une partie de leurs facilités actuelles d'exploitation.

Si les ponts-tournants sont une difficulté et un ennui pour le trafic de chemin de fer qui doit passer dessus, ils ne constituent pas une moindre entrave pour les bateaux qui doivent les franchir, et les deux genres de véhicules se contrarieront mutuellement. On pourra se faire une idée, assez confuse, mais fort suggestionnante de l'importance du trafic par rails sur ces ponts en songeant que la longueur de quais à desservir par ce seul groupe de ponts se chiffre à 10 kilomètres environ ! Il est clair que chaque kilomètre de quai que l'on parviendrait à débarrasser de cette sujétion constituerait une amélioration

notable du projet. L'inconvénient des ponts-tournants est une chose qui se voit peu sur les plans et qui, par suite, ne frappe pas celui qui examine des tracés faits sur le papier; mais celui-là qui a fréquenté les ports où il y a de multiples ponts-tournants et celui-là surtout qui a conduit des navires dans des bassins où de pareils ouvrages viennent entraver la circulation des grands navires savent combien ces ponts sont ennuyeux et pour le charroi et pour la navigation.

Un troisième défaut consiste dans l'extrême éparpillement des installations maritimes. Il est évidemment impossible de faire de très vastes docks sans occuper beaucoup de terrain; mais au moins pourrait on condenser les quais et bassins de manière à ce que les distances à franchir par le public soient aussi réduites que possible et qu'on ait l'impression en parcourant le port que l'on a serré autant que les circonstances le permettaient les diverses parties des installations maritimes.

Actuellement déjà on trouve « lointains » les bassins intercalaires parce qu'ils sont situés à 3 kilomètres du centre de l'ancienne ville. Que dira-t-on quand il faudra ajouter 1^k5 pour aller aux nouvelles darses, et encore autant pour atteindre le coin amont du bassin-canal? La chose sera d'autant plus sujette à critique que, pendant des années, on verra la superficie comprise entre l'Escaut (Austruweel-Boomke) et le parcours Est-Ouest du canal-bassin entièrement inoccupée et que cette superficie présente 400 hectares de terrain.

En outre, l'espace compris entre la courbe de Krankeloon et le tronçon aval du bassin-canal, forme une étendue immense, aussi vaste que toute la ville d'Anvers et entièrement isolée entre des nappes d'eau qui mesurent 400 à 600 m. de largeur; elle ne peut communiquer avec les terres voisines que par quelques tabliers de ponts : le développement de toute cette région paraît donc devoir être considéré aussi comme assez problématique au moins pour une période considérable.

L'utilisation des terrains est donc assez désavantageusement comprise dans toute cette région du Nord-Ouest d'Anvers.

§ 2. — *Le plan définitif.*

Les objections qui furent présentées au plan de l'exposé des motifs donnèrent lieu à un remaniement du tracé d'ensemble et le schéma de ces modifications ou du moins de leur résultat fut publié dans divers journaux ou revues.

Il reçut dans ces publications le nom de « plan définitif » que nous lui conservons ici pour ne pas causer de confusion dans les idées.

En ce qui concerne le fleuve, la courbe du Krankeloon se trouve très fortement incurvée dans le polder si bien que le nouveau lit de l'Escaut s'écarte à plus d'un kilomètre de l'ancien. Il s'en est suivi qu'une partie importante de l'ancien lit doit être utilisé comme bassin d'industrie et l'inspection du plan montre que cette disposition se raccorde assez mal avec le canal-bassin d'une part et avec le nouveau lit du fleuve d'autre part. (1)

Mais nous voyons qu'il y figure un certain nombre d'éléments nouveaux.

D'abord la vaste zone comprise entre le canal-bassin et la courbe du Krankeloon, zone plus étendue que dans le projet précédent a été pourvue d'un nouveau moyen d'accès, un tunnel passant sous le lit futur du fleuve. Ce tunnel constituera un ouvrage très considérable (il aura quelque 3 kilomètres de long) et sera, à cause de la nature du terrain, fort dispendieux et d'une exécution difficile.

En le supposant réussi (on a eu parfois des mécomptes avec les tunnels) on aura incontestablement remédié dans une

(1) Ce plan montre aussi qu'on a repris l'idée de faire le nouveau lit par Coupure et que nous allons revoir la coexistence des deux lits : si cette idée est finalement mise à exécution, nous aurons l'occasion de constater autant et aussi bien que dans la Grande Coupure, les multiples embarras qui en résulteront pendant l'exécution du travail.

Et cette exécution sera longue

grande mesure à l'inconvénient des ponts-tournants en ce qui concerne les services qui doivent se faire *dessus*.

Nous voyons aussi apparaître sur le plan définitif l'écluse intermédiaire si souvent réclamée par le commerce anversois tout entier, et c'est maintenant le moment d'examiner cet ouvrage comme nous l'annoncions au § 1.

Le plan définitif supposé réalisé nous avons donc trois écluses modernes isolées pour aller de l'Escaut dans les bassins : une à Anvers (l'écluse Royers); une au Boomke (l'écluse intermédiaire) et une au Kruisschans. Et c'est ici que l'on voit apparaître un premier défaut du projet définitif :

L'écluse intermédiaire devant dédoubler l'écluse Royers devra naturellement présenter des dimensions qui seront au moins aussi considérables que celles de cette dernière. Or, le Boomke étant dans une zone d'inflexion, on ne pourra pas maintenir contre la rive une profondeur suffisante pour que l'entrée des bateaux soit possible dans les mêmes conditions que dans le coude d'Austruweel.

De plus, cette disposition conduit à un autre genre de difficultés. Si le commerce anversois réclame une écluse intermédiaire pour dédoubler l'écluse Royers, c'est avec l'idée très ferme que cette écluse sera finie bien avant celle du Kruisschans.

Les dispositions publiées ne nous disent pas si l'intermédiaire sera de la même grandeur que celle du Kruisschans ou plus petite.

Si elle est plus petite, l'autre, celle du Kruisschans va se trouver quelque jour dans la même situation vis-à-vis du bassin-canal que l'Ecluse Royers vis-à-vis des bassins actuels. On pourra demander le dédoublement de l'écluse unique du Kruisschans avec les mêmes arguments que l'on emploie aujourd'hui pour l'écluse Royers et on pourra toujours avoir les mêmes craintes qu'un accident survenant dans l'écluse la plus grande, on embouteille les bassins en ce qui regarde les navires de la plus grande dimension tant qu'on aura pas une deuxième écluse dans un chenal séparé de la première.

Il y aura cette circonstance aggravante que si quelque jour on bloque ainsi dans le port un géant de la mer les indemnités à payer seront incomparablement plus grandes que s'il s'agit d'un cargo de dimensions plus réduites.

Si, avec le plan définitif, on voulait faire disparaître ces craintes on devrait donc finalement avoir 3 écluses nouvelles : 1 au Boomke dite intermédiaire et 2 de grandes dimensions au Kruisschans. C'est évidemment beaucoup trop pour la dimensions des bassins à desservir même envisagés dans un avenir très lointain et une pareille disposition constituerait un pur gaspillage.

Si l'écluse intermédiaire a les mêmes dimensions que celle du Kruisschans on échappe à la surabondance des entrées dans les bassins car alors on pourrait se contenter d'une écluse intermédiaire et d'une écluse au Kruisschans.

Seulement, dans ces conditions, l'écluse intermédiaire ne répond plus du tout au but qu'on s'est proposé. Rappelons nous que « cette écluse doit servir en attendant que l'écluse du Kruisschans soit terminée ». Or il est clair que si on donne aux deux ouvrages les mêmes dimensions, on ne gagne rien ou presque rien sur le délai d'exécution du Kruisschans et dès lors l'écluse intermédiaire ne se justifie plus par rien du tout.

Il est clair qu'au point de vue de la navigation il vaut mieux débarrasser autant que possible le cours de l'Escaut entre Kruisschans et Anvers des navires destinés aux bassins et par suite faire entrer ces bâtiments dans les bassins dès le Kruisschans.

Le dédoublement de l'écluse Royers ne doit donc pas être recherché ailleurs qu'au Kruisschans pour obtenir la meilleure solution.

Pour ne rien laisser dans l'ombre, il convient de rappeler que l'écluse intermédiaire avait encore un autre but, plus ou moins avoué.

Dans le plan définitif on a vu réapparaître l'exécution du nouveau lit Boomke-Ste-Marie par coupure. Nous allons donc

avoir de nouveau à envisager la question de coexistence des deux lits (1) dont j'ai montré les dangers.

Il est bien entendu qu'on ne touchera pas au fleuve, avant que l'écluse du Kruisschans soit ouverte au trafic et qu'ainsi on puisse avoir accès aux bassins d'Anvers même dans le cas où quelque trouble résulterait des travaux Boomke-Ste-Marie.

Mais ce n'est pas tout que d'avoir accès aux bassins : il faut aussi avoir accès aux quais de la rade, et quelques personnes ont eu l'idée, assurément originale, d'affranchir les liners (qui accostent aux quais du fleuve devant la ville) du passage par les travaux du Krankeloon dans le cas où ceux-ci donneraient des entraves en faisant entrer ces bâtiments par le Kruisschans, en leur faisant parcourir le bassin-canal et en les faisant sortir par l'écluse intermédiaire pour continuer ensuite par l'Escaut jusqu'au quai !

Ceci entraîne comme conséquence que l'écluse intermédiaire devrait être construite tandis que subsiste encore le lit actuel en aval du Boomke et un simple coup d'œil sur le plan montre que c'est dans le voisinage le plus immédiat de ce lit que la fouille se trouvera. Il est donc hors de doute que l'on rencontrera les plus grandes difficultés dans la construction des radiers et fondations. Il n'y a guère d'apparence que l'on puisse faire le travail à sec dans un site aussi rapproché de l'Escaut et cette circonstance va nous conduire à des travaux longs et onéreux. L'achèvement de cet important ouvrage d'art s'estombe donc un peu dans les brumes incertaines de l'avenir ; mais lorsqu'il sera fini, on constatera que son débouché se trouve précisément au point saillant d'un cap compris entre le nouveau lit Austruweel-Boomke et l'ancien lit Boomke-Philippe et l'accessibilité du chenal paraîtra ainsi extrêmement précaire tant qu'on n'aura pas réalisé et complété la courbe du Krankeloon, ce qui est encore beaucoup plus lointain.

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand.* — 1912. Tome V, fasc. 3.

Or, précisément, c'est tant que le nouveau lit du Krankeloon n'est pas fait que cette écluse a son rôle capital et une fois ce lit creusé et l'écluse du Kruisschans finie, l'utilité de l'écluse intermédiaire diminue rapidement. On peut donc résumer ceci en disant que c'est lorsqu'on aura le plus besoin de l'écluse intermédiaire qu'elle sera dans les conditions les moins bonnes pour faire son trafic, et que lorsqu'elle sera bonne pour faire le trafic on n'en aura plus besoin qu'exceptionnellement.

A un autre point de vue les cales sèches sont greffées au nombre de six sur le lit abandonné de l'Escaut, là où se trouve, sur le plan, le mot « Krankeloon ». On ne pourra donc y avoir accès que lorsque le tronçon de l'ancien lit qui sera conservé sera entièrement séparé du lit actuel et qu'on aura pu le mettre en communication avec la nappe d'eau du bassin-canal, c'est-à-dire tout à fait à la fin des travaux de la rectification de l'Escaut prévu au plan définitif.

Il est assez inutile de calculer en ce moment quand on en aura fini de ces travaux immenses et achevés, mais il suffit de se remémorer combien les diverses phases des travaux se dominent les unes les autres pour voir à quels invraisemblables délais on sera entraîné.....

La Coupure du Krankeloon ne peut être entamée avant que le tunnel prévu au-dessous soit terminé. Le cours du fleuve ne peut être modifié avant que la communication entre les bassins d'Anvers et le Kruisschans ne soit assurée. Enfin ce n'est que lorsque ce détournement sera fini qu'on pourra faire la mise en communication du lit abandonné et du bassin-canal.

On voit donc qu'un incident désagréable dans un quelconque des travaux du fleuve (et peut-on espérer faire des travaux pour des centaines de millions sans avoir des mécomptes?) aura pour inévitable conséquence de retarder l'accès aux nouvelles cales sèches.

Si le projet de l'exposé des motifs ne montre que 3 nouveaux

ponts à construire (sur la branche Est-Ouest du canal-bassin), les études faites pour le plan définitif paraissent avoir démontré que le nombre de ces ponts était insuffisant et la démonstration doit avoir été si éloquente que le nombre des ponts s'en est trouvé tout à coup triplé; nous avons, en effet :

- 1 pont-route sur l'écluse du Kruisschans;
- 1 pont-route sur l'écluse intermédiaire;
- 1 pont-rails sur l'écluse intermédiaire;
- 1 pont-rails sur le raccord entre le bassin-canal et l'ancien lit de l'Escaut;
- 2 ponts-rails sur la branche Est-Ouest du bassin-canal;
- 1 pont-route sur la branche Est-Ouest du bassin-canal;
- 1 pont-route sur le goulot des bassins intercalaires.

Et l'on peut croire que ce seront des ouvrages sérieux : on a parlé de leur donner 35 à 40 m. d'ouverture de passe ce qui leur assurera une longueur totale, pour la partie mobile, qui ira vers les cent mètres.

Les quatre premiers et le dernier ne sont pas jumellés de sorte qu'éventuellement le trafic serait totalement interrompu sur les routes ou sur les chemins de fer lors du passage d'une série de bateaux ou bien dans le cas d'une difficulté ou d'un accident dans la manœuvre d'un de ces ouvrages d'art.

Un navire voulant aller de l'Escaut en cale sèche devra passer 3 ponts-tournants s'il vient de l'aval et un bateau venant des nouvelles darses pour se rendre vers le groupe des six cales sèches devra passer 5 ponts-tournants, et franchir environ 6 kilomètres de bassins.

Ce simple énoncé suffira pour faire impression sur toute personne ayant jamais manœuvré un bateau dans les bassins d'Anvers.

Enfin, tout comme dans le plan de l'exposé des motifs nous constatons que la majeure partie des quais sont soumis à la sujétion des ponts-tournants ainsi que je l'ai expliqué au § 1; et, en outre, on revoit l'éparpillement extrême des installations maritimes aggravées ici par la disposition des cales sèches écartées de plus d'une demie lieue du canal-bassin.

En résumé la disposition d'ensemble paraît avoir été arrêtée avec une hâte un peu trop accentuée et un désir d'utiliser ce qui a été fait comme bassin lorsqu'on croyait encore réaliser la Grande Coupure, sans que l'étude de toutes les questions attenantes ait été suffisamment mûrie.

§ 3. — *La solution pratique.*

Dès lors et comme à ce sujet rien n'est définitivement arrêté, il peut être utile et opportun encore d'indiquer comment le bassin-canal et les darses qui s'y embranchent seraient le plus favorablement disposés pour le trafic maritime en même temps que pour les communications par route et par rails.

Le système que je me suis proposé consiste à supprimer dans toute la mesure du possible toutes les entraves à la circulation des bateaux et des trains ou chariots et à ramasser autant qu'il se pourra les installations maritimes qui devront s'ajouter à celles qui existent déjà en ce moment.

Et c'est ici que nous allons nous libérer des servitudes que les projets antérieurs faits sous l'influence de la Grande Coupure ont créées.

Au lieu de continuer le tronçon de bassin-canal pour un tracé assez tourmenté nous arrêtons toute construction dans cette direction et nous reprenons le tracé des nouveaux bassins par le prolongement de l'Amérika.

De cette manière la future ligne des bassins reste suffisamment près de la future ligne de l'Escaut pour que les deux genres d'installations (au bassin et au fleuve) puissent être considérés comme formant un seul tout. Mais ceci ne va pas sans quelques sacrifices que voici :

Les deux nouvelles darses et le tronçon de bassin-canal adjacent sont plus profonds que les bassins intercalaires de sorte que tous les murs de quai ont été fondés très bas et comme, à l'avenir, les bâtiments de mer ne pourraient plus avoir accès à ces profondeurs qu'en passant par les intercalaires

on voit que la tranche inférieure du mur sur 1^m00 de hauteur environ ne sera plus guère utile. — Il faudra démolir et reconstruire aussi le pont tournant situé à l'entrée de l'Amérika-dock. Cet ouvrage n'a que 17 m. d'ouverture et il faudrait lui donner au moins la largeur de l'Ecluse Royers pour que tout navire susceptible de passer par l'écluse puisse aussi franchir ce pont.

Enfin les quais situés au fond de l'Amérika devraient être démolis pour qu'on puisse avoir accès au nouveau canal-bassin.

Pour l'harmonie du tracé et de l'exposé j'ai conservé le cours de l'Escaut tel que je l'avais compris (voir Planche 6) dans mes études antérieures et un coup d'œil sur cette planche suffit pour qu'on se rende compte combien les deux projets (Escaut et Canal-Bassin) sont convenablement juxtaposés. En réalité tout l'espace compris dans la grande boucle du fleuve s'étendant d'Austruweel à Kruisschans est occupé par les nouvelles installations maritimes et il n'existe pas ici de ces immenses espaces vides où l'on n'a su que mettre.

L'ensemble comprend un vaste bassin transversal, situé vers le Kruisschans, auquel aboutissent d'une part les Ecluses du Kruisschans telles que je les avais fait figurer dans les Annales des Ingénieurs de Gand. (Année 1910, Tome III, fasc. 3.) et d'autre part trois longues darses qui se terminent en impasse et plus une quatrième située au sud des trois premières et qui rejoint le bassin Amérika. Les écluses du Kruisschans étant au nombre de deux et situées dans des chenaux séparés — et de dimensions identiques —, on voit que chacune d'elles a la propriété de dédoubler l'écluse Royers et qu'elles assurent d'une manière complète leur sécurité mutuelle.

Toute autre écluse maritime (c'est-à-dire destinée aux navires de mer à mâture fixe) devient donc inutile pendant un temps que l'on peut, pour le moment, considéré comme indéfiniment prolongé. Je n'entends pas dire par là que plus jamais on ne devra penser à construire des écluses pour avoir un accès supplémentaire dans les bassins d'Anvers mais bien que, si jamais on est amené à prévoir un pareil accès, c'est que le

trafic du port aura pris une telle extension que cela vaudra la peine d'étudier tout un dispositif d'aménagements nouveaux qui, alors, comprendra de nouveau des écluses.

On peut maintenant supposer une des trois écluses (Kruischans et Royers) hors service et il n'y aura pas un seul navire dans tout le port qui verra son trajet vers la mer allongé de ce chef.

Les darses elles-mêmes, pour celles qui sont tracées en impasse, ont leur largeur croissante depuis le fond jusqu'à l'embouchure : il y a 250 mètres au fond et 300 m. à l'entrée ce qui permet de compter pour cette entrée sur une largeur semblable à celle du fond alors même qu'il y aurait des bateaux accostés le long des quais. Ni le plan de l'exposé des motifs, ni le plan définitif ne montrent pareille précaution bien qu'on la trouve sur les anciens plans du bassin-canal tracés par l'Administration Communale d'Anvers.

La conséquence immédiate de ceci c'est que les terre-pleins situés entre les darses sont, aussi, dégagés vers leurs entrées et que la circulation sur route ou sur voie ferrée dispose aussi d'une place plus grande à mesure qu'on se rapproche de l'endroit où elle est le plus intense.

On remarquera l'extrême développement en long de chacun des terre-pleins : ceci est fait en vue de réaliser une série de faisceaux de voies placées les uns derrière les autres et qui permettront de faire, sur le terre-plein même, les manœuvres complètes avec les wagons provenant des quais du terre-plein de telle sorte que les trains puissent partir presque tout à fait formés du terre-plein même pour s'en aller vers l'intérieur du pays.

Chacun de ceux-ci forme donc un tout complet présentant une ligne de quais en harmonie comme longueur et installations avec les chemins de fer voisins. Et, si le calcul a été bien fait, on est sûr que jamais un ensemble de ce genre ne pourra être ni trop petit ni mal disposé ni devenir impropre au travail qu'il y aura à y faire. Le dégagement des trains se fera rapi-

dement une fois qu'ils auront quitté le terre-plein entre les darses puisqu'ils seront complètement formés.

Avec une longueur de quais moindre que 2,500 m., une installation de ce genre deviendrait difficile, les trains de marchandises étant fort longs au moment de leur départ et ayant besoin de très longues voies pour pouvoir manœuvrer.

La darse A présente une disposition spéciale.

D'abord elle n'a qu'une seule rive garnie de quais : la rive droite. La rive gauche est formée par un talus sous-marin, distant de 250 mètres du mur de quai et au-delà duquel, sur une largeur de 100 mètres on ne trouve que 3 m. environ de profondeur. Cette longue bande est un lieu de stationnement pour les bateaux d'intérieur qui y seront absolument tranquilles, le peu de profondeur des eaux ne permettant pas aux navires de mer de s'y aventurer.

On sait quelle nuisance et quel encombrement causent les bateaux d'intérieur dans les bassins d'Anvers. La disposition figurée fera disparaître l'une et l'autre car elle permettra de mettre à ce seul endroit plus de 700 grands bateaux du Rhin ou des canaux Belges.

Cette zone moins profonde est limitée elle même par un simple talus au-delà duquel un terre-plein de 200 m. de largeur est réservé pour augmenter éventuellement les bassins des allèges si la nécessité s'en faisait sentir. Dans ces conditions on pourrait mettre plus de 2,000 bateaux à l'abri. Ce qui est intéressant dans ce dispositif, c'est qu'en tout temps l'espace réservé aux bateaux peut être agrandi ou augmenté sans qu'il en résulte des frais de démolition ou de constructions nouvelles.

Il n'y aura, le long de cette zone, ni perrés, ni quais, ni constructions quelconques (pourquoi en faudrait-il?) et tout agrandissement se traduirait par une simple question de terrassements et, peut-être, de pavage à déplacer.

Mais les bateaux d'intérieur ne sont pas seulement une nuisance au moment où ils sont dans les bassins, ils encombre aussi les chenaux et les sas des écluses au moment où

ils veulent y entrer. En vue de supprimer cette dernière difficulté, j'ai disposé, au Boerinne Sluis, une écluse de batelage destinée exclusivement, à la navigation intérieure et par laquelle les chalands venant de l'Escaut et destinés au nouveau port pénétreraient à la surface des bassins.

Les dimensions de ce passage devraient être suffisantes pour y laisser entrer des bateaux du Rhin. Tous les bateaux venant de l'amont et destinés au nouveau port entreraient directement par là car ils ne descendraient pas jusqu'au Kruisschans pour remonter ensuite tout le canal-bassin. Quant à la navigation rhénane si, par la suite, on créait quelque nouveau type qui ne peut pas passer par l'écluse de batelage il serait toujours possible de faire entrer ces bâtiments exceptionnels par l'une des écluses du Kruisschans, ce qui, vu les grandes dimensions de ces écluses et le nombre relativement minime de ces chalands, ne pourrait gêner la grande navigation. Il est à remarquer, en outre, que les chalands entrant par l'écluse du Boerinne Sluis ont accès dans la zone réservée du bassin A sans jamais devoir se mettre dans une partie de bassin où les grands navires doivent passer. La sécurité est donc absolue depuis le fleuve jusqu'au lieu de stationnement.

Il a paru opportun de continuer autant que possible — car ici le système absolu n'est plus réalisable — le principe de la séparation des navires de mer et des bateaux d'intérieur dans les darses; et pour cela elles ont été réunies au fond par un canal qui peut, vu ses dimensions et ses ponts fixes, laisser passer les bateaux d'intérieur, mais non les navires de mer. La profondeur d'eau dans ce canal n'est non plus que de 3 m. environ afin que les navires de mer ne puissent y avoir accès : un navire situé au milieu de la darse B. par exemple ne devrait donc pas croiser les chalands qui viennent lui prendre ou lui remettre une cargaison et le risque de collision serait réduit au minimum.

Les navires de mer auraient toujours accès aux darses par leur extrémité Ouest, et les bateaux d'intérieur par leur extrémité orientale. Si on compare ceci avec ce qui existe dans le

plan « définitif » on verra de suite combien le système que nous proposons réduit les risques d'accidents, d'encombres et d'ennuis de toute espèce.

* * *

A un autre point de vue, notre projet de canal-bassin présente un avantage considérable.

C'est relativement au nombre de ponts tournants.

Tandis que le projet définitif en montre 9 nous n'en avons que 4, et encore, parmi ces 4 il y en a un qui n'est que la reconstruction du tablier entre le bassin Lefebvre et le bassin Amérika.

Parmi ces 4 ponts, il y en a deux de grandes dimensions (les mêmes — ou à peu près — que les 9 du plan « définitif ») mais les deux autres ne doivent avoir que 22 mètres d'ouverture.

Ces deux derniers sont ceux qui limitent de part et d'autre le bassin Amérika.

Je dis qu'ils ne doivent pas avoir plus de 22 m. parce qu'il suffit qu'il laissent passer un navire ayant franchi l'écluse Royers, qui elle même n'a que 22 m. de large.

Si l'écluse Royers manque, tous les navires ayant fait leur entrée par cette écluse peuvent s'échapper par les ponts, les bassins A et A' et les écluses du Kruisschans. Si l'une des écluses du Kruisschans manque, l'autre est toujours là pour assurer le service (et c'est maintenant que nous voyons l'utilité d'avoir deux écluses identiques et non une grande et une petite) et les ponts de l'Amérika dok n'ont pas besoin d'avoir plus de largeur, même pour le cas où les navires voudraient sortir par l'écluse Royers.

Les deux autres ponts se trouvent placés sur les têtes amont des écluses du Kruisschans parce qu'il seront dans cet endroit moins exposés aux avaries que s'ils étaient sur la tête aval.

Avec ces quatre seuls ponts il n'est pas un endroit du nouveau port soumis à la sujétion des ponts tournants, dont on ne puisse s'échapper par au moins deux ponts de sorte qu'on entrevoit, dès à présent, le moyen de coordonner la manœuvre

des deux ponts de manière que l'un d'eux soit toujours fermé. De plus, ces deux ponts sont toujours très voisins l'un de l'autre de sorte que le détour que l'on serait amené à faire ne serait jamais bien considérable.

Mais ce qui, à notre sens, forme l'avantage capital de la solution que nous avons présentée, c'est que presque tous les nouveaux quais échappent à la sujétion des ponts tournants, c'est-à-dire que piétons, voitures et locomotives peuvent arriver sans avoir à franchir un seul pont-tournant.

Tous les quais des bassins A, B, C, D échappent; les quais Ouest des nouvelles darses, des intercalaires, les quais Nord, des bassins Amérika-Lefebvre (qui étaient derrière des ponts-tournants dans le projet définitif), la rive Nord du bassin A' en sont aussi affranchis.

Il n'y a donc soumis aux ponts-tournants que les quais de l'Escaut et la rive Sud des bassins A', Amérika, et Lefebvre. L'étendue des terres est bien moindre; les longueurs des quais affectés sont notablement plus réduites; et par suite l'inconvénient est minimum.

On ne manquera pas de dire que, plus tard, — beaucoup plus tard — quand les trois darses les plus septentrionales du projet définitif seront construites on aura ainsi un joli kilométrage de quais non soumis à la sujétion de ponts-tournants, ce qui est exact. Mais cela n'empêche pas que maintenant tous les quais que nous avons mentionnés, aux bassins actuellement existants seront sous la sujétion et que ce sont précisément ces quais là, exploitables en ce moment, et dont on a besoin, qui présenteront ce grave défaut sans compter encore que, forcément, les voies qui les desserviront passeront pendant des années dans les chantiers de construction de l'entreprise des travaux.

Dans notre projet, ceci ne se présente pas : tous les quais des installations existantes pourront être desservis par le Nord sans aucune difficulté et les voies pourront être établies définitivement dès achèvement des nouvelles darses sans que rien, dans les travaux, oblige les chantiers à s'approcher de celles-ci.

Le grand triangle compris entre les bassins intercalaires, le bassin A' et le fond des darses B. C. D. est destiné à des installations pour le chemin de fer et à d'autres parties plus spéciales qui feront l'objet, s'il y a lieu, d'une note ultérieure. Si tout ceci a été réuni en cet endroit, c'est toujours avec le désir de rapprocher de la ville, autant que possible, les installations dont on aura le plus immédiatement besoin et qui seront occupées bien longtemps avant qu'on ait eu à s'occuper des installations commerciales autour des 3 darses B. C. D.

A ce sujet même, et le projet que nous présentons étant supposé réalisé, on pourra voir que la disposition des darses *avec le canal qui les raccorde au fond* permet de résoudre la question de la circulation autour des nouvelles installations maritimes.

On se plaint, déjà actuellement, de la difficulté qu'il y a à se rendre aux extrémités du port et du temps que ces déplacements prennent. Il est clair qu'il faut, à plus forte raison, envisager les trajets à faire le long des nouvelles darses entre Austruweel et Kruisschans. Tout plan comme celui du projet définitif expose à de longs détours et doit laisser forcément en dehors des circuits les terre-pleins situés entre les darses.

Notre projet permet de faire un service beaucoup plus facile et plus régulier à l'aide de deux lignes de bateaux mouches partant du coin amont du bassin A', donc à l'Amérika-dock : la première irait par le bassin A toucherait la rive gauche du bassin transversal près de l'écluse d'entrée et, reviendrait par le bassin C et le canal raccordant les diverses darses entre-elles au fond du bassin A' après avoir touché alternativement chacune des rives des darses qu'elle parcourt.

La deuxième irait par la darse B et reviendrait par la darse D et il y aurait lieu, bien entendu, de faire effectuer les trajets en sens inverse par d'autres bateaux.

Avec la vitesse qu'il est possible de donner à ces petits bâtiments, on pourrait effectuer le circuit complet en 40 minutes ce qui permettrait, avec une dizaine de bateaux, de donner un départ toutes les 5 minutes au coin amont du

bassin A'; et chaque terre-plein serait desservi par 4 lignes (deux dans chaque sens) de bateaux.

C'est la possibilité de former le circuit par le canal raccordant les darses qui donne cette solution élégante. Si on voulait essayer un service semblable pour le projet « définitif » on arriverait à un parcours beaucoup plus long ou bien il faudrait renoncer à entrer dans les darses et se contenter de débarquer à chaque tête des terre-pleins ce qui augmenterait beaucoup les parcours à faire à pied; il faudrait aussi renoncer à entrer dans la partie conservée du lit actuel de l'Escaut car le tour par cette région prendrait un temps trop considérable et enfin le trajet que devraient éventuellement faire les bateaux mouches est incomparablement plus coupé d'obstacles nuisant à la vitesse que le tracé que nous avons proposé.

* * *

Si l'on voulait s'arrêter maintenant à des questions moins générales mais qui ont cependant aussi leur importance nous pourrions revenir un instant sur la question des cales sèches que nous avons effleurée plus haut au § 2, à propos du projet définitif.

Dans notre idée les cales sèches devaient être groupées sur la rive occidentale du bassin transversal.

Tout navire entrant par le Kruisschans doit passer devant l'entrée des cales et celles-ci sont aussi près que possible des écluses d'accès dans le bassin transversal. Un navire venant de l'Escaut et étant endommagé n'a donc d'autre ouvrage d'art à franchir que l'écluse d'entrée.

Tout navire venant de ce que j'appellerai « mes » installations maritimes en tant que bassins pour se rendre en cale sèche n'a *pas un seul* ouvrage d'art à passer; ni pont, ni écluse, ni étranglement quelconque, ni obstacle de quelque nature que ce soit.

Même un navire venant des parties du port étrangères à celles que j'ai proposées n'aura jamais plus de 2 ponts à passer (5 dans ce projet « définitif ») avant d'arriver à une cale sèche;

de sorte qu'ici encore au point de vue de la facilité des manœuvres et des craintes d'avaries le système que j'ai présenté montrera, aux yeux de toute personne ayant eu à manœuvrer un bateau dans les bassins d'Anvers, une indéniable supériorité.

Enfin, en envisageant la question de la rive gauche, on peut regretter que le projet « définitif » condamne cette rive à être déserte et inoccupée pendant un grand nombre d'années encore.

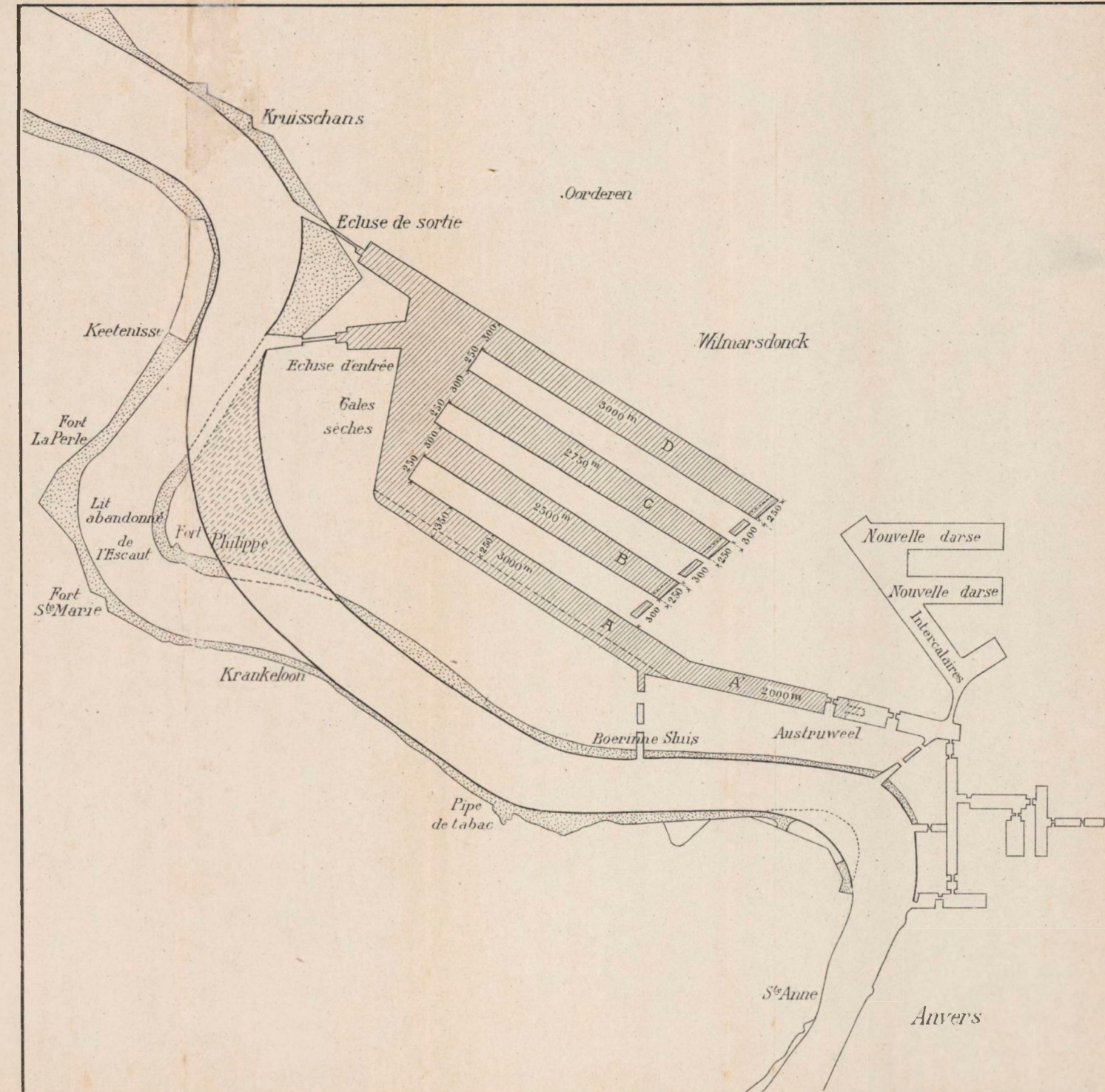
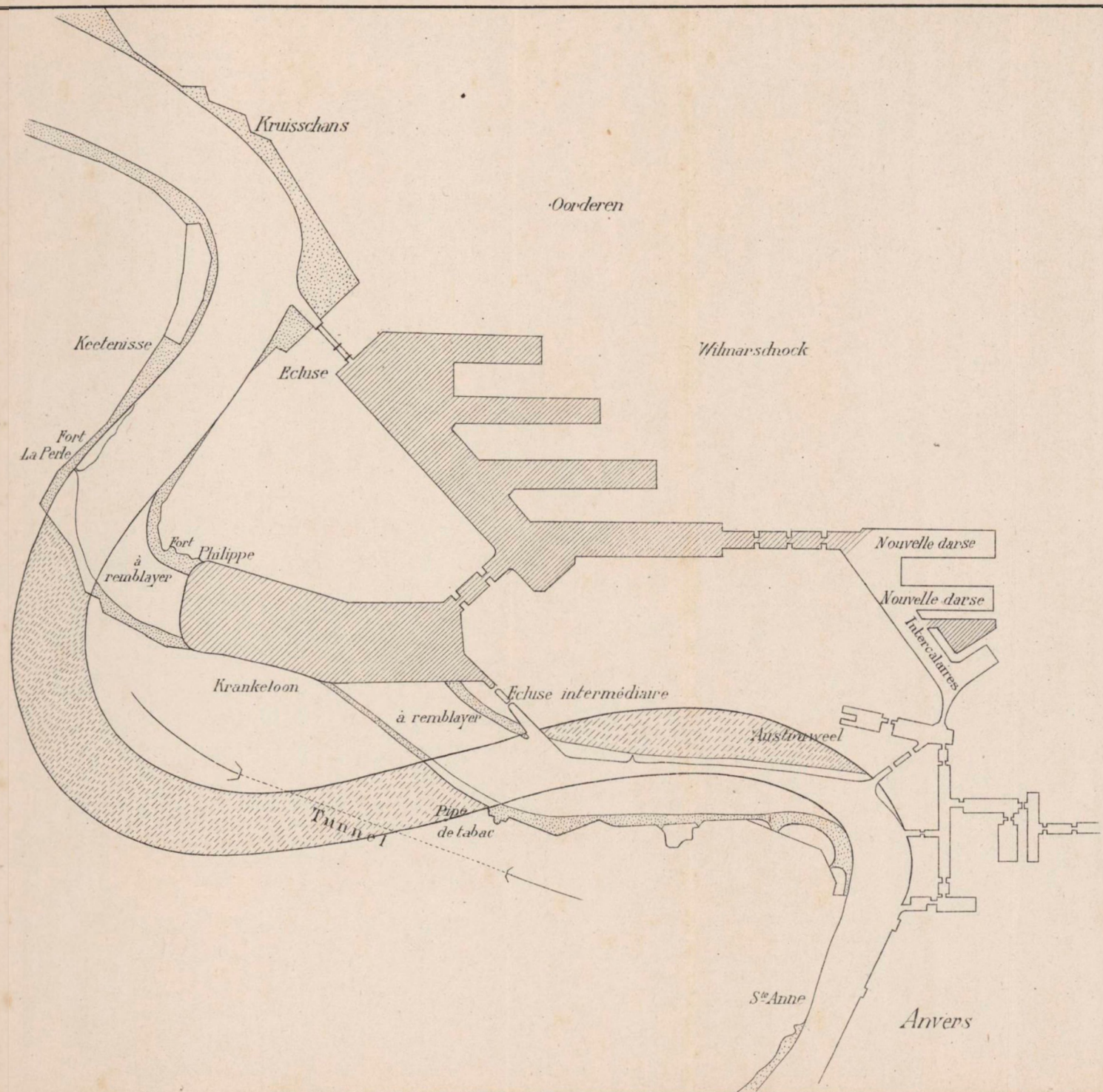
Le projet « définitif » empêche, en effet, toute construction de quai ou d'entrée d'écluse ou finalement tout ouvrage commercial un peu important depuis Anvers jusqu'au delà de la Pipe de tabac, attendu que toute la rive gauche jusque là est convexe et par conséquent inaccessible à la grande navigation. Si, quelque jour, les idées tournaient vers la réalisation d'un port ou d'une région industrielle vers la Tête de Flandre il faudrait reculer le tout jusque vers Melsele ou vers Calloo. Ce ne serait plus Anvers... et on peut entrevoir que cette circonstance retarderait beaucoup la mise en valeur de la rive gauche, ou la création de canaux ou de bassins sur cette rive.

Avec le projet tel que nous l'avons établi, au contraire, les profondeurs convenant à des installations maritimes se trouvent sous la rive gauche dès le méridien d'Austruweel et elles longent cette rive jusqu'au coin de Keetenisse. Il y a donc là un élément de plus pour concentrer et assurer la continuité des futures installations de la rive gauche qui manque dans le plan « définitif ».

Il suffit d'ailleurs de comparer les deux planches jointes à cette note pour voir dans lequel des deux schémas se trouve le plus facilités dans l'exploitation et dans l'organisation du trafic et lequel se prête le mieux à l'extension rapide et continue des installations maritimes d'Anvers.

Autant le plan « définitif » est décousu et disparate, autant le projet qui lui est opposé présente d'homogénéité et de cohésion dans ses lignes et dans son tracé.

Ostende, le 1^{er} mai, 1913.



Redressement de l'Escaut en aval d'Anvers.

LE DEUXIÈME PRINCIPE

PAR

C.-J. VAN MIERLO,

Ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées.
Ancien Ingénieur de la Marine de l'État Belge,
Ingénieur principal de la Compagnie Internationale des Wagons-Lits.

§ 1. — RAPPEL DU PREMIER PRINCIPE.

Avant d'entreprendre l'exposé du deuxième principe qui doit guider les ingénieurs s'occupant du redressement de l'Escaut — ou, d'une manière plus générale, de l'amélioration d'un fleuve à marée quelconque, — il peut être opportun, à mon sens, de rappeler un peu les longues discussions qu'il a fallu soutenir pour faire admettre le premier principe, le plus général, et pour un temps le plus contesté, à savoir la « loi sinusoïdale ».

Ce rappel est opportun parce qu'il est possible pour le deuxième principe, comme pour le premier, d'opposer une négation pure et simple à ceux qui le défendent. La science humaine, et principalement la science de l'Ingénieur, porte malheureusement à l'origine de chacune de ses branches un point faible qu'il faut admettre de bonne grâce parce que rien ne peut obliger un esprit chagrin ou prévenu à l'accueillir.

Si on le nie, on reste bien entendu entièrement dans son droit, seulement il n'y a plus de science possible ou, du moins, elle prend un aspect si inattendu que, si on persiste dans son opinion, on tombe de la science dans l'inconscience.

Nions le postulatum d'Euclide et nous arrivons à cette curieuse géométrie non-euclidienne qui est une spéculation mathématique bien intéressante mais à l'existence réelle de laquelle il est prudent de ne pas croire.

Nions la loi de Hooke sur la proportionnalité entre les forces élastiques et les déformations, et toute la stabilité, telle qu'on nous l'a enseignée, tombe.

Nions l'hypothèse de Daniel Bernouilli sur le parallélisme des tranches — et cependant quelle apparence y a-t-il qu'en réalité elle se produise? — et il n'y a plus d'hydraulique.

C'est parce que, pendant quinze ans, on a nié le premier principe ou la loi sinusoidale que la question de l'extension du port d'Anvers n'a pas fait un pas dans la direction de sa solution.

A vrai dire, avant 1895, on ne s'était pas beaucoup préoccupé de la question de savoir si la tendance au serpentement des fleuves, des grands fleuves surtout, était ou n'était pas un inconvénient : on savait bien que dans les parties courbes il y avait de grandes profondeurs et aux points d'inflexion des maigres ou des seuils; mais comme, dans l'Escaut, même sur la plupart des seuils, il y avait assez d'eau pour que les plus grands bateaux puissent passer, on ne voyait dans le tracé sinusoidal qu'un assez désagréable allongement du thalweg, entre la mer et le port.

En réalité la loi sinusoidale était hors de discussion : personne ne la défendait parce que personne ne l'attaquait.

L'attaque se produisit le 1^{er} juillet 1895.

Le 6 novembre précédent, M. le Ministre des Travaux Publics de Belgique avait posé la question suivante à M. Franzius, le savant ingénieur qui venait de réussir de beaux travaux d'amélioration au Wésér.

« Quel tracé et quelle forme faut-il donner à l'Escaut en aval de l'Ecluse du Kattendyk pour satisfaire aux conditions suivantes :

« Amélioration du régime du fleuve; fixité de la passe
« navigable; facilité pour la grande navigation; extension de

« la rade dans la mesure des besoins du trafic; évacuation
« plus facile des glaces. »

Et la réponse principale du technicien allemand fut qu'il fallait « supprimer toutes les fortes courbures », cette suppression entraînant avec elle la fixation du lit mineur et la croissance graduelle des sections transversales du lit de l'amont à l'aval.

Cette réponse, contenue dans un rapport très circonstancié daté, comme je le disais, du 1^r juillet 1895, appuyé de toute l'autorité d'un homme tel que Franzius, devait produire et produisit, en effet, une profonde impression. Comme, de plus, on montrait ce qu'était le Wésér avant les travaux et ce qu'il était devenu par ces travaux, et qu'on voyait au premier coup d'œil combien le tirant d'eau avait augmenté, la proposition de M. Franzius paraissait confirmée expérimentalement et acquérait ainsi une importance capitale. La loi sinusoïdale fut simplement laissée de côté et on put craindre un moment que la correction rectiligne ou presque rectiligne l'emporterait.

C'est dans ces circonstances que nos Annales voulurent bien accueillir une de mes notes (1) datée du premier mars 1896 dans laquelle j'expliquais que :

« La succession des courbes et contre courbes ou la loi
« sinusoïdale forme l'âme de l'Escaut; partout où la zone
« des situations favorables a une grande étendue, la disposition
« est la même : une rive concave présentant des profondeurs et
« une rive convexe sur laquelle se trouve disposé un banc.
« Il semble donc que les efforts des ingénieurs devraient
« tendre non pas à contrarier la nature mais au contraire à
« l'aider c'est-à-dire à composer des courbes et contre courbes
« de manière à ce que les mouilles puissent se rejoindre et à
« disposer les rives de façon à ce que les bancs qui se formeront
« inévitablement, ne gênent ni la grande, ni la petite navigation
« et laissent le plus possible à l'eau un courant régulier. »

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*, Tome XIX, 1896, 1^{re} livraison.

Cette proposition plut beaucoup à certaines personnes, mais elle déplut encore davantage à d'autres.

Tandis que l'Administration communale d'Anvers élevait les objections les plus sérieuses d'abord contre les dangers de l'exécution, puis contre le régime du nouveau fleuve, les travaux étant supposés terminés et préconisait, en plus de bassins et d'écluses, un lit sinusoïdal pour l'Escaut, le service de l'Etat, dans un rapport du 23 juin 1897, parlait de la « prétendue loi dite sinusoïdale » tout en se réclamant pour son propre projet d'une « suite de courbes et de contre courbes » qui — à son idée — étaient fort bien raccordées.

L'année suivante, l'administration communale d'Anvers demanda l'avis de deux ingénieurs hollandais M.M. Conrad et Welcker sur la question de la grande Coupure. Ces deux savants remirent le 22 mars 1899 un mémoire dans lequel ils montraient les dangers de la Coupure et recommandaient l'exécution de mon projet.

Il y eut une réplique de M. Franzius, une riposte de M. Conrad et finalement le nom de l'ingénieur français Fargue ayant été mêlé à la discussion, précisément sur le point de savoir s'il fallait préférer les longues lignes quasi droites ou bien les sinusoïdes, celui-ci exposa, le 27 avril 1900, ses idées dans une note où nous détachons le passage suivant :

« Pour nous, l'allure sinueuse des cours d'eau à fond mobile
« n'est ni un mal qu'il faut guérir ni un défaut à corriger; c'est
« un modèle à étudier et à imiter dans celles de ses parties qui
« sont les meilleures pour la navigation. Nous ne combattons
« pas les forces de la nature; nous cherchons à les faire tra-
« vailler dans le sens du résultat que nous nous proposons et
« nos travaux sont des travaux d'amélioration. »

« L'expérience, comme le raisonnement, nous a montré
« que la forme sinueuse est seule susceptible de donner des
« mouilles ou rades, c'est-à-dire des emplacements où les
« bateaux peuvent stationner. Pour les seuils, elle n'assure pas
« seulement leur fixité, elle leur donne, en outre, le minimum

« de longueur et le maximum de profondeur que comporte
« le régime de la rivière. »

La loi sinusoïdale avait, cette fois, trouvé en Fargue un champion en mesure de réduire ses adversaires au silence : ils se turent, en effet, pendant plus de cinq ans.

La brusque résurrection des corrections rectilignes ou quasi rectilignes, en 1905, l'attaque unanime, par beaucoup de techniciens, de ces corrections dans la presse, dans les revues techniques et au Parlement et l'encommissionnement de la Grande Coupure le 30 mars 1906 sont encore dans la mémoire de tous.

On se souvient de ce que les travaux de la commission commencèrent le 31 mai 1907 et durèrent jusqu'au 27 mars 1911, et la lecture des procès-verbaux des dernières séances laisse l'impression que la loi sinusoïdale aurait de nouveau perdu du terrain.

Vers le mois de décembre 1911 on commença, cependant, à entendre dire que le système sinusoïdal reprenait un certain avantage et, finalement, le 20 février 1912, un projet de loi présenté aux Chambres proposait un redressement de l'Escaut s'inspirant du tracé à courbes et contre courbes.

L'exposé des motifs du projet de loi (1) après avoir décrit le système coupuriste et le système sinusoïdal conclut que :

« Le tracé sinusoïdal permet d'atteindre *avec une certitude*
« *entière* (2), des résultats qui répondent mieux que la Grande
« Coupure à toutes les exigences non seulement du présent
« mais encore d'une longue période de rapide développement.

« Il permet, en outre, de pourvoir, dans un délai beaucoup
« plus court, aux nécessités les plus urgentes et les plus vive-
« ment réclamées savoir : l'extension des quais à accostage
« direct. »

Les Chambres, par des votes quasi unanimes admirent le

(1) Voir *Annales des Ingénieurs de Gand*. Année 1912, 5^e série, Tome V, 2^e fascicule.

(2) C'est moi qui souligne.

système sinusoïdal pour la rectification du fleuve et le premier principe triompha sur toute la ligne.

L'exposé des motifs contient un autre passage qui est plus contestable et que voici.

« Il est, d'autre part, difficile de soutenir que l'exécution
« des travaux d'amélioration, *quelle qu'en soit la conception*
« *générale* (1), puisse être exempte de certains aléas et ne puisse
« en aucun cas donner lieu à des mécomptes de nature à gêner
« momentanément la navigation. »

« Or, il est d'importance primordiale qu'en aucun cas
« l'accès des navires au port d'Anvers ne soit rendu impossible
« ni même difficile. C'est pourquoi le Gouvernement s'est
« engagé à créer une communication directe, facile et sûre
« entre les bassins et l'Escaut avant l'ouverture d'un lit nou-
« veau. »

Ceci est l'opinion de M. le Ministre; mais, comme ingénieur, je voudrais modifier le texte du premier alinéa comme suit :

« Il est, d'autre part, difficile de soutenir que l'exécution
« de travaux *d'amélioration*, si la conception générale en est
« bonne, puisse présenter certains aléas et puisse, en aucun
« cas, donner lieu à des mécomptes de nature à gêner momen-
« tanément la navigation. »

Je serais plutôt d'avis que si on prévoit que des travaux dénommés « d'amélioration » sont tels qu'ils puissent, dans certains cas, donner lieu à des mécomptes, c'est que la conception générale en est défectueuse — et dans ce cas là, on ne les fait pas.

Il vaut mieux rechercher une autre conception — non défectueuse cette fois — qui n'aille pas à l'aventure mais qui procède suivant certains principes, — (en l'occurrence le 2^e principe que je vais exposer) — permettant de réduire les aléas.

Qu'une pareille direction ait manqué, jusqu'à présent, à beaucoup d'auteurs de projets, ce n'est pas discutable. Il suffit de considérer pendant quelque temps les tracés présentés

(1) C'est moi qui souligne.

par les divers auteurs ou même, ce qui est encore plus curieux, les divers tracés présentés par l'un ou l'autre des auteurs.

Tel qui, autrefois, corrigeait certain tournant par la rive droite, je veux dire en mettant le nouveau lit sur la rive droite de l'ancien, a subitement changé d'avis et défend maintenant un tracé par la rive gauche. Tel autre qui ne voulait pas d'autre solution qu'un prolongement par un arc de cercle à très grand rayon des quais en aval du Kattendyk nous montre un nouveau projet où ce rayon n'est plus que la moitié ou le quart de ce qu'il était à l'origine.

Nous avons vu (1) trois tracés partant de l'Ecluse du Kattendyk et aboutissant à la section Ste-Marie-Philippe, sans qu'aucune des trois solutions ainsi montrées ait au point de vue des courbes des rives, une particularité bien saisissante vis-à-vis des autres.

Le projet du Gouvernement est une nouvelle variante de la même idée et si on n'avait aucun guide pour s'orienter dans le choix à faire, on ne parviendrait pas, parmi tant de tracés, à découvrir celui qui vraiment convient au régime de l'Escaut.

En somme, la préoccupation dominante de presque tous les auteurs de projets a été de former des tracés présentant une suite d'arcs de cercle de rayons aussi grands que possible. Dans la plupart des schémas présentés les seuls chiffres que l'on voit sont les divers rayons de courbure. Ce n'est que lorsque l'un des arcs des cercles ainsi tracés tombait dans le bassin América, ou empiétait sur l'un des forts existants le long du Bas-Escaut qu'on désirait, un temps encore, conserver, que les courbes subissaient des modifications.

L'un des auteurs nous expliquait que « puisque chacun « s'évertue en concurrence avec le projet de la Grande Coupure « à dessiner des S plus ou moins *farguiennes*, plus ou moins « « agréables » il en avait fait une à son tour tenant le milieu « entre deux autres projets. »

(1) Procès-verbaux de la Commission de l'Escaut p. 1033.

Et effectivement, les 3 projets auxquels nous faisons allusion s'écartent l'un de l'autre de 500 à 600 m., et quelquefois encore plus, pour des raisons vagues ou qui n'ont rien de commun avec l'hydrographie.

Il est clair que c'est à des projets d'une conception générale semblable que l'on peut reprocher de ne pas être exempts de certains aléas ou, pour le mieux dire, d'avoir des aléas trop certains et de devoir conduire à des mécomptes beaucoup plus sérieux qu'on ne se l'imagine.

Et c'est faute d'avoir dans l'étude d'un projet aussi délicat des indications générales sur ce qui convient *d'abord*, au régime du fleuve, que l'on voit des erreurs, vingt fois réfutées déjà, se reproduire jusque dans les projets les plus récents et que l'on voit les courbes soumises au Parlement pour être votées subir des critiques qui, au dernier moment, les font abandonner ou modifier.

C'est cette indécision, dans laquelle on se trouve encore aujourd'hui, qui me conduit à exposer, en ce moment, le deuxième principe à suivre pour l'amélioration de l'Escaut. J'y avais déjà fait allusion dans un travail antérieur (1) mais jusqu'à ce jour je ne l'avais jamais détaillé parce que c'était inutile tant que le premier principe — celui de la loi sinusoïdale — n'était pas admis.

§ 2. LE DEUXIÈME PRINCIPE.

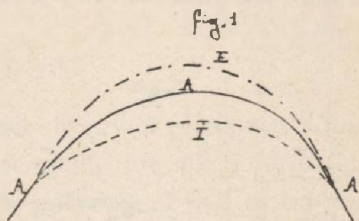
Comme de coutume, au lieu d'exposer les recherches qui ont conduit à ce deuxième principe — ce qui serait fort long — je vais l'énoncer comme un théorème quitte à en faire valoir les raisons après coup.

En voici donc l'énoncé :

Pour améliorer une boucle d'un fleuve à marée par le déplacement du lit, le nouvel axe doit se trouver dans la concavité de l'ancien.

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*. Tome XXIII. 1900, 3^e livraison.

Soit AAA une ligne représentant l'axe d'un fleuve obéissant à la loi sinusoïdale, et imaginons que nous ayions à améliorer la boucle représentée. Le nouveau lit devra être de la forme, A. I. A ce qui constitue une correction par l'intérieur de la courbe primitive et non de la forme A E A ce qui serait une correction par l'extérieur.



Avant d'exposer les raisons qui justifient ce principe je dois faire remarquer que si la correction par l'intérieur est une condition *nécessaire* pour obtenir un bon résultat, ce n'est pas une condition suffisante. En s'y appliquant un peu, il sera possible, mais pas facile, de faire une correction par l'intérieur qui ne soit pas extrêmement favorable à certains points de vue et qui donne des résultats defectueux après achèvement.

En revanche, la correction par l'extérieur doit *toujours* donner des résultats nuisibles : on pourra, il est vrai, atténuer l'un ou l'autre des défauts qu'elle présente mais ce sera toujours en exagérant les inconvénients dont on n'aura pas poursuivi l'atténuation.

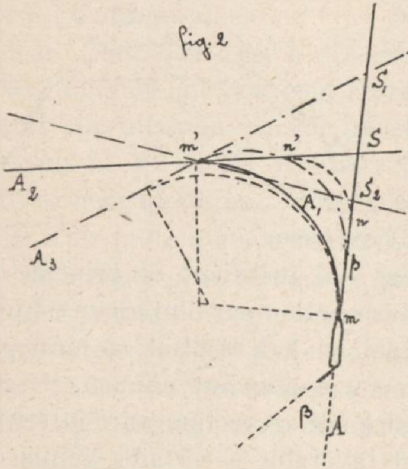
Enfin, il doit être bien entendu que ce deuxième principe suppose admise la loi sinusoïdale et qu'il ne pourrait s'appliquer à des déplacements de lits supprimant plusieurs boucles et que j'appellerai des corrections « à travers tout ». Celles-ci sont de loin les plus nuisibles de toutes — la Grande Coupure en était une — et on ne pourrait étendre l'exposé que nous allons faire à une coupure de ce genre.

Ces préliminaires étant posés, nous pouvons maintenant aborder les quatre raisons qui justifient les corrections par l'intérieur.

§ 3. RAISON GÉOMÉTRIQUE.

Soit A A₁ A₂ (fig. 2) la trajectoire à suivre par un bateau dans une courbe pour laquelle j'imagine en A *m.* un élément recti-

ligne dû à la conformation des rives afin que le safran du gouvernail soit dans le longitudinal, et $m' A_2$ un second élément



rectiligne où, la courbe franchie, le safran sera de nouveau dans sa même position.

Pour la simplicité et la facilité du raisonnement, je fais pour un moment abstraction des deux premières phases de la giration du bateau (manœuvre et mouvement varié) et j'admets donc que la courbe qu'il décrit soit une circonférence de cercle. Pour que

le navire franchisse la boucle, je devrai donner à la barre un angle β dont l'importance dépend principalement du rayon du cercle à décrire.

Imaginons maintenant que nous voulions améliorer le fleuve où cette trajectoire est décrite et que nous nous avisions de vouloir faire une correction par l'extérieur.

Si nous maintenons l'orientation des tangentes $A_2 S$ et $A S$, nous n'aurons qu'un seul moyen de faire une correction par l'extérieur, ce serait d'inscrire un cercle de rayon plus petit dans l'angle $A_2 S A$: le navire irait tout droit jusqu'en n et là devrait donner à tribord un coup de barre beaucoup plus violent que dans la situation primitive.

Personne n'a, naturellement, proposé une correction semblable pour une des boucles de l'Escaut.

Si, maintenant, nous conservons l'orientation d'une seule tangente $A m$ et un point m' de la seconde tangente nous n'avons qu'un seul moyen de faire une correction par l'extérieur, ce serait d'adopter pour cette tangente une direction $A_3 S_1$ et la situation sera plus mauvaise qu'auparavant.

En effet, l'angle S_1 étant plus petit que S nous devons faire continuer notre navire tout droit de A en p jusqu'au moment où nous aurons

$$S_1 p = S_1 m'$$

et, par suite, nous aurons un cercle de rayon plus petit à faire décrire par le bateau; ceci demeure quelle que soit la forme que nous donnerons à la rive concave entre m' et p . Les uniques points déterminants sont la direction des tangentes et le point m' .

Une idée qui se présentera naturellement à l'esprit sera de faire partir un cercle du point m . et de le rendre tangent à $S_1 A_3$ mais comme la ligne $S_1 A_3$ est certainement sécante du cercle primitif nous devons adopter un rayon plus petit que celui du cercle primitif et ainsi nous aurons déjà une correction par l'intérieur. Ce sera même une des corrections peu favorables dont nous parlions au paragraphe précédent.

On pourrait croire, après l'exposé si simple de ce qui précède que personne, non plus, n'aurait proposé un déplacement du lit, avec la modification des tangentes en $A S_1$ et $S_1 A_3$.

Or, on en trouve deux parmi les projets les plus étudiés à savoir le projet Troost tel qu'il figure depuis une quinzaine d'années dans divers documents émanant de la ville d'Anvers et tel qu'il se trouve reproduit à la page 826 des procès-verbaux de la Commission de l'Escaut, en ce qui concerne le coude d'Austruweel et le projet Mavaut tel qu'il figure à la page 1033 de ces procès-verbaux en ce qui concerne le coude de Ste-Marie. Tous deux diminuent l'angle S_1 et demanderont à l'angle de barre dans l'hypothèse où je me suis placé une valeur plus grande que celle qu'il faudrait pour la courbe actuelle.

Le projet Lagasse tel qu'il figure sur la même page, échappe tout juste à ce défaut; c'est-à-dire qu'en faisant le tracé de la trajectoire par l'ancien lit et par le nouveau on trouve des angles de barre dont les valeurs sont pratiquement les mêmes; il en résulte que les travaux que M. Lagasse prévoit depuis le polder du Krankeloon jusqu'au fort de la Perle sur une étendue

de 3 kilomètres et demi (mesurés le long de la rive gauche) n'auront au point de vue du passage des bateaux, pas la moindre utilité.

Les seuls moyens de faciliter le passage des bateaux dans l'angle $A S A_2$ consisteraient à ouvrir cet angle suivant $m' S_2$ et à reculer vers A le point m où on donnera le coup de barre.

Ces deux moyens, pris isolément ou simultanément, auront pour effet de transporter la nouvelle trajectoire du bateau à l'intérieur du cercle $m A_1 m'$ et si nous voulons réaliser cette trajectoire, les obstacles que nous aurons à combattre proviendront de la rive convexe et non de la rive concave du coude.

On voit ainsi s'esquisser l'idée de la correction par l'intérieur de la courbe. Cette idée a été exposée presque au même moment, pour le coude d'Austruweel notamment, par M. Mavaut et par moi-même dans nos mémoires de l'année 1900. Les courbes envisagées portaient quasi des mêmes points (vers la gare du pays de Waes), aboutissaient aux mêmes points (entre le Boomke et Austruweel), et passaient à travers le coin du polder de Borgerweert. Toutefois il y avait entre les idées de M. Mavaut et les miennes cette différence essentielle qu'il considérait son tracé comme pouvant être réalisé tandis que j'estimais qu'il ne convenait pas de faire un travail semblable à cause du désavantage qui en résulterait pour Anvers sous certains points de vue (1).

C'eût été, en effet, la dépréciation de tout ce qui existe comme quais et écluses devant la ville d'Anvers et, par la suite, l'écluse Royers ayant été construite, M. Mavaut abandonna son idée de coupure par le polder de Borgerweert.

Avant de quitter ce sujet je dois faire observer que, dans la réalité des choses, on ne peut pas faire abstraction des deux premières phases de la giration des bateaux et on peut encore beaucoup moins faire abstraction du courant, particulièrement gênant quand il est dirigé dans le même sens que la mar-

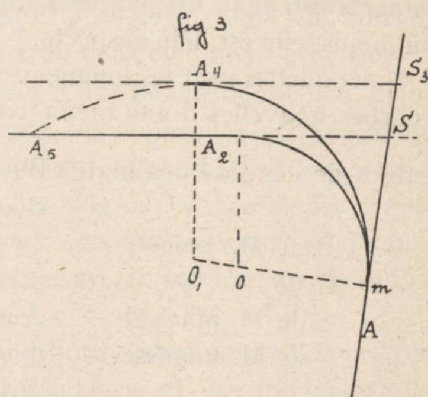
(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*. Tome XXIII, 1900, 3^e livraison.

che des bateaux, pour étudier le mouvement du navire dans les courbes du fleuve. On serait amené ainsi à refaire une étude dans le genre de celle que j'ai déjà publiée (1) mais beaucoup plus longue et plus compliquée car la courbe à étudier serait une épicycloïde dont chaque équation contiendrait deux termes en $\sin \varphi$ ou en $\cos \varphi$.

L'introduction de ces éléments, si elle complique l'étude de la question n'en modifie en aucune façon les conclusions comme on peut bien le pressentir et la correction sur faible étendue par l'extérieur n'a plus, je crois, en ce moment des défenseurs bien convaincus et n'en aura plus du tout après lecture de ce qui précède.

Mais la correction par l'extérieur a trouvé une autre voie pour se manifester et traduite géométriquement elle peut s'exprimer comme suit :

Après la trajectoire rectiligne $A m$ augmentons d'abord le rayon du cercle $m o$ jusqu'en o_1 , faisons reculer la tangente $S A_2$ en $S_3 A_4$ et nous obtiendrons ainsi une trajectoire que l'on pourra décrire moyen-



nant un angle de barre plus petit que celui qu'il fallait pour effectuer le trajet primitif. La solution est à la fois si simple et si indiquée qu'elle a séduit tout le monde et la plupart des tracés ont visiblement été composés de cette manière, sauf qu'au lieu d'avoir un seul arc de cercle, on composait des courbes de plusieurs arcs de cercles ajustés bout à bout — ce qui est équivalent au point de vue spécial auquel nous nous plaçons ici.

(1) Les grands navires dans l'Escaut rectifié, 1907.

Au surplus, ce mode de dessiner un fleuve donne encore comme résultat de développer la rive concave dans chacune des boucles ce qui permettait de faire miroiter la perspective de quais s'allongeant de plus en plus. Tel fut l'engouement pour ce genre de tracé que l'on en vit — et on en voit encore — qui reculaient la future rive concave à plus de 2 kilomètres de l'ancienne à travers le polder. Ce qui suit montre combien un tel tracé est en discordance avec le régime du fleuve. Si on mesure entre Bath et Kruisschans la longueur de l'axe de l'Escaut d'un point d'inflexion au suivant on ne trouve jamais que 4 kilomètres environ. Rien que la condition géométrique dans laquelle se trouvent la plupart des tracés proposés aurait dû montrer aux auteurs que l'on se mouvait dans une voie dangereuse. Je ne dis pas encore qu'elle est mauvaise (1) mais, au moins, elle est déjà suspecte.

Voici quelles sont les longueurs approximatives des diverses courbes nouvelles d'une même concavité :

Projet de l'exposé des motifs	Boomke-Austruweel.	5,000 m.
» » » »	Boomke-La Perle	6,000 m.
» B de M. Troost	» »	6,000 m.
» C de »	» »	8,000 m.
» de M. Mavaut	Austruweel-St-Marie	6,200 m.
» de M. Lagasse	» »	5,200 m.

Un allongement aussi démesuré (variant de 50 à 100 %) d'une boucle doit certainement introduire des modifications considérables — et d'ailleurs parfaitement inconnues jusqu'en ce moment — dans toute l'économie du fleuve. Nous nous trouvons donc en plein, maintenant, dans la région des aléas que nous signalait l'exposé des motifs du projet de loi.

Lors des discussions qui ont eu lieu à la Chambre dans les premiers jours du mois de mai dernier, on a parlé d'incurver plus profondément dans le polder de Krankeloon la courbe de l'exposé des motifs : il va sans dire que ce nouveau tracé,

(1) Je le dirai tout à l'heure.

quelle que soit la forme qu'on lui donnera, présentera à un degré plus accentué, le défaut déjà considérable du projet soumis à la législature au commencement de cette année.

Reprenant maintenant l'examen du tracé au point A_4 où nous l'avons laissé, nous voyons qu'à partir de ce point nous sommes obligés de nous rapprocher de l'ancien lit pour nous y raccorder.

Pour quelques uns des projets (Mavaut, Lagasse et Keelhoff), ce raccord a été possible et plus ou moins heureux, mais pour plusieurs autres (Troost, — Bovie-Dufourny — Exposé des motifs —) le tracé A_4 , A_5 abordait l'ancien lit A_2 A_5 sous un angle trop ouvert pour qu'il fût opportun ou même possible de raccorder la nouvelle boucle avec l'ancien lit. Beaucoup d'auteurs ont donc été amenés — sans pouvoir l'éviter — à continuer sur la rive opposée le tracé A_4 , A_5 et à englober dans leur correction la boucle suivante qu'ils traitaient comme la première.

Si la correction par l'extérieur d'une boucle donne lieu, déjà, au seul point de vue géométrique, aux remarques qui précèdent, on voit sans autres explications à quoi on peut s'attendre lorsqu'on aura deux boucles corrigées de semblable façon dont les effets se superposeront sans que personne ait jamais calculé ni estimé dans quelle mesure et suivant quelle direction.

Si on peut, dans des conditions raisonnables, apprécier l'allure des courants, des profondeurs, et des modifications là où un nouveau lit se détache d'un ancien, où l'on connaît la situation existante dans l'ancien lit et où l'on a quelque élément, tel que l'orientation ou la courbure du nouveau lit vis-à-vis de l'ancien, qui peut former une base à peu près sûre pour les études, on doit reconnaître qu'il en est tout autrement dans l'espace d'inflexion compris entre les deux courbes qu'on trace simultanément.

Pour prendre un exemple concret : dire comment le flot sortira de la courbe du Krankeloon et comment le jusant sortira de la courbe d'Austruweel (dans le projet du Gouvernement) est une chose qu'on ne peut entreprendre qu'au

moyen de phrases mais qu'on ne peut appuyer sur aucune donnée positive. Dès lors le tracé — même le tracé purement géométrique — de l'axe du fleuve est une opération dont trop d'éléments sont inconnus pour qu'on puisse la faire avec confiance et avec sécurité.

Et, dès lors, il est certain « que la conception générale ne « sera exempte ni d'aléas ni de mécomptes. »

* * *

Mais il en est autrement pour les corrections par l'intérieur.

Ici, pas de répercussion de ce qui se passe dans une correction sur la correction d'une boucle voisine. Chaque déplacement du lit se trouve enserré entre deux longues zones conservées du fleuve; nous savons, et à l'amont et à l'aval de corrections de ce genre, ce qui se passe sur plusieurs kilomètres; nous avons le loisir de voir les courants modifiés par nos travaux se rétablir dans le cours séculaire du lit conservé. Nous sommes sûrs de plus que cette réadaptation se fait dans des parties de fleuve où le régime est stable depuis toujours.

Ici non plus, pas de développement exagéré d'une boucle non plus qu'un développement trop réduit : la longueur par le nouveau lit d'un point d'inflexion de l'axe à l'autre est en harmonie parfaite avec ce qui se passe dans les boucles conservées en aval du Kruisschans.

Ici non plus, pas de questions de difficultés nouvelles pour les bateaux ou de situations éventuellement moins favorables pour leur giration. La courbe nouvelle étant intérieure à l'ancienne, il est clair que son rayon de courbure non seulement est meilleur mais se présente mieux, les points m et m' (fig. 1), se rapprochant de A et A_2 et ceci permettant d'enserrer dans l'angle S — avec un même rayon de courbure minimum une ligne mieux concordante avec la trajectoire que les navires décrivent pendant les deux premières phases de la giration, trajectoire dont il ne peut être omis de tenir compte dans une

étude un peu sérieuse et dont la plupart des auteurs de projets n'ont pas fait la moindre mention.

Au point de vue géométrique donc, la correction par l'extérieur d'une boucle paraît toujours irrationnelle et c'est la correction par l'intérieur qui peut, seule, donner des résultats satisfaisants.

§ 4. RAISON HYDRAULIQUE.

Lorsque nous aurons ainsi, géométriquement, déterminé la forme de l'axe du lit nous devons nous inquiéter du point de savoir si les courants du fleuve pourront et voudront y passer.

Il résulte, en effet, de l'orientation des idées que les projets par ripage sont provisoirement considérés comme inexécutables. Je crois avoir expliqué clairement les inconvénients et les impossibilités pratiques des ripages à grande distance dans une étude parue antérieurement (1).

On en est donc revenu à ce que j'ai appelé « les moyens désespérés » pour réaliser les projets. On reparle de faire des projets du genre de celui de l'exposé des motifs par coupure et on voit réapparaître toute l'ancienne discussion sur ce qui se passera lors de la coexistence des deux lits. Mais dans quelles conditions différentes de ce qui était en cause il y a quinze ans !

Alors, en effet, nous avons à nous préoccuper d'un lit notablement plus court à substituer à un lit existant plus long. Il y avait 2700 m. de moins d'Austruweel à Kruisschans par la Coupure que par Ste-Marie et on nous expliquait que ce raccourcissement était une cause déterminante pour que les courants passent par le nouveau lit au lieu de passer par l'ancien : c'est même le seul bon argument que possédaient les partisans de la Coupure.

Aujourd'hui, au contraire, on nous montre — dans toutes les corrections par l'extérieur des courbes — des tracés plus longs par le nouveau lit que par l'ancien.

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*, 1912. Tome V, 2^e fascicule.

Et notablement plus longs comme le montre le tableau suivant :

PROJETS	COURBE	Longueur		différence
		actuel	proposée	
Troost B	du Krankeloon	6500	4500	1700
» C	id.	7500	5500	2000
» B	d'Austruweel	3800	3500	300
» C	id.	3000	2800	200
Lagasse (p. 1033) . . .	Austruweel-Ste-Marie	7800	7500	300
Mavaut (p. 1033) . . .	id.	8300	7500	800
Bovie-Dufourny . . .	Austruweel Draaiende Sluis	5000	4800	200
Exposé des motifs . . .	du Krankeloon	4500	4100	400
»	d'Austruweel	4000	3800	200

On va donc pendant la coexistence des deux lits offrir à l'eau deux chemins : l'un, l'ancien, direct ; et l'autre, le nouveau, détourné et on espère persuader aux courants de se diriger par le nouveau lit et d'y entretenir, aidés par des dragages, des passes convenables pour la grande navigation.

C'est tout bonnement contraire au sens commun. Il est évident que l'eau — au jusant surtout — suivra la ligne de plus grande pente et que le nouveau lit qui se présentera sur environ 8 kilomètres (d'Austruweel à La Perle) en concurrence avec l'ancien sera soumis à des ensablements intensifs.

Revenant sur ce que je disais plus haut au sujet des indications données au Parlement et d'après lesquelles on incurverait plus profondément le nouveau lit dans le polder de Krankeloon, on voit que si on essaie de faire une incurvation semblable on va se rapprocher très sensiblement du projet Troost-B et ceci nous montre une fois de plus avec quelles précautions il faut manier les corrections par l'extérieur : tandis que l'allongement relatif du projet de l'exposé des motifs n'atteint même pas 10% de la longueur primitive pour la courbe du Krankeloon, il dépasse 35% dans le projet Troost-B. Le mal est donc très rapidement croissant quand on augmente un peu l'ampleur des courbes.

C'est sur ce point là, surtout, que je voulais aujourd'hui

attirer l'attention car, pour ce qui concerne le grave inconvénient de l'allongement du nouveau lit par rapport à l'ancien, je n'ai trouvé personne qui le conteste.

Mais on espère y trouver un palliatif.

Il est purement théorique et consiste à compter sur l'inertie des eaux, pour qu'elles s'engagent dans le nouveau lit situé à l'extérieur du lit ancien.

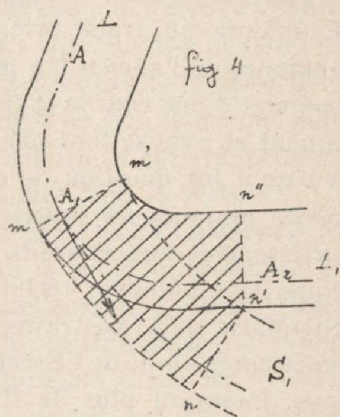
On dit : soit $L L_1$, le lit coudé d'un fleuve et $A A_1 A_2$ la trajectoire d'une molécule liquide forcée de couler dans ce lit et de décrire une courbe analogue à celle de la rive concave.

Si à un moment donné, j'enlève cette rive, et que je présente à l'eau un autre chemin S_1 la molécule n'étant plus tenue de

couler suivant une courbe en aval de A_1 , en vertu de son inertie elle tendra à s'échapper suivant la tangente en A_1 à la ligne $A A_1 A_2$ et elle se précipitera vers le nouveau lit.

Admettons d'abord que cette théorie soit exacte. Nous aurons donc une raison de croire (la pente superficielle plus forte) que la molécule ira vers L_1 et une raison de croire (l'inertie en A_1) que la molécule ira vers S_1 . Comme il n'est pas possible, pendant la coexistence des deux lits, de supprimer l'une ou l'autre de ces raisons nous verrons toute la nappe d'eau de la section $m m'$ s'épanouir en une section quasi double $n n' n''$ et les vitesses tomberont en $n n' n''$ à 50 % (environ) de leur valeur en $m m'$.

C'est donc en tout premier lieu la zone couverte de bâches qui sera soumise à des atterrissements très considérables et cette zone est immense : si nous prenons comme exemple le projet de l'exposé des motifs nous lui trouvons une étendue de 120 hectares pour la partie voisine du fort Ste-Marie. On pourra vraisemblablement moyennant des travaux convenables re-



médier pour une certaine partie à ce gros inconvénient mais, malgré tout, il en subsistera une partie importante et des entraves tout aussi importantes pour les bateaux.

Mais en réalité la théorie de l'inertie de la masse d'eau n'est pas aussi bien définie que cela.

En effet, quand il s'agit d'ouvrir une nouvelle coupure S_i, extérieure au tracé primitif L, le nouveau lit se détache toujours de l'ancien, au moins à l'une de ses extrémités, au sommet d'une courbe et fréquemment les deux raccordements amont et aval se font par les sommets. Nous n'avons jamais vu qu'il fût question de commencer à ouvrir le nouveau lit à des profondeurs supérieures à 8 ou 9 m. à mer basse; et précisément aux endroits où la bifurcation des lits doit se faire, la profondeur réelle actuelle est de 18 m. aussi bien à Ste-Marie qu'à Austruweel. Il y a donc là, dans les régions inférieures du lit de l'Escaut, une partie de la section transversale, mesurant plus de 1000 mètres carrés de superficie où les courants auront une tendance à se mouvoir comme ils l'ont toujours fait.

Quelle est l'allure de ces courants ? Quel est, en réalité, le trajet que suivent ces masses d'eau qui, ne l'oublions pas, sont à un kilomètre et demi de là de nouveau en superficie attendu qu'en ces endroits la profondeur maxima de l'Escaut n'est plus que de 9 m ? Quelle est effectivement leur vitesse qui est précisément la plus intéressante de toutes celles du fleuve puisque c'est sous son action, que se sont produites des profondeurs qui vont, par endroits, jusque près de 20 mètres.

Il semble extrêmement téméraire de ne pas en tenir compte. *Or, on ne les connaît pas !* Il n'existe pas, dans les services qui s'occupent de l'étude des courants, d'instruments qui permettent de mesurer la vitesse ou la direction des courants dans les grands fonds.

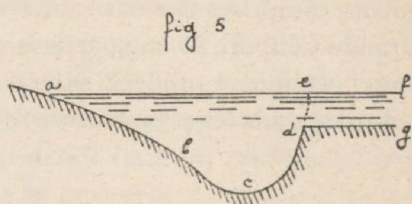
Ce n'est que très exceptionnellement et en un seul observatoire qu'on est, parfois, parvenu à obtenir une mesure de vitesse à 10 m. de profondeur et on peut dire que, pratiquement, nous ignorons tout ce qui concerne les courants de l'Escaut

à plus de 7 à 8 m. sous marée basse. De sorte que, pendant ce que le Lieutenant de vaisseau Petit appelait « le coup de chasse » du flot, moment où il y a 22 m. environ d'eau dans le tournant d'Austruweel, on peut affirmer que sur les deux tiers de la hauteur de la nappe liquide on n'a jamais fait tourner un moulinet de Woltmann.

Je sais bien qu'on peut estimer par des cubatures le volume d'eau qui passe par une marée dans une section et que l'on a fait certaines observations sur les vitesses de superficie. Mais celles-ci ne nous laissent préjuger en rien de ce que sont les vitesses au fond, et quant aux cubatures elles ne peuvent nous donner que des vitesses moyennes dans la section.

Or, les vitesses *moyennes* sont une chose et les vitesses *réelles* une autre chose; celle-ci est même la seule intéressante au point de vue qui nous occupe actuellement. C'est la vitesse réelle — et non la moyenne — qui entraînera les alluvions au fond du fleuve et il est très possible (avec les vitesses moyennes d'environ 1 m.) que les courants ont dans l'Escaut que nous ayons pendant tout un temps des vitesses réelles entièrement inattendues.

En réalité, nous en ignorons tout; et, dès lors, nous en sommes à estimer l'inertie d'une masse d'eau remplissant une section $a b c d e$, à laquelle nous ouvrons un passage $d e f g$ par où la pente ne la sollicite pas et dont nous ne connaissons ni vitesse, ni direction, ni réactions sur le fond en dessous de la ligne $b d$.



Si on tient compte maintenant de ce que la partie vers m' (fig. 4) ou vers $a b$ (fig. 5) ne sera pas le moins du monde sollicitée — même par l'inertie — vers le lit S (fig. 4) mais ira toujours vers L₁, on voit que de nouveau à ce point de vue nous nous trouvons en plein dans les aléas et dans les mécomptes auxquels l'exposé des motifs fait allusion.

Et il n'y a pas moyen d'en sortir pour le coude d'Austruweel corrigé d'après un système semblable à celui de la figure 3 : toujours le nouveau lit se détachera de la courbe là, où les profondeurs sont grandes et où par conséquent le déplacement du lit sera une opération extrêmement vétilleuse.

Pour Ste-Marie les projets Mavaut et Lagasse tels qu'ils figurent à la page 1033 des procès-verbaux de la commission de l'Escaut y échappent mais le projet de l'exposé des motifs, celui dont on a parlé aux Chambres et ceux de M. Troost (1) y sont en plein, et maintenant nous pouvons dire expressément que de tels tracés sont mauvais.

Reste encore, pour tous les projets corrigeant les coudes par l'extérieur, la redoutable question du barrage de l'ancien lit. Nous nous trouvons, de nouveau, devant la question de la rupture des batardeaux et devant l'établissement de nouveaux barrages, dans le lit de l'ancien Escaut comme c'était le cas pour la Grande Coupure.

MM. Conrad et Welcker ont exposé d'une manière saisissante la grandeur du travail et ses difficultés dans les rapports qu'ils ont adressés à la ville d'Anvers, et il est inutile d'y revenir.

Les coupures proposées par les divers auteurs ont des longueurs comprises entre la moitié et les deux tiers de l'ancienne Grande Coupure et une partie importante des objections faites dans cet ordre d'idées subsiste (mais en proportions plus réduites) dans les projets envisagés ici.

*
* *

Mais il en est autrement pour les corrections par l'intérieur.

Ici, pas de question de barrages à rompre ou à conserver (du moins en ce qui concerne mon projet) donc suppression de tout aléa de ce genre. Les digues que nous établissons ne séparent *jamais* une fouille de l'Escaut ni un espace soumis

(1) Il est vrai que M. Troost prévoyait l'exécution de son nouveau lit par ripages ce qui modifie la difficulté sans toutefois en faire disparaître ni l'origine ni l'essence.

à la marée d'un autre à l'abri de la marée avant que le passage par le nouveau lit soit entièrement établi.

Ici, non plus, rien à redouter des courants inconnus des grands fonds de l'Escaut. Je n'ai pas à estimer ni à deviner ce qui se passera dans des coudes ou des régions où il y a des éléments du régime qui ne sont pas clairement expliqués.

Les corrections par l'intérieur partent des points d'inflexion où la profondeur n'est pas en dehors des limites des instruments hydrographiques qu'on a en Belgique; elles interviennent dans les courants pour les modifier là où ils sont les plus réguliers c'est-à-dire là où il y a le moins de différence entre le courant sur la rive convexe et sur la rive concave.

Ici, non plus, pas de doute quant à l'influence de la correction sur la cours futur des eaux.

Les corrections par l'intérieur sont toujours plus courtes que l'ancien lit du fleuve donc la question de pente entraînera toujours les eaux plutôt vers le nouveau lit que vers l'ancien et, ceci spécialement en ce qui concerne mon tracé, l'inertie des masses d'eau, en jusan surtout, les entraîne vers la courbe d'Agnési.

Il est universellement admis, en effet, qu'aux environs du Draaiende Sluis le jusan se porte sur la rive droite de l'Escaut : c'est donc que l'inertie — si on veut — porte le fil de l'eau vers le Nord. Or c'est là justement que je présente à ce fil de l'eau un lit orienté suivant sa propre direction et où il sera entraîné par la question de pente. On pourrait faire un raisonnement analogue pour l'extrémité aval de la courbe d'Agnési.

Mon tracé réalise — et je crois bien qu'il est seul à le réaliser — la concordance entre les deux sollicitations qui sont contradictoires dans tous les autres projets.

Au point de vue hydraulique, la correction par l'intérieur d'une boucle peut donc seule donner à la fois l'harmonie entre les divers éléments qui interviennent pour mouvoir les volumes d'eau, elle donne seule la sécurité quant à la question des atterrissements et la correction par l'extérieur apparaît comme un moyen dangereux et inefficace de résoudre le problème.

§ 5. RAISON NAUTIQUE.

Les raisons de préférer les corrections par l'intérieur exposées dans les deux paragraphes précédents ont été vues, ou entrevues tout au moins, par certains des ingénieurs qui se sont occupés de l'Escaut.

Celle qui fait l'objet du paragraphe actuel a donné lieu aux appréciations les plus fausses. Il est vrai que c'est une question de navire assez étrangère aux préoccupations habituelles de ceux qui ont étudié le fleuve pour y apporter des améliorations.

Je trouve indiquée explicitement cette opinion fausse dans l'un des discours qui ont été prononcés dans la première Commission de l'Escaut (1).

« M. Troost. — Le projet B allonge le cours du fleuve de
« 2 kilomètres.

« M. Delvaux. — Deux kilomètres dites vous?

« M. Troost. — Oui, mais étant donnée la correction qu'il
« apporte au tracé et au lit du fleuve *les navires pourront y*
« *circuler avec des vitesses plus grandes qu'aujourd'hui* (2) de
« sorte que leur arrivée à Anvers ne sera guère retardée. »

Voilà l'erreur, et je vais la faire voir.

Tout le monde admet que la navigation en ligne droite est la plus facile et la plus sûre. Ce qui est toujours vrai.

Mais on admet, du même coup, implicitement ou explicitement, que la navigation suivant une trajectoire courbe est d'autant plus malaisée et d'autant plus dangereuse que le rayon de la courbe est plus petit. — Ce qui n'est plus toujours vrai.

Ce n'est vrai qu'en eau de profondeur infinie; c'est déjà moins vrai quand la profondeur de l'eau est suffisamment faible pour qu'on ne puisse plus la considérer comme infinie; et ce n'est plus du tout vrai quand — comme dans les fleuves — la courbure de l'axe du fleuve et par suite la courbure de la

(1) Procès-verbaux des séances, p. 839.

(2) C'est moi qui souligne.

trajectoire des bateaux a une influence sur la profondeur de l'eau.

Et il n'est surtout pas démontré que si un bâtiment peut circuler à une vitesse déterminée dans l'Escaut actuel, on pourra, parce qu'il y a des courbures moins accentuées dans le nouveau lit, « *y faire circuler ce bâtiment à des vitesses plus grandes* ».

Aucun ingénieur de Marine n'eût souscrit à une proposition rédigée en termes aussi absolus en présence de ce qu'on sait sur l'influence du fond sur la vitesse du navire.

Les essais faits en Angleterre avec les contre torpilleurs de la « River Class » en sont une preuve indéniable. J'ai rendu compte de ces essais dans les « Annales des Ingénieurs de Gand » (1), d'après un mémoire de M. Harold Yarrow.

Il s'agissait ici de faire courir des bâtiments de dimensions relativement réduites (225 pieds de long, 23 ½ pieds de large et 600 tonnes de déplacement seulement) dans une nappe d'eau pratiquement infinie dans tous les sens hormis celui de la profondeur; et, parmi les résultats de ces expériences, on a constaté « que les machines travaillant à 100 livres de pression « (6 atm. ½ environ) et le navire filant 19 nœuds, en passant « d'une profondeur de 55 pieds (17 m.) à une profondeur de « 24 (7^m30) *la résistance a crû dans des proportions énormes* (2) « ce qui est démontré par ce que les pressions étant constantes, « le nombre de tours est tombé de 278 à 250.

« Simultanément l'inclinaison se trouva augmentée de 2 ½ « pouces à près de 5 pouces pour une longueur de 20 pieds « (0^m013 par mètre à 0^m025 par mètre) et la hauteur de la « vague augmentait ».

Ainsi qu'on l'a constaté la courbe qui représente la puissance effective en chevaux vapeur en fonction de la vitesse du bateau a une forme assez inattendue dans les eaux peu profondes. Il paraîtra certainement extraordinaire à un ingénieur étranger

(1) Troisième série. Tome V, 2^e fascicule 1906, pp. 81 et suivantes.

(2) C'est moi qui souligne.

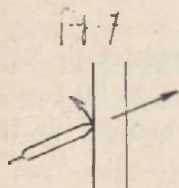
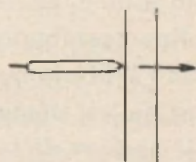
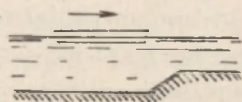
aux choses de la marine que « pour faire courir un bateau de
« ce type à une vitesse de 19 nœuds il faille *moins* de force
« que pour faire courir le même bateau à la vitesse de
« 18 nœuds et qu'il faut la même force pour le faire courir à
« 18 nœuds ou à 20 nœuds.... pourvu que la profondeur de
« l'eau soit de 45 pieds anglais. »

Il paraîtra encore beaucoup plus extraordinaire que cette anomalie n'existe plus, *pour ces vitesses*, quand la profondeur diminue ou augmente mais qu'elle se déplace sur le diagramme pour se manifester à d'autres vitesses avec les changements de la profondeur (1).

En tout cas le fait est bien établi par le raisonnement comme par l'expérience.

Cela étant, imaginons un bâtiment navigant dans une eau profonde et abordant un talus sous-marin perpendiculaire à sa direction (fig. 6). Le supplément de résistance qu'il rencontrera se traduira par une augmentation de son inclinaison d'avant en arrière et un subit ralentissement de la vitesse de translation; il n'y aura aucun autre phénomène particulier qui se produira dans la propulsion du bateau. Imaginons, en second lieu, que la trajectoire du bateau

fig. 6



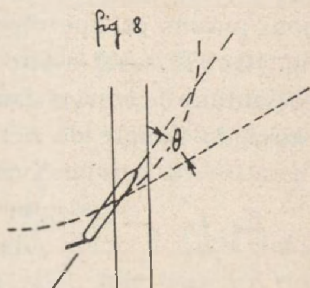
coupe le talus sous-marin sous un angle différent d'un angle droit (fig. 7). Dès lors la résistance supplémentaire qui se produira sera beaucoup plus importante sur tribord

que sur bâbord puisque les masses d'eau mises en mouvement par le navire réagiront beaucoup plus fort contre la paroi du talus que contre l'espace indéfini qui s'étend à bâbord.

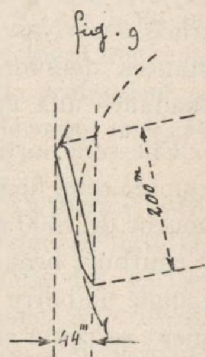
(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*. Troisième série. Tome V, 2^e fascicule, p. 83.

Le bâtiment embardera sur bâbord et le timonier devra donner un coup de barre pour remettre le bateau dans sa route.

Imaginons, enfin, que notre navire, au lieu de courir en ligne droite navigue en courbe. J'ai expliqué antérieurement (1) que les bateaux n'avaient plus dans ce cas leur axe tangent à la courbe qu'ils décrivent mais qu'ils ont un angle de dérive θ (fig. 8) dont la valeur peut atteindre plus de 7° . Au lieu d'aborder le talus sous-marin par la pointe de l'étrave, ils l'aborderont donc par le flanc et l'embarquée sera beaucoup plus considérable que dans le cas précédent, d'autant plus que la barre étant (pour la giration du bateau) à tribord le navire ne demande qu'à abattre sur bâbord.



On pourra se faire une idée de l'importance que peuvent acquérir les réactions qui se produiront ainsi en songeant que la largeur occupée par le bateau le long de sa trajectoire peut s'augmenter de 12% de sa longueur du chef de l'angle de dérive c'est-à-dire, pour le traduire en chiffres, qu'à cause de l'angle de dérive un navire de 20 m. de large et de 200 m. de long occupera une zone de 44 m. de largeur quand il naviguera en courbe dans la direction indiquée par la flèche dans la figure 9.



Ceci établi, appliquons maintenant ces données aux courbes de l'Escaut.

Les corrections par l'extérieur, quelles qu'elles soient, procèdent toujours par longues courbes à courbures constantes sur des étendues de plusieurs hectomètres et même de plusieurs

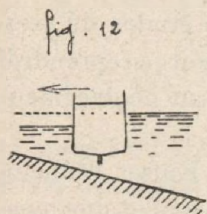
(1) Les grands navires dans l'Escaut rectifié (1907).

considérer l'Escaut comme pratiquement infini à ce point de vue.

Il en est autrement du côté de la rive concave. Si les bâtiments de mer restent bien à une centaine de mètres de la laisse de basse mer, on ne peut tout de même pas négliger l'action du talus sous-marin sur une partie importante de cette largeur.

Il résulte des études et des expériences faites que le bâtiment se mouvant hors de l'axe d'une rivière crée entre lui même et les rives une dépression des eaux, dépression d'autant plus forte que l'on est plus rapproché des rives, et qui, dans le cas spécial d'un grand navire à double hélice, sera encore augmentée à tribord (fig. 11) parce que le courant de décharge de l'hélice tribord est libre tandis que celui de l'hélice bâbord vient donner contre le safran du gouvernail.

Cette dépression que nous représentons sur la fig. 12 aura pour effet d'attirer l'arrière du navire vers la rive concave, et elle viendra donc d'ajouter à l'effet de l'angle de dérive et de la tendance aux embardées pour faire venir le navire sur bâbord.



De sorte que finalement on voit que, contrairement à ce que l'on pourrait croire tout d'abord, le danger dans les courbes, dans les longues courbes surtout, où l'effet de la dérive et de la dépression ne se produit pas alternativement sur chaque bord comme dans les sinusoïdes, ne réside pas sur la rive concave, mais bien sur la rive convexe aussi bien pour les embardées qui se produiront toujours vers la rive convexe par suite de l'existence de l'angle de dérive qu'à cause de cet angle même qui peut devenir extrêmement dangereux dans le cas où l'on voudrait — ou bien dans le cas où l'on devrait — accélérer l'allure du bâtiment.

Il ne peut donc pas être question, comme on l'a fait, de décider tout d'une fois, parce qu'on a changé le cours du fleuve, de « faire circuler les navires à une vitesse plus grande » pour qu'ils n'aient pas de retards dans leur arrivée à Anvers.

La chose demande un examen beaucoup plus serré que celui qu'on a fait jusqu'à présent.

Ce que l'on peut dire, dès à présent, sans examen autre que les études déjà faites, c'est que les deux éléments capitaux qui doivent intervenir au moment où on doit redresser partiellement ou totalement la barre d'un navire sont :

1^o) la profondeur d'eau sous la quille.

2^o) la grandeur de la section transversale du fleuve dans le cas où (comme dans l'Escaut) elle n'est pas illimitée.

Ce sont ces deux éléments qui auront une influence prépondérante sur la sécurité de manœuvre dans les courbes et sur la vitesse que les navires pourront prendre dans le fleuve.

La vitesse critique, dont j'ai parlé antérieurement, est extrêmement sensible à la question des profondeurs non seulement au point de vue de la grandeur de la vitesse mais aussi quant aux résistances que le navire rencontrera de la part des eaux limitées. Le diagramme publié dans les Annales (1) montre qu'on peut prendre quatre nœuds de plus quand la profondeur augmente à peine de 4^m50 pour de petits torpilleurs de 600 tonnes filant 16 nœuds. On peut donc se représenter quelles irrégularités on aurait à redouter quand il s'agirait de navires de 10.000 à 20.000 tonnes, ou peut être encore plus grands.

Les surprofondeurs que l'on trouve dans les coudes un peu accentués de l'Escaut présentent donc ici une utilité incontestable quoiqu'on n'en ait pas fait mention jusqu'à présent et la théorie soutenue par M. de Smet de Naeyer et d'autres que « dans les courbes sinusoïdales les mouilles atteindront « des profondeurs trop grandes, inutiles et nuisibles » est certainement renversée quand on se place au point de vue nautique. Quelques uns des échouements survenus dans certains fleuves et pour lesquels on a dit que « le navire n'obéissait plus au gouvernail » n'ont d'autre cause qu'une déviation ou une embardée de ce genre.

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*, Troisième série, Tome V, 2^e fascicule, page 83.

La gouverne est toujours moins facile et surtout moins sûre (on ne commande pas aux embardées qui se produisent quasi instantanément) dans les longues courbes à courbure constante, même quand elle est relativement faible que dans une série de courbes et contre courbes à rayons de courbures présentant des variations convenablement étudiées.

Il n'y a pas une seule correction par l'extérieur qui échappe à cette objection et, en réalité, il est matériellement et pratiquement impossible qu'elles y échappent quand on commence à les tracer comme le montre la fig. 3 ci-dessus. Je peux signaler comme spécialement défectueux à ce sujet le projet Lagasse qui montre une courbe de 5400 m. de rayon développant un arc de près de 5000 m.

Finalement, je peux faire observer que ces grands rayons de courbure sont parfaitement superflus pour le passage en vitesse des grands navires car j'ai montré antérieurement (1) que le rayon de giration d'un bateau ne croît pas avec la vitesse du bâtiment.

* * *

Il me reste maintenant à faire voir que les corrections par l'intérieur ne prêtent pas le flanc à de pareilles objections.

Et d'abord, ces corrections partent de points d'inflexion de l'Escaut et non de sommets de courbes comme les corrections par l'extérieur. On ne doit donc, déjà, pas aborder le nouveau lit avec la barre sur un bord. Elle pourra être — elle sera même si la manœuvre est bien faite — steady au moment où le bateau s'engagera dans le nouveau lit ce qui est une sécurité et une facilité pour les manœuvres à faire ultérieurement, un navire étant naturellement beaucoup plus sensible à une inclinaison de barre allant de 0° à 5° qu'à une qui va de 20° à 25° quoique le déplacement angulaire du safran du gouvernail soit le même.

(1) Les grands navires dans l'Escaut rectifié.

Quand on commencera à donner de la barre, au lieu de devoir tout à coup comme dans le projet de l'exposé des motifs compter avec un rayon de 1400 ou de 1600 m. et ultérieurement avec des courbures moindres, on pourra partir avec un très faible angle de barre et l'augmenter petit à petit progressivement jusqu'au moment où on atteindra le sommet de la courbe. Il suffira que le coup d'œil du pilote s'accoutume à la diminution graduelle du rayon de courbure — et cela se voit très bien de la passerelle d'un navire — pour qu'il puisse aussi graduer lentement l'angle de barre et ceci est particulièrement intéressant parce qu'un navire n'embarde jamais pendant qu'on augmente l'angle de barre.

Comme — je parle maintenant surtout pour mon projet — les variations de courbure sont continues et n'ont qu'une seule période régulière de montée et de descente dans toute l'étendue de la correction que je donne au fleuve, on ne pourra se figurer une circonstance quelconque qui amènerait une seule embardée dans tout le parcours modifié.

Comme, aussi, la profondeur va en croissant à mesure que le rayon de courbure diminue, ainsi que le montrent les sections transversales (1), et que de plus, les sections, au sommet de la courbe sont de 30% plus grandes, à marée basse qu'au point d'inflexion voisin en amont, on se trouve dans les meilleures conditions pour que l'angle de dérive et les réactions du fond soient le moins à craindre.

Au point d'inflexion la barre est droite et le navire se trouve au milieu de la rivière; au sommet de la courbe il y a 5^m40 de profondeur en plus qu'au point d'inflexion et la section est de près d'un tiers plus ample, de sorte que les réactions de l'eau sont atténués dans une large mesure.

Enfin, au sortir de la courbe, en diminuant lentement l'angle de barre le redressement naturel qui en résulte pour le navire en mouvement permet seul — à cause de la dimension appro-

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*, Tome XXIII, 1900, 3^e livraison.

priée de la courbe — de laisser le navire revenir à la gouverne steady pour le point d'inflexion suivant; et la navigation en remonte est aussi aisée que celle en descente à cause de la symétrie de la courbe d'Agnési.

Ce sont là des qualités nautiques que l'on chercherait vainement dans des projets de corrections par l'extérieur.

Ici donc encore, comme pour les raisons précédentes la correction par l'intérieur présente une meilleure disposition à la fois pour la gouverne et pour la vitesse des navires que la correction par l'extérieur et d'autant plus que cette dernière est plus longue comme développement et plus uniforme comme courbure.

§ 6. RAISON ÉCONOMIQUE.

La préférence qu'il convient de donner aux corrections par l'intérieur et surtout les nuisances qui résultent d'une correction par l'extérieur d'après tout ce qui précède montrent maintenant comment et pourquoi j'ai obstinément conservé intact — ou à peu près — le coude d'Austruweel.

Certains ont découvert que l'entaille que je voulais faire au coin de Borgerweert donnerait un banc se reformant toujours. Comme cette correction ne doit servir qu'au dessus du niveau de marée basse et plus spécialement vers marée haute, ainsi que je l'ai expliqué depuis 1896 (1) cette découverte cadrerait exactement avec ce que j'ai dit et ceci me dispense d'entrer dans de nouvelles explications.

Si on veut bien aussi se reporter à la fig. 9 de ma « Note sur le nouveau projet du Gouvernement » (2) on verra que la correction maxima que je disais admissible pour le coude d'Austruweel, cadre précisément avec la tolérance que peuvent donner les tangentes A S et A₂ S de la fig. 2 de la présente note, de sorte qu'on peut résumer pour ce coude en une phrase

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*, Tome XIX, 1^{re} livraison 1896.

(2) " " " " V, 2^e fascicule 1912.

lapidaire la vraie conception « sans aléas et sans mécomptes », dont parlait M. le Ministre des Travaux publics en disant :

« Ou bien, on désaffectera une partie importante des installations actuelles d'Anvers à l'Escaut suivant un tracé tel que Mavaut ou moi l'avons esquissé en 1900, ou bien tout ce qu'on fera au coude d'Austruweel pour en changer notablement la forme sera nuisible. »

Si on additionne le nombre de millions que représente ce qu'on devrait désaffecter, le nombre de millions que coûtera ce qu'il faut réédifier pour remplacer les éléments désaffectés, les frais, pertes, dépréciations de toute nature qui en résulteraient, je crois pouvoir dire que personne n'insistera pour exécuter, (même abstraction faite des questions techniques et au seul point de vue économique), des travaux semblables à ceux qui résulteraient d'une correction par l'intérieur du coude d'Austruweel.

Mais ceci ne constitue pas une raison pour vouloir bon gré, mal gré, faire une correction par l'extérieur où les déboires seront encore bien autrement supérieurs aux avantages que dans le cas d'une courbe par l'intérieur.

Passant maintenant à la correction d'un coude tel que celui de Ste-Marie, on voit par toutes les considérations qui précèdent que, malgré tout, la question des rayons de courbure minima ou de ces rayons dans toute l'étendue de la correction, domine implicitement ou explicitement la question.

On peut, par suite, aborder à ce point de vue, le problème un peu autrement et se dire : donnons nous pour corriger une boucle sinusoïdale un rayon minimum R . Quel est le travail qui nous donnera le moins de dépenses et par suite la plus grande célérité d'exécution?

Je vais comparer à ce point de vue un certain nombre de tracés en mettant en regard les longueurs des coupures mesurées suivant leur axe entre les digues du lit actuel de l'Escaut

et en limitant la comparaison au seul tournant de Ste-Marie.

PROJETS	Longueur du nouveau lit	Rayon de courbure minimum
Lagasse	ne corrige pas	1300 m.
Mavaut	ne corrige pas	1300 m.
Courbe d'Agnési	1.400 m.	1600 m.
Bovie-Dufourny	1.720 m.	1300 m.
Exposé des motifs	3.000 m.	1600 m.
Troost B	5.200 m.	2000 m.
Troost C	6 100 m.	2000 m.

On voit donc combien la courbe d'Agnési est plus favorable que tous les autres projets et elle l'est encore beaucoup plus qu'elle ne le paraît par ces chiffres.

Car, en réalité, on ne pourrait pas comparer la courbe d'Agnési qui n'a qu'un seul point avec un rayon de courbure de 1600 m. avec les autres projets qui ont leur minimum sur des centaines de mètres d'étendue. Il paraîtra plus équitable — au point de vue qui nous occupe maintenant — de comparer les autres projets avec le tracé circulaire tel qu'il figure dans nos Annales (1) et où nous voyons que la courbe d'Agnési remplace une circonférence de cercle de 2400 m. de rayon. Donc plus grands rayons et moindre longueur d'axe.

La vraie comparaison montre qu'au point de vue des travaux et à rayons équivalents la correction par l'intérieur l'emporte de très loin sur tout tracé — bon ou mauvais — qu'il est possible de faire par l'extérieur.

Pour arriver à de moins bons résultats aux points de vue géométrique — hydraulique — nautique, il faudra dépenser deux ou trois fois plus d'argent et de temps pour une correction par l'extérieur que pour une correction par l'intérieur.

La chose est si évidente que nous avons pu voir, dans les documents parlementaires M. le Sénateur Coppieters, estimer à 17,000,000 de francs l'économie résultant des seuls terras-

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand* 1896, Tome XIX, planche V

sements si on adoptait mon tracé au lieu de celui du Gouvernement, et chiffrer à près de 30,000,000 de francs l'économie totale à réaliser ainsi, ce qui vaut certainement la peine qu'on s'y arrête un instant. Encore faut-il ne pas oublier que pour le tracé du Gouvernement certains travaux comme les 3.300 m. de quais en terre ferme à 5,000 fr. le mètre courant ne paraissent pas pouvoir être réalisés à ce prix.

Mais l'économie principale est celle du temps.

M. Coppieters estimait qu'on n'aurait avec le projet du Gouvernement l'écluse du Kruisschans qu'en 1923 et que les quais du Kruisschans seraient exploitables en 1919 et ceux d'Austruweel en 1928 seulement ! ce qui est certainement beaucoup trop tard, eu égard aux nécessités commerciales, pour les trois dates et surtout pour la dernière. Il a, d'autre part, estimé que mes quais d'Austruweel pourraient être finis de 1915 à 1918, mes quais du Kruisschans en 1918 et mes écluses du Kruisschans (à cause de leurs dimensions moindres que celles du Gouvernement) en 1920.

Ce sont là des chiffres fournis par un homme pratique, habitué aux grands travaux hydrauliques et qui méritent d'être retenus. Il n'est que fort rarement arrivé que des travaux fussent achevés avant la date prévue et on doit se demander si on peut encore faire attendre le commerce d'Anvers pendant onze ou seize ans au moins l'achèvement des quais à accostage direct.

L'engagement pris par M. le Ministre de « créer une communication directe facile et sûre entre les bassins et l'Escaut » avant l'ouverture d'un lit nouveau », fait qu'on ne peut vraiment pas penser à entamer le déplacement du lit dans le projet du Gouvernement ou le projet plus incurvé que l'on a fait entrevoir pour Ste-Marie avant que les écluses soient achevées et mises en service au Kruisschans.

Et s'il y a un mécompte visible dès maintenant pour le commerce d'Anvers, c'est assurément celui-là. Il n'est pas besoin de commencer les travaux pour l'apercevoir clairement.

Tout projet corrigeant un coude par l'extérieur participe dans une mesure plus ou moins étendue à ce défaut.

La situation du port d'Anvers exige maintenant des travaux aussi assurés que possible comme conception, et aussi courts que possible comme délai d'exécution.

Et ces conditions, seules les corrections par l'intérieur peuvent les réunir. Ce sont elles, seules, qui donnent des nouveaux lits assez courts pour pouvoir les faire vite, ce sont elles, seules, qui maintiennent au fleuve de longues parties comme celle d'Austruweel à Draaiende Sluis, qui sont bonnes pour la navigation, et en diminuant ainsi l'étendue des travaux, les zones douteuses, les questions vétilleuses comme la traversée de l'ancien fleuve par le nouveau, éludent dans la plus grande mesure possible les retards, les dépenses et les difficultés.

§ 7. VÉRIFICATION EXPÉRIMENTALE.

Maintenant que nous avons expliqué théoriquement la manière dont on doit améliorer chaque boucle d'un fleuve sinusoïdal on pourra, peut être, regretter qu'il n'y ait pas quelque expérience qui vienne corroborer ce qui précède. J'ai dit, moi-même, à diverses reprises, qu'il ne fallait user des comparaisons entre les rivières à marée qu'avec les plus grandes précautions et dans des conditions tout à fait étudiées. Aussi bien, il est extrêmement difficile de trouver matière à comparaison entre d'autres fleuves qui peuvent avoir des particularités importantes qui nous échappent et l'Escaut où il y a certainement de ces particularités (par exemple les courants dans les grands fonds).

Cependant, en cherchant bien, nous avons trouvé un terme de comparaison — pas très concordant, peut être, pas très explicite non plus, mais particulièrement homogène.

Nous avons vu dans les procès-verbaux de la Commission de l'Escaut qu'on avait parlé (1) des coupures faites à Heusden, Schellebelle et Appels, entre Termonde et Gentbrugge. J'ai obtenu finalement une note (2) qui les décrit avec des détails suffisants pour qu'il soit possible d'en faire usage.

(1) M. Maillet, p. 1037 des Procès-verbaux.

(2) Les coupures exécutées à l'Escaut en amont d'Anvers.

Il faut d'abord observer que la largeur de l'Escaut varie de 40 m. à 80 m. là où l'on a fait les coupures et que la profondeur moyenne à marée basse est de 3^m75 à 5^m00 et exceptionnellement de 6 m.

Le rapport de la profondeur à la largeur variait donc en chiffres ronds d'un dixième à un seizième. Il n'y a, bien entendu, plus de bancs, ni de schaars, ni rien de ce qui caractérise la rivière vraiment maritime. C'est dire que le courant de l'eau ne peut pas divaguer — ou ne le peut qu'à peine.

Dans l'Escaut que nous avons à améliorer, nous devons compter 700 m. de large et à peine 7 m. de profondeur moyenne sur cette largeur de sorte que le rapport que nous avons en vue est à peine un centième, ce qui forme déjà des conditions différentes.

Il y a lieu, ensuite, de tenir compte de ce que les coupures de la partie Termonde-Gentbrugge ont été faites dans un tout autre ordre d'idées comme tracé et comme but que celles que l'on veut faire dans la partie Anvers-Kruisschans.

Enfin, comme travaux de terrassements, directions de courants, digues, perrés, elles sont pratiquement négligeables vis-à-vis des coupures en aval d'Anvers.

Mais elles ne sont pas négligeables comme indications dans leurs résultats. Afin de les montrer clairement nous les avons réunies en un tableau.

COUPURES DE	Sections sous marée basse			Profondeur moyenne sous marée basse		
	creusées	après les travaux	plus tard	avant travaux	après travaux	plus tard
	m ²	m ²	m ²	m	m	m.
Klaverken	95	106	74	3.75	3.51	2.80
Heusden-Melle	92	88	75	4.06	3.20	2.83
Zwaenhoek	100	102	76	3.75	3.84	2.78
Wetteren amont	128	125	101	4.00	3.61	3.65
Wetteren aval	141	113	"	5.00	3.84	"
Schellebelle	160	153	"	5.04	3.87	"
Paardenweide	187	192	"	6.01	5.12	"
Appels	295	220	"	5.46	3.90	"

Au point de vue hydrographique ce n'est certes pas un succès : je ne nie pas que la navigation ne se trouve mieux actuellement de la situation réalisée que du temps du fleuve sauvage parce que les courants sont moins forts et le trajet plus court.

C'est là une chose qu'on pouvait réaliser parce qu'on avait de la profondeur de trop pour le genre de bateaux qui fréquentent cette partie de l'Escaut.

Mais cela n'empêche pas qu'on a perdu dans et par ces coupures, environ 25% de la section qu'on avait cru utile de creuser et à peu près la même proportion de la profondeur moyenne. On nous promet bien que lorsque le lit sera aménagé en entier il y aura du mieux dans la situation actuelle; mais ceci, nous ne le voyons pas encore clairement.

Ce que nous voyons clairement, et c'est là la chose la plus redoutable, c'est que des coupures relativement vieilles comme celle du Klaverken, ont encore subi des ensablements énormes. (comparativement à leur étendue) jusqu'en 1908 et qu'il en est de même dans plusieurs des suivantes.

L'expérience, in globo, des coupures de l'Escaut est donc mauvaise.

Si des aventures semblables devaient arriver dans l'Escaut en aval d'Anvers, nous aurions, à proprement parler, un désastre. Nous relevons, en effet, des coupures (Heusden-Melle et Zwaenhoek) où les profondeurs *moyennes* réalisées depuis les travaux sont *plus petites que les seuils les plus secs* qui existaient avant le creusement des nouveaux lits!

Or la « Note sur les coupures exécutées en amont d'Anvers », nous dit explicitement « qu'on crut prudent de ne pas réaliser « d'emblée les sections calculées afin d'éviter les ensablements » et « qu'en vue de prévenir ou du moins d'atténuer « les ensablements on n'a pas réalisé les sections admises en « principe : on a élargi et régularisé la cunette prévue au dessus « de la côte (+ 2.30). Mais en dessous de cette côte on a admis « des talus ayant seulement la moitié de l'inclinaison définitive sur l'horizontale. »

Malgré cette prudence et ces précautions les coupures se sont comblées comme le montre le tableau ci-après où les colonnes 3 et 4 montrent ce qu'on a gagné ou perdu en % de la section creusée, le signe — précédant les pourcentages figurant des ensablements et le signe + figurant des creusements.

COUPURES DE 1	Période de 2	Différence relative des sections mouillées sous marée	
		basse 3	haute 4
Klaverken	1902 — 1908	— 30 ‰	— 20 ‰
Heusden-Melle	1905 — 1908	— 22 7 ‰	— 14 ‰
Zwaenhock	1900 — 1908	— 23 ‰	— 14 ‰
Wetteren amont	1903 — 1908	— 24 6 ‰	— 19 1 ‰
Wetteren aval	1898 — 1908	— 20 ‰	— 12 3 ‰
Schellebelle	1885 — 1908	— 4 3 ‰	— 3 ‰
Paardenweide	1888 — 1908	+ 2 5 ‰	+ 4 6 ‰
Appels	1883 — 1908	— 25 ‰	— 11 ‰

Ces résultats nous font entrevoir que, si dans une rivière de profondeur relative aussi grande $\left(\frac{1}{10} \text{ à } \frac{1}{16}\right)$ que l'Escaut entre Gand et Termonde, on ne peut obtenir que les sections réalisées suivant une loi parabolique (1) adoptée pour toute cette partie du fleuve se maintiennent, il convient pour un fleuve de profondeur relative dix fois moindre de réunir toutes les conditions possibles pour que l'on n'ait pas de surprises dans le genre de celles qui, déjà, se sont manifestées sur la partie amont du fleuve.

Dans celle-ci les coupures effectuées sont toutes de celles que j'ai appelées au paragraphe 2 des coupures « à travers tout ». Elles ont réalisé à peu près tout ce que l'on nous a

(1) Les sections des coupures ont été réalisées suivant l'équation

$$\omega = 150 + 2,50 x + 0,25 x^2$$

dans laquelle ω représente la surface de la section mouillée sous la cote (+ 4,50) et x la distance en kilomètres de cette section au barrage de Gentbrugge.

expliqué dans le temps, être les vraies bases de l'amélioration des rivières à marées, à savoir :

les grands rayons de courbure se poursuivant sur des centaines de mètres de longueur,

les abaissements de niveau de marée basse et par suite une augmentation du volume de l'onde marée,

la suppression de beaucoup de courbes raides et par suite une plus facile propagation de cette onde,

un calibrage des sections suivant une loi régulière les faisant croître de l'amont vers l'aval.

Si malgré ces propriétés favorables ou soi-disant telles et malgré les précautions qu'on a prises de ne pas creuser entièrement la section théorique prévue par le calcul, on a eu des ensablements qui ont atteint jusqu'un quart de la section réalisée dans les coupures, c'est qu'il y a eu dans la conception de la manière dont il fallait les faire des défauts qui contrebalancent les avantages qui peuvent résulter des précautions et des propriétés énoncées.

Pour ne pas avoir des défauts semblables dans l'Escaut en aval d'Anvers, qui y est bien plus exposé que le fleuve en amont de Termonde et pour ne pas refaire un jour dans l'hydrographie maritime la même vérification que nous sommes obligés de constater maintenant dans l'hydrographie fluviale, il ne sera pas trop de réaliser toutes les conditions favorables que réunissent les corrections par l'intérieur aux divers points de vue que j'ai repris dans les paragraphes 3, 4, et 5, de cette note.

L'expérience, comme le raisonnement, montre donc qu'il faut faire autre chose que ce que la plupart ont jugé opportun de faire maintenant et quelle que faible et incomplète que soit l'expérience dont nous disposons, il serait téméraire de la négliger.

§ 8. CONCLUSIONS.

Il ne faut donc pas adopter des tracés où l'on peut dès aujourd'hui entrevoir des luttes entre l'ancien lit et le nouveau, des irrégularités dans les courants pendant les travaux, des

conditions nautiques défavorables, des conditions géométriques défectueuses et des délais d'exécution prolongés.

Tout ou partie de ces dangers se trouvent dans les corrections par l'extérieur, dans *toutes* les corrections par l'extérieur et il s'en trouve parmi eux qui ne sont évitables à aucun prix ni moyennant aucun délai.

Le deuxième principe que « le nouvel axe doit se trouver « dans la concavité de l'ancien » *doit* supprimer d'un seul coup la plus grande partie de ces aléas et des mécomptes qui en résulteront et, appliqué convenablement, il *peut* les supprimer tous.

On ne peut, évidemment, dans un projet qui coûtera des dizaines de millions et exigera des travaux gigantesques, espérer n'avoir pas un seul incident désagréable. Mais au moins, le deuxième principe étant observé, un accident survenant n'aura jamais, quoiqu'il arrive, l'ampleur d'une catastrophe dans les chantiers ou d'un désastre pour la navigation. Les conséquences d'une mésaventure, même grave, seront toujours enserrées dans des limites étroites et auront un caractère local.

Avec un projet tel que celui de l'Exposé des motifs ou un tracé plus incurvé à Krankeloon, ou pressent telles circonstances qui peuvent chaque jour survenir et qui seraient une véritable calamité pour l'entreprise et pour Anvers.

Je devrais donc, pour terminer cette note, exprimer le vœu que le deuxième principe soit adopté comme le premier (la loi sinusoïdale) l'a été. Mais les ingénieurs et les hommes de chiffres en général n'attachent qu'une assez mince valeur à des souhaits de ce genre.

Il me suffira donc d'exprimer l'opinion qu'il serait vraiment opportun, pour l'avenir, et même déjà pour le présent du port d'Anvers qu'il ne faille pas dix-sept ans pour adopter le deuxième principe, comme ce fut le cas pour le premier.

Et cela, d'autant plus qu'après le deuxième, il y en a encore un troisième.....

Ostende, le 7 septembre, 1912.

Redressement de l'Escaut en aval d'Anvers.

NOTE

SUR LE NOUVEAU PROJET DU GOUVERNEMENT

PAR

C.-J. VAN MIERLO,

Ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées,
Ancien Ingénieur de la Marine de l'État Belge,
Ingénieur principal de la Compagnie Internationale des Wagons-Lits.

§ 1. — RÉSULTATS ACQUIS ET PARTICULARITÉS DU NOUVEAU PROJET.

C'est le 20 février 1912 que le Gouvernement a déposé, sur le bureau de la Chambre des Représentants, un nouveau projet de Redressement de l'Escaut en aval d'Anvers. Nous aurons, dans cette note, à suivre d'assez près l'exposé des motifs du projet de loi qui le propose et à en extraire des tronçons de texte. Afin de ne pas dénaturer le sens de ce texte, je reproduis en annexe à la présente note le document officiel remis aux Chambres afin que le lecteur puisse toujours se reporter, dans ce document, aux considérations qui entourent les phrases que je détacherai et qu'ainsi leur sens général et leurs tendances puissent être appréciés en leur entier.

La curiosité des techniciens s'est d'abord dirigée vers le plan d'ensemble — dit plan B — qui accompagne l'exposé des motifs et nous avons pu immédiatement nous rendre compte des modifications profondes et radicales qui ont été

apportées aux idées du Gouvernement, quant aux principes fondamentaux de la solution à envisager.

D'abord — et c'est la chose essentielle, — la courbe à concavité unique allant du Kruisschans au quai du Rhin et formant l'élément principal du projet gouvernemental de 1905 a disparu. La Grande Coupure est abandonnée. Avec elle disparaît le plus redoutable danger qui menaçait l'extension et même la conservation du port d'Anvers et nous devons tous nous féliciter que cette calamité ait été évitée au commerce maritime, à la ville d'Anvers, et finalement à tout le pays.

Nous trouvons le lit de l'Escaut nouveau, proposé par le Gouvernement, composé de 3 courbes successives entre Anvers et Lillo : à savoir une du Kattendyk au Boomke, une seconde du Boomke au fort La Perle et la troisième du fort La Perle à Lillo.

Ces courbes n'ont jamais moins de 1600 m. de rayon de courbure hormis un petit tronçon du Kattendyk à l'écluse Royers où le rayon minimum est de 1400 m. C'est donc le système sinusoïdal qui l'emporte sur le système des corrections quasi rectilignes proposées par les ingénieurs qui suivent les théories de Franzius et naturellement nous considérons l'adoption de ce principe comme une amélioration considérable de ce qui avait été proposé en 1905 par M. de Smet de Naeyer.

Un autre élément, très important également, a été conçu autrement dans le nouveau projet que dans l'ancien : c'est l'écluse du Kruisschans.

En 1905 cette écluse était placée tangentielle aux rives du fleuve et on vantait cette disposition comme permettant aux navires d'avoir facilement accès du fleuve dans le chenal, précisément à cause de cette orientation tangentielle.

Nous avons, de prime abord, combattu vigoureusement cette conception et montré (1) combien la navigation serait

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*, Tome IV (1905) fasc. 1, pp. 56-58.

dangereuse par courant de flot pour les navires entrant dans l'écluse. D'autres (1) ont fait voir aussi que le brusque élargissement dû au chenal serait une cause très efficace d'envasement. Et finalement l'étude, plus serrée que divers ingénieurs — même partisans de la Grande Coupure — ont faite de l'emplacement de cette écluse a montré que réellement c'eût été commettre une faute grave que de l'établir comme le projet du Gouvernement de 1905 le montrait et, unanimement, on convint qu'il fallait remplacer l'écluse tangentielle par une autre dont l'axe ferait un grand angle d'incidence avec les rives du fleuve.

Enfin, nous reconnaissons aussi dans la position de l'écluse hors de l'axe du Canal Bassin un tracé que nous avons proposé le premier, croyons nous, dans notre note « Les Ecluses du Kruisschans » (Annales des Ingénieurs de Gand. Tome III (1910) fasc. 3, p. 312). comme étant la vraie solution à réaliser.

A côté de ces dispositions nous en trouvons d'autres plus nouvelles.

D'abord le coude d'Austruweel est amplifié vers le nord et comprend divers arcs de cercle qui mènent la rive droite à 230 m. du bassin América. La nouvelle rive gauche ne remontant pas jusqu'à l'ancienne rive droite, il s'en suit nécessairement que le déplacement du lit dans la section Kattendyk-Boomke devra se faire par voie de ripage.

La courbe suivante (Boomke-La Perle) est en majeure partie en dehors de l'ancien lit et au Sud de celui-ci. Et enfin la 3^e courbe (La Perle-Kruisschans) se confond avec le lit actuel du fleuve.

Parmi les particularités intéressantes du nouveau projet, on doit observer que l'auteur a donné partout une largeur assez sensiblement plus petite au lit corrigé qu'à l'ancien lit; nous aurons l'occasion de montrer au cours de cette note ce qu'il faut attendre de ceci; mais, dès à présent, nous pouvons

(1) G. Helleputte « Note sur l'avant projet d'extension des installations du Port d'Anvers » 1905.

remarquer les côtes comparées ci-après pour autant qu'on puisse les mesurer sur un plan aussi petit que celui dont nous disposons.

SITUATION.	LIT ANCIEN.	LIT NOUVEAU.
Boomke	640 m.	450 m.
Maison bleue	700 m.	550 m.
Fort La Perle . , . . .	740 m.	550 m.
Meestove	740 m.	560 m.
Kruisschans	800 m.	650 m.

Sur les quelque 12 kilomètres affectés par la nouvelle correction proposée nous avons donc une réduction de largeur de 180 m. en moyenne soit une diminution de superficie du lit de

2.160.000 m²

Ceci est compensé partiellement par le fait que le nouveau lit est plus long que l'ancien de 500 m. environ ce qui avec une largeur de fleuve de 550 m. correspond à une augmentation de superficie de

275.000 m²

de sorte que finalement la réduction du lit se monte, en chiffres ronds à 1.900.000 m² ce qui est certes un élément important dont nous reparlerons ultérieurement.

Les éléments nous font défaut jusqu'à présent quant aux profils, aux profondeurs; mais nous savons toutefois que l'auteur du projet espère obtenir l'accostage de navires des plus grandes dimensions — soit de 11 à 12 mètres de tirant d'eau — le long des quais qu'il prévoit à Austruweel et à Kruisschans.

Enfin, l'écluse prévue pour l'entrée dans le canal bassin est très grande : elle mesure 400 m. de longueur utile, 45 m de largeur et le seuil en sera placé à la côte — 12. de sorte que

le plateau de fondation supportant les bajoyers et le radier aura approximativement 3 *hectares* de superficie ce qui, vraiment, n'est pas ordinaire.

Le chenal qui donne accès à l'écluse a une longueur correspondante à celle-ci soit aussi environ 400 m.

Le canal-bassin voit sa largeur portée à 400 m., son orientation primitive à peu près maintenue mais il est déplacé tout entier vers le Sud-Ouest, et il se raccorde à la deuxième darse au moyen d'un embranchement coupé par trois ponts espacés de 300 m. environ d'axe en axe.

Sur ce canal-bassin, dont la disposition définitive est aujourd'hui encore plus au moins indéterminée, viennent se greffer des darses au nombre de 4 qui ont 250 m. de large et environ 1500 mètres de long. Hormis les 3 ponts et les bassins intermédiaires l'auteur a laissé toute l'installation intérieure du canal-bassin dans le vague. Il doit donc être entendu que cette partie du projet nouveau présenté par le Gouvernement est susceptible de modifications plus ou moins profondes, tant comme plan que comme côtes de fond, pour les bassins, ou de remblai pour les terre pleins ou que comme autres éléments qu'il n'est pas utile d'envisager en ce moment. Quant aux murs de quai que l'auteur du projet indique, ils comprennent deux parties : l'une de 4000 m. entre l'écluse du Kattendyk et le Boomke, sous la réserve toutefois que les 400 m. amont entre l'écluse susdite et l'écluse Royers ne seraient pas construits et une seconde partie de 1500 m. en amont de l'écluse du Kruisschans.

Cette dernière partie pourrait naturellement être prolongée en aval de cette écluse et il en résulterait une longueur totale, sur la rive droite, de 8000 m.

Sur la rive gauche, l'auteur compte sur 5800 m. de quais possibles et finalement il fait entrevoir que moyennant des travaux en aval du Kruisschans il pourrait encore ajouter 3000 m. de quais dans ce tournant modifié et sur la rive droite.

Les grandes lignes du projet étant ainsi connues nous allons

examiner successivement chacun des principaux éléments et nous commençons cet examen par l'aval.

§ 2. — L'ÉCLUSE DU KRUISSCHANS.

Le premier ouvrage de réalisation immédiate que nous rencontrons est l'écluse du Kruisschans.

L'exposé des motifs est assez sobre d'explications au sujet de cette écluse; il nous dit :

« L'emplacement de l'écluse est fixé au Kruisschans dans
« une situation des plus favorables au point de vue des
« profondeurs. Le chenal d'accès de cette écluse sera orienté
« par rapport à la rive comme l'est celui de l'écluse Royers
« à Anvers où l'entrée et la sortie des navires se font dans
« de bonnes conditions.

« Les dimensions de l'écluse seront de 400 m. de longueur
« utile, 45 mètres de largeur et son seuil sera placé à la côte
« (— 12) de sorte que par marée moyenne on trouvera à marée
« basse un mouillage de 12^m30. »

Il n'est pas contestable que l'entrée de l'écluse ne se trouve dans des eaux très profondes et qui le resteront. On sonde jusque 13^m3 (au maximum) dans le thalweg du fleuve devant l'écluse; le coude du Kruisschans n'est pas modifié par les travaux à prévoir dans un avenir relativement long puisque la modification entrevue en aval du chenal d'entrée n'est même pas envisagée en ce moment où l'on ne projette que les 1500 m. de quais en amont de ce chenal.

Le coude du Kruisschans ne changeant pas, le schaar de flot de ce coude n'a aucune raison de changer, du moins de façon importante et nous pouvons donc conclure sans aucun genre de doute que la profondeur de l'Escaut restera ce qu'elle est, soit de plus de 10 m. sur 225 m. de largeur et de plus de 8 m. sur 300 m de largeur.

Mais, hormis cette circonstance, on peut dire que tout, dans cette écluse, est malheureux et notamment les points suivants :

1^o *L'écluse est unique.*

C'est la première fois depuis une vingtaine d'années que

l'agrandissement du port d'Anvers est à l'ordre du jour que l'on voit proposer *une seule* écluse pour les grands bateaux — ou du moins qu'on voit publier cette proposition.

Nous avons su que, dans le projet de 1905, il y avait 3 écluses placées l'une à côté de l'autre; nous avons appris ultérieurement que ce nombre avait été réduit à 2 et nous n'avons jamais vu qu'on ne voulait en mettre qu'une seule : la plupart des personnes que leur situation ou leur intérêt poussait à étudier la question du canal bassin ont voulu deux écluses ou même davantage.

Nous avons entendu parler aussi des opinions émises au sein de l'Administration des Ponts et Chaussées et nous avons appris que certains fonctionnaires voulaient deux écluses accolées tandis que d'autres tenaient pour une écluse bassin de grandes dimensions. Il ne nous est pas donné de dire les résultats de ces conférences mais nous croyons bien savoir que les premiers ont fini par convaincre les seconds.

Quoi qu'il en soit, nous pouvons nous représenter le danger de l'écluse unique, d'abord en ce qui concerne le simple entretien des appareils de fermeture.

Si on doit réparer ou simplement entretenir les portes on doit pouvoir les retirer de leurs enclaves pour les mettre en cale sèche ou tout au moins pour les sortir de l'eau. Or à l'écluse Royers on a dû travailler 4 à 5 jours pour enlever une porte et la remplacer par une porte de réserve, c'est-à-dire que *pendant 4 à 5 jours pas un grand navire n'a pu franchir cette écluse*. Or il s'agit ici d'une porte de 330 tonnes pourvue de 445 tonnes de lest et donnant dans une passe de 22 m de large.

Ceux qui ont assisté au transport de cette masse depuis sa place normale jusqu'au fond du Siberia dock, où il a fallu la remiser auront gardé le souvenir des appréhensions justifiées et des précautions qu'il a fallu prendre pour l'enlever. Ces portes peuvent flotter, il est vrai; mais l'expérience de Zeebrugge et de l'écluse Royers est là pour montrer que ceci ne peut avoir lieu sans le secours de grues ou de flotteurs ou d'allèges (bien que le poids du volume d'eau déplacé puisse

être rendu supérieur au poids propre de ces portes) à cause de l'instabilité de ces portes quand elles ne sont pas dans leurs enclaves.

Qu'arrivera-t-il si on doit, quelque jour, manœuvrer une porte glissante de 20 m. de haut pour 45 m. d'ouverture et dont le poids propre croissant comme le carré de l'ouverture dépassera de très loin 1000 tonnes et dont le lest fera monter ce chiffre à plus de 3000 tonnes?

Qu'arrivera-t-il surtout si quelque jour la porte au lieu d'être droite, bien d'équerre et bien conditionnée a été avariée par un grand steamer, défoncée, gauchie, et finalement ne flottant plus?

Comment alors extraire cette masse pesant 3000 tonnes de l'alvéole où elle sera peut-être coincée?

J'entends bien que, moyennant temps et argent, on finirait quand même par l'en faire sortir mais il sera matériellement impossible de faire sortir du canal bassin tout bateau trop grand pour passer dans l'écluse Royers et pour peu que le trafic dans les bassins ait augmenté, il y aura un tel encombrement devant celle-ci que, même pour les navires pouvant y passer il y aura des retards, des pertes et des procès.

J'oppose à ce danger perpétuel — et à Anvers on le redoute assez car la même situation existe en ce moment pour l'écluse Royers — la sécurité qu'assure mon système d'écluses en fourche (1) et surtout la séparation des navires à l'entrée et à la sortie.

Dans le chenal de l'écluse prévue au projet du Gouvernement et dans l'Escaut en aval de ce chenal, nous aurons aussi un mouvement très actif de navires de toutes dimensions dont les trajectoires viendront se couper vingt fois et augmentent ainsi les chances de collision et d'avaries. On se souviendra que dans mon système d'écluses chacune d'elles présente la particularité que les bateaux qui y passent naviguent toujours tous dans le même sens. Et je sou mets en toute confiance aux

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*, Tome III (1910), fasc. 3.

réflexions de toute personne compétente le choix entre le projet du Gouvernement et le mien à ce point de vue.

2^o L'orientation de l'écluse.

La question de l'orientation mérite aussi un examen plus serré que celui qui résulte de l'exposé des motifs.

Et d'abord la comparaison établie par l'auteur du projet est-elle admissible?

En ce qui concerne l'écluse Royers, on peut se demander si le choix de l'orientation a bien été libre. Comme on sait, cette écluse a dû être établie en tenant compte de la Grande Coupure qui aurait dû entailler une partie du chenal. Elle devait aussi tenir compte de la disposition du fleuve actuel, du fleuve futur, du bassin Lefebvre et, finalement, tous les points de sujétion étant observés la situation de l'écluse s'est imposée.

Il est à remarquer au surplus, qu'au moment où on projetait et où on commençait l'écluse Royers (1905) la Grande Coupure semblait avoir les plus grandes chances de passer et une fois que celle-ci aurait été faite, le chenal de l'écluse Royers regarde vers l'amont tandis que l'écluse du nouveau projet regarde vers l'aval.

L'auteur du projet ne manquera pas d'objecter qu'il considère l'entrée *actuelle* que franchissent les navires et non l'entrée future dans le cas de co

Mais à ceci on peut répondre que le plus grand navire qui ait

Fig 1

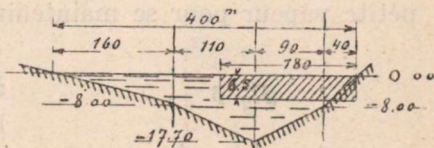
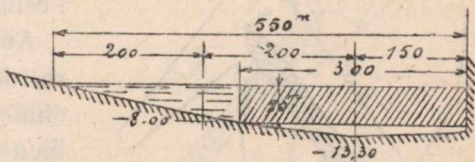


Fig 2



jamais franchi l'écluse Royers n'a pas 180 m. de longueur et que le radier n'en est établi qu'à la côte — 6.50, de sorte que le plus grand navire qui peut se présenter à mer basse devant l'écluse Royers n'oblitérerait qu'un tiers de la section transverse du fleuve tandis qu'un navire de 300 m. de long et de 10 m. de tirant d'eau se présentant dans les mêmes conditions de marée devant l'écluse du Kruisschans dans le nouveau projet du gouvernement oblitérerait les $\frac{2}{3}$ de la section transversale que le projet laisse au fleuve (fig. 1 et 2).

On peut donc, dès à présent, se rendre compte de l'effort énorme que les courants de marée exerceraient sur la coque de ce navire et la peine qu'on aurait à le faire entrer avec sécurité.

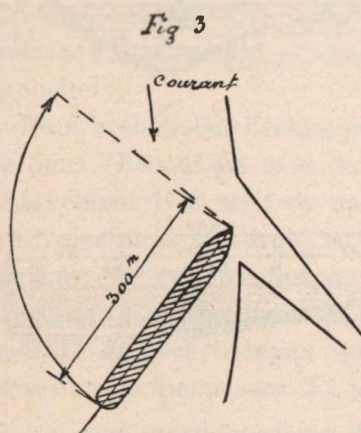
Au surplus, comme très généralement les navires entreront au moment du flot, de la marée montante, on voit de suite que l'écluse sera extrêmement défavorable pour la navigation.

Un navire remontant l'Escaut doit, pour être en sûreté, éviter de façon à avoir la tête au courant pour accoster les quais ou pour faire l'entrée de l'écluse. Imaginons que cette opération ait réussi et que notre steamer soit à la hauteur de l'écluse, la tête orientée vers l'aval, et battant en avant à petite vapeur pour se maintenir en place contre le courant.

Il doit se rapprocher petit à petit de l'embouchure de l'écluse dans laquelle il ne peut absolument pas pénétrer attendu que son axe est perpendiculaire à l'axe de l'écluse (fig. 3).

Aucune manœuvre d'amarre, de gouvernail ou de machine ne peut l'aider car pour bien faire il faudrait qu'il décrive un quart de cercle autour de son étrave comme centre et nulle part à l'arrière

il ne trouve un point d'appui pour faire un effort.



La seule solution consistera donc à atteler des remorqueurs à babord arrière et à les faire travailler à toute vapeur pour redresser le navire dans la direction de l'axe de l'écluse.

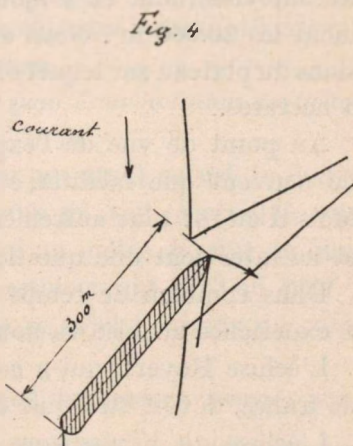
Je laisse à penser quelle sera la force à déployer en comptant que le longitudinal immergé d'un navire de 300 m. de long et de 10 m. de tirant d'eau présentera une superficie de 3000 m² frappée par un courant faisant 40 à 60 m. par minute et qu'il faudra qu'on mette pareille surface en travers du courant dans une section qui n'a, à mer basse, que 4500 m² !

Il est insensé d'espérer qu'on fera cela en toute sécurité. Admettons cependant qu'on y arrive. L'avant du navire sera entraîné vers la pointe aiguë entre le quai et le chenal et il faudra exercer les plus violents efforts pour pouvoir maintenir le bateau à distance de cette pointe. Si une amarre vient à se rompre c'est une catastrophe inévitable qui se produira. De sorte que, finalement, l'opération d'entrer un grand navire dans les bassins constituera un véritable tour de force.

Nous ignorons quel est l'auteur du projet; mais, dès ce moment, nous pouvons affirmer que, sûrement, ce n'est pas un navigateur....

J'oppose encore une fois à ce dispositif, si défavorable, celui qui est fourni par mon tracé, et qui laisse le navire s'engager orienté la tête au courant dans le chenal de l'écluse, permet de le laisser toujours oblique vis à vis du courant et lui permet de se servir de sa propre machine pour progresser vers l'écluse.

Considérons en effet le navire au moment où il s'engage dans le chenal de l'écluse et imaginons qu'on ait pris une amarre à terre du côté tribord. Tant qu'on tiendra l'amarre tendue l'étrave du navire



ne peut faire autre chose que décrire une circonférence de cercle autour du point de fixation de l'amarre comme centre.

Les hélices étant en mouvement, le navire tendra à remonter le chenal et, comme l'avant tourne, l'arrière se dispose de lui même dans la direction voulue pour pénétrer dans le chenal et au fur et à mesure que cette orientation s'améliore, on peut lâcher l'amarre et laisser avancer le bateau.

La force de la machine du steamer est donc prépondérante d'abord pour assurer la direction du navire, ensuite pour en faciliter la rotation et enfin pour l'écarter de la rive qu'il a à tribord.

Si maintenant le bateau a un remorqueur à l'arrière on voit que toute la force de ce remorqueur est disponible pour venir en aide à quelque manœuvre spéciale et que jamais il n'aura à employer une puissance aussi considérable que celle qu'il lui faudrait avec le dispositif d'écluse du gouvernement.

3^o *Les dimensions de l'écluse.*

L'auteur nous annonce une longueur utile de 400 m. et une largeur de 45 m. Cela fera une superficie de sas de près de deux hectares et la superficie totale du radier compris entre les bajoyers (donc en y ajoutant les têtes) dépassera notablement les 20.000 m². Nous avons déjà indiqué que les dimensions du plateau sur lequel on montera les bajoyers dépasseront 3 hectares.

Au point de vue de l'exploitation ces grandes dimensions ne peuvent que faciliter et accélérer le passage des navires. Mais il en est tout autrement au point de vue de l'exécution et ici intervient une question capitale.

Dans combien de temps cette écluse sera-t-elle terminée? L'expérience acquise va nous l'indiquer.

L'écluse Royers, qui a coûté, complète, environ 8 millions de francs, devait être finie en 3 ans et en a duré 4, en réalité.

L'écluse du Kruisschans telle qu'on la prévoyait jusqu'à présent, c'est-à-dire de 305 m × 33 m a été évaluée à 20 millions environ et l'ingénieur en chef de la ville d'Anvers a évalué

la durée de construction au moins à 7 à 8 ans. Il n'espérait donc pas terminer ce travail avant 1920 (1).

Or, il s'agit maintenant d'un ouvrage de superficie de radier double de l'écluse type Panama et quintuple de l'écluse type Royers : on peut, sans crainte d'être taxé d'exagération, estimer qu'il faudra bien allonger le délai de l'écluse type Panama de 50 % et qu'il faudrait compter onze à douze ans pour finir un ouvrage semblable dont, au surplus, il n'existe pas encore le moindre plan.

La partie importante et difficile de l'ouvrage consiste en effet dans le radier qui devra avoir une structure formidable pour pouvoir résister sur une pareille largeur (45 m.) aux efforts qu'il aura à subir et si on admet le chiffre de onze à douze ans, je calcule qu'il faudra que les travaux soient poussés deux fois plus activement qu'ils ne l'ont été à l'écluse Royers ce qui paraîtra bien extraordinaire aux personnes compétentes qui ont eu l'occasion d'assister, ne fut-ce qu'en spectateur, à la construction de cet ouvrage par MM. Coiseau et Cousin.

Or, si nous nous reportons à l'exposé des motifs nous verrons que : « en aucun cas l'accès des navires au port d'Anvers ne doit être rendu impossible, ni même difficile. C'est pourquoi le Gouvernement s'est engagé à créer une communication directe, facile et sûre entre les bassins et l'Escaut avant l'ouverture d'un lit nouveau.

« Quel que soit le système adopté pour l'amélioration du fleuve cet engagement doit être tenu. »

Cela veut dire qu'on ne touchera pas au lit actuel du fleuve avant que l'écluse du Kruisschans ne soit accessible aux navires c'est-à-dire qu'on n'aura ni un mètre de mur de quai en plus, ni un accès de plus aux bassins avant 1923 ou 1924.

Je serais curieux de connaître à ce sujet l'opinion du commerce Anversois.

Il est infiniment probable qu'on ne pourra résister aux

(1) Commission d'études des questions relatives à l'amélioration de l'Escaut en rade et en aval d'Anvers. Procès-verbaux des séances p. 710.

instances de ce commerce pendant tout ce temps et que, si on est parvenu à construire des quais dans certaines parties des nouvelles rives, on marchera vers la période troublée du cours du fleuve sans attendre l'ouverture de l'écluse du Kruisschans, circonstance qui sera examinée dans un prochain paragraphe.

Au surplus ces énormes dimensions de 400 m. $\times$ 45 m. ne se justifient par rien.

Les écluses type Panama suffiront pendant des années encore à la plus grande navigation océanique.

C'est ainsi que le port de Londres vient d'adopter pour deux nouvelles écluses à construire les dimensions suivantes : South Albert dock 244^m de long, 30^m50 de large et 13^m75 sous marée haute et North Albert dock, 305^m $\times$ 36 $\times$ 15^m86 sous marée haute. ; il n'est donc nullement besoin d'exagérer, dès à présent, à tel point la longueur et la largeur de ces ouvrages; surtout étant donné que l'écluse qu'on va mettre au bout du canal bassin est située hors d'axe de ce canal et que, par suite, il sera toujours possible ultérieurement de construire à côté un autre ouvrage plus vaste, pourvu qu'on ait la précaution, lors de la construction de la première écluse, de disposer les fondations de celle ci de la manière convenable, pour qu'elles ne souffrent pas d'une fouille ouverte à une centaine de mètres de là, dans un certain nombre d'années.

4^o *La cote du radier.*

L'auteur a placé la côte du radier de l'écluse à la côte — 12.

De tous les chiffres qui ont été émis pour cet ouvrage d'art c'est celui-ci qui se justifie le moins. Je vois bien qu'il est mis là pour que les plus grands navires puissent entrer, même à marée basse, sans rencontrer d'obstacles de la part de l'écluse.

Nous avons vu que le navire devrait décrire un quart de cercle pour pouvoir commencer son entrée. Or, la distance entre la rive droite et la courbe de 11^m00 de profondeur sise à gauche de la passe n'atteint pas 230 m au droit de l'emplacement de l'écluse du Kruisschans par suite il ne serait pas

possible d'y faire entrer un navire de 300 m. de long ni même de 250 m. ni même de 225 m. au moment de la marée basse (j'admets toujours 1 m. d'eau sous la quille pour l'entrée de l'écluse).

Il faudrait attendre pour des navires de 300 m. que l'eau soit montée de 2^m50 environ pour que l'évolution nécessaire puisse se faire dans le fleuve. Cela veut dire que le seuil de l'écluse est inutilement 2 m. à 2^m50 trop bas et que, si on mettait ce seuil à — 9.50 ou — 10.00, ce serait amplement suffisant. On pourrait admettre tous les bateaux tirant 8 à 9 mètres même aux plus basses eaux et ce seront pour bien des années encore la presque totalité des bâtiments entrant dans les bassins d'Anvers. Quand il se présenterait un navire géant de 300 m. de long et de plus de 10 m. de tirant d'eau, il n'arriverait quand même que vers marée haute et par suite on aurait toute latitude et toute facilité pour lui faire faire le port.

Or, nous verrons dans un prochain paragraphe dans quel terrain on va se trouver avec un ou deux mètres de plus dans la profondeur du radier.

Si on adoptait la côte — 12, il peut être intéressant de voir jusqu'où on arriverait. Le radier de l'écluse aurait, au bas mot 5 ou 6 mètres d'épaisseur (et très probablement plus) de sorte que la face inférieure de l'ouvrage trouverait à — 15 ou — 18.

Vers marée haute donc, il y aurait 22 mètres de différence de niveau entre le fond de la fouille et le niveau de l'eau dans le fleuve voisin ce qui donnera certainement à penser à tous ceux qui ont travaillé ou vu travailler dans les terrains qui avoisinent Anvers.

Remarque.

Les personnes non au courant des questions de navigation se demanderont certainement s'il n'est pas possible de faire entrer directement dans l'écluse du Gouvernement un navire venant de l'aval.

Evidemment non.

On ne pourra jamais faire naviguer une masse semblable

à celle d'un grand navire avec un courant de 40 à 60 mètres par minute sur l'arrière, et la manœuvrer assez juste pour la lancer exactement dans le pertuis de l'écluse et l'amener immédiatement à l'arrêt devant la porte.

Si une circonstance quelconque ou un incident fortuit faisait rater la manœuvre, le navire serait précipité avec une vitesse de 4 à 5 kilomètre à l'heure contre les parois du chenal ou les quais de l'Escaut ou encore les bateaux arrêtés contre ces quais et il y produirait des avaries extrêmement importantes.

L'entrée avec courant sur l'arrière pour les grands navires — et c'est pour ceux-ci que nous travaillons, n'est-ce pas? — est une chose qu'il ne faut pas essayer.

§ 3. — L'ENSEMBLE DU NOUVEAU LIT DU FLEUVE.

Lorsque nous avons lu, dans la presse quotidienne, que le gouvernement allait déposer un projet de loi proposant un tracé sinusoïdal pour le fleuve, nous avons été heureux de voir que des idées conformes à celles que nous avons toujours défendues triomphaient et nous avons attendu avec impatience la publication du projet.

L'exposé des motifs nous annonce « un tracé sinusoïdal « rationnellement établi comportant des courbes et des « contre courbes ni trop raides, ni trop développées, et « judicieusement raccordées et il nous apprend que le tracé « sinusoïdal répond mieux et à plus brève échéance que la « Grande Coupure aux nécessités actuelles et qu'il réserve « mieux les éventualités d'un avenir que les progrès étonnants « de la construction navale ne permettent plus de qualifier « d'éloigné ».

Après ceci, vient la description des travaux et nous voyons reproduit en annexe la copie du plan figurant le nouveau tracé du fleuve.

A première vue on remarque que l'auteur, s'il a bien adopté un projet à courbes et contre courbes et formé ainsi une sorte

de sinusoïde, n'a nullement respecté la loi sinusoïdale de l'Escaut.

La loi sinusoïdale comprend une série d'éléments dont il importe de tenir compte et, parmi ceux-ci, le premier et le plus important est sans contredit la longueur de la boucle de la sinusoïde. Si on néglige ceci on arrivera au même résultat que cet ingénieur qui avait tracé une grande courbe de Waarde (Zuid-Beveland) à Frédéric et une de Kruisschans à Anvers (la Grande Coupure), chacune d'elles mesurant 10 à 12 kilomètres de développement, et qui avait maintenu le lit de l'Escaut entre Doel et Kruisschans.

Il nous écrivait aussi que « le lit de l'Escaut se compose « ainsi d'une suite de courbes et de contre courbes fort « bien raccordées et à courbures nullement exagérées » et « que les partisans de la prétendue loi dite sinusoïdale (1) « devront reconnaître que le tracé satisfait à toutes leurs « exigences » (2).

Mais voyez : les dits partisans ne voulurent pas reconnaître cela et ils ne cessèrent de protester.

Aujourd'hui, comme alors, on vient nous dire que les courbes ne sont pas trop développées.

Mais nous n'en croyons rien.

La période de la sinusoïde de l'Escaut — c'est-à-dire la distance entre deux points d'inflexion successifs — est de 3400 m. comme je l'ai expliqué il y a 12 ans (3), ce qui veut dire que la distance suivant l'axe du fleuve entre le sommet de la courbe et les points d'inflexion voisins peut être de 2100 à 2300 m.

Dès lors, nous considérons avec suspicion les deux nouvelles courbes que l'auteur nous présente et qui mesurent, elles, de 4000 à 4500 mètres de développement.

L'auteur, comme l'ingénieur coupuriste de 1897, a évidemment tracé une courbe à allure sinusoïdale; seulement elle

(1) Textuel.

(2) Le Port d'Anvers. — Ses améliorations, 1897.

(3) *Annales des Ingénieurs de Gand*. Tome XXIII, 3^e livraison 1900.

est complètement disproportionnée au volume, au cours et au régime de l'Escaut.

Je sais bien que, dans certaines régions du fleuve, on trouve des courbes aussi ouvertes que celle que l'auteur prévoit seulement ces courbes sont naturelles, dues à des circonstances particulières hydrauliques ou topographiques et en aucun cas, nous, les vrais partisans de la loi sinusoïdale de l'Escaut, nous ne nous sommes crus autorisés à faire entrer des courbes aussi hors de mesure dans un lit artificiel que nous comptons créer.

La plupart des personnes qui s'intéressent à la question de l'Escaut n'y voient, bien entendu, pas malice. Elles remarquent les deux lignes représentant les courbes et contre courbes du fleuve et croient, de très bonne foi, voir un projet capable d'assurer un bon régime aux courants de l'Escaut alors que le lit du fleuve a montré lui-même cinq fois de Bath à Kruisschans que les boucles successives qu'il décrit n'ont jamais plus de 3400 m. alors que la boucle nouvelle Fort La Perle-Boomke mesure 4600 m. de corde, soit 30 % de trop. Nous verrons d'ailleurs plus loin que cette boucle présente encore un autre défaut.

Ce n'est pas la seule entorse que la loi sinusoïdale ait subie.

J'ai expliqué dans nos annales (1) et j'ai répété à la commission pour l'Etude du régime de l'Escaut (2) que les courbes à donner aux nouvelles parties du lit devaient avoir des rayons de courbure variant continûment depuis le point d'inflexion jusqu'au sommet de la courbe pour varier en sens inverse au delà.

Bien d'autres ingénieurs ont émis de diverses manières les mêmes idées et les ont défendues avec les meilleurs arguments. Nous avons même vu les partisans de la Coupure employer la célèbre méthode de la règle flexible pour tracer une courbe qu'il aurait été facile de calculer exactement

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*. Tome XXIII, 3^e livraison 1900.

(2) Procès-verbaux p. 323.

puisque ce n'est qu'une parabole cubique. Nous pouvions imaginer qu'au moins ce point là était acquis de l'accord unanime.

Tous ceux qui s'intéressent au fleuve ont eu une vive déception en constatant que le nouveau lit était composé d'arcs de cercle présentant des jarrets de courbure extraordinairement brutaux et se suivant sans ordre ni méthode.

Partant du coude d'Austruweel nous avons successivement

- 1^o) un rayon de 1400 m. sur 400 m. de développement ;
- 2^o) un rayon de 1600 m. sur 800 m. de développement ;
- 3^o) un rayon de 2600 m. sur 600 m. de développement ;
- 4^o) un rayon de 5000 m. sur 2100 m. de développement.

Qui nous dira comment et pourquoi le développement du 3^e arc est plus petit que celui du 2^e ?

Qui nous expliquera la loi de variation des rayons de ces courbes successives et, surtout, qui nous assurera que le courant de l'eau voudra suivre le tracé arbitraire des rives ?

Le tracé de la courbe suivante est encore bien plus barbare.

Au sortir de la concavité d'Austruweel, donc dans la partie qui forme l'inflexion du courant et où le rayon de courbure devrait être immense, l'auteur débute par un rayon de 2500 m. pour continuer plus loin par une longue partie de 4000 m. de rayon et retomber plus loin à des rayons de 2300, 2100 et 1600 m.

Quelle apparence y-a-t-il que l'on puisse jamais obtenir un effet utile de ce tronçon de rive qui a 2500 m. de rayon. entre un autre de 4000 m. d'une part et un point d'inflexion d'autre part ?

Heureusement l'exposé des motifs nous a affirmé que les courbes sont rationnellement établies et judicieusement raccordées ! Sans cela nous ne pourrions jamais le croire.

Tout ceci forme donc des défauts passablement graves et qui nécessiteraient une étude serrée pour être remis en bon état.

Mais le défaut capital du tracé proposé c'est que, malgré un allongement de l'axe du fleuve nous voyons diminuer sa

superficie de 1.900.000 m². comme nous l'expliquions en commençant cette note.

En multipliant cette surface retranchée du fleuve par la hauteur de la marée (4^m20 environ) on trouve que, de ce chef, la quantité d'eau amenée par la marée sera réduite de

$$8.000.000 \text{ m}^3.$$

Ceci nous reporte aux plus funestes théories de la coupure.

Nous avons expliqué dans le temps (1) que cette diminution du volume de marée serait extrêmement nuisible au fleuve en aval du Kruisschans et on a essayé, parmi les Coupuristes, d'y remédier en donnant à la section transversale de la Coupure une largeur démesurée à marée haute au moyen d'une plage de près de 400 m. de large sur la rive convexe. Cette disposition indéfendable n'a pu résister aux critiques qui en ont été faites et elle a disparu.

Or, le nouveau tracé du Gouvernement présente le même défaut et dans une plus forte proportion que celui que nous avons signalé autrefois pour la Coupure. On a, de rechef, fait subir au fleuve un rétrécissement considérable qu'aucune circonstance ne justifie et qui constitue une diminution de la puissance hydraulique.

Encore, à volume égal, la diminution de la puissance de la marée sera-t-elle plus nuisible dans le projet actuel que dans le projet de la Grande Coupure pour l'aval du Kruisschans Et ce volume est plus important !

L'Escaut, par la Coupure subissait un raccourcissement notable ce qui aurait pu autoriser, dans certaines circonstances, à croire à un débit plus rapide en aval du Kruisschans vers Liefkenshoek, tandis que le tracé actuel, allongeant le fleuve et diminuant en même temps le volume de celui-ci, doit donner lieu à une pente superficielle plus faible, donc à des atterrissements dans la partie aval, à peu près vers Lillo. Or,

(1) La propagation de la marée dans l'Escaut rectifié. *Annales des Ingénieurs de Gand*. Tome IV, 3^e série, 3^e fascicule.

cet endroit est déjà passablement exposé car il se reforme là des bancs qui empêchent la continuité des profondeurs de 8 m.

* * *

Tout ce qui précède montre déjà des erreurs de conception qui exigeront lors de l'établissement d'un avant projet sérieux des remaniements importants et passablement longs. Toutefois la correction de tout ceci pourra se traduire par quelque temps d'études et de nombreuses heures de dessin.

Mais voici qui est plus grave parce que c'est irremédiable à moins d'abandon complet du tracé et du système imaginés par l'auteur.

Reportons nous à la partie de l'exposé des motifs consacrée à l'exécution des travaux.

Nous voyons que l'auteur compte établir les nouveaux murs de quai d'Austruweel en terre ferme « ce qui rendra l'exécution facile et rapide ».

De même, pour le nouveau lit au Krankeloon, l'auteur compte établir d'abord la digue capitale à l'aide de terres prises dans le polder entre la nouvelle rive gauche et l'ancienne et on continuera ce travail autant que possible. Quant aux dernières parties — qui seront très considérables encore, — à enlever pour déplacer le lit de l'Escaut aussi bien devant Austruweel que devant Krankeloon, on les draguera par tranches successives.

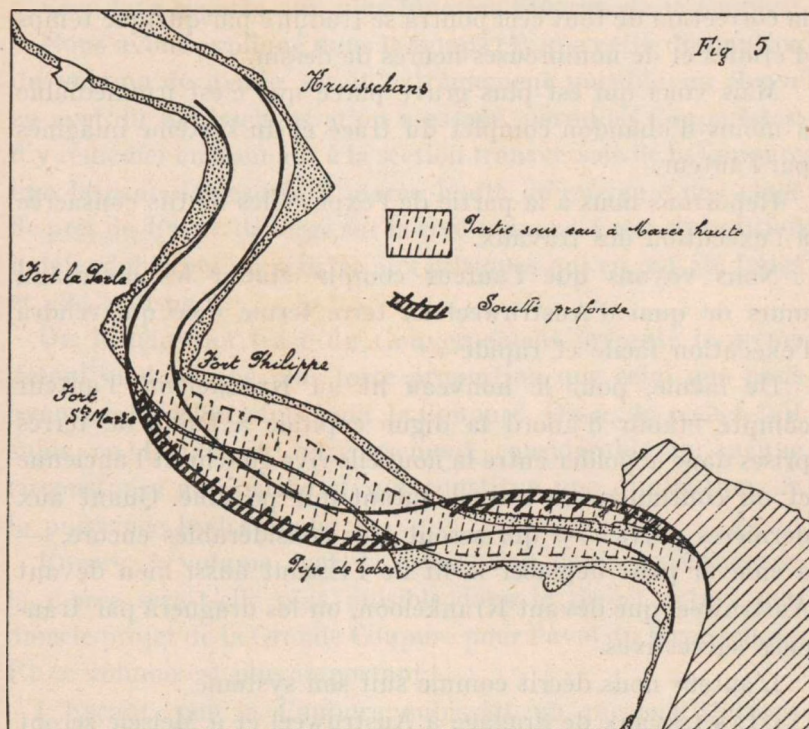
L'auteur nous décrit comme suit son système :

« Les travaux de dragage à Austruweel et à Melsele seront
« exécutés en même temps et conduits de telle manière que
« les deux rives reculeront régulièrement et simultanément;
« de la sorte, tant au flot qu'au jusant, les courants sortant
« d'un coude seront dirigés convenablement vers le coude
« suivant; pour assurer complètement la direction voulue
« aux courants, on pourra, en cas de nécessité, construire sur
« la future rive convexe un ou deux épis qu'on allongera au
« fur et à mesure que la rive opposée reculera.

« Dans ces conditions les parties du lit abandonné s'en-

« vaseront fort rapidement comme on a pu le constater dans
« bien des circonstances le long de l'Escaut maritime. Lorsque
« l'alluvion aura atteint une hauteur et une consistance suffi-
« santes, on construira une rive continue atteignant le niveau
« de la marée basse afin d'assurer le régime régulier du fleuve. »

Nous représentons donc, sur la fig. 5 ci-contre, les anciennes rives du fleuve, puis les rives futures et intermédiairement



une des phases par laquelle passerait le tracé du lit si on faisait comme l'auteur dit.

Dans ce changement de tracé, nous avons sur chaque rive trois points qui ne bougent pas; à savoir : l'extrémité amont de la nouvelle rive près d'Anvers; le point où la nouvelle rive coupe l'ancienne au Boomke ou près de la Pipe de Tabac et l'extrémité aval de la nouvelle rive là où elle retransverse l'ancienne près de Ste-Marie.

Entre ces points, nous faisons d'abord remonter, vers le Nord, la rive d'Austruweel et simultanément — suivant les conseils de l'auteur — nous faisons descendre, vers le sud, celle du Krankeloon et imaginons que le quart du recul de chacune des rives soit effectué. Dans ces conditions, les anciennes digues sont rompues et par suite tout le territoire compris entre les nouveaux quais d'Austruweel et l'Escaut, d'une part, et entre la nouvelle digue du Krankeloon et le fleuve, d'autre part, se trouvera sous eau au moment de marée haute et même à mi-marée car le polder ne se trouve qu'à la côte + 2.00.

Si donc on peut, pour le moment, se figurer encore que la rive, à marée basse pourrait être reculée régulièrement grâce aux dragages que l'on fera aux endroits voulus, il est clair, dès à présent, qu'en ce qui concerne la marée haute la question échappera à la direction de l'ingénieur chargé du travail. Toute la partie couverte de hachures fines sur la figure ci-dessus sera inondée à marée haute et on voit qu'il s'agit de surfaces extrêmement considérables que l'on peut évaluer, grosse modo, au moment où nous nous sommes placés :

à 100 hectares sur la rive droite devant Austruweel

et à 180 hectares sur la rive gauche devant Krankeloon.

Ensemble 280 hectares qui prendront 6.200.000 mètres cubes d'eau à l'Escaut.

Cette situation ne sera évidemment que temporaire mais nous ignorons encore pour le moment combien de temps elle persistera et pendant tout ce temps, les digues étant tombées, l'Escaut aura une largeur allant jusque 1000 m. devant Austruweel et jusque 1600 m. devant la ferme bleue — à marée haute tout au moins.

Comment se comporteront les courants de flot, particulièrement irréguliers, sur une surface pareille, et dans un lit aussi déformé? C'est ce qu'il aurait fallu étudier avec le plus grand soin.

Comment le jusant agira-t-il dans un tracé semblable, au moins pendant les 2 ou 3 premières heures de la marée descen-

dante? Et quel effet le jasant ainsi dévié aura-t-il sur et dans les passes profondes du fleuve?

On peut entrevoir, déjà maintenant, un trouble très profond dans le régime des eaux. Mais ce trouble sera encore beaucoup plus grand que nous venons de le voir parce que le lit de l'Escaut est beaucoup plus maltraité encore que nous l'avons dit.

Rappelons nous, en effet, que l'auteur se propose « d'enlever « le massif de terre devant le mur de quai d'Austruweel en « grande partie à sec à l'aide de l'excavateur » et que « les « produits des déblais seront déposés derrière le mur pour « former son terre-plein » .

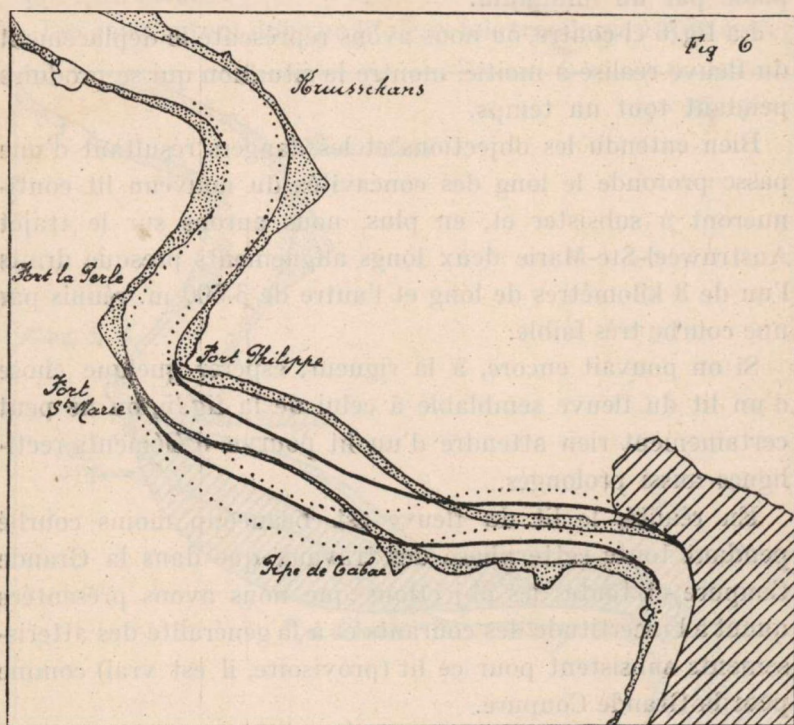
De même « entre la Pipe de Tabac et le fort La Perle on « construira d'abord la nouvelle digue capitale avec des « terres prises devant cette digue à l'aide de l'excavateur; « et ce travail sera continué autant que possible et les produits « du déblai déposés dans le polder derrière la digue capitale. »

De sorte que nous aurons à Austruweel et à Krankeloon des zones profondes (représentées par de grosses hâchures sur la fig. 5 ci-dessus). Nous ignorons la largeur et la profondeur qu'il sera utile, ou possible, ou nécessaire de leur donner (l'auteur aussi du reste) mais nous voyons maintenant que ces zones formeront comme des lits parasites à côté du lit principal du fleuve et que les courants se partageront entre ces lits accessoires et le lit principal.

Dans quel mesure se fera ce partage? Je crois qu'en ce moment personne ne pourrait le dire parce qu'on ne peut pas prévoir où et comment se fera le raccordement entre ces mouilles profondes et les tronçons adjacents amont et aval du fleuve. Il est certain, toutefois, qu'une part du courant passera par ces zones profondes, que les extrémités amont et aval de ces zones s'ouvriront pour se mettre plus ou moins en communication avec le fleuve, et que les passes actuelles de l'Escaut seront dans une situation hydrographique des plus précaire, tant au point de vue de la profondeur qu'au point de vue du régime.

Le courant descendant de la rade d'Anvers se jettera partiellement dans la profondeur le long du mur de quai et continuera en partie par l'ancien lit. Il existera un îlot à pointe très aiguë entre ces deux profondeurs et par suite il y aura des terres en volume considérable mises en mouvement par le courant.

Au Boomke les deux courants se rejoignent un instant non sans remous, sans doute, pour se partager de suite après en deux passes nouvelles, mais séparées par un îlot plus important. Et comme la marche régulière des eaux a été déjà troublée sur la section Anvers-Pipe de Tabac, on peut légitimement se demander si le courant, qui n'est qu'à peine assez fort mainte-



nant pour maintenir les profondeurs requises, aura la force voulue et sera assez dirigé pour continuer à assurer un chenal suffisant pour la grande navigation vers le Draaiende Sluis.

L'expérience du passé montre que non, vu qu'avec une situation bien plus favorable que celle que la première phase des travaux montrera, on ne peut, déjà actuellement, maintenir la passe du Krankeloon que moyennant de fréquents dragages.

Au surplus, tout guidage de courant manquera dans le lit en voie de ripage puisqu'au fur et à mesure que le lit se déplacera, nous aurons des orientations dans les rives qui ne pourront pas toujours être concordantes.

A mesure qu'on fera reculer les rives d'Austruweel et du Krankeloon, les anciennes courbes de ces parties de digues, qui devront être remplacées par des courbes de concavité opposées, vont en s'atténuant et la courbure de chaque partie passe par un minimum.

La fig. 6 ci-contre, où nous avons représenté le déplacement du fleuve réalisé à moitié, montre la situation qui se produira pendant tout un temps.

Bien entendu les objections et les dangers résultant d'une passe profonde le long des concavités du nouveau lit continueront à subsister et, en plus, nous aurons sur le trajet Austruweel-Ste-Marie deux longs alignements presque droits l'un de 3 kilomètres de long et l'autre de 3.500 m. réunis par une courbe très faible.

Si on pouvait encore, à la rigueur, espérer quelque chose d'un lit du fleuve semblable à celui de la fig. 5, on ne peut certainement rien attendre d'un lit pourvu d'éléments rectilignes aussi prolongés.

En réalité, le lit du fleuve est beaucoup moins courbé pendant toute cette phase des travaux que dans la Grande Coupure et toutes les objections que nous avons présentées quant à l'incertitude des courants et à la généralité des atterrissements subsistent pour ce lit (provisoire, il est vrai) comme pour la Grande Coupure.

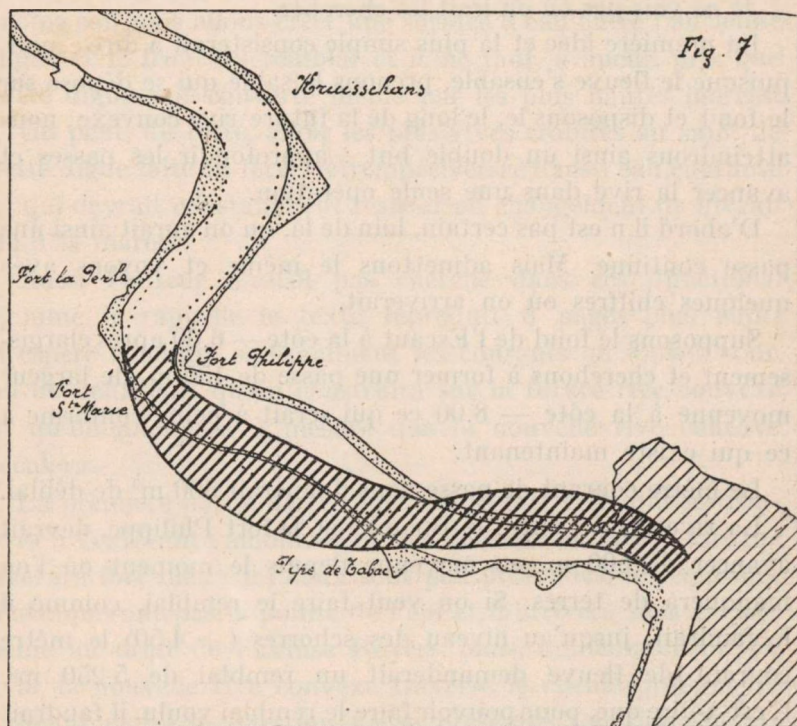
On aura, un peu plus tard, à combattre encore de nouvelles difficultés pour la bonne exécution du travail. Jusque maintenant nous avons opéré par ripage c'est-à-dire que nous avons pris les terres du côté des nouvelles rives. concaves pour les

déposer sur les rives convexes à réaliser, Mais une fois passé la moitié du déplacement du lit de l'Escaut, nous allons tomber dans les fosses profondes formées par les excavateurs le long des quais d'Austruweel et le long des digues du Krankeloon.

Et nous n'aurons donc plus le moyen de faire avancer la rive convexe dans la même mesure où reculera la rive concave *parce que nous manquerons de terres.*

L'Escaut aura donc un lit de la forme indiquée approximativement sur la figure 7 ci-contre, la partie hachurée représentant ce qui sera sous eau au moment où on aura débarrassé tout ce qu'on aura pu pour mettre ces déblais sur les rives convexes futures.

Les eaux auront donc un lit deux fois trop large à Austruweel



et au Draaiende Sluis, ces deux surlargeurs étant séparées par une partie étroite au droit de la Pipe de Tabac.

On ne peut plus compter, dès maintenant et jusqu'au moment où l'on sera parvenu à rendre au fleuve un tracé régulier, ni sur la fixité, ni sur la profondeur des passes dans toute la section Austruweel-Ste-Marie. Ce n'est plus maintenant à marée haute seulement que nous avons cette largeur disproportionnée dans le fleuve et surtout cette forme bizarre des rives mais sur toute la hauteur — ou presque toute la hauteur — de la section transversale, et naturellement personne ne peut prévoir, dans un lit pareil, s'il y aura une passe profonde, ni où elle sera, ni comment on la maintiendra.

L'auteur du projet sait qu'il lui manque des terres et un calcul approximatif, aussi exact qu'il est utile et possible de le faire en ce moment, montre que le déficit serait d'environ 22.000.000 de mètres cubes.

Je ne vois pas où on irait les chercher.

La première idée et la plus simple consisterait à dire : mais puisque le fleuve s'ensable, prenons le sable qui se dépose sur le fond et disposons le, le long de la future rive convexe; nous atteindrons ainsi un double but : approfondir les passes et avancer la rive dans une seule opération.

D'abord il n'est pas certain, loin de là, qu'on aurait ainsi une passe continue. Mais admettons le même et voyons avec quelques chiffres où on arriverait.

Supposons le fond de l'Escaut à la côte — 6.00 après élargissement et cherchons à former une passe de 150 m. de largeur moyenne à la côte — 8.00 ce qui serait à peine conforme à ce qui existe maintenant.

Le mètre courant de passe nous donnerait 300 m³ de déblai.

La rive droite, entre le Boomke et le fort Philippe, devrait avancer de 500 m. en moyenne depuis le moment où l'on manquera de terres. Si on veut faire le remblai, comme il le faudrait, jusqu'au niveau des schorres (+ 4.50) le mètre courant de fleuve demanderait un remblai de 5.250 m³. C'est-à-dire que, pour pouvoir faire le remblai voulu, il faudrait draguer 18 fois de bout en bout toute la passe entre les deux points que nous considérons.

Je laisse à penser combien d'appareils de dragage il faudrait pour pouvoir faire ceci dans un temps un peu raisonnable et tous ceux qui ont vu faire des dragages se rendront compte que si rien ne s'oppose théoriquement à l'exécution d'un travail semblable, du moins la réalisation de ce programme serait pratiquement au-delà des limites de ce qu'on peut entreprendre si on veut en finir en un temps raisonnable, surtout que les bouleversements que pareil système amènerait dans le régime des eaux pourraient bien avoir des conséquences extrêmement graves.

Une seconde idée consisterait à prendre les terres situées à l'arrière du nouveau lit et à les rejeter devant la berge du fleuve.

Ceci obligerait de monter le remblai jusqu'à la côte 7 au moins car nous allons créer une surface d'eau entre l'ancienne digue et le front du remblai et il ne faut, à aucun prix que cette digue soit couverte même par les plus hautes marées.

On peut, du reste, avoir les plus vives craintes au sujet de cette digue faite en terre détremmée versée dans l'eau courante et qui devrait constamment résister au changement de niveau dû à la marée.

Aussi l'auteur n'a-t-il pas cherché dans ces directions. Comme le rappelle le texte reproduit 8 pages plus haut, il espère conduire suffisamment les courants au moyen d'un ou de deux épis qu'on construira sur la future rive convexe et qu'on allongera à mesure que la nouvelle rive concave reculera.

La première partie de ces épis c'est-à-dire celle qui se trouvera à l'extrémité amont de la rive convexe en face d'Austruweel ira fort bien : les eaux sont peu profondes, les courants n'attaqueront pas la pointe de l'épi et il arrivera sans grande peine au droit de l'Ecluse Royers. Mais, immédiatement en aval, la nouvelle rive convexe traverse le chenal profond de l'Escaut et ici la question va se présenter tout autrement. Nous allons faire passer cet épi en des régions où il y a 13 et 14 m. d'eau actuellement et où le courant l'attaquera sur la

pointe. La construction en sera donc difficile, longue, et nul ne peut dire avec quelque certitude au bout de combien de temps un pareil travail peut être terminé.

La création des épis de la section Boomke-Philippe se présente bien plus mal encore parce que la longueur en est beaucoup plus grande et que la saillie de l'épi sur la rive droite est beaucoup plus considérable eu égard au cube de terre disponible.

Il vient, de plus, se greffer sur ces questions de remblais en rivière un autre problème : celui du maintien des terres meubles ou peut-être même semi-fluides qu'on voudrait déposer dans l'Escaut.

D'abord, faut-il fixer ces remblais?

Pour déterminer ceci, nous avons des données d'expérience prises à l'endroit même où l'on veut faire les travaux envisagés et notamment à propos du ripage effectué au coin du Draaiende Sluis.

Le coin qu'on a enlevé ne valait guère que le septième de la partie qu'on veut ripper maintenant au Krankeloon de sorte que l'expérience n'a été faite que sur une petite échelle et l'augmentation de la section transversale de même que l'irrégularité des courants étaient négligeables en présence de ce que produiraient les travaux prévus actuellement.

Or, on a commencé, en décembre 1896, à déposer des terres dans le lit du fleuve. Pendant l'année 1897, on en a déversé 1.700.000 m³ en chiffres ronds dans le schaar de la Pipe de Tabac et de cette quantité plus de 900.000 m³ ont été entraînés par les courants en d'autres régions du fleuve. Il est naturellement impossible de voir où ces terres ont été entraînées mais on peut facilement se rendre compte du danger qu'il y a à lancer dans la circulation des eaux du fleuve une pareille masse d'apports. Et je profite de cette occasion pour livrer à la réflexion de tout ingénieur ayant vu de près de pareils travaux la question de l'opportunité de déverser des mètres cubes par millions dans un lit déformé et élargi indûment.

Aussi l'expérience ne dura pas. Au bout d'un an (exacte-

ment le 27 janvier 1898) M. Van Gansberghe, alors ingénieur principal à Anvers, après avoir constaté l'entraînement des terres par les courants disait dans un de ses rapports :

« On se pose naturellement la question de savoir s'il faut
« continuer le déversement dans l'Escaut des produits qui
« vont être dragués dans les passes de La Perle et d'Austruweel
« et, par continuation, au Belgische Sluis etc.... »

« Il est prudent, à mon avis, de faire la dépense en plus
« que nécessite le refoulement des déblais derrière la digue du
« polder de Borgerweert au lieu de laisser les terres s'éparpiller
« dans le fleuve *au risque de voir créer des hauts fonds en des*
« *points où la navigation pourrait en souffrir* ».

« Dans tous les cas, si on ne renonce pas au déversement
« dans l'Escaut, il faudrait le suspendre pendant quelques
« mois pour qu'on puisse juger du régime qui va s'établir dans
« les passes de Melsele et du Krankeloon. » (1).

Et le déversement fut suspendu....

Mais ce qu'on ne put pas suspendre ce fut l'envasement; car le but principal des travaux du Krankeloon était d'améliorer la passe du Philippe qui dut finalement être abandonnée et remplacée par la nouvelle passe du Krankeloon; d'autre part, on constata pendant quasi toute la durée des travaux que pour obtenir dans le lit mineur une augmentation de volume de 1 m³, il fallait en draguer deux.

Le mouvement des terres entraînées par les eaux fut donc très considérable et l'entreprise du Krankeloon ne put être terminée qu'au bout de 7 ans.

Il s'agit maintenant de volumes vingt fois plus grands, déversés en plein courant d'une manière intensive si on ne veut pas que les travaux durent indéfiniment; et, dans ces conditions, rien ne permet d'affirmer que les mouvements de terres lancées dans les eaux du fleuve se limiteront dans la partie Austruweel-Ste-Marie. Nous ne pouvons affirmer que des volumes peut-être fort grands, ne viendront pas jusque dans la rade

(1) Procès-verbaux de la Commission de l'Escaut p. 943.

d'Anvers ou jusque sur le Willemsrek et, dès lors, la situation pourrait devenir extrêmement grave pour le commerce maritime.

On ne peut donc pas se dispenser de fixer les remblais. Et ceci devient alors une toute autre question. Il ne suffit plus, comme l'auteur du projet nous le dit, de construire un ou deux épis de chaque côté des nouvelles courbes du lit. Il en faudra tout un système construits à des intervalles rapprochés pour briser complètement le courant, assez hauts pour que la marée montante ne produise pas d'effets nuisibles, prolongés sur des centaines de mètres de longueur chacun, et qui demanderont beaucoup de temps et beaucoup d'argent pour être achevés.

L'opinion de la plupart de ceux qui connaissent l'Escaut ne concorde pas fort bien avec la paisible description que l'auteur donne de cette partie des travaux quand il dit que moyennant deux épis « les parties du lit abandonnée s'envasement fort rapidement comme on a pu le constater dans bien des circonstances le long de l'Escaut maritime. »

L'auteur aurait beaucoup de peine à citer « bien » des circonstances qui soient comparables à ce qu'il projette et il en aurait encore plus à expliquer que cet envasement se limiterait aux parties abandonnées et n'affecterait pas la passe.

Et que de troubles pour la navigation !

Nous nous souvenons tous encore des intenses réclamations de la marine contre les inconvénients résultant de la présence des dragueurs du Krankeloon pendant qu'on y travaillait.

Or, il avait là quelques engins seulement sur un espace relativement restreint.

Dans le projet gouvernemental, l'étendue affectée par les dragages sera de 6 kilomètres environ et l'auteur ne nous dit pas comment il compte enlever les millions de mètres cubes qu'il faudra draguer. Si on veut en finir dans un délai de 6 à 7 ans, il faudra au moins 6 dragues sur le parcours Austruweel-Ste-Marie. C'est-à-dire que tous les kilomètres nous aurons une suceuse avec son cortège de chalands, de remorqueurs,

d'allèges, ses inconvénients et ses gênes pour tous les bateaux, grands et petits. Six fois, les navires se rendant à Anvers rencontreront une installation semblable; ils seront à peine dégagés de l'une qu'ils devront déjà manœuvrer en vue de la suivante.

Pratiquement, l'Escaut cesserait d'être navigable pour la grande navigation surtout que sur plus de la moitié de la section de fleuve affectée, tout ce matériel devrait forcément se trouver en pleine passe.

De nouveau, j'oppose à ce système celui que j'ai proposé pour l'exécution de mon projet où les dragueurs ne seront *jamais* dans la passe navigable et travailleront la plupart du temps entièrement en dehors du lit actuel de l'Escaut, où les déblais déversés dans ce fleuve le seront toujours derrière les digues à l'abri des courants et où la section totale des deux tronçons du fleuve sera toujours en harmonie avec la grandeur actuelle de la section transversale.

Je ferai observer aussi que j'ai pu préparer, pour mon projet, une passe navigable entièrement nouvelle avant de devoir toucher, de quelque manière que ce soit, à la passe navigable de l'ancien lit (1) et, de nouveau, je crois pouvoir me dispenser d'insister sur la sécurité que présenterait l'exécution de mon projet comparativement à celui du Gouvernement.

Ce que nous venons de voir montre donc que l'inconvénient que je signalais comme irremédiable l'est réellement en pratique et la question prend maintenant une ampleur beaucoup plus grande que la critique d'un alignement, ou d'une courbe, ou d'une largeur, ou d'un chiffre.

C'est le système même du ripage à grande distance qui est en cause et la conception originelle du projet qui n'est pas en mesure de résister à l'examen. Ce n'est pas le projet du Gouvernement seul que je vise maintenant, mais tout l'ensemble des tracés qu'il est possible de faire en déplaçant dans une grande mesure le lit du fleuve.

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand* 1909. Tome II, 2^e fascicule.

Il est impossible de faire du ripage sur 500 m., sur 1000 m. dans un fleuve de l'importance de l'Escaut sans que l'on se heurte à des difficultés semblables.

Or, depuis qu'on a admis partout — et non sans peine — que le nouveau lit à Austruweel ne devait pas s'approcher trop près du bassin Amerika, on ne peut plus opérer par coupure dans cette région. On est *obligé* de procéder par ripage. Si on fait, comme le propose le Gouvernement, un ripage de 500 m. on est *obligé* de construire le mur de quai avant de pouvoir déplacer le lit du fleuve, on est *obligé* (pour la sécurité des bassins) de faire le terre plein derrière le mur, avant de pouvoir entreprendre le ripage et, ceci étant réalisé, on doit *inévitablement* se heurter aux difficultés que nous venons de rencontrer ainsi qu'à d'autres encore dont nous parlerons dans le prochain paragraphe. On est donc fatalement entraîné dans une situation inextricable. Ce n'est qu'en réduisant de beaucoup le chiffre de 500 m. pour le déplacement du lit que les inconvénients de ce déplacement peuvent disparaître et que l'on peut espérer arriver à un tracé qui ne mette pas des troubles prolongés, pendant plusieurs années, dans la navigation fluviale entre Anvers et Kruisschans.

De même, pour le nouveau lit du Krankeloon où la rive droite future doit avancer de plus de 1000 m. sur sa situation actuelle on aura bien plus de mal encore que dans le coude d'Austruweel et on devra prévoir bien des années et bien des troubles avant que le cours définitif du fleuve soit atteint.

Toute la période de déplacement du lit du fleuve sera donc longue, hérissée de difficultés, demandera des travaux sur lesquels l'homme ne peut guère avoir beaucoup d'action (comme par exemple le colmatage des rives convexes où les terres manquent) et où les prévisions pourront être déjouées comme c'est arrivé au Krankeloon. Et ce n'est qu'après de longs efforts qu'on parviendrait à donner aux courants la position qu'ils doivent occuper dans le lit définitivement à sa place prévue.

Tout ceci montre donc que l'exposé des motifs a cent fois

raison de dire qu'on ne pourra « ouvrir un lit nouveau au « fleuve que lorsque le Gouvernement aura pu créer une « communication directe, facile et sûre entre les bassins et « l'Escaut » c'est-à-dire qu'après l'achèvement de l'écluse du Kruisschans que nous avons montré devoir se produire au plus tôt vers 1923 ou 1924.

Ce n'est donc qu'à partir de ce moment là, qu'on pourra entamer le déplacement par ripage du lit bien que les quais d'Austruweel aient pu être construits auparavant et ce n'est que vers 1930 qu'on les aura dégagés du massif de terre qui en empêche l'exploitation.

L'exposé des motifs nous dit bien que « la construction du « mur de quai d'Austruweel pourra être entamée immédiatement et que sa mise en service pourra être prévue dans « quatre en cinq ans » mais l'étude un peu plus attentive des conditions dans lesquelles l'exposé des motifs lui-même donne l'ordre de succession des travaux et, mieux encore, l'examen de ce qu'il est pratiquement possible de faire montrent que si on maintient le projet actuel du Gouvernement ce n'est ni dans cinq ans, ni dans dix, que l'on pourra espérer voir un navire de grande dimension amarré aux nouveaux quais d'Austruweel.

L'étude de ces questions de ripage montre aussi dans quelle situation on se mettrait si, cédant aux instances du commerce, auxquelles on peut s'attendre, on s'avisait de vouloir entamer les travaux du fleuve avant d'avoir terminé l'écluse du Kruisschans afin d'avoir accès avant 1930 aux quais d'Austruweel. Et il suffira qu'on y pense sérieusement avec les diverses phases par lesquelles devra passer le cours de l'Escaut pour y renoncer définitivement.

Ce qui précède suppose que tout marche normalement sans accident grave ou incident imprévu arrêtant les travaux pour un certain nombre de mois. Or, nous avons tous encore à la mémoire les divers quais, écluses, cales, dragages, etc... aux environs d'Anvers où on a rencontré des mécomptes et des retards.

Quand on sera convaincu de ceci — on l'est déjà, mais on ne le montre pas encore — plusieurs songeront à ce que j'appellerai des moyens désespérés pour arriver à aller plus vite. Ces idées n'émanent pas d'ingénieurs; mais tant de personnes ont émis des avis au sujet de l'Escaut et de sa rectification qu'autant vont rencontrer ces moyens de suite.

Le premier consiste à faire le nouveau lit du fleuve par coupure entre le Boomke et Ste-Marie. Il est à peine nécessaire de montrer que même cette ressource échappe à ceux qui auront à exécuter le projet du Gouvernement. En effet, la section Boomke-Pipe de Tabac qui mesure 640 m. de largeur devrait s'ouvrir très rapidement (sur une longueur de 900 m.) jusqu'à avoir, au moment où les deux lits vont se séparer, environ 1300 m. de largeur. Naturellement les eaux s'épanouiraient en éventail sur cette zone et elles perdraient toute possibilité de maintenir de la profondeur. Les deux tronçons de lit (l'ancien et le nouveau) du fleuve qui se rejoignent vers le fort St Philippe ont sensiblement la même longueur d'axe et ils n'ont une orientation bien différente ni vis à vis du flot, ni vis à vis du jusan. Les deux courants se jetteraient sur les pointes aiguës de l'îlot séparant les deux lits; nous aurions des atterrissements très rapides qui se produiraient dans l'un et dans l'autre et finalement la puissance hydraulique du fleuve autour de l'île serait extrêmement précaire.

Le second moyen désespéré consisterait à faire les quais d'Austruweel d'abord, à riper le fleuve devant ces quais seulement en y mettant toute la puissance du matériel de l'entreprise; puis ces quais étant dégagés, à s'attaquer à la partie Pipe de Tabac-Ste-Marie.

Le programme de travaux du Gouvernement serait donc partiellement abandonné.

Il suffit de considérer un instant l'angle brusque qui existerait dans le cours du fleuve à la Pipe de Tabac pour se rendre compte de l'impossibilité de cette solution.

On ne parvient pas à tracer convenablement une fosse profonde que l'on pourrait maintenir continûment d'Austru-

weel à Ste-Marie en franchissant cet angle; et ceci d'autant moins qu'entre le Boomke et Anvers nous aurons un fleuve beaucoup trop large où, par suite, les deux courants peuvent se séparer sur de longues étendues.

Sans insister davantage sur ces deux points, ce que nous venons de dire suffit pour montrer que l'exécution partielle du tracé du Gouvernemental est impossible : il *faut* faire simultanément les deux parties Austruweel-Boomke et Boomke-Ste-Marie comme l'auteur l'a prévu et nous avons montré au prix de quel temps et de quelles sujétions ceci pouvait être réalisé.

On parle, bien entendu, si la navigation de l'Escaut est interrompue, d'envoyer les navires dans les bassins pour y faire leurs opérations commerciales. Mais ceci entraînera une série d'installations qui doivent être tenues prêtes pour pouvoir servir au moment opportun.

Il faut des quais, des hangars, des grues, des appareils de manutention, des voies pavées en quantité considérable, des voies ferrées, une gare de formation, de quoi la dégager vers le réseau général, plus les mille accessoires indispensables pour le trafic maritime. Or de tout ceci rien n'existe encore même sur le papier.....

On voit donc que l'ensemble d'un projet aussi aventureux que celui qui nous est représenté pourra donner lieu à bien des incidents qu'on ne voit guère le moyen d'éviter et entraînera des complications qu'un tracé plus étudié n'offrirait pas.

§ 4. — LES QUAIS D'AUSTRUWEEL.

Après avoir ainsi examiné l'ensemble du tracé, nous allons regarder d'un peu plus près chaque partie principale isolément.

Et nous commençons par le coude d'Austruweel. L'auteur fait valoir — et avec raison — que son tracé respecte les bassins existants et que, par suite, l'exécution des murs de quai sera économique et facile.

Cette conclusion est peut être un peu trop rapide. Nous

savons que l'auteur s'attend à des profondeurs de 12 à 14 mètres au pied de ses quais ce qui veut dire que la face inférieure des fondations devra descendre jusqu'à la côte — 16.00 au moins. Le mur s'élèvera aussi jusqu'au dessus des plus hautes mers, ce qui mettra sa tablette au dessus de la côte + 7.00. La hauteur totale du quai sera ainsi de 23 à 24 mètres ce qui donnera certainement une section de plus de 200 m². Et sur les 3 1/2 kilomètres de longueur qu'aura le mur, cela nous fera près de 800.000 m³ de maçonnerie. Il s'agit donc ici d'un ouvrage très considérable.

La première question et une des plus épineuses concerne le terrain. Tout le monde a entendu dire que le terrain au nord d'Anvers est assez défavorable aux constructeurs et cependant nous avons vu s'exécuter de grands travaux (bassins intercalaires et darses) dans le polder sans qu'il en soit résulté aucun mécompte. Pourquoi donc en aurait on plus aux quais d'Austruweel ?

Voici.

Si nous faisons une coupe dans le terrain nous avons le niveau naturel du sol à la côte + 2.00 environ. Jusqu'au zéro on trouve l'argile poldérienne au dessous de laquelle il y a une couche de tourbe. Celle-ci mesure suivant les endroits de 0^m75 à 2^m00 d'épaisseur.

Sous la tourbe vient ce qu'on appelle le coquillier, terrain excellent, se tenant parfaitement en tranchée, comme les deux précédents, du reste, et qui règne jusqu'à la côte — 5.50. Les couches plongent un peu vers le nord de sorte qu'aux extrémités des travaux actuels on trouve les cotes que j'indique majorées d'un mètre environ et la base de ce terrain est situé vers — 6.50.

Les ouvrages qui ne descendent pas au dessous de ce terrain ne donnent lieu à aucune difficulté dans les circonstances normales des travaux.

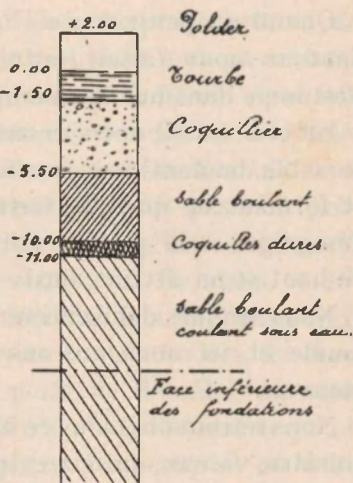
Au dessous, et jusque vers la côte — 10.00 on trouve une couche de sable boulant avec de très petites coquilles. Ici les ennuis vont commencer.

C'est dans ce terrain là que la plupart des constructeurs ont travaillé mais il ne se sont pas vus obligés de descendre bien loin dans cette couche, car la darse n° 2 et la partie correspondante du bassin canal ne sont qu'à la côte — 6.70 et la darse n° 3 et le bassin canal en face de cette darse se trouvent à (— 7.65).

Le système habituel dans le cas où on a à travailler dans un terrain semblable consiste à abaisser la nappe aquifère et le sable cesse d'être boulant dès qu'il est sec. La question de savoir si on pourrait employer ce système pour les murs de quai d'Austruweel ne doit pas se poser à causes des circonstances dans lesquelles nous allons nous trouver en descendant un peu plus bas dans le sol. (Nous devons, en effet, arriver à — 16.00.)

Mais ce qu'on ne peut négliger c'est la question des sources. On sait, par expérience, qu'à la base des sables coquilliers on rencontre de véritables drains, anciens petits ruisseaux comblés au cours des temps géologiques par des matières moins consistantes que les terrains environnants. Ces drains sont des espèces de carneaux taillés dans le coquillier et ayant quelque 0^m50 de côté. La rencontre d'un de ces drains dans les fouilles peut avoir pour conséquence l'inondation brusque de celles-ci. C'est ce qui s'est présenté lors de la construction de l'écluse Royers où la source de fond parcourait un trajet souterrain de plus de 200 m. avant de jaillir dans la fouille. (1)

Fig. 8



(1) De Winter, Procès-verbaux de la Commission de l'Escaut, p. 179.

Or, nous ne passons qu'à 230 m. du coin du bassin América....

Pour donner une idée de l'importance de ces drains, je dirai aussi qu'une seule source rencontrée aux travaux des nouveaux bassins d'Anvers, dans un site moins exposé que celui des quais d'Austruweel, donne 800 m³ à l'heure.

Quand on pense à ceci, l'exécution « facile et rapide » que l'auteur nous faisait entrevoir sous des couleurs riantes s'estompe dans une brume un peu grise.

En continuant notre descente dans le terrain, on trouve sous ce sable boulant une couche de coquilles fortement serrées et formant en quelque sorte une pierre compacte qu'il faut désagréger à la pioche. Cette couche mesure 0m50 à 1m00 de haut et on atteint ainsi —10 ou —11 environ.

Nous sommes donc encore à 5 m. au dessus du fond de notre fouille et ici nous entrons vraiment dans un terrain très mauvais.

Nous retrouvons, sous ce banc de coquilles, un sable boulant noirâtre, vaseux, qui est extrêmement mobile, et que rien ne peut contenir. Le premier sable boulant que nous avons rencontré tient encore en tranchée, quand il est sous eau, mais celui-ci coule *même sous eau* et en pompant l'eau, dans une fouille faite dans ce sable, on tire autant de solide que de liquide.

Si on met une différence un peu grande entre le niveau de l'eau dans la fouille et dans les bassins ou l'Escaut, on aura inévitablement le siphonnement par dessous qui se produira entre les travaux du mur et les surfaces d'eau voisines.

Comme il faut pénétrer de 5 mètres — au moins — dans ce sol et que ce terrain coule sous eau, nous voyons que les couleurs riantes de l'auteur se sont muées en un sombre nuage et que l'exécution de ce mur de quai se présente tout autrement que l'auteur n'a voulu se le figurer.

Les fouilles à sec (on y avait songé un moment) sont maintenant impossibles et par suite ce n'est pas dans le délai annoncé que les 4000 m. de murs de quai pourront être achevés.

Du reste ce n'est pas là la seule difficulté que l'on rencontrera.

Le mur prévu coupe, en effet, les fronts de la citadelle du Nord et sépare complètement le fossé capital, l'avant fossé et les polders d'Austruweel de leurs éclusettes vers l'Escaut. Il n'y a donc plus moyen d'écouler les eaux provenant de ces régions dans le fleuve. Le tracé du nouveau mur passe trop près des installations à maintenir le long du bassin Amerika pour qu'il soit possible de faire un écoulement de ces eaux vers le chenal de l'écluse Royers et, au surplus, l'écoulement des eaux poldériennes dans ce chenal ne serait pas sans présenter d'assez sérieuses difficultés de sorte qu'on sera amené à détourner les eaux en question vers l'aval. Or, dans ce détournement, nous devons aller jusqu'au delà de l'extrémité aval du mur pour pouvoir assurer la continuité des travaux et nous n'avons donc qu'un seul point, le Boomke, où nous pourrions installer nos éclusettes. Il n'y a en effet que ce point là où le tracé du fleuve ne change pas beaucoup et où nous pourrions donc faire des constructions pouvant continuer à servir tant qu'on n'aura pas terminé le mur.

Cela fera donc un ouvrage, *préalable* à la construction des quais consistant en canaux qui auront près de 3 kilomètres de longueur munis d'éclusettes considérables à leur extrémité aval et, de nouveau, nous voyons s'ajouter des délais dans l'exécution des travaux.

Finalement, on pourra arriver quand même, moyennant temps et argent, à avoir le mur de quai réalisé tel que nous le montre le plan d'ensemble joint à l'exposé des motifs; admettons aussi que nous ayons franchi la période troublée dont nous parlions au paragraphe 3 et que le fleuve ait reçu la forme qu'on projette entre le Kattendyk et le Boomke.

Pourrions nous dire qu'alors nous sommes au bout de nos peines?

Pour le voir nous devons examiner la situation hydrographique qui sera réalisée.

Nous savons, par expérience, que le jusan seul ne parvient pas à maintenir les profondeurs de 8 m. et plus de long des

quais d'Anvers puisque, vers le canal au Sucre, la courbe de 8 m. se détache vers la rive droite et que la zone des grandes profondeurs oblique vers la rive gauche.

On sait, par expérience aussi, que le Rug, haut fonds situé en amont des vieux bassins est la conséquence de ceci et que l'origine de ces atterrissements est attribuable à l'orientation des quais d'Anvers pour lesquels on a adopté en 1878-1885 un tracé trop droit.

Ce n'est que grâce à la proximité du schaar de flot du coude d'Austruweel que l'on parvient moyennant quelque dragage à maintenir la profondeur voulue pour la navigation.

Le nouveau projet du Gouvernement recule considérablement vers l'aval le sommet du coude d'Austruwel et à voir l'ensemble de la boucle partant d'Anvers pour aboutir au Boomke, tout le monde placera le sommet de cette courbe dans le voisinage du bassin América.

Dès lors, le schaar de flot du coude, toujours très court, pourra fort bien ne pas s'étendre, en amont, aussi loin que le schaar actuel : on ne voit même pas pourquoi il s'étendrait aussi loin attendu que l'effort dû à une inflexion moindre des courants sera naturellement moins fort.

Nous pouvons donc nous attendre à un sérieux relèvement des fonds entre l'écluse Royers et le bâtiment du Pilotage et par suite le Rug se relèvera aussi.

Ce serait d'autant plus fâcheux que c'est dans cette région que se trouvent amarrés les plus grands navires, que l'on a les profondeurs qui leur permettent de rester à flot à marée basse et que c'est là aussi que les grands bateaux ont besoin de plus de facilités pour pouvoir faire leur évitage.

Lorsqu'on aura prolongé les quais en aval, il est clair qu'on devra faire éviter les navires destinés aux nouveaux quais du aval du chenal de l'écluse Royers. Dans la situation actuelle, il existe une place où on peut faire ces évitages à un demi kilomètre en aval d'Austruweel.

Il y a là une grande zone de 800 m. de long environ et de 350 à 400 m. de large qui est toute entière à plus de 8 m. de

profondeur à marée basse ce qui fera donc 12 m. à 12^m50 à marée haute.

Cette disposition des fonds due à l'allure des courants à Austruweel est exceptionnelle.

En effet, ailleurs tant en amont qu'en aval du fleuve, il s'en faut de 100 à 200 m. que les profondeurs de 8 m. à mer basse soient aussi larges. Pour trouver une superficie semblable il faut descendre jusqu'au Doel où le fleuve est deux fois plus puissant qu'à Austruweel.

On a dit que le coude d'Austruweel absorbait de la force vive du fleuve : c'est exact ; mais nous savons qu'on ne peut pas détruire de la force vive sans qu'il en résulte un certain travail. Dans le cas présent, ce travail est représenté par le creusement de cette fosse très étendue, à grande profondeur, en aval du coude et par l'attaque et la quasi annihilation du Rug en amont.

Si nous adoucissons l'angle du sommet du coude comme l'auteur du projet du Gouvernement l'a fait, nous supprimerons sûrement cette place d'évitage que nous avons en aval du coude : la passe de 8 m. aura, comme ailleurs, de 150 à 200 m. de largeur ; nous aurons un banc sur la rive convexe et si quelque jour nous avons des navires de 300 m. de long, nous ne parviendrons pas à les faire tourner dans l'Escaut devant les quais d'Austruweel, pas même à marée haute, ce qui est cependant indispensable pour le départ des bateaux.

Enfin, troisième point, l'auteur s'attend à de grandes profondeurs sur toute la longueur de 4000 m. des nouveaux quais. Si ceci peut se réaliser sans peine pour les 2000 m. amont de ces quais, la question est tout autre pour les 2000 m. aval.

Là, nous sommes déjà dans une partie de rives où le rayon est de 5000 m. partie très peu courbée donc, au sortir d'un coude rapide. Et l'expérience du fleuve lui-même nous montre que nulle part, pas même bien loin en aval où le fleuve est beaucoup plus puissant, les profondeurs ne se maintiennent aussi longtemps contre la rive en aval du sommet du coude.

L'auteur espère tenir des profondeurs de 12 à 14 mètres collées contre la rive droite sur 2800 m. environ en aval du sommet alors qu'à la Perle les profondeurs de 8 m. (et non de 12 ou 14) se décollent à 1800 m. en aval du sommet et au Kruisschans à 2200 m. environ.

La simple comparaison des chiffres montre que les espérances de l'auteur sont chimériques et que ses 2000 m. de quais les plus en aval n'auront pas les profondeurs voulues pour recevoir les grands navires que l'on vise.

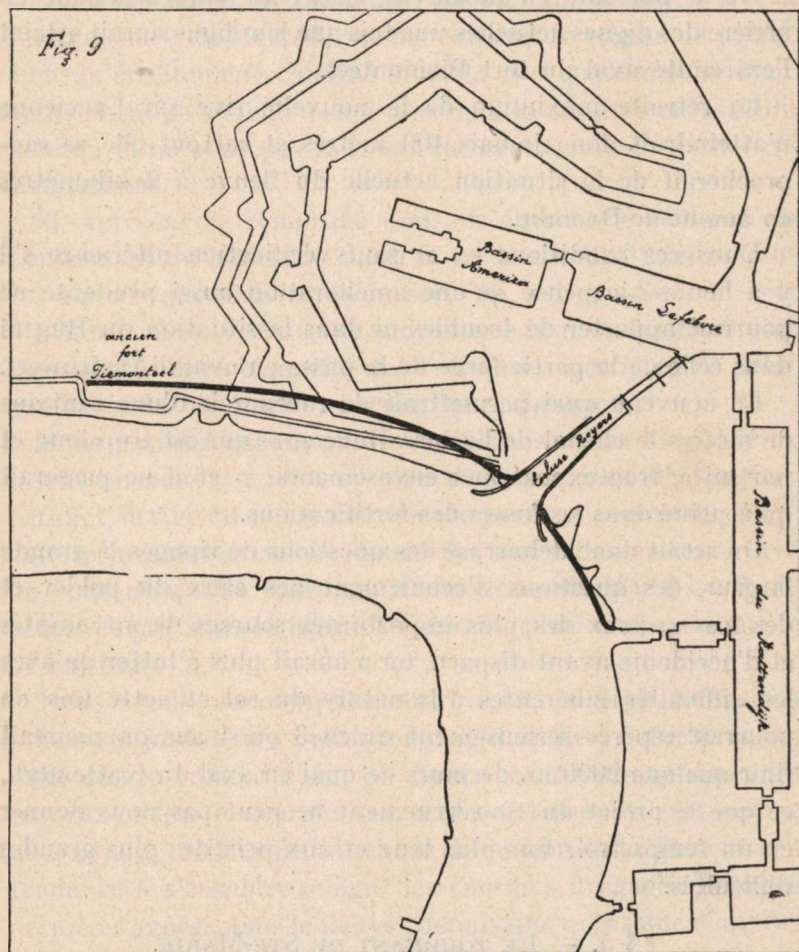
Dès lors, on voit que les nombreuses difficultés que l'on va rencontrer pour la construction de ces quais et le long temps qui va se passer avant qu'ils soient à la disposition du commerce ne sont compensés par aucun avantage, même à date éloignée. Les 1500 m. les plus en aval, ne répondront pas à ce que le commerce attend et espère parce que les profondeurs seront insuffisantes pour les grands navires.

Nous ne devons pas désespérer, du reste, de voir les idées continuer à marcher dans la voie où elles se sont engagées. Je rappellerai qu'après la chute de la coupure, on considéra sérieusement un projet qui ouvrait le coude d'Austruweel beaucoup plus que ce que nous montre le projet du Gouvernement, seulement, on coupait ou on effleuraît le bassin Amérika. On finit par se rendre compte qu'il valait mieux ne pas essayer ceci et on fit une troisième étape qui consista à mettre le nouveau mur à mi-distance entre le bassin Amérika et le fleuve. On sait avec quelle persévérance nous avons défendu, depuis seize ans, le maintien du coude d'Austruweel eu égard à toutes les circonstances de construction, d'hydrographie, de profondeur qui interviennent dans cette question si complexe et on peut se rendre compte aussi du chemin que les adversaires ont fait depuis le temps où on voulait, coûte que coûte, la rectification absolue du coude, suivant le tracé de Franzius.

Il est clair que si on remontait la rive, d'ailleurs assez mal définie, en aval du Kattendyck de quelques mètres vers le Nord, il ne pourrait en résulter aucun inconvénient ni au

point de vue des profondeurs, ni au point de vue de la rade actuelle et on m'a demandé finalement de combien au maximum, on pourrait, à mon sens, relever la rive sans dommages pour le fleuve.

J'ai représenté sur la fig. 9 ci-après un tracé approximatif



de ce qui constitue ce maximum au delà duquel on ne pourrait aller.

On voit que depuis l'Ecluse du Kattendyk jusqu'à l'écluse Rogers il faudrait suivre les rives actuelles du fleuve. Mais

à partir de l'estacade aval de cette dernière écluse, on pourrait rentrer quelque peu sur les rives actuelles jusqu'à faire passer les nouveaux quais à quelque 65 à 70 mètres à l'intérieur de la digue au point où l'entaille serait la plus forte, ce qui serait environ au droit du saillant B de la citadelle du Nord.

On ne pourrait, en aucun cas, laisser les nouveaux quais en arrière des digues actuelles une fois que leur ligne aurait atteint l'extrémité aval du fort Piemonteel.

La retraite maximum de la nouvelle rive sur l'ancienne n'atteindrait donc jamais 100 mètres et surtout elle se rapprocherait de la situation actuelle du fleuve à 2 kilomètres en amont de Boomke.

Dans ces conditions — et sauf vérification ultérieure s'il y a lieu — je pense qu'une amélioration aussi prudente ne pourrait apporter de troubles ni dans la situation du Rug ni dans celle de la partie large de la passe en aval d'Austruweel.

Le nouveau quai permettrait de raccourcir d'une centaine de mètres le chenal de l'écluse Royers — qui est trop long et par suite, trop exposé aux envasements — et il ne passerait qu'à peine dans les fossés des fortifications.

On serait donc débarrassé des questions de ripages à grande largeur, des questions d'écoulement des eaux du polder et des fossés; deux des plus importantes sources de mécomptes et d'accidents ayant disparu, on n'aurait plus à lutter qu'avec les difficultés inhérentes à la nature du sol et, cette fois, on pourrait espérer sérieusement qu'en 3 ou 4 ans on pourrait finir quelque 2000 m. de murs de quai en aval du Kattendyk, ce que le projet du Gouvernement ne peut pas nous donner en un temps trois fois plus long et aux prix des plus grandes difficultés.

§ 5. — LE TOURNANT DE STE-MARIE.

Le tournant de Ste-Marie a été considérablement ouvert par le projet du Gouvernement et, comme pour le coude d'Austruweel, nous admettons maintenant que toutes les difficultés d'exécution prévues au paragraphe 3 aient été vaincues

à coups de millions et au bout d'années de travail et nous supposons le tracé réalisé comme le plan le montre.

Et considérons, de nouveau, la situation hydrographique de ce tournant.

Actuellement le sommet du coude se trouve à peu près à mi-distance entre les forts La Perle et Ste-Marie où il y a l'embouchure du Melkader et on voit que le schaar de jusant bien qu'étroitement canalisé entre la rive gauche et le banc de la Perle ne s'étend pas à plus de 2 kilomètres en aval du sommet et ne peut pas se raccorder avec le schaar de flot du Kruisschans.

Si, après avoir remarqué ceci, on cherche le sommet du nouveau lit du Krankeloon, on le trouve à 1200 mètres plus en amont que l'ancien sommet, un peu au Sud du fort Ste-Marie. C'est donc à cet endroit que le jusant sera le plus serré contre la rive gauche et c'est aussi à partir de ce point que le schaar de jusant va compter sa longueur.

Nous n'avons aucune raison de supposer que le schaar de jusant du nouveau lit sera plus long que celui de l'ancien. En effet, la rive est moins courbée; la partie en amont du coude dont le jusant descend ne donne pas une inflexion aussi vive au courant que le tournant Krankeloon-Ste-Marie-La Perle actuel et par suite le courant s'ouvrira plus vite que dans le lit existant.

Nous avons, au contraire, une raison de supposer que le schaar de jusant sera moins long qu'il ne l'est actuellement : c'est que le volume d'eau du fleuve aura diminué après les travaux et que le courant sera moins intense; et nous savons que, déjà actuellement, le schaar de jusant de la Perle a une tendance à s'ensabler malgré les énormes dragages faits les dernières années dans le fleuve : depuis une quinzaine d'années il s'est déjà raccourci d'environ 250 mètres.

Il n'est donc pas du tout certain que les courbes, telles qu'elles sont tracées, ne vont pas accentuer le haut fond du Willemsrek et gêner ainsi dans une plus forte mesure encore qu'en ce moment le passage des grands navires sur ce seuil.

L'auteur du projet n'a certes pas étudié les profils en long et en travers qu'il espère obtenir dans le fleuve transformé en comparant la zone dont nous nous occupons avec quelque autre située d'une manière comparable car, pour obtenir une passe continue de 8 m. de profondeur à travers le Willemsrek, il aurait dû imaginer des courbes qui ne se retrouveront nulle part ailleurs dans l'Escaut.

En ce qui concerne la partie amont du tournant de Ste-Marie, je dois attirer l'attention sur la longue période d'inflexion comprise entre le Draaiende Sluis et le Boerinne Sluis. Sur plus de 1500 m., les rives n'ont aucune courbure en mesure d'appuyer le courant d'une manière bien déterminée. Nous avons montré que dès en amont du Boerinne Sluis, le jusant ne serrera plus la rive droite et traversera obliquement le fleuve. On peut être certain que les eaux ne seront pas favorables à la navigation dans toute cette partie aval du Boerinne Sluis. Dès lors, on peut légitimement se demander si la disposition de courbes si peu accentuées pourra donner satisfaction au commerce sans de continuels dragages.

Je sais bien qu'en ce qui concerne mon projet on a parlé aussi de la zone de surflexion qui existe à peu près au même endroit et qu'on a reproché à cette zone l'allure trop peu courbée des rives. Seulement, en ce qui concerne mon tracé, personne ne peut avoir d'inquiétude parce que je maintiens tout simplement ce qui existe en ce moment et qui ne donne pas plus lieu à objection au point de vue de la largeur que de la profondeur des eaux.

Cette situation favorable est naturelle, se maintient sans dragage aucun en bon état, et le redoutable problème qui se pose à l'auteur du projet Gouvernemental ne doit donc pas être envisagé en ce qui concerne mon tracé.

Plus en aval, il est vrai, au Draaiende Sluis, environ, il se produit des atterrissements mais aussi, en cet endroit, je ramasse le courant qui se détache de la rive gauche pour le conduire par une courbe d'Agnési à rayons constamment décroissants jusque dans le voisinage le plus immédiat du schaar de flot du Kruisschans.

Toute la longue, large et belle passe qui commence aux quais d'Anvers et va jusqu'à la Maison bleue est donc maintenue par mon projet et prolongée par une courbe soigneusement calculée. sans jarret de courbure ni jarret de tangence. On pourra se rendre compte avec quelle raison j'ai maintenu cette passe en remarquant que dans tout le lit de l'Escaut depuis l'endroit où il cesse d'être un estuaire jusqu'en amont *il n'y en a pas une seule autre semblable comme développement.*

Or, c'est justement celle-là que le projet gouvernemental bouleverse complètement : de toute cette belle passe il ne restera absolument rien et on abandonne un lit qui, depuis un siècle, s'est parfaitement comporté pour adopter des tracés qui laissent place à de nombreuses objections et à de grandes difficultés.

Toute cette partie du tournant de Ste-Marie porte la marque de la hâte avec laquelle le projet a été élaboré; l'étude en est extrêmement médiocre et le résultat qu'il est possible d'obtenir à l'aide du système de courbes proposé n'est certes pas en proportion des millions qu'il faudra dépenser ni des années qu'il faudra travailler. Il était possible de trouver une solution plus rapide et meilleure que celle que le projet du Gouvernement nous montre.

Finalement, la courbe Ste-Marie se raccorde vers l'aval avec celle du Kruisschans.

Quand on regarde le plan et qu'on considère tout l'ensemble de cette boucle depuis l'un des points d'inflexion (Keetenisse) jusqu'à l'autre (Boomke), on constate qu'il y a une disproportion évidente entre l'amplitude de la courbe aval — c'est-à-dire du point d'inflexion aval jusqu'au sommet de la courbe — et celle de la courbe amont : on voudrait reporter le sommet de la courbe davantage vers la droite (donc vers l'amont) pour rétablir une meilleure harmonie entre les deux tronçons de rivière. On voit que cette courbe a un aspect forcé qui résulte, en grande partie, du développement exagéré de l'arc de cercle de 4000 m. de rayon au Krankeloon.

Nous remarquons, enfin, que l'auteur a dessiné une ligne

de quais à construire à une époque ultérieure dans le tournant du Kruisschans en aval de son écluse d'accès aux bassins; on constate que cette ligne empiète de 200 m. environ dans le lit actuel du fleuve et passe ainsi dans des profondeurs qui ont jusque 18 m. à mer basse. Je n'ai pu apercevoir une seule raison qui justifierait la perte d'une zone de 100 à 200 m. de largeur de la plus belle profondeur du coude du Kruisschans.

Si on réalisait pareil tracé, on ne voit aucun avantage à en tirer : les navires passant dans le fleuve auraient 100 à 200 m. de moins à leur disposition; on diminuerait maladroitement la section du fleuve quand rien n'y oblige; on ne faciliterait ni l'écoulement de l'eau ni la giration des bateaux car il n'y a rien qui oblige ceux-ci à suivre un autre chemin que celui qu'ils pourraient adopter si ces quais étaient réalisés de sorte que, finalement, ici encore nous nous trouvons dans une partie du projet où l'étude semble n'avoir pas été faite avec toute la patience voulue.

La construction de ce quai en plein courant serait une opération extrêmement difficile qu'on ne pourrait faire progresser rapidement et qui constituerait une grosse entrave pour la navigation de l'Escaut. Et, comme cela se passe en aval de l'écluse prévue par l'auteur du projet, c'est *toute* la circulation maritime d'Anvers qui se trouverait gênée le jour où on se déciderait à exécuter une ligne de quais semblables.

L'exposé des motifs nous dit que « l'amélioration de l'Escaut « en aval du Kruisschans n'est pas suffisamment étudiée pour « qu'on puisse formuler un projet définitif. »

Le peu que nous en voyons sur le plan ci-joint démontre surabondamment cette proposition.

§ 6. — POUR FINIR.

Ayant ainsi examiné l'ensemble et chacune des parties principales du projet, nous pouvons nous faire maintenant une idée générale de ce que l'avenir nous réserve en cas d'exécution de ce tracé.

En premier lieu, il ne sera pas possible d'avoir à la disposition du commerce, en rade d'Austruweel, les quais dans 4 ou 5 ans comme le dit l'exposé des motifs.

On sera tenu par la durée de l'étude et de la construction de l'écluse du Kruisschans, ce qui demandera bien une dizaine d'années vu que d'après le programme actuel on ne peut « commencer » le déplacement du lit que lorsque l'écluse en question sera ouverte au trafic. Ce déplacement lui-même sera une opération assez vétilleuse et durera aussi plusieurs années.

Si on veut opérer ce déplacement sans attendre l'achèvement de l'écluse, on mettra la navigation maritime dans une situation extrêmement difficile.

En second lieu, la réalisation des ripages donnera lieu à des troubles profonds dans le régime du fleuve à cause de la lenteur relative avec laquelle on pourra procéder étant donnée la simultanéité voulue — et nécessaire — du recul des rives à Austruweel et à Krankeloon; à cause aussi de l'énorme surface qui sera inondée à marée haute dès qu'on aura entamé sérieusement le ripage du lit et à cause du cube de terre colossal qui manquera pour constituer de prime abord les rives convexes à une hauteur convenable.

En troisième lieu, les travaux étant terminés, il ne paraît pas démontré que la profondeur requise serait réalisée au Boomke et au Willemsrek et on pourrait bien avoir fait d'immenses travaux pour se trouver en présence d'une situation assez analogue à celle où on se trouve en ce moment même, aussi bien au point de vue des profondeurs sur les seuils que des largeurs de passe et on aura perdu les quelques zones très larges qui peuvent servir à l'évitage des bateaux.

La conclusion que l'on peut tirer de ces trois propositions c'est qu'au point de vue technique le projet est médiocre et au point de vue commercial il est trop lent comme exécution.

L'exposé qui précède sera, sans doute, soumis à une objection préalable : c'est que tout le monde *peut* en finir avec les discussions et qu'on est impatient de mettre la main à l'œuvre.

Le long temps qui s'est écoulé en vaines discussions justifie cette impatience et celle-ci aurait particulièrement sujet à s'exercer contre les délais d'exécution du projet gouvernemental.

Il est possible, aussi, que les personnes qui auront finalement à décider si on fera ce projet ou pas ne croient pas à l'exactitude de ce que je viens de dire.

A celles-ci, je ferai observer que, deux fois déjà, on a exécuté ainsi des travaux contraires aux lois de l'hydrographie et que deux fois on a eu lieu de s'en repentir.

La première fois c'était pour l'embouchure du Rupel. On se rappelle qu'en 1892-1893 on construisit un épi qui faisait une saillie de 180 m. dans le lit de l'Escaut et qui provoquait des remous considérables dans les eaux. Nos annales contiennent (Tome XIX, 2^e livraison, 1896) une note expliquant qu'il fallait démolir l'épi et rétablir l'ancienne rive — ou à peu près.

Cette note fut combattue par un rapport qui prétendait qu'en allongeant l'épi on arriverait à un meilleur résultat; ce qui était une nouvelle erreur.

Mais quinze ans plus tard, c'est-à-dire il y a deux ans, on finit, tout de même, par démolir l'épi et par adopter un tracé quasi identique à celui qui figure dans nos annales.

La seconde fois, c'était pour le port de Heyst. Là aussi, nos annales ont exposé que le port et la région littorale voisine s'ensablent qu'il faudrait draguer énormément pour maintenir, malgré le régime des courants et les indications de l'hydrographie, une situation qui serait toujours assez précaire.

On se rappellera les discussions, les démentis dont cette note fut accablée et la vigueur avec laquelle les auteurs du projet soutenaient leur erreur.

Fin 1897, l'ingénieur De Mey présenta un contre projet pour remplacer le mur courbe actuellement construit et qui, à cette époque, n'était pas commencé.

On lui objecta qu'il n'y avait plus rien à faire, que tout était arrêté, que sa proposition, au point de vue législatif,

remettait tout en question, qu'on était impatient de donner à Bruges le port d'escale qu'elle rêvait depuis 40 ans.

On se lança les yeux fermés dans l'entreprise aujourd'hui achevée et après avoir maintes fois remanié, agrandi, amélioré (croyait-on) le projet, on obtint le résultat que nous avons développé il y a trois ans et qui aujourd'hui est visible aux yeux de tous.

La question se présente maintenant pour Anvers presque de la même manière que pour Heyst, il y a quinze ans. On voit, comme alors à Bruges, des groupements approuver le projet, voter unanimement son exécution, on verra des fêtes lors de la pose d'une première pierre ou lorsqu'on coupera le premier gazon; on verra de plus belles fêtes lors d'une inauguration, mais les temps viendront où, comme à Bruges maintenant, on se regardera.....

Et ce jour là, nous pourrons reprendre l'exposé que je termine aujourd'hui, et montrer comment les lois naturelles enfreintes produisent toujours et partout les mêmes résultats.

Ostende, le 27 mars, 1912.

ANNEXE.

Projet de loi relatif à l'amélioration du cours de l'Escaut entre Anvers et le Kruisschans et aux travaux qui en sont la conséquence.

EXPOSÉ DES MOTIFS.

MESSIEURS,

La loi du 30 mars 1906 relative au système défensif d'Anvers et à l'extension de ses installations maritimes réserva, aux termes de son article 5, 1^o, *b*, la décision en ce qui concerne les travaux qui font l'objet de la présente proposition, tout en admettant explicitement le principe de l'amélioration du cours de l'Escaut et en décrétant les expropriations, que comportait le projet déposé par le Gouvernement.

Dans le but de réaliser l'extension du port d'Anvers et l'amélioration du fleuve, le Gouvernement avait élaboré un tracé reliant le quai du Rhin au coude du Kruisschans. Ce tracé, légèrement courbé, d'un développement de 9,900 mètres environ, couramment appelé « Grande Coupure », donna lieu à de graves objections. Après de longs débats, la Chambre se rallia à la solution provisoire décrétée par la loi du 30 mars 1906.

A la suite de cette décision, un arrêté royal, du 31 mai 1907, institua une Commission pour l'étude des questions relatives à l'amélioration de l'Escaut en rade et en aval d'Anvers.

Les études de la Commission durèrent jusqu'au 27 mars 1911. Les derniers procès-verbaux des séances furent communiqués au Gouvernement le 1^{er} décembre 1911. Ils furent distribués aux membres de la Législature le 8 décembre 1911.

Quelle que soit l'opinion qu'on se forme sur la solution qui doit être donnée au grand problème du régime futur de l'Escaut, il est impossible de refuser un juste tribut d'éloges au dévouement et à

la science dont firent preuve les membres de la Commission au cours de ses débats.

La Commission, ainsi que le rappelle le rapport au Roi qui en précéda l'institution, n'avait pas pour objet la délibération, mais seulement l'examen et l'étude.

Comme au sein de la Chambre, deux opinions principales s'y trouvèrent en présence.

D'après la première, il serait possible, en substituant au lit actuel de l'Escaut le lit entièrement nouveau, connu sous le nom de « Grande Coupure », de réaliser les vœux du commerce et de la navigation : doter le port de nouveaux quais d'accostage direct présentant à marée basse un mouillage variant de 9 à 11 mètres; assurer l'existence d'un chenal de navigation continu dans le nouveau tronçon.

Ces avantages seraient assurés, d'un côté, par l'allure du tracé dont la forme légèrement curviligne donnerait de la stabilité au chenal, tandis que le grand rayon de courbure favoriserait la propagation de l'onde à l'égal d'un tracé rectiligne; d'un autre côté, par la disposition des rives nouvelles — mur de quai sur le côté concave, talus sur le côté convexe — dont la forme et la nature concourraient à réduire au minimum la perte d'énergie par frottement; en troisième lieu et surtout, par la réalisation de sections transversales dont la largeur au niveau de marée basse serait, d'une part, suffisamment faible pour obtenir les profondeurs désirées et, d'autre part, se trouverait fixée artificiellement de manière que le courant ne pût l'augmenter au détriment de la profondeur ou de la fixité du chenal.

A côté des avantages prévus au point de vue commercial et nautique, les défenseurs de cette opinion affirment que le raccourcissement du fleuve n'en diminuerait pas la puissance hydraulique; qu'au contraire le régime général se trouverait amélioré; que, notamment, moyennant les travaux de normalisation et de raccordement à exécuter en aval de Kruisschans, la durée du flot à Anvers serait augmenté de dix-neuf minutes et que des travaux à exécuter en amont d'Austruweel permettraient de compenser aisément toute réduction du débit de flot.

* * *

D'après la seconde opinion, les travaux d'amélioration doivent s'inspirer, avant tout, du régime naturel du fleuve et, sans créer

un régime nouveau, tendre à réaliser, sur la plus grande longueur possible, des profondeurs au pied des quais aussi grandes que possible, avec des facilités d'accès aussi complètes que possible.

Pour arriver à déterminer le meilleur mode d'atteindre ce but, il faut tenir compte, avant tout, de ce que nous apprend l'observation des rivières en général et de l'Escaut en particulier. On est ainsi conduit à l'adoption d'un tracé sinusoïdal, rationnellement établi, comportant des courbes et des contre-courbes ni trop raides, ni trop développées et judicieusement raccordées.

Les partisans de ce second système comptent sur les forces naturelles dont l'observation directe révèle, notamment dans la proximité immédiate des tronçons à améliorer, l'action efficace.

Ils invoquent le fait constant que les profondeurs se trouvent le long des courbes concaves et qu'elles y sont d'autant plus prononcées que la courbure est plus forte; qu'entre ces profondeurs se trouvent, aux points d'inflexion des maigres ou des seuils sur lesquels la profondeur d'eau, moindre qu'ailleurs, est d'autant plus grande que l'agencement des courbes entrant dans le tracé est plus rationnellement établi; enfin, que le chenal du fleuve devient stable et permanent dès que les courbes et contre-courbes des rives sont convenablement tracées et raccordées.



L'examen critique de l'un et de l'autre système a donné lieu aux discussions les plus intéressantes.

A l'encontre du tracé de Grande Coupure, la première des objections concernait les difficultés de l'exécution et les dangers de la co-existence momentanée des deux lits. L'Administration communale d'Anvers, s'appuyant sur les avis de MM. Conrad et Welcker, manifesta à ce sujet les plus vives inquiétudes.

Si ces inquiétudes paraissent fondées en ce qui concerne la « Grande Coupure », il est, d'autre part, difficile de soutenir que l'exécution des travaux d'amélioration, quelle qu'en soit la conception générale, puisse être exempte de certains aléas et ne puisse, en aucun cas, donner lieu à des mécomptes de nature à gêner momentanément la navigation.

Or, il est d'importance primordiale qu'en aucun cas l'accès des navires au port d'Anvers ne soit rendu impossible, ni même difficile. C'est pourquoi le Gouvernement s'est engagé à créer une commu-

nication directe, facile et sûre entre les bassins et l'Escaut avant l'ouverture d'un lit nouveau.

Quel que soit le système adopté pour l'amélioration du fleuve, cet engagement doit être tenu.

* * *

Des objections qui visaient le tracé furent présentées.

S'autorisant des enseignements tirés du fleuve, les adversaires de la « Grande Coupure » soutinrent que le tracé présente une courbure insuffisante pour assurer la stabilité du chenal, c'est-à-dire le maintien du chenal de navigation suivant une ligne déterminée. Ils firent observer que ce tracé comporte, sur toute son étendue, une courbe très aplatie et d'un grand développement, dont le rayon est de 8.000 mètres sur 5 kilomètres de longueur et de 11.200 mètres sur plus de 4 kilomètres. Ils affirmèrent que, sur l'étendue de la « Grande Coupure », le chenal perdrait son contact avec la rive droite et divaguerait sur la moitié aval du parcours et que, dans tous les cas, la profondeur au pied des murs de quai ne pourrait répondre aux besoins actuels et futurs de la navigation.

Ils contestèrent que l'influence favorable d'un mur de quai et de la disposition des rives fussent des facteurs pouvant compenser l'insuffisance de la courbure.

Ensuite, la réalisation des sections proposées au cours des travaux de la Commission leur parut pleine de dangers pour le régime du fleuve. Ils considérèrent le profil transversal comme créant en fait, sur l'étendue de la « Grande Coupure », deux fleuves juxtaposés dont, à mi-marée, l'un aurait, en chiffres approximatifs 14 mètres, et l'autre, 2 mètres de profondeur avec des largeurs respectives de 500 et de 350 mètres.

D'après eux, l'onde ne se propagerait pas avec la même célérité dans ces deux fleuves. Celle qui se réaliserait dans le fleuve le plus profond, serait supérieure à celle qui se produirait dans le fleuve le moins profond. Il en résulterait des troubles qui absorberaient une partie notable de l'énergie de l'onde. Un état de choses plus grave devrait, à la longue, s'établir par suite de la faible vitesse avec laquelle l'eau se répandra sur le lit majeur. Le fond du fleuve le moins profond se relèverait graduellement par colmatage. Ainsi la section transversale ou l'Escaut dans la « Grande Coupure » se trouverait dangereusement réduite.

Enfin, la réduction du volume du flot devrait amener une situation défavorable au point de vue de l'entretien des profondeurs à l'aval de Lillo.

* * *

Tous les tracés sinusoïdaux donnèrent lieu, d'autre part, aux critiques suivantes : ils laisseraient nécessairement subsister entre Austruweel et le Kruisschans deux seuils aux points d'inflexion; le chenal navigable passerait par deux coudes; la ligne des quais n'aurait pas un développement égal à celui que pourrait présenter la « Grande Coupure »; en tout cas, cette ligne, ne pouvant exister que sur les parties concaves des rives, serait discontinue sur la rive droite; enfin, dans les courbes, les mouilles atteindraient des profondeurs trop grandes, inutiles et même nuisibles.

De part et d'autre, ces critiques ne restèrent pas sans réponse et des techniciens, dont personne ne contestera ni la science ni la bonne foi, maintinrent leur manière de voir.

Les membres de la Législature trouveront tous les éléments de la controverse dans les documents qui leur ont été communiqués.

* * *

Un point cependant paraît acquis. L'emplacement des écluses d'accès aux bassins, tel qu'il se trouvait indiqué en 1905 au projet du Gouvernement, est défectueux. L'écluse du Kruisschans et le canal-bassin lui-même furent ajoutés au projet de la « Grande Coupure » comme un élément transactionnel destiné à rallier ceux que les dangers de la co-existence des deux lits en rendaient adversaires. Ils devaient parer à tout aléa et assurer, quels que fussent les mécomptes rencontrés au cours de l'exécution des travaux, le libre accès des navires à Anvers.

Or, l'écluse débouchant au Kruisschans, au point d'inflexion, ne pourra y trouver des profondeurs répondant aux besoins de la grande navigation et ses dimensions devront être déterminées en tenant compte de cette insuffisance du mouillage. Dès lors, l'emplacement, l'orientation et les dimensions de l'écluse prévue au projet de 1905 devront être modifiés. Cette écluse deviendra en tout cas insuffisante pour les très grands navires. Il en résultera la nécessité de construire une seconde écluse maritime de dimensions plus grandes qui, d'après les vues des partisans de la « Grande Coupure », devra être placée vers

le milieu du nouveau lit. Ces modifications sont figurées sur le plan A ci-joint. On remarquera que ce dispositif ne permet plus d'assurer, pour les grands navires, une communication directe, facile et sûre entre les bassins et l'Escaut avant l'ouverture du lit nouveau.

* * *

Après ces études si longues et si consciencieuses, une solution s'impose.

La Législature ne peut tarder davantage de rendre la décision de principe qu'elle s'est réservée par la loi de 1906.

La décision à laquelle elle s'arrêtera ne diminuera pas le mérite de ceux qui ont défendu une autre solution, ni l'estime que commande la valeur scientifique de leurs travaux.

Le Gouvernement propose un tracé sinusoïdal corrigeant et normalisant le cours actuel du fleuve.

Cette proposition s'inspire d'une double préoccupation : celle de réduire au minimum les risques inséparables de la grande entreprise que réclame le souci de maintenir à son rang notre métropole commerciale tout en assurant, dans le plus bref délai, les extensions indispensables; celle aussi de ne pas limiter les possibilités de l'avenir.

De brèves explications suffiront pour faire comprendre notre point de vue.

* * *

Et d'abord, il est impossible de ne pas être frappé des incertitudes multiples qui subsistent après des investigations si ingénieuses et si laborieuses, sur les résultats que produirait l'exécution de la « Grande Coupure » :

Incertitude sur les effets du raccourcissement et de la diminution de capacité du lit; incertitude sur les conséquences d'un tracé dont le rayon et le développement dépassent tout ce qui a pu être observé sur le fleuve; incertitude sur le degré d'influence d'une rive constituée par la paroi d'un mur de quai; incertitude sur le maintien des profils des sections dont il est bien possible de limiter la largeur, mais qu'il est impossible de garantir contre tout atterrissement; incertitude sur le débit futur du flot tant en amont qu'en aval du tronçon nouveau à créer.

Et, sans doute, si, en présence de la nécessité urgente de procurer

à notre grand port des extensions indispensables, aucune autre solution n'était possible, on pourrait peut-être envisager celle-ci. Mais il n'en est pas ainsi.

Le tracé sinusoïdal permet d'atteindre, avec une certitude entière, des résultats qui répondent mieux que la « Grande Coupure » à toutes les exigences non seulement du présent, mais encore d'une longue période de rapide développement.

Il permet, en outre, de pourvoir, dans un délai beaucoup plus court, aux nécessités les plus urgentes et les plus vivement réclamées, savoir : l'extension des quais d'accostage direct.

* * *

Dans le principe, le programme de la « Grande Coupure » comportait l'établissement, sur la rive droite, de quais offrant 8 mètres de profondeur à marée basse. Depuis lors, en présence des dimensions croissantes des navires, ce programme dut être étendu, et les desiderata du commerce anversoïis, tels qu'ils furent exposés à la Commission d'étude, comprenaient avant tout la création de quais présentant à marée basse un mouillage variant de 9 à 11 mètres.

Or, dès à présent, ce programme est insuffisant. Parmi les grands navires à flot, l'Olympic et le Titanic jaugent 45.000 t. r. et calent 10^m52. Le Mauritania et le Lusitania jaugent 33.200 t. r. et calent 11^m10.

La Hamburg Amerika Linie a mis sur chantier deux steamers d'un tonnage de 56.000 t. r. M. Corthell, dans son rapport au congrès de navigation qui sera tenu à Philadelphie en mai prochain, s'explique ainsi : « Actuellement le plus grand steamer a un tonnage brut de 50.000 tonnes, plus de 274 mètres de longueur, une largeur de 29^m4 et un tirant d'eau maximum d'environ 11^m80. ». Et, dans un tableau qui accompagne son rapport, cet ingénieur, dont la grande compétence en ces matières est universellement reconnue, indique pour les navires marchands de 1911 un tirant d'eau maximum de 11^m80.

De son côté, M. Leemans, dans un rapport au même congrès (p. 11), s'exprime comme suit : « Les Pays-Bas feront bien de tenir compte, dans un avenir immédiat, de navires de 40.000 tonneaux bruts et d'un tirant d'eau de 12 mètres ».

Le jour n'est donc pas éloigné où le port d'Anvers devra, sous peine de déchoir, se mettre en mesure de donner accès à des navires

dépassant notablement les plus grands de ceux qui le fréquentent aujourd'hui et de leur procurer, au pied des murs à construire en rade de l'Escaut, des mouillages de 12 et de 14 mètres.

Sans doute, cette éventualité ne pourra se réaliser qu'après l'amélioration des accès de l'Escaut et de certaines parties du fleuve situées notamment en territoire néerlandais, telles les passes de Bath et de Walsoorden. Mais ces travaux doivent, dès maintenant, être envisagés et étudiés.

Or, la « Grande Coupure » fixe au développement d'Anvers une limite infranchissable. A supposer, en effet, que les prévisions les plus optimistes de ses défenseurs se réalisent, il n'en restera pas moins vrai qu'elle suffirait à peine pour assurer leur mouillage aux plus grands navires actuellement à flot et qu'elle ne présente pas sur toute son étendue une largeur donnant les mêmes facilités de virage que la rade actuelle d'Austruweel. Toutes dimensions notablement supérieures des navires sont forcément exclues. D'un autre côté, le tracé, en supprimant la partie amont du coude du Kruisschans et en abordant la partie aval de manière à reporter la concavité sur la rive gauche, détruit une réserve précieuse pour l'avenir.

Le projet préconisé par le Gouvernement fixe l'emplacement de l'écluse du Kruisschans de manière à mettre à profit les profondeurs existantes.

Il ne prévoit la construction d'un mur de quai que dans la partie en amont de l'écluse.

La raison en est que l'amélioration de l'Escaut en aval du Kruisschans n'est pas, à l'heure actuelle, suffisamment étudiée pour qu'il soit possible de formuler un projet définitif. Il n'est pas impossible que des études ultérieures démontrent l'utilité de modifier le tracé de l'Escaut entre le Kruisschans et la rade actuelle du Fort Frédéric, au moyen d'une coupure qui permettrait de construire jusqu'à 7.000 mètres de murs de quai.

De toutes manières, le Kruisschans, soit dans sa forme actuelle, soit raccordé par une courbe agrandie au fort Frédéric, peut devenir une rade pour les grands navires de l'avenir. Ce serait une faute que de rendre son utilisation à tout jamais impossible.

Nous en concluons qu'en toute hypothèse, le tracé sinusoïdal répond mieux, et à plus brève échéance que la « Grande Coupure », aux nécessités actuelles et qu'il réserve mieux les éventualités d'un avenir que les progrès étonnants de la construction navale ne permettent plus de qualifier d'éloigné.

DESCRIPTION DES TRAVAUX.

I. TRACÉ. — Sur le plan B est figuré le tracé du fleuve à réaliser après normalisation et rectification.

Entre Austruweel et Pipe de Tabac, la rive droite est reculée en même temps que régularisée de manière à en faire une rive concave continue.

On remarquera que le tracé respecte les bassins existants. Il en reste même à une distance suffisante pour que l'exécution des murs de quai n'ait rien à redouter de leur proximité. Il en résulte non seulement une économie et une facilité dans l'exécution des travaux mais encore une sécurité dont des accidents antérieurs, et notamment celui, tout récent, arrivé à l'occasion de la construction, par la ville d'Anvers, d'une nouvelle cale sèche, font apprécier toute la valeur.

Entre Pipe de Tabac et le fort de La Perle, la rive gauche est reculée et creusée suivant une courbe continue.

A Kruisschans, la courbe concave de la rive droite est maintenue et même prolongée un peu vers l'amont.

II. MURS DE QUAI. — La partie concave de la nouvelle rive droite à Austruweel, susceptible d'être garnie d'un mur de quai à grande profondeur, présente un développement de 4.000 mètres.

La construction de ce mur pourra être entamée immédiatement, et sa mise en service peut être prévue dans un délai de quatre à cinq ans.

A Kruisschans, la longueur de rive concave est de 4.000 mètres, dont 1.550 mètres situés à l'amont de l'emplacement adopté pour l'écluse maritime. Devant cette rive pourra être construit un mur de quai à très fort mouillage.

Si la rive actuelle est maintenue à l'aval de l'écluse, la longueur totale du mur de quai peut être portée à 4.000 mètres. Si, au contraire, la rive est modifiée et la courbure améliorée par une coupure vers le fort Frédéric, la longueur du mur de quai peut être portée à 7.000 mètres.

En tenant compte du mur de quai entre Austruweel et Pipe de Tabac, on arrive ainsi à 8.000 mètres ou à 11.000 mètres comme développement total des murs de quai sur la rive droite. Le premier de ces chiffres est sensiblement égal à celui que donne la « Grande Coupure », le second dépasse notablement.

Sur la rive gauche, entre Pipe de Tabac et le fort de La Perle, la rive concave présente un développement de 5.800 mètres.

Des murs de quai, longés de grandes profondeurs, y sont possibles. Dès maintenant ces rivages seront disponibles pour l'industrie qui pourra s'y établir dans d'excellentes conditions.

III. EXÉCUTION DES TRAVAUX. — Le long de la partie de rive droite non modifiée, entre le chenal de l'écluse du Kattendyk et celui de l'écluse Royers, on peut construire 400 mètres de mur de quai en eau profonde. Cet emplacement, au droit duquel les grands navires opèrent leur virage, sera provisoirement réservé.

Au droit de la partie nouvelle de la rive concave d'Austruweel, le mur de quai sera construit, sur presque toute sa longueur, en terre ferme, ce qui rendra l'exécution facile et rapide.

* * *

Le massif de terre devant le mur de quai d'Austruweel pourra être enlevé, en grande partie, à sec, à l'aide de l'excavateur; la partie restante sera draguée par tranches parallèles au mur de quai.

Les produits des déblais seront déposés derrière le mur pour créer son terre-plein.

Sur la rive gauche, entre Pipe de Tabac et le fort de la Perle, on construira d'abord la nouvelle digue capitale avec des terres prises devant cette digue à l'aide de l'excavateur; ce mode de travail sera continué autant que possible et les produits de déblai déposés dans le polder derrière la digue capitale. La dernière partie du massif qui occupe le lit futur sera draguée par tranches successives.

Les travaux de dragage à Austruweel et à Melsele seront exécutés en même temps et conduits de telle manière que les deux rives reculeront régulièrement et simultanément; de la sorte, tant au flot qu'au jusant, les courants sortant d'un coude seront dirigés convenablement vers le coude suivant; pour assurer complètement la direction voulue aux courants, on pourra, en cas de nécessité, construire, sur la future rive convexe, tant à l'amont qu'à l'aval de chaque coude, un ou deux épis qu'on allongera au fur et à mesure que la rive opposée reculera.

Dans ces conditions, les parties du lit abandonné s'envaseront fort rapidement, comme on a pu le constater dans bien des circonstances le long de l'Escaut maritime. Lorsque l'alluvion aura

atteint une hauteur et une consistance suffisantes, on construira une rive continue atteignant le niveau de marée basse, afin d'assurer le régime régulier du fleuve.



L'article 3 du projet de loi permet au Gouvernement de modifier les travaux décrétés en 1906, de façon à tenir compte du tracé adopté pour l'amélioration du cours de l'Escaut.

D'après les prévisions d'alors, un vaste bassin-canal devait relier au fleuve, au coude du Kruisschans, les bassins intercalaires et les bassins existants, au moyen d'écluses accolées dont le chenal d'accès s'orienterait vers l'aval suivant la direction du fleuve; sur ce bassin devait être branchées, par la suite, une série de darses. Bassin et darses devaient être également pourvus de larges quais armés d'un outillage perfectionné.

Dans le voisinage des écluses était prévue la construction d'un groupe de cales sèches de dimensions diverses, dont l'une au moins mesurait 250 mètres au minimum de longueur utile.

Mais tous ces travaux ne devaient pas rester à la charge de l'Etat.

« La ville d'Anvers, disait l'Exposé des motifs devra rembourser
« à l'Etat, à mesure qu'elle reprendra les ouvrages correspondants,
« la dépense, évaluée approximativement à 42.400.000 francs,
« afférente au creusement du bassin-canal et à la construction
« de son quai, de ses écluses et de leur chenal d'accès. Toutefois,
« ce chiffre sera diminué du montant de l'intervention de l'Etat,
« admise en principe, dans les frais de construction des nouvelles
« écluses maritimes ».

Ainsi que l'indique le plan B, l'emplacement de l'écluse est fixé au Kruisschans, dans une situation des plus favorables au point de vue des profondeurs. Le chenal d'accès de cette écluse sera orienté par rapport à la rive, comme l'est celui de l'écluse Royers à Anvers, où l'entrée et la sortie des navires se font dans de bonnes conditions.

Les dimensions de l'écluse seront de 400 mètres de longueur utile, 45 mètres de largeur, et son seuil sera placé à la cote (—12), de sorte que par marée moyenne on y trouvera à marée basse un mouillage de 12^m30.

Le bassin-canal, creusé suivant l'axe de l'écluse, fera suite à celle-ci et rejoindra les nouveaux bassins d'Anvers.

Comme dans le projet de 1905, par la suite, une série de darses et un groupe de cales sèches pourront être branchés sur le bassin.

Le dessin en traits pointillés sur le plan B n'est donné qu'à titre d'indication. Le dispositif du bassin-canal devra être définitivement arrêté de concert avec la ville d'Anvers en même temps que sera réglée la reprise des installations du port intérieur creusé ou à créer par l'Etat.

Quant aux darses et aux cales sèches, elles seront construites par la ville d'Anvers après reprise des terrains acquis par l'Etat, selon ce qui a été prévu en 1906.

* * *

En vertu du même article 3, après que la Législature se sera prononcée sur les travaux de l'Escaut, les questions d'emplacement qui doivent être tranchées en vue de l'établissement de communications nouvelles entre la région du polder de Borgerweert et l'agglomération anversoise, telles que tunnel, transbordeur, passages d'eau, pourront recevoir une prompte solution.

* * *

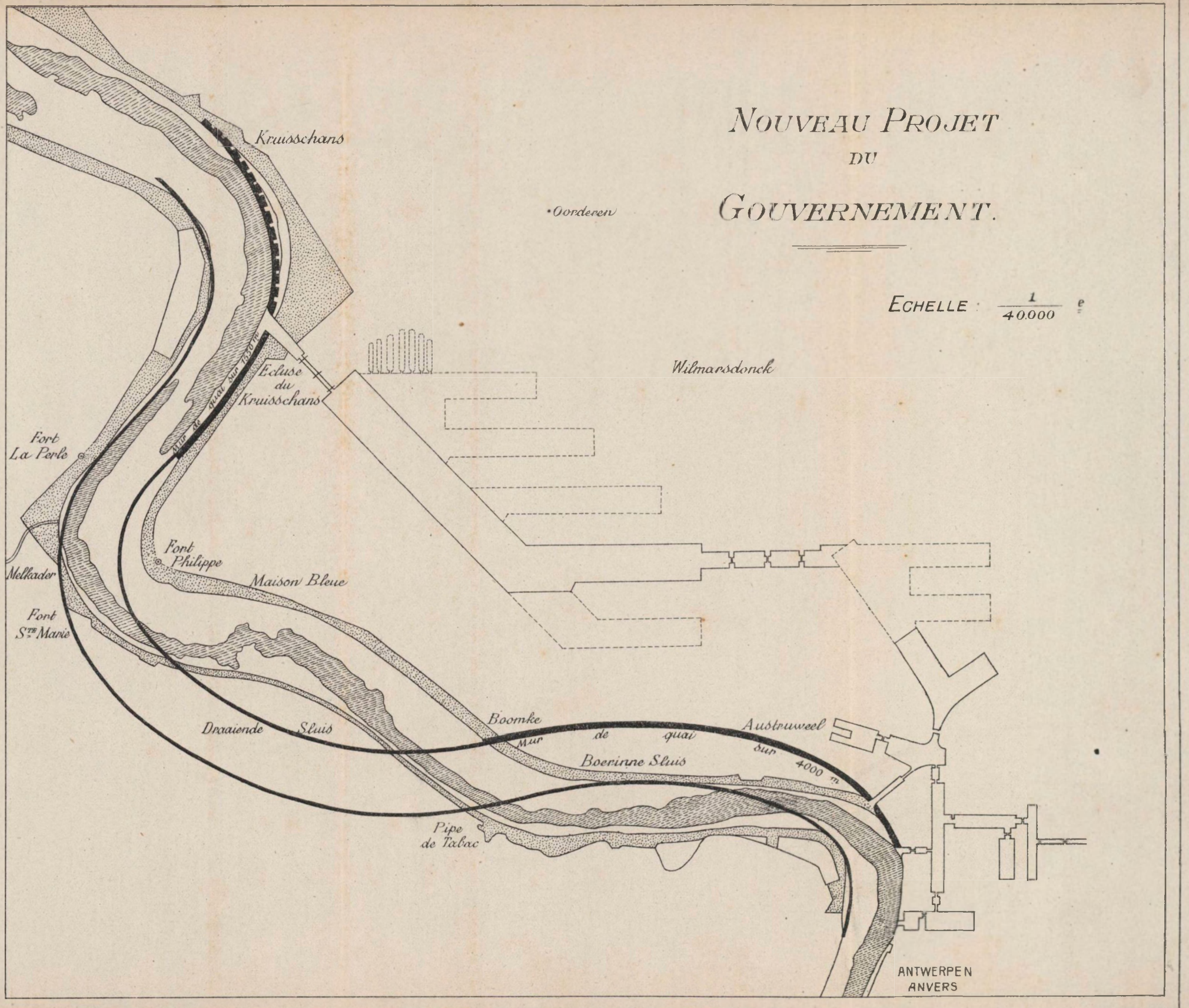
Enfin, il a été reconnu nécessaire d'apporter certaines modifications aux dispositions de l'article 6 de la loi du 18 août 1907 concernant les passages à maintenir à travers la deuxième ligne de défense et au dessous de la ligne du chemin de fer de ceinture autour d'Anvers : tel est l'objet de l'article 4 du projet de loi.

Le Ministre de l'Agriculture et de Travaux publics,
A. VAN DE VYVERE.

NOUVEAU PROJET
DU
GOUVERNEMENT.

•Oorderen

ECHELLE : $\frac{1}{40.000}$ p



Les Écluses du Kruisschans

par **G. J. VAN MIERLO**

Ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées,
Ancien Ingénieur de la Marine de l'Etat Belge,
Ingénieur principal de la Compagnie des Wagons-Lits.

§ 1. — COUP D'ŒIL RÉTROSPECTIF.

Cinq ans se sont passés depuis que la question des installations maritimes d'Anvers eut l'attention de tous.

Lorsqu'on se reporte aux brochures, aux discussions, aux prévisions faites à cette époque, on peut mesurer déjà — du moins partiellement, — jusqu'à quel point tout ce qui fut dit et écrit à ce moment est exact.

Nous aurons besoin, dans cette note, de nous souvenir de l'état des esprits en 1905, de l'impulsion rapide, nerveuse, et — on peut le dire aujourd'hui — irréfléchie que l'on voulait imprimer aux travaux du port. Nous nous souvenons qu'il était question, alors, de faire, de suite, des travaux immenses d'après un simple schéma. Une loi fut proposée — et heureusement repoussée — qui allait engager l'avenir d'Anvers dans une aventure qui l'eût conduit à un désastre. Il fallait, immédiatement doter le port de murs de quais nouveaux et, pour cela, une seule solution était voulue : la Grande Coupure.

Nous calculions le 31 août 1905 que les travaux pourraient marcher comme suit, (1) si l'on voulait travailler vite :

« Pour faire le projet du collecteur des eaux poldériennes et
» exécuter le canal de 20 kilomètres de long de Deurne à Kruis-
» schans » 4 ans.

» Pendant ce temps, on pourra faire le projet du bassin
» canal, des écluses d'accès, etc. »

(1) « Annales des Ingénieurs de Gand », 1905, Tome IV, 1^{er} fasc., p. 20.

« Puis, construction de l'écluse d'entrée, du canal bassin et
» préparation simultanée du bassin, du chenal d'accès, du lit
» de la Grande Coupure et construction des murs de quai dans
» la Coupure et accessoires ». 9 ans.

« Au total donc, 13 ans avant qu'il puisse être question de
» mettre en communication la Grande Coupure avec l'Escaut
» et de barrer l'ancien lit de manière à donner accès aux nou-
» veaux quais. »

« Admettons deux ans seulement pour la mise en communi-
» cation du nouveau lit avec l'ancien, le barrage de l'ancien lit,
» la toilette des travaux, les chemins de fer à raccorder et cela
» nous amène en 1920 avant que les quais puissent commencer
» à être exploités. »

« Et encore faudra-t-il que les travaux marchent avec une
» vitesse à laquelle nous ne sommes guère habitués »

Nous nous souvenons encore des exclamations d'incrédulité, des démentis et des récriminations qui accablèrent ce calcul en 1905, tant et si bien que lors de la discussion au Sénat l'une des questions — la vingtième — posées au gouvernement demande d'indiquer les délais prévus pour l'exécution des travaux maritimes.

La réponse fut extraordinairement prudente : elle ne promettait rien pour la Coupure qui cependant, formait l'élément essentiel d'après les idées en cours en 1905-1906 puisque seule elle donne les accostages directs. Cependant des chiffres furent donnés pour les parties du travail votées par la Chambre. Voici, du reste, le texte de la réponse :

« En comptant deux ans pour l'acquisition des terrains, le
» détournement jusqu'au Kruisschans, sur une étendue de
» 18 kilomètres, des Schyns et autres cours d'eau rencontrés
» par la dérivation sera terminé dans quatre à cinq ans.

« Les travaux du canal bassin seront achevés deux ans plus
» tard. »

« Il est difficile de fixer, avant que les projets ne soient
» définitivement dressés, l'époque d'achèvement de la Grande
» Coupure et des travaux annexes. »

La loi datant du 30 mars 1906, c'est donc depuis le mois de mars dernier que la dérivation des Schyns devait être finie ou au plus tard, le 30 mars prochain et c'est en mars 1912 ou mars 1913 que les écluses du Kruisschans allaient être terminées et le bassin canal ouvert au trafic.

La dix-huitième question du Sénat a reçu, du reste, une réponse qui nous explique qu'on commencera par faire 2500 mètres de canal bassin depuis les fortifications jusque Wilmarsdonck plus un tronçon d'un kilomètre au Kruisschans même.

Le tronçon intermédiaire devait être entamé dès l'achèvement du détournement des cours d'eau poldériens.

De sorte qu'en ce moment même nous devrions, d'après les promesses du Gouvernement, voir 2500 m. de bassin canal en voie d'achèvement depuis les fortifications jusque Wilmarsdonck, un kilomètre du bassin canal en achèvement au Kruisschans, l'écluse de Kruisschans entamée et en bonne voie de construction et le détournement des Schyns achevé ou presque.

Tout le monde comprendra, en présence d'affirmations aussi catégoriques, que nos chiffres n'aient trouvé chez beaucoup de personnes qu'une confiance extrêmement limitée. Nous même n'avons plus cherché à discuter, ni à démontrer, vu que la suite naturelle des choses allait, à notre sens, se charger de prouver qui avait raison dans ces calculs.

On va voir de suite que non seulement nous n'avions pas calculé « trop long » mais que déjà maintenant il y a un retard de plusieurs années sur ce que nous avions annoncé.

Le collecteur des eaux poldériennes n'est pas fait ni même commencé soit quatre ans de retard.

Le canal bassin qui devrait être fait en ce moment sur quelque 4 kilomètres de long atteint à peine 1000 mètres : il y a, il est vrai aussi, deux darses comprises dans le même projet actuellement en cours mais le raccordement des bassins intercalaires au Kruisschans n'est qu'au sixième à peine de son développement.....

La présente note montrera que les écluses du Kruisschans

sont dans l'indécision absolue quant au nombre, à l'emplacement et à l'orientation.

Et enfin, la Grande Coupure elle-même, les études qui s'y rattachent ne paraissent pas progresser bien rapidement ni surtout d'une manière bien décisive.

De tout cela, on peut conclure, cette fois sans discussion et sans difficulté, que les délais que nous avons indiqués sont largement dépassés et qu'on ne peut réellement plus espérer ni pour 1920, ni pour plusieurs années après, livrer au commerce d'Anvers les quais à accostages directs qu'il attend avec impatience si, bien entendu, on veut, quand même, faire la Grande Coupure. Une décision immédiate étant supposée pour ce projet, ce ne serait qu'à une époque voisine de 1930 que l'on pourrait compter sur de nouveaux quais.

Or, si nous nous reportons au rapport de la Section centrale rédigé par M. Delbeke, nous trouvons que l'on désirait surtout — et vite — des quais à accostages directs.

Comme ces quais étaient demandés dès 1900 par un rapport de M. Helleputte sur le Budget des travaux extraordinaires de cette année, et que celui-ci signalait que la situation, déjà mauvaise en 1900, allait devenir « désastreuse dans deux ou trois ans » on verra s'il est raisonnable, encore aujourd'hui, de préconiser un projet qui, tous autres défauts laissés de côté, remet la solution de la question des quais à une date extrêmement lointaine.

Nous tenons, en outre, à attirer l'attention des personnes qui s'intéressent aux travaux d'Anvers sur la fantaisie qui présidait aux arguments des défenseurs des travaux soumis aux Chambres; et, bien que le peu d'années qui se sont écoulées depuis ces discussions ne permette encore de saisir qu'imparfaitement la légèreté de ces arguments, on voit cependant déjà se dessiner des erreurs d'appréciation qui rendent toute la défense du projet gouvernemental extrêmement caduque.

L'une des théories les plus volontiers exposées en 1905 est celle qui se trouve dans le passage ci après extrait du rapport de M. Delbeke.

« Le projet ne fait-il pas trop grand ?

« A cette question on peut répondre : si l'on veut faire bien, » il faut faire trop grand. Car ce qui paraît trop grand aujourd'hui paraîtra trop petit demain; et pour n'avoir pas fait » assez, on devrait recommencer ce qui coûte plus cher d'abord » et ce qui fait un retard irréparable ensuite.

« Mais du moins le projet ne dépasse-t-il pas toutes les limites » des prévisions permises? »

« A ce sujet une question a été posée au Gouvernement. Et » la réponse est concluante : le projet n'excède pas les prévisions » qu'impose, dès à présent, le développement successif du trafic » du port d'Anvers. Le diagramme annexé à ce rapport rend » la démonstration tangible.»

Dès son apparition, le diagramme en question donna lieu à objection et je reproduis ici l'appréciation qui parut dans nos Annales à ce sujet : (1)

« Le rapporteur de la section centrale se demande ensuite si » le projet ne fait pas trop grand. Et pour prouver que non, il » nous montre un diagramme qui figure que le trafic passera » de 9.346.969 tonnes en 1904 à 22.000.000 de tonnes en 1914.

« Ceci est de la haute fantaisie. On nous a appris, à nous, » gens de chiffres, que les extrapolations sont toujours des opérations discutables sur lesquelles on ne peut pas baser de » raisonnement et encore, alors, il s'agit d'extrapolations effectuées tout près des limites de la fonction. On pourrait aussi » aisément conduire la courbe tracée à 16.000.000 de tonnes » qu'à 32.000.000 de tonnes ou au chiffre indiqué. »

« Le diagramme joint au rapport que le rapporteur trouve » donner une démonstration tangible ne signifie donc tout simplement rien du tout, en tant que chiffre du trafic futur ».

Cependant, telle était la disposition des esprits il y a cinq ans, que ce diagramme, sans autorité et sans valeur, était repris par le rapporteur du projet au Sénat et que nous le voyons, de

(1) Redressement de l'Escaut en aval d'Anvers. Note sur l'avant-projet du Gouvernement. Année 1905. Tome IV, 3^e série, 1^{er} fasc., p. 13.

nouveau, figurer dans le rapport soumis à la haute Assemblée en 1906.

On se figura que la courbe, tracée sans étude et sans circonspection était en quelque sorte prophétique et rares furent ceux qui crurent pouvoir y faire quelque objection. Toutefois, les années passèrent; actuellement la moitié du temps considéré par M. Delbeke est écoulé et ses chiffres ont été soumis au contrôle impitoyable de l'expérience. Nous pouvons donc voir ce qu'ils valent.

A cet effet, nous avons dressé le tableau ci après où l'on voit les éléments fournis par M. Delbeke (col. 2) et ceux fournis par le commerce d'Anvers (col. 3). La colonne 4 donne les différences entre les chiffres imaginés par M. Delbeke et ceux qui se sont réalisés et comme il s'agissait plutôt d'estimer l'accroissement de trafic depuis 1904, nous avons affecté aussi deux colonnes à cette donnée pour pouvoir clairement apprécier l'ensemble des éléments :

Trafic en tonnes Moorsom du port d'Anvers

Années	Trafic d'après M. Delbeke	Trafic réel constaté	Différences col. 2 — col. 3	Augmentation depuis 1904		Erreurs proportionnelles de M. Delbeke
				prévue par M. Delbeke	enregistrée en réalité	
1	2	3	4	5	6	7
1900	6.696 370	6.691.791	+ 4.579	"	"	"
1901	7.466.463	7.510.938	— 44.475	"	"	"
1902	8.392.380	8.427.779	— 35.399	"	"	"
1903	9.073.021	9.131.831	— 58.810	"	"	"
1904	9.346.969	9.400.335	— 53.366	"	"	"
1905	10.100.000	9.850.592	+ 249.408	753.031	450.257	40 %
1906	11.160.000	10.884.412	+ 175.588	1.713.031	1.484.077	14 %
1907	12.060.000	11.181.226	+ 878.774	2.713.031	1.780.891	35 %
1908	13.140.000	11.051.644	+ 2.088.156	3.793.031	1.651.309	57 %
1909	14.460.000	11.940.332	+ 2.519.668	5.113.031	2.539.997	50 %
1910	15.860.000	"		6.513.031	"	
1911	17.380.000	"		8.033.031	"	
1912	19.260.000	"		9.913.031	"	
1913	20.980.000	"		11.633.031	"	
1914	22.820.000	"		13.473.031	"	

Les chiffres des col. 2 et 3 montrent combien les calculs de M. Delbeke étaient inexacts et combien la partie connue du diagramme, antérieure à 1905, avait été peu étudiée. On avait augmenté, pour l'avenir, continûment et sans arrêt le trafic rêvé alors que le diagramme lui même montrait, en 1892 et en 1900, qu'il pouvait y avoir une régression dans le trafic. Rien n'autorisait à dire qu'une telle circonstance ne se reproduirait plus et pas un instant le diagramme du trafic futur ne tient compte d'une éventualité semblable.

Comme, tout de même, elle s'est produite en 1908, les erreurs d'appréciation de l'ensemble du mouvement qui se montaient en 1905 et 1906 à 2 0/0 à peine du trafic passent tout à coup à 8 0/0 en 1907, année de ralentissement du commerce et sautent à 20 0/0 environ de ce trafic pour les deux années suivantes.

Ceci justifie surabondamment le qualificatif de « fantaisiste » que nous avons appliqué à ce diagramme.

Mais dans les prévisions que l'on faisait aussi inconsidérément il ne s'agissait pas tant du trafic total à apprécier que de mesurer l'augmentation que l'on pouvait — que l'on devait même — escompter.

Et si, comme le font les colonnes 5 et 6 de notre tableau, on met en regard des chiffres de M. Delbeke ceux qui se sont produits en réalité, on voit que ceux du trafic réel restent respectivement pour chacune des années 1905 à 1909 à 40 0/0, à 14 0/0, à 35 0/0, à 57 0/0 et à 50 0/0 au dessous de ce qui avait été estimé.

L'irrégularité de ce pourcentage montre que la méthode même d'appréciation est mauvaise et son importance absolue prouve que le coup d'œil a manqué à celui qui a fixé les chiffres.

Les quelques données de 1905 qui peuvent, en ce moment, être vérifiées par l'expérience montrent donc qu'à cette époque ceux qui croyaient devoir défendre le projet gouvernemental étaient complètement à côté de la question.

Mais nulle part on n'a autant été à côté de la question que pour les écluses du Kruisschans.

§ 2. — L'EMPLACEMENT DES ÉCLUSES.

On se rappellera que les Chambres ont adopté le canal bassin et encommissionné le redressement de l'Escaut en aval d'Anvers.

On savait donc qu'on allait faire un canal allant d'Anvers au Kruisschans, une écluse d'entrée dans ce canal, mais comme on ignorait — et qu'on ignore encore — la forme qu'aura le fleuve après son redressement, il est clair que la question du débouché se présente avec une grande incertitude. Il paraît hors de doute que suivant qu'on laissera le coude du Kruisschans ou suivant qu'on le supprimera, les courants de l'Escaut auront dans toute la région voisine du fleuve des allures extrêmement différentes; dès lors l'emplacement qu'aura l'écluse, ou plutôt qu'elle devra avoir, diffèrera aussi dans une très vaste mesure.

Je sais bien qu'on a parlé de mettre les écluses dans une situation telle que tous les projets de redressement de l'Escaut puissent s'en servir mais il est clair qu'on n'aura pas en choisissant un point semblable, la certitude que l'on disposera l'écluse dans la situation la plus favorable quel que soit le projet adopté et que l'on peut même avoir la quasi certitude qu'il n'en sera pas ainsi.

Les communications semi officielles faites au sujet de ces écluses montrent, du reste, que l'indécision subsiste.

Dans le numéro du 20 février dernier de la « Chronique des Travaux Publics » parut la note suivante :

« *Ecluses du Kruisschans*. Au sujet des écluses maritimes à » établir au Kruisschans à l'aval d'Anvers en vue de permettre » l'accès des navires dans le canal bassin et dans les darses en » voie de creusement, le Chef du département des Travaux » Publics répond à la section centrale : »

« Ainsi que le Gouvernement l'a déclaré à plusieurs reprises » déjà, le plan d'ensemble des installations maritimes au nord » d'Anvers, communiqué au Parlement n'est qu'un schéma.

« Dans les études relatives au projet des écluses maritimes à

» établir au Kruisschans, études qui sont terminées, l'adminis-
» tration s'est efforcée en vue de réduire autant que possible
» les envasements de ne donner au chenal d'accès que la lon-
» gueur nécessaire pour permettre aux navires d'amortir leur
» erre avant d'arriver aux écluses »

« En cas de maintien de la rade actuelle du Kruisschans la
» longueur sera beaucoup moindre que celle indiquée dans la
» question de la section (un kilomètre et demi). »

« Toutefois un chenal de 300 m. de longueur serait évidem-
» ment insuffisant pour donner accès à des écluses construites
» en vue de recevoir des navires d'une longueur égale au
» moins à ce chiffre. »

Ce texte nous apprend donc que les études pour les écluses du Kruisschans sont terminées ce qui nous paraît bien extraordinaire comme nous allons le montrer.

L'emplacement des écluses ne paraît pas encore bien défini puisqu'on parle de longueurs différentes que pourrait avoir le chenal d'accès suivant que la rade actuelle du Kruisschans serait maintenue ou pas. On avoue donc que, si on sait bien comment faire l'écluse, on ne sait pas bien où la mettre. Mais en y réfléchissant un peu, cette indécision en entraîne une autre. Nous savons que l'angle rentrant que forme la grande digue du Kruisschans près de la ferme « Prinsenhof » est un endroit passablement dangereux — et en tout cas à étudier de très près — au point de vue de la construction d'un ouvrage d'art aussi formidable que les écluses maritimes du canal bassin.

Et en effet, entre le onzième et le seizième siècle, il y a eu en cet endroit de très nombreuses ruptures de digues qui ont produit la Moere Kreek, la Groote Kreek, le Boutbeek, le Sant voortgatbeek, le Schaapgat beek, la Krabbe kreek et encore un grand nombre d'autres ruisseaux et criques.

Lors de la rupture et précisément dans le voisinage de l'endroit, où l'on projette les écluses du Kruisschans, il s'est formé des affouillements très considérables qui ont atteint jusque 24 mètres de profondeur. Pendant des dizaines d'années

certaines de ces criques se sont maintenues ouvertes ou à demi ouvertes et finalement le colmatage a remblayé ces excavations à peu près jusqu'au niveau primitif du polder.

Mais remblayé avec quoi? du sable ou de la vase? On l'ignore. Ce que l'on sait c'est qu'il y a, par endroits, de ces produits jusqu'à une profondeur telle que les fondations de l'écluse du Kruisschans n'arriveront pas jusque là. Nul doute que dans ces conditions l'établissement de ces fondations ne soit un problème extrêmement délicat.

Tombera-t-on entièrement ou partiellement dans ces anciennes criques? Il est impossible de le savoir en ce moment, d'abord parce qu'on ne possède que des indications fort incomplètes sur leur étendue, ce qui se conçoit puisqu'au moment où elles se sont formées tout le pays était sous eau à chaque marée haute et ensuite parce que comme on ne connaît pas encore l'emplacement de l'écluse du Kruisschans, il ne servirait à rien de pouvoir fixer la nature du sous sol en tel ou tel endroit.

Dès lors, l'étude des fondations de ce travail paraît devoir rester provisoirement dans le vague. Dès lors aussi, l'étude des constructions à élever sur ces fondations mal définies ne peut guère dépasser les limites d'un avant projet assez sommaire, sorte de programme devant former le canevas de l'étude définitive.

Je ne vois donc pas comment les « études sont terminées » ni même comment il est possible qu'elles le soient.

Je sais bien qu'on a parlé, dans le public, d'adjudication concours, l'étude du projet devant être faite par les soumissionnaires; mais ceci ne fait que déplacer la question sans la résoudre : comment serait-il possible à des ingénieurs attachés à une entreprise de faire un projet sérieux s'ils ignorent le terrain sur lequel ils doivent construire? Et comment sauront ils sur quel terrain ils doivent construire tant que l'embouchure du canal bassin ne sera pas fixée. Or, elle ne l'est pas et ne peut pas l'être, raisonnablement, tant que la question de la rectification du fleuve n'aura pas été tranchée.

On a voulu dire aussi qu'on placerait l'écluse dans l'endroit

prévu aux plans schémas qui ont été publiés en 1905-1906 lors de la discussion du projet de loi à la Chambre et au Sénat. Il paraît à peu près établi qu'en cas d'exécution de la Grande Coupure l'écluse, telle qu'elle est placée sur ces plans, ne se trouve pas dans une situation bien favorable; en réalité, il n'y a guère moyen de faire autrement. Mais ce qui est certain c'est qu'en cas de non exécution de la Coupure ce serait une faute impardonnable de situer l'écluse autant au Nord — alors même que le chenal d'accès subirait un raccourcissement.

Il me semble pas, du reste, que dans ce cas on maintiendrait le canal bassin dans le tracé prévu aux plans schémas car à la dix-septième question posée en 1906 par la Commission du Sénat au Gouvernement et libellée comme suit :

« Dans le cas où la Grande Coupure serait condamnée par la Commission l'emplacement du canal bassin ne sera-t-il pas modifié ? »

la réponse fut :

« Si la Grande Coupure n'était pas exécutée l'emplacement du canal bassin ne devrait pas nécessairement être modifié. Rien n'empêcherait toutefois d'adopter dans ce cas un tracé rectiligne. » de sorte que le Gouvernement lui même ne se croit pas lié au tracé plus ou moins fixé sur les plans schémas et entrevoit, dans certaines éventualités, des modifications dans la ligne du canal bassin.

De tout ce qui précède résulte donc que l'on paraît être assez perplexe quant à l'emplacement des écluses et on conçoit d'ailleurs qu'il en soit ainsi par la réflexion bien simple que pour bien faire déboucher un canal dans un fleuve il faut d'abord commencer par bien savoir comment sont situés ce canal et ce fleuve.

Or, nous venons de voir qu'on n'est pas tout à fait sûr de la direction du canal et on ne l'est pas du tout de celle du fleuve.

§ 3. — AUTRES INCERTITUDES.

Tout ceci était donc assez embarrassant, lorsqu'apparut une nouvelle note dans la « Chronique des Travaux Publics »; la voici :

« M. Delbeke, ministre des travaux publics, n'a pas encore » pris de décision en ce qui concerne l'écluse du Kruisschans. Le » cahier des charges n'est pas approuvé et l'on s'étonne dans » les bureaux de ce retard, le Ministre ayant lui même donné » des instructions pour que le travail fût mené aussi rapidement » que possible. On a dit que ce retard avait pour cause l'incer- » titude dans laquelle on se trouvait au sujet de l'orientation » à donner à la nouvelle écluse mais ce n'est là qu'un point » secondaire et il semble décidé que l'orientation sera tangen- » tielle ainsi qu'on l'avait prévu dès l'origine. »

« D'après ce que nous avons appris le Ministre hésiterait à » approuver le cahier des charges parce que le corps des Ponts » et Chaussées est en désaccord complet sur un autre point » d'importance capitale : les uns soutiennent que l'on doit » construire au Kruisschans deux écluses maritimes accolées; » les autres sont d'avis qu'il ne faut établir là qu'une écluse » avec un bassin à marée. Entre ces deux opinions M. Delbeke » est fort perplexe et l'on conçoit qu'il tarde à se prononcer » puisqu'il s'agit d'une entreprise considérable dont le coût » dépassera vraisemblablement 20 millions et qui nécessitera » un travail de plusieurs années. »

« En attendant qu'une solution intervienne M. Delbeke est » allé étudier la question sur les lieux. Il est probable qu'il » prendra l'avis de différentes personnalités avant de résoudre » définitivement cet intéressant problème d'hydraulique. »

Ces lignes datent de février et en août M. Delbeke démissionna sans avoir pris de décision à ce sujet.

Elles méritent un examen un peu détaillé.

Nous voyons d'abord que l'on ne paraît pas avoir renoncé aux chenaux tangentiels, et à ce propos je rappellerai, non sans

plaisir, que j'ai vu il n'y a pas bien longtemps une théorie que j'avais défendue il y a quatorze ans en parlant de l'embouchure du Rupel recevoir une confirmation officielle.

Nos annales contiennent (1) une de mes notes dans laquelle je disais : « C'est par erreur que plusieurs pensent que les raccor- » dements tangentiels sont les plus favorables au mélange des » eaux sans grands remous. C'est précisément le contraire. Pour » la plupart des embouchures les axes des deux cours d'eau » sont perpendiculaires l'un sur l'autre. Quelques uns forment » même un angle aigu vers l'aval comme, par exemple, la » Durme.....

Et j'indiquais comme corrections à faire qu' « il sera néces- » saire de démolir entièrement cette jetée afin de rendre aux » courants de jusant leur direction normale. Le point de rac- » cordement des deux digues (à la balise n° 1), nous paraît » même encore faire une saillie trop considérable; aussi esti- » mons nous devoir indiquer la limite de la digue suivant un » tracé figuré suivant A à la fig. 6. »

Or, il suffit de se reporter au plan n° 76033 approuvé le 1^{er} février 1910 par le M. le Ministre des Travaux Publics. (Amélioration du Rupel) et joint au cahier des charges n° 10 de 1910 pour se rendre compte que c'est exactement le tracé que j'avais indiqué qui est réalisé. Ceci n'est pas une chose extraordinaire vu que le simple examen des courants et des circonstances de navigation telles que je les expliquais pages 84 et 85 de nos *Annales* suffisait pour montrer que l'épi construit dans le lit de l'Escaut était trop long de 170 mètres.

Ce qui est plus extraordinaire, c'est que la même erreur puisse être répétée encore actuellement dans des circonstances qui ne sont, bien entendu, pas tout à fait les mêmes mais qui cependant, ne sont pas entièrement dissemblables, au point de vue de la navigation tout au moins et qui, de plus, sont autrement redoutables pour les énormes bâtiments qui devront

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*, Tome XIX, 2^e livraison 1896, p. 69 et suivantes.

passer le promontoire entre le chenal d'entrée de l'écluse du canal bassin et l'Escaut que pour les schuïts ou les navires minuscules qui empruntent le Rupel.

On compte donc faire entrer les bateaux avec une vitesse propre sensible dans le chenal d'accès. J'ai déjà montré (1) combien cette disposition était dangereuse, et pour le bateau entrant lui même et pour les bâtiments qui pourraient se trouver dans son voisinage immédiat aussi bien dans l'Escaut que dans le chenal.

Il ne peut pas être question de faire entrer dans un chenal comme celui qu'on nous représente un bateau de grandes dimensions alors que le courant de flot le prend par l'arrière car il faudrait lui donner une vitesse propre suffisante pour gouverner en plus de la vitesse du courant ce qui lui donnerait une allure excessive, comme vitesse résultante, à son entrée dans le chenal.

On se placerait donc de propos délibéré dans les conditions les plus désavantageuses et nous croyons bien que la vraie raison de ceci est toujours de rendre possible la réalisation de la grande Coupure.

La seconde partie de la note de la *Chronique des Travaux publics* n'est pas moins surprenante : ce n'est donc plus uniquement la question d'emplacement qui est dans le vague ni la question des fondations mais aussi la forme des écluses et même leur nombre.

Ainsi qu'on l'a dit assez irrévérencieusement, cinq ans après qu'on a décidé de faire *trois* écluses on ne sait pas encore si on va en faire *deux* ou *une seule*.

Il semble résulter de tout ce qui précède que ni l'emplacement, ni l'orientation, ni le nombre des écluses, ni leur forme ne sont encore sortis de la période des études comparatives ni des discussions. On peut se demander légitimement, dès lors, comment le Ministre des travaux publics a pu dire que les

(1) Annales des Ingénieurs de Gand. Troisième série. Tome IV, 1^{er} fasc. de 1905. pp. 56 et suivantes.

études relatives aux écluses du Kruisschans sont terminées?

Ou bien si, réellement, il existe des études terminées, on peut, et cette fois non sans inquiétude, se demander quelle en est la valeur et la précision?

Sauf circonstances mystérieuses — et peut-il y avoir un mystère en pareille matière? — il apparait ainsi que toute la question est encore en suspens et, dès lors, il peut encore être d'actualité d'expliquer comment vraiment les écluses du Kruisschans devraient être établies pour répondre, dans le présent et dans l'avenir, aux besoins du commerce.

§ 4. — LA VRAIE SOLUTION.

De même qu'en d'autres circonstances, au lieu de faire l'exposé fort long des recherches qui ont amené la vraie solution du problème, je me propose pour la clarté et la brièveté de cette note de présenter la solution toute faite moyennant justification de chacune de ses dispositions.

Un principe domine le tout : c'est que la navigation, au moment où le navire cherche à entrer dans les bassins, ou cherche à en sortir doit, autant que possible, se faire contre le courant. Ce principe simplifie beaucoup la question de l'amortissement de l'erre du navire puisque le bateau, qui doit se déplacer fort peu par rapport aux rives a, quand il est immobile par rapport à celles ci, une vitesse relative de quelque 5 à 6 kilomètres à l'heure par rapport à l'eau et peut donc encore compter dans une certaine mesure sur l'action de son gouvernail.

Cette considération permettra de ne prévoir que des chenaux fort courts, de réduire donc dans une proportion considérable le cube de sable et de vase qui viendra se déposer dans le chenal en question et de dégrevier ainsi les frais d'entretien.

Rien que l'exposé que nous avons fait de la manœuvre du

bateau pour entrer dans les bassins (1) montre que la situation de l'écluse doit être un peu oblique par rapport à la direction du courant, l'obliquité étant, bien entendu, l'inverse de celle qui est figurée au projet du Gouvernement (fig. 1).

Comme on entre généralement de flot dans les bassins le promontoire aigu entre le canal et l'Escaut devrait donc être dirigé vers l'amont. Il est vrai que, dans le cas d'une rivière à changement de courant, comme l'Escaut cette écluse serait alors fort mal disposée pour le jusan.

C'est sans doute, eu égard à des considérations de ce genre, que la ville d'Anvers a toujours disposé les entrées de toutes les écluses normalement aux rives du fleuve comme le montre le plan du 2 décembre 1897 de M. Royers.

Actuellement que les travaux du Canal bassin sont amorcés et qu'on peut se rendre compte, sur le terrain même, de la grandeur immense de toutes les darses et du canal qui s'inscriront entre les intercalaires et le Kruisschans, on peut entrevoir, mieux que l'imagination ou le calcul peuvent le montrer, que lors de l'achèvement complet — et surtout de l'utilisation complète — de ce système il y aura un trafic énorme de bateaux à l'entrée et à la sortie, par les écluses d'accès; et on peut légitimement craindre qu'un encombrement continu, ennuyeux pour le commerce et dangereux au point de vue des abordages et des collisions se produira devant des écluses disposées comme nous le montre le projet du Gouvernement et surtout dans le chenal de ces écluses.

Il faut bien noter, en effet, que pratiquement, comme les discussions d'il y a cinq ans l'ont montré, les bateaux entrants à Anvers arriveront toujours vers le moment de la marée haute

(1) Annales des Ingénieurs de Gand. Troisième série. Tome IV. 1^{er} fasc. de 1905, pp. 56 et suivantes.

et que la plupart voudront, comme de juste, avoir immédiatement accès dans les écluses. Comme c'est aussi vers ce moment là que les bateaux sortants quitteront le port, on peut apprécier les difficultés que présentera la navigation à la sortie du chenal et dans le chenal du projet du Gouvernement.

Or, toute cette confusion et tous ces risques peuvent être évités par la disposition que nous allons indiquer ci-après et qui réduit au minimum les chances d'accidents et d'encombrement.

Elle suppose, bien entendu, que la Grande Coupure ne soit pas réalisée et qu'un tracé dans le genre de celui que j'ai proposé soit adopté.

Elle comporte un second principe qui consiste à reporter à grande distance de l'écluse d'entrée dans les bassins, l'écluse de sortie et de faire donc deux accès séparés l'un pour les bateaux entrants, l'autre pour les bateaux sortants.

Cette idée de faire ainsi des chenaux distincts pour l'entrée et pour la sortie n'est pas entièrement neuve, pour l'Escaut : elle a été publiée pour la première fois — à ma connaissance du moins — par M. G. V. Meer dans une étude datée du 1^{er} juin 1905 et intitulée « *Notice à l'appui des extensions maritimes d'Anvers* » où l'on voit des chenaux d'entrée disposés à peu près en face du fort Philippe (M. Meer ayant adopté notre tracé pour le redressement de l'Escaut) et les chenaux de sortie environ au Meestove.

Ces emplacements n'étaient pas défendables, surtout ceux des écluses d'entrée, vu qu'ils plaçaient les chenaux en question au milieu d'une rive convexe, et par conséquent, sur le sommet d'un banc. Aussi dans une seconde note datée du 11 juin 1906, le même auteur, mieux éclairé, a déplacé ses écluses pour en mettre les embouchures dans la fosse profonde qui borde la rive droite du Kruisschans. Ici toutefois la disposition topographique a semblé exiger que les chenaux soient parallèles ce qui les rend d'une disposition moins heureuse que celle que nous allons examiner dans un instant et ne permet pas de respecter le premier principe que nous avons énoncé à savoir que les navires devraient toujours se mouvoir contre le courant.

L'extrême proximité des deux chenaux doit faire craindre aussi que, si quelque navire sortant était rejeté par temps de flot vers l'amont, il viendrait en collision avec les bateaux qui se présentent pour entrer dans l'écluse voisine. Toutefois la séparation des deux chenaux (un pour l'entrée et un pour la sortie) constitue un notable progrès sur la disposition Gouvernementale.

. * * *

Le plan ci-annexé montre donc la disposition proposée : l'écluse d'entrée se trouve près du coin saillant que nous avons laissé dans la rive droite près de Meestove; l'inclinaison de l'axe de l'écluse sur les rives du fleuve est telle que l'angle aigu formé par ces deux lignes se tourne vers l'amont.

L'écluse de sortie se trouve à quelque 1200 mètres plus en aval et a une inclinaison inverse sur les rives du fleuve. Son axe est tracé de telle manière que les bateaux sortant de l'écluse sont orientés exactement de la manière qu'il faut pour attaquer le tournant de Lillo c'est à dire que pour eux le tournant du Kruisschans n'existe pas. Ils disposent donc aussi de toute l'influence du gouvernail pour faire les évolutions que les vents, les courants, ou les circonstances exigeront.

* * *

Je vais maintenant justifier rapidement chacune des dispositions prévues dans ce plan.

A. C'est réellement l'écluse d'entrée qui doit se trouver en amont.

Et en effet, supposons mon projet réalisé dans ses parties essentielles. En aval du saillant A commencent les quais du Kruisschans donc il se trouve le long de ces quais des bateaux, des chalands, des remorqueurs, tout un mouvement de port dont on ne rencontre plus rien en amont de ce saillant.

Les bateaux remontant le fleuve peuvent donc commencer leur évitage au droit de l'extrémité amont des quais du Kruisschans et ont, dans le nouveau lit de l'Escaut, un espace très

considérable et très facile pour l'accomplir tout à fait en dehors du mouvement de la rade du Kruisschans. Il ne faut pas perdre de vue, en effet que d'après notre tracé (1) et aussi d'après la réalité actuelle, l'Escaut a dans cette région de 670 à 730 mètres de largeur à marée basse soit presque le double de la largeur devant Ste-Anne où se font actuellement les évitages devant la ville; que, dans cette énorme largeur, il y a actuellement déjà — avant tout travail d'amélioration — des profondeurs de plus de 8 m. à marée basse donc de plus de 12 mètres vers le moment de marée haute où les bateaux arrivent au Kruisschans, sur plus de 250 mètres; que l'on trouverait largement 11 mètres d'eau (et M. Helleputte a calculé (2) dans un travail daté du 5 juillet 1905 que les plus forts tirants d'eau admissibles au Wielingen sont de 10^m73) sur une largeur de plus de 320 mètres; que l'exécution de mon projet refoulant le Ketelplaat en aval du coin de Keetenisse va encore améliorer dans une très forte proportion cette situation déjà très favorable pourtant et qu'ainsi on se trouverait dans les meilleures conditions pour faire l'évitage même des plus grands bâtiments que l'on peut entrevoir en ce moment.

Ces évitages se feront en dehors de tout voisinage des quais, donc dans les conditions les plus sûres jusqu'au moment où les quais prévus sur la rive gauche seront étendus jusqu'au polder de Keetenisse. Nous devons rappeler, en effet, que notre projet rend possible la construction d'une ligne de quais continus depuis le tournant d'Austruweel jusqu'en face du Meestove sur 8000 mètres de long; mais la réalisation de ces quais suppose naturellement que ceux que nous avons prévus sur la rive droite d'Austruweel, ceux que nous avons prévus sur la même rive au Kruisschans soient tous entièrement occupés et que les quais de rive gauche, qui seront naturellement construits en diverses fois et à partir de l'amont, soient tous tellement occupés par le trafic qu'il ait été nécessaire d'arriver jusqu'au

(1) Annales des Ingénieurs de Gand, Tome XXIII. 3^e livraison 1900.

(2) Note sur l'avant-projet des installations du port d'Anvers.

delà du fort Philippe. Il paraît donc certain que pour bien des dizaines d'années encore la partie comprise entre Meestove et Philippe ne sera pas occupée par des bateaux en stationnement et que jusqu'à une époque qu'il est inutile de chercher à supputer en ce moment, il y aura une zone de plus de 3000 m. de longueur et de plus de 600 mètres de largeur où l'évitage, l'ancrage, et le stationnement des bateaux pourront se faire en toute tranquillité et où même, vu la largeur considérable des passes, les bateaux stationnés ne constitueront pas une gêne sensible pour ceux qui doivent continuer vers les écluses et les quais actuellement existants dans le voisinage de la ville.

Tous les bâtiments destinés à entrer dans le canal bassin seront donc orientés le cap vers l'aval, contre le courant de flot et ne devront obliquer que relativement peu pour attaquer, aussi contre le courant de flot, l'entrée de l'écluse d'accès. Ils se trouveront donc dans les conditions les meilleures et les plus sûres et quelles que soient les circonstances défavorables qu'on se plaise à imaginer ils ne pourront jamais être drossés par le courant sur des navires ou des allèges en stationnement le long du quai du Kruisschans.

Pour le projet gouvernemental au contraire un navire lancé à grande vitesse (et il faut qu'il aille vite pour obéir au gouvernail, vu qu'il aurait le courant sur l'arrière) et manquant l'entrée du chenal risquerait de se briser sur le promontoire entre le chenal et l'Escaut et parvint il même à le parer, il produirait dans la rade le long du quai, un véritable massacre avant d'être arrêté, remis le cap au courant et d'être ainsi en sûreté.

B. L'écluse de sortie doit se trouver en aval.

En plaçant l'écluse de sortie comme nous le disions plus haut, nous débarrassons définitivement les 1200 mètres de murs de quai compris entre les deux écluses aussi bien de la manœuvre des bateaux entrants que des manœuvres des bateaux sortants.

Les quais situés en aval de l'écluse de sortie ne sont pas moins sûrs ainsi que nous allons le montrer : les bâtiments

sortant par temps de flot, navigueront donc contre le courant, auront une facilité de gouverner aussi grande que possible et comme ils débouchent obliquement par rapport aux rives et aux filets liquides courant plus ou moins parallèlement aux rives, l'action du courant seule, sans intervention du gouvernail tendra à les rejeter vers le milieu de la rivière et par conséquent à les écarter de la ligne des quais où se trouvent amarrés les bateaux et les chalands.

Il n'est donc pas à craindre non plus que la sortie des bateaux soit une cause de gêne ou d'entraves dans l'exploitation des quais en rivière situés en aval de l'écluse de sortie et pour les grands navires qui sortiront vraisemblablement remorqués, le remorqueur disposera de toute la place voulue et de sa puissance totale pour tirer le navire vers la rive droite dont le courant tend à l'écarter, tandis que la rotation des hélices du grand navire lui même servira — et dans la mesure que l'on voudra — à le faire sortir du chenal. On pourra donc lui donner sans crainte une vitesse croissante donc une gouverne de plus en plus sûre pour continuer tout droit sa route vers l'aval. Au moment de la marée haute, le bâtiment sortant, au lieu d'arriver, comme dans le projet gouvernemental, dans une zone d'inflexion où la profondeur sera réduite et où, par conséquent, il est exposé à embarder et à dévier, trouvera dans l'Escaut quelque 21 mètres d'eau qui iront lentement en décroissant jusqu'à mi-chemin de Liefkenshoek. Il aura donc eu le temps d'acquérir sur ces 2000 mètres une erre suffisante pour pouvoir franchir le point d'inflexion situé entre Kruisschans et Liefkenshoek sans devoir demander à sa machine des efforts exagérés et, par suite, sans créer des remous qui sont aussi nuisibles à sa propre direction qu'ennuyeux pour les petits bâtiments se trouvant dans le voisinage.

Les navires parcourant l'Escaut doivent serrer la rive ou les bouées qu'ils ont à tribord et la disposition des écluses telle que nous venons de l'indiquer permet aux navires sortants de faire leurs manœuvres de toute nature entièrement en dehors de la route des navires entrants. Jamais un navire quittant

le port ne doit couper la route d'un navire qui entre, pas même pour les manœuvres d'éclusage ou de sortie de sorte que l'Escaut peut être considéré comme étant « à double voie » si j'ose dire ainsi.

Le fleuve a, en cet endroit, près de 800 mètres de largeur de sorte qu'il y a toute la place voulue pour que dans le chenal profond qui aura en cette partie près de 300 mètres de largeur, les plus grands navires puissent se croiser et il restera en dehors de ce chenal des espaces très considérables où les bateaux de faible tirant d'eau, les schuits, les remorqueurs pourront naviguer ou ancrer en toute sécurité et éviter sur leurs ancres sans même jamais empiéter sur la passe principale.

C. Pour les navires arrivant par jusan, la disposition est encore favorable.

Ce qui précède suppose toujours que les navires suivent le système de navigation régulier et pratique qui consiste à arriver au port vers le moment de la marée haute comme cela se fait actuellement et comme cela aura lieu vraisemblablement dans la suite. Le tout est, du reste, applicable de la même manière et dans les mêmes conditions pour toute la période de flot.

Imaginons maintenant que pour une raison quelconque et malgré les usages constants des pilotes, des navires se décident à remonter l'Escaut même par marée descendante : les orientations que nous avons données aux chenaux d'accès sont elles encore dans ce cas convenables?

Il est clair que, dans cette hypothèse, les rôles attribués à chacune des écluses seront changés c'est-à-dire que l'écluse d'aval servira à l'entrée et l'écluse d'amont à la sortie. Les musoirs des deux écluses étant en vue l'un de l'autre et visibles tous deux de tous les points de la rade du Kruisschans, il n'y aura naturellement aucune difficulté à ce que, de toute cette étendue, on puisse se rendre compte de ce qui se passe au moyen de signaux hissés sur les musoirs.

De même donc que nous l'avons expliqué pour le courant de

flot, les entrées se feront, contre le courant de jusant, par l'écluse d'aval, et par suite avec le maximum de sécurité, et pour les bateaux manœuvrant et pour ceux qui sont amarrés dans le voisinage des écluses. Le bateau entrant, qui a une vitesse très réduite et tend à la diminuer prend le courant assez obliquement pour que la tendance à la dérive ne soit pas excessive et que les efforts de sa propre machine ou du remorqueur qui le guide soient suffisants pour le maintenir dans la bonne voie. Le courant qui passe autour de lui, lui donnera une vitesse fictive qui contribue à assurer sa gouverne et le tout permet une manœuvre peu compliquée et entièrement sûre même pour les plus grands steamers.

Quant à la sortie du bassin qui se fait alors par l'écluse d'amont, elle lance le bateau dans le courant de jusant; et lorsqu'il sera à moitié sorti du chenal, le courant lui fera faire automatiquement son abatée vers l'aval pour continuer son chemin vers la mer.

La question de la vitesse du navire à la sortie (vitesse croissante) a naturellement une importance considérable dans cette manœuvre; mais on peut se fier à l'habileté et à la pratique des pilotes pour choisir la vitesse de sortie qui conviendra le mieux afin que cette abatée se fasse dans des conditions satisfaisantes et pour qu'elle soit au besoin aidée par quelque amarre ou quelque remorqueur.

Quoi qu'il en soit, à sa sortie et aussi dans sa dérive vers l'aval le navire quittant le port trouve partout une passe large de plusieurs centaines de mètres (à 8 m. à mer basse) pour poursuivre son chemin vers la mer. Des bâtiments de la dimension des plus grands bateaux fréquentant actuellement le port n'auront aucune difficulté pour sortir des écluses telles que nous les avons prévues et pour se rendre dans l'Escaut même au moment de basse mer et les bâtiments de grandeur courante que l'on voit aujourd'hui fréquenter les bassins sortiront avec plus de facilités au Kruisschans, à mer basse, qu'ils n'en ont aujourd'hui à marée *haute* devant la ville, tant au point de vue de la largeur du fleuve que de l'orientation des écluses.

D. Sécurité.

Il n'est pas de personnes s'étant occupées des écluses du Kruisschans qui aient cru qu'une seule écluse suffirait. Le projet primitif du Gouvernement nous en montrait trois et un tracé, plus étudié, soumis aux Chambres nous en montrait encore deux. Mais toujours, jusqu'à présent, nous avons vu les deux écluses déboucher dans le même chenal.

On peut donc légitimement croire qu'en certaines circonstances l'une des écluses servirait à l'entrée des navires venant de l'Escaut, l'autre à la sortie des bateaux venant des bassins. Je veux bien admettre que, dans les circonstances normales et prochaines, il soit possible d'empêcher le croisement des bateaux dans un chenal aussi étroit que celui qui conduit aux écluses mais rien n'autorise à affirmer que, le trafic croissant, on ne soit pas amené bon gré, mal gré, à admettre, au moins pendant certaines heures particulièrement actives de chaque marée, une utilisation continue et dans les deux sens des écluses ainsi accolées.

Se représente-t-on, avec le projet gouvernemental qu'une collision, une fausse manœuvre, une rupture de chaîne de gouvernail, un incident quelconque vienne jeter un grand navire, à marée descendante contre une des rives du chenal. Nul doute qu'il ne vienne en travers dans ce chenal et qu'il ne s'y échoue.

Dans ce cas, toute communication serait coupée entre les immenses installations à niveau constant et l'Escaut tant que le bateau n'aura pas été relevé et dégagé. Si le bâtiment n'a pas souffert de son échouage il n'y en aura que pour 12 heures et ce ne sera pas encore bien grave. Mais qu'il s'y produise une voie d'eau et que le bâtiment ne veuille pas se relever?

Dans ce cas c'est pour tout un temps — nous savons combien les relèvements d'épaves sont parfois longs et pénibles — la navigation interrompue. Voit-on tous les bateaux de bassins huit fois plus étendus que les bassins actuels cherchant à s'échapper par l'écluse Royers et l'écluse du Kattendyk? Se

représente-t-on l'encombrement, les retards, les ennuis, les difficultés, les pertes de toute nature? Sans compter que tous les bateaux plus longs que l'écluse Royers ne pourraient en aucun cas plus sortir?

Le plan de 1897 de la ville d'Anvers prévoyait sagement près du Boerinne Sluis en aval des quais d'Austruweel une écluse supplémentaire qui, placée vers le milieu du canal bassin tracé par la ville, aurait constitué une sécurité en cas d'arrêt de l'écluse du Kruisschans et aurait, du moins, permis le dégagement des bateaux quoiqu'il arrive à celle ci.

La disposition des deux écluses comme nous le prévoyons, sur le plan ci annexé, donne une sécurité quasi illimitée à l'exploitation du canal bassin en enlève tout aléa même dans le cas d'un bateau échoué dans un des chenaux.

Il y aurait lieu, bien entendu, de régler d'une manière spéciale la navigation pour le cas où l'une des écluses serait mise provisoirement hors service, mais on se rendra compte, sans autres explications, combien ces difficultés sont minimales à côté de celles qui résulteraient d'un accident analogue dans le cas du projet gouvernemental.

E. Prévoyance.

Il est assez de règle pour un port de premier ordre comme Anvers que l'on cherche à construire des ouvrages qui puissent recevoir les plus grands navires à flot et même les plus grands dont on peut prévoir la construction.

Pendant longtemps, on s'est arrêté dans ces prévisions aux chiffres de 1000 pieds anglais de longueur et 100 pieds anglais de largeur, ce dont les mesures métriques ont fait des dimensions de 300 m. de long et 30 mètres de large, avec un tirant d'eau de 11 mètres.

Pendant plusieurs années ces chiffres ont paru une limite inaccessible qui prévoyait un avenir éloigné au delà de toute limite raisonnable. Cependant, au fur et à mesure que le temps se passait, la construction navale atteignait les étapes intermédiaires beaucoup plus rapidement qu'on ne l'avait cru et les

dimensions « impossibles » il y a une douzaine d'années sont maintenant la « réalité de demain ». D'autre part on a vu construire et progresser avec une allure qui en promet l'achèvement, les écluses du canal de Panama et si elles ont encore 305 m. de long, elles ont déjà 33^m50 de large et permettent sur leur busc le passage de bateaux de 12^m20 de tirant d'eau.

Dès lors on peut se demander si les dimensions que l'on veut donner aux ouvrages du Kruisschans sont encore bonnes?

Le premier mouvement est naturellement d'amplifier encore pour être sûr d'avoir assez. Mais aussitôt se présentent toute une série d'objections.

Les rapports entre les diverses dimensions des bateaux géants vont ils se maintenir? Déjà, on entend dire que pour des navires aussi longs que ceux qu'on fait maintenant, il faudrait plus de tirant d'eau qu'on n'en donne. On augmentera donc le tirant d'eau tant que l'on pourra : mais jusqu'où? Quelle est la limite que les travaux des ports pourront atteindre dans les circonstances les plus favorables? Dans quelle mesure l'Escaut pourra-t-il participer à ces approfondissements, l'Escaut hollandais surtout, du moins certaines de ses passes? Quelles modifications pourra-t-on espérer normalement ou créer artificiellement dans les Wielingen quand ils seront devenus trop peu profonds pour les plus grands bateaux?

Est-ce que, eu égard aux modifications que l'on pourra — ou que l'on ne pourra pas — faire à l'Escaut hollandais, on pourra s'attendre à voir arriver dans notre port des bateaux ayant 250 m., 300 m. de longueur ou plus?

Si les autres ports du monde ne peuvent pas non plus augmenter leur profondeur, ne va-t-on pas trouver un moyen d'accroître la capacité des navires par exemple en exagérant la largeur; et le rapport d'un dixième qui existe depuis longtemps entre la largeur et la longueur d'un navire ne va-t-il pas être modifié et jusqu'où?

On voit combien de questions, absolument insolubles pour le moment, soulève la prévision d'un avenir un peu éloigné, combien il serait inutile, à cause de la diversité des éléments qui

peuvent influencer sur le problème de chercher à estimer à vue une surlongueur ou une surlargeur à donner arbitrairement aux écluses et ainsi d'en augmenter le prix et la durée de construction dans des proportions énormes. Le tout, dans des problèmes comme ceux de l'agrandissement d'Anvers n'est pas de voir inconsidérément grand et de construire pour l'éternité. Il est beaucoup plus intéressant de s'efforcer de voir juste et de se réserver quelque moyen de mettre constamment les installations à la hauteur des nouvelles nécessités techniques ou commerciales.

Je rappellerai à ce sujet que lors de la construction du port de Heyst, on voulait faire des quais où l'on pourrait recevoir « les plus grands navires du monde » et au pied desquels, on n'avait prévu que 8 m. d'eau à marée basse; qu'il fallut en cours d'exécution prévoir une partie du même quai à 9^m50 et, une seconde fois, prévoir encore une autre partie à 11^m50 et que, finalement, maintenant que le port est achevé il n'est tout de même pas capable de recevoir « les plus grands navires du monde. »

Il en est de même pour les écluses du Kruisschans : imaginons le projet du Gouvernement réalisé d'après ce que nous montrent les documents soumis à la Chambre et au Sénat et qu'une circonstance quelconque impose la construction d'une troisième écluse à côté des deux premières.

Comment fera-t-on dans ce cas?

Il ne faut pas songer à faire déboucher cette troisième écluse dans le même chenal démesurément élargi où les envasements seraient considérables et presque impossibles à combattre et où la plus grande confusion régnerait, si on admet — comme on le doit — que l'on veuille faire manœuvrer simultanément les trois écluses.

Il ne peut guère être question non plus de faire une entrée directe du canal bassin dans la Grande Coupure en amont du chenal d'entrée; et en aval de ce chenal on n'a plus qu'une rive convexe : on devrait donc reporter l'écluse nouvelle à établir jusqu'au fort Frédéric.

Si l'on pense qu'il suffirait qu'une seule dimension des écluses devienne insuffisante pour que cette éventualité se produise et si l'on se souvient de l'incertitude régnant pour un avenir un peu lointain sur les progrès de la construction navale, on peut voir dans quelle impasse on se met volontairement.

Le tracé ci joint ne montre pas un pareil danger. Il ne comporte qu'une seule écluse d'entrée et une seule écluse de sortie pour lesquelles les dimensions sont celles que montre comme rationnelles l'état de la construction navale actuelle et ce qu'il est raisonnable de prévoir en ce moment. Cela suffira sans doute pour de longues années encore et c'est là ce que j'appelle voir « juste ».

A côté de ces constructions je réserve toutefois un emplacement suffisamment long pour qu'on puisse y mettre les plus grands navires que l'Escaut, même corrigé, pourra recevoir et suffisamment large pour les plus puissants navires qu'il est possible d'imaginer, de sorte que si quelque jour les écluses, déjà très grandes que l'on peut prévoir en ce moment devenaient insuffisantes, rien n'empêcherait de construire, à côté de celles-ci une deuxième écluse d'entrée et une deuxième écluse de sortie.

Elles ne présenteront pas le même inconvénient que celui que j'ai signalé antérieurement (1) pour le projet gouvernemental parce que le mouvement des bateaux s'y fera toujours dans le même sens et qu'il *n'y aura donc jamais de croisement de bâtiments dans le chenal.*

C'est cette préoccupation qui fait placer hors d'axe du canal bassin les écluses actuellement prévues de manière à pouvoir mettre ultérieurement une seconde écluse dans chacun des deux bras du canal bassin.

Ce sera, sans doute, une entreprise à mener avec prudence que de construire à côté d'ouvrages aussi considérables que les écluses du Kruisschans de nouvelles écluses dont le radier sera peut être plus bas que celui des premières. Mais ceci n'est pas

(1) Annales des Ingénieurs de Gand, Tome IV, 1905, 1^{er} fasc., p. 46.

une difficulté impossible à surmonter si on veut bien prévoir dans l'étude des fondations des premières écluses que quelque jour on pourra à une centaine de mètres de là avoir l'axe d'une autre, plus grande et plus profonde.

F. Forme et dimensions des écluses.

Il reste à parler d'un dernier point en discussion à savoir : quelle doit être la grandeur des écluses et quelle doit en être la forme?

Les deux questions peuvent se résumer en une seule qui est : quelle doit être la capacité de trafic de ces écluses? Comme on le sait, certains préconisent une sorte de grand bassin qui pourrait contenir en une fois les bateaux arrivant en une marée, d'autres pensent faire des écluses accolées de très grandes dimensions : on conçoit cette incertitude, d'après ce que nous avons dit au litt. précédent.

Et c'est ainsi qu'on a pensé — dit-on — à aller jusque 400 m. de longueur et jusque 45 m. de largeur pour le sas d'une seule écluse.

Eu égard qu'avec notre tracé il sera toujours possible de faire plus tard des écluses plus grandes que celles que nous allons prévoir dans un instant, nous n'avons pas de perplexités de ce genre et considérons des dimensions semblables comme excessives.

Excessives au point de vue du prix et excessives surtout — c'est là le point capital — au point de vue de la durée de la construction. Nous savons bien qu'on promet toujours qu'on va enlever des travaux aussi gigantesques comme en un tour de main. Mais le premier paragraphe de cette note montre ce qu'il faut croire de ces promesses. L'expérience la plus récente est là, du reste, pour confirmer ce que nous disons : l'écluse Royers de 180 m. $\times$ 22 m. a exigé quatre ans de travail : l'écluse d'Ymuiden de 225 m. $\times$ 25 m. en a demandé huit, ou neuf; dès lors combien de temps prendrait un groupe de deux écluses de 400 m. $\times$ 45 m. présentant comme superficie de sas *neuf fois* ce que donne l'écluse Royers, comprises inévitablement dans la même fouille; exigeant une profondeur plus grande

que celle de l'écluse Royers et par suite offrant des difficultés très rapidement croissantes.

Nous laissons aussi aux réflexions de toute personne compétente le point d'apprécier à peu près ce que coûteraient des écluses semblables. L'écluse Royers a coûté 8.000.000 de francs environ. Quel ne serait pas le prix d'un groupe d'écluses neuf fois plus étendu en superficie et vraisemblablement plus profond? On dit souvent que le prix d'une écluse croît comme la surface de son sas, première et grossière approximation qui se vérifie quelquefois pour des écluses de canaux mais qui n'a naturellement jamais pu être expérimentée pour d'aussi immenses travaux que ceux que nous envisageons ici. On peut toutefois se rendre compte de ce que les radiers, et les portes voient leur prix croître comme le carré de la largeur et que ce sont justement là les parties qui coûtent cher. On peut aussi se dire que si l'écluse Royers de 180 m. de long, a coûté 8.000.000 de francs, une écluse de 400 m. de longueur donc $2\frac{1}{4}$ fois aussi longue coûtera certainement plus de 18.000.000 à largeur égale et comme la largeur double et que finalement il y a deux écluses au lieu d'une, on voit où l'on va comme dépense et ce que vaut le chiffre de 20.000.000 que nous trouverons au paragraphe suivant comme formant les prévisions soumises au Sénat en 1905.

Il y a donc à la fois une raison de temps et une raison d'argent pour ne pas faire des écluses excessives.

Et, à ce sujet, on peut considérer comme prévoyant un très long avenir les dimensions en plan prévues au canal de Panama soit de 305 mètres de long et 33^m55 de large. Ces écluses formeront pour les dimensions des steamers une barrière qui sera aussi efficace que le fut le tirant d'eau du canal de Suez pendant près d'un demi siècle. Elles sont en harmonie avec les dimensions des plus grands bateaux qui peuvent passer par le tournant de Lillo ainsi que nous l'avons démontré (1) et elles tiennent compte dans une certaine mesure de l'augmentation

(1) Annales des Ingénieurs de Gand, Tome VI, 1907, 3^e fasc.

de largeur par rapport à la longueur que l'on constate dans les dernières constructions navales (Olympic et Titanic : 287 m. $\times$ 30.70) où le rapport d'un dixième entre la largeur et la longueur se trouve dépassé.

On conçoit du reste que, si on a jugé les dimensions de 305 m. $\times$ 33^{m55} suffisantes pour la communication entre deux océans, elles le soient aussi pour aller d'un fleuve dans un bassin.

On peut se demander maintenant si une écluse de 305 m. $\times$ 33^{m55} suffira pour laisser entrer dans le canal bassin, tous les bateaux qui pourront vouloir y pénétrer lorsque le développement naturel du trafic aura fait construire toutes les darses. Et, en effet, ce point mérite d'être examiné.

Pour cela, il faut d'abord voir le trafic du port d'Anvers en ce moment : il entre une vingtaine de steamers en moyenne par jour dans le port (bassin et quais). La plupart de ces bâtiments ont des dimensions moyennes et pourraient entrer assez nombreux dans une écluse comme celle que nous avons prévue. Mais comme chacun sait, le tonnage moyen des bateaux croît d'année en année. Admettons pour prévoir un avenir assez éloigné que les dimensions des bateaux ordinaires atteignent celles des grands navires qu'on voit actuellement sur l'Escaut à savoir environ 150 m. de long et 15 à 16 mètres de large. Notre écluse pourrait contenir 4 bateaux semblables et on pourrait certes espérer faire passer, moyennant quelques précautions, 4 navires semblables à la fois.

Vu l'expérience de l'écluse Royers et étant donné surtout que les bateaux se trouvant dans le chenal et dans l'écluse navigueront tous dans la même direction, on peut compter faire passer facilement 10 bateaux à l'heure par notre écluse de sorte qu'on pourrait faire entrer en deux heures tout le trafic actuel du port dans les bassins. On pourrait, rien qu'en utilisant la période de flot, sextupler le tonnage actuel avant que nos écluses soient insuffisantes, pourvu que la profondeur à l'entrée soit suffisante — et nous allons montrer qu'elle l'est — et le tout sans compter la partie fort importante de ce trafic

qui ira aux quais anciens et nouveaux, qui passera par l'écluse Royers ou même qui ira par le Kattendyck.

On voit donc qu'au point de vue de la superficie du sas, les écluses de la dimension de celles de Panama suffiront à un trafic dépassant de très loin tout ce qu'il est raisonnable de prévoir en ce moment.

Bien entendu, le passage d'un géant de la mer n'ira pas avec une pareille rapidité. Mais un bateau pareil a le tonnage de dix steamers ordinaires et par suite le « temps du passage d'une tonne » par l'écluse ne sera pas nécessairement augmenté parce qu'un grand navire passera plus lentement que quatre moyens, ou que dix petits.

Reste la question de la profondeur sur le busc.

Lors des discussions qui ont eu lieu il y a 5 ans M. Helleputte, a calculé (1) que l'on devrait descendre le seuil à 9^m30 sous marée basse, ce qui ajouté aux 4^m30 que peut donner la marée moyenne au Kruisschans forme un tirant d'eau de 13^m60 qui paraît souhaitable sur le busc à marée haute.

La concordance de ce chiffre avec celui (13^m70) du canal de Panama est trop belle pour que les études ne se tournent pas vers ce chiffre.

Et ici apparaît de nouveau le choix heureux du coude du Kruisschans pour y mettre des ouvrages aussi profonds. M. Helleputte nous a expliqué dans sa note précitée que « la profondeur de 9^m30 doit exister dans le sas. Dans le chenal il » faudra cinquante centimètres de plus soit 9^m80 à marée basse » afin d'avoir un mètre d'eau sous la quille. Enfin dans le fleuve » à proximité du chenal il faudra davantage ».

Or, c'est là précisément ce que notre projet réalise naturellement. Dès aujourd'hui, avant toute correction, en face du débouché de nos écluses nous trouvons, à marée basse, près de l'écluse d'entrée des fonds de plus de 10 m. sur une largeur de plus de 200 m. et un maximum de 12^m70 tandis que pour

(1) Note sur l'avant-projet d'extension des installations du port d'Anvers, p. 5.

l'écluse de sortie nous avons des profondeurs de 18 et 19 mètres sur plus de 600 m. de long vers aval.

Ce coude, quand il aura été amélioré par la modification que nous avons prévue au Philippe formera l'un des points les plus favorisés et les plus remarquables de l'Escaut et puisqu'il satisfait dès maintenant aux exigences les plus sévères de M. Helleputte, on doit admettre qu'après amélioration il sera encore bien plus favorable et formera ainsi pour le canal bassin un débouché autrement brillant que le point d'inflexion du projet Gouvernemental.

Cette situation, si favorable, de même que la facilité d'accès et le mouvement dans un seul sens à chacune des écluses d'après mon tracé fait disparaître l'utilité ou l'opportunité d'un bassin sas. On sait — nous savons surtout d'expérience personnelle — combien l'entrée d'un bateau dans un bassin sas est désagréable et dangereuse pour les bateaux plus petits ou plus faibles qui s'y trouvent déjà plus ou moins serrés. Encore quand le temps est beau et tranquille, n'est-ce que désagréable, mais quand il y a une brise un peu forte et que certains des bâtiments entrant sont légers ou peu chargés, il y a souvent des manœuvres fort pénibles et aussi de gros dangers d'avaries. Nous entendons parler de bassin d'attente ayant plusieurs centaines de mètres de longueur et de largeur : c'est donc que les promoteurs de ce projet espèrent le remplir puis à un moment donné laisser continuer toute la flottille réunie de là dans le bassin canal et dans les darses.

On peut donc prévoir un encombrement assez grand dans le bassin d'attente et dans la sortie de ce bassin, sans compter que lorsque le bassin d'attente se sera vidé ou même pendant qu'il se videra, il y aura déjà des bâtiments du canal qui voudront y pénétrer pour effectuer leur sortie dans l'Escaut.

Au désordre qu'il y aura là nous préférons, à coup sûr, la disposition que nous avons indiquée au plan ci-joint et qui sépare le canal bassin en deux bras. Jusqu'en amont de la gare de virage, donc sur plus d'un kilomètre de longueur les bateaux entrants sont pratiquement tout à fait séparés des bateaux sortants.

Si donc ceux-ci veulent attendre la mi-marée montante pour partir vers l'aval au dernier flot, comme cela se pratique maintenant on disposera, rien que dans le bras nord du bassin canal de 12 hectares (en décomptant 50 m. de large pour les bateaux qui pourraient être à quai dans ce bras) de superficie où les bateaux pourraient stationner complètement en dehors du passage des bateaux entrants.

Il y a donc là un nouvel élément de sécurité qui n'existe pour l'instant, dans aucun des projets de canal bassin qui ont été tracés jusqu'à ce jour, et qui justifie, toutes autres considérations laissées de côté, la préférence que nous accordons aux écluses simples, vis-à-vis des écluses avec bassin sas.

G. Remarque finale.

J'ai esquissé sans trop de précision l'amorce aval du canal bassin qui se dirige, prolongé en ligne droite, vers le tronçon actuellement en cours d'exécution.

Il est clair que sur ce canal pourront s'embrancher des darses comme l'a prévu la ville d'Anvers dès 1897 et comme le Gouvernement l'a adopté en 1905.

Les détails et même une partie des grandes lignes de ce qui concerne le canal bassin n'ont pas été examinés dans la présente étude parce que nous estimons que leur détermination ou leur modification ne présente rien de particulièrement attachant. Les seules choses qui fassent l'objet de cet exposé sont l'emplacement, l'orientation et la grandeur des écluses. La détermination de ces éléments a entraîné la bifurcation vers l'aval du Canal bassin mais nous n'entendons pas présenter le tracé du canal bassin que nous avons représenté ici comme celui qui devrait être adopté : nous avons simplement voulu figurer un tracé qui s'accomode à la fois de ce qui existe aux bassins intercalaires prolongés et de la position qu'il est désirable, d'après nous, de donner aux écluses du Kruisschans.

§ 5. — QUESTION D'ARGENT.

Il y a cinq ans, il était bien porté de n'attacher qu'une importance tout à fait secondaire à la question de dépenses. On professait volontiers l'opinion qu'il fallait dépenser l'argent à flots « faire trop grand pour faire bien » disait-on.

Depuis la mise en avant des chiffres proposés par les auteurs du projet, il s'est cependant produit un premier et léger mouvement de recul : c'est en 1906, quand le Sénat a demandé de donner la récapitulation des dépenses prévues.

Et à cette occasion, on nous a montré le tableau suivant :

	FRANCS.
Emprises y compris celles dont l'expropriation a déjà été autorisée par l'art. 8 de la loi du 10 mai 1900 et qui sont estimées à 27,000,000 fr.	42,000,000
Dérivation des Schijns et des cours d'eau poldériens, écluses d'évacuation et ponts.	3,200,000
Bassin canal.	
<i>Terrassements.</i>	
Sur la largeur provisoire de 200 m. m ³ 16,800,000	
Chenal et écluses	3,200,000
Soit m ³ 20,000,000	
20,000,000 de m ³ à fr. 0 50.	10,000,000
Mur de quai rive gauche, 6,200 mètres à 2,000 fr.	12,400,000
Ecluses et mur du chenal d'accès	20,000,000
Grande Coupure.	
Terrassements 37,000,000 de m ³ à 0,50 fr.	18,500,000
Mur de quai 8,600 m. c. à 5,000 fr.	43,000,000
Consolidation, rive gauche.	5,000,000
Travaux complémentaires.	
Chantiers de construction de navires, terrassements 2,000,000 de m ³ à 0,50 fr.	1,000,000
Correction de la rive gauche de l'Escaut en aval de la Coupure jusque Liefkenshoek	6,000,000
Démolition du bassin « América » et d'une partie du bassin « Lefèvre ».	400,000
Construction d'un mur de quai à l'ouest du bassin « Lefèvre » 50 mètres à 3000 fr.. . . .	150,000
Barrages du lit actuel de l'Escaut	2,000,000
A reporter fr.	163,650,000

Report fr.	163,650,000
Ecluses et canal d'accès à l'ancien lit et aménagement de celui-ci en bassin.	12,000,000
Dérivation des eaux poldériennes de la rive gauche et construction des écluses poldériennes	1,000,000
Ecluses d'évacuation le long du nouveau lit de l'Escaut rive gauche	250,000
Dragages dans la Coupure pendant la coexistence des deux lits. Déblais en amont dans l'Escaut et ses affluents.	5,525,000
Grande avenue et embranchements	3,575,000
Total fr.	186,000,000

Mais on a fait observer que l'opération immobilière se soldera vraisemblablement sans aucune charge pour l'Etat et que, dès lors, la dépense réelle peut être considérée comme réduite à 144.000.000 de francs représentant le coût des travaux à supporter par l'Etat et la ville d'Anvers.

Je ferai observer, à mon tour, que ce devis ne comporte qu'une partie du projet vu que le canal bassin n'y est prévu qu'avec une largeur incomplète, qu'il n'y a aucune darse des neuf prévues au plan qui y figure; qu'il n'y a aucune dépense de chemin de fer de prévue dans cette somme non plus que les pavages, hangars, outillage qui prendront encore un nombre très important de millions, soit à l'Etat, soit à la ville.

Je ne chercherai pas, pour le moment, à supputer le chiffre fantastique auquel s'élèverait le total général : je préfère laisser aux réflexions de tout ingénieur compétent le soin d'apprécier d'après la dépense quotidienne que l'on atteint dans notre pays en matière de travaux publics, quel délai énorme il s'écoulera avant que tout ceci soit en état d'être exploité.

Je ne discuterai pas non plus les prix unitaires ni les sommes totales figurées au tableau ci-dessus, bien que plusieurs ne cadrent pas avec ce que l'expérience de l'Escaut lui même et des travaux qu'on y a fait indiquer.

Mais je veux faire voir de combien le total de 144.000.000 francs qui forme le montant total des travaux diminuerait par

l'adoption de mon projet, tous les prix unitaires étant les mêmes.

a) Celui-ci ne demande qu'un terrassement de 6.000.000 de m³ au maximum (dragages intercalaires compris, (1) soit une économie de 31.000.000 m³, ci 15.500.000 francs.

b) Ma rive gauche n'a besoin d'aucune des consolidations qu'exige le projet gouvernemental d'où une économie de 5.000.000 francs.

c) Je n'ai besoin d'aucune correction de la rive gauche en aval de Keetenisse jusque Liefkenshoek ainsi que cela paraît nécessaire dans le projet du gouvernement, ce qui représente une économie de 6.000.000 francs.

d) Je ne dois pas démolir le bassin América ni partiellement le bassin Lefèvre d'où une économie de 400.000 francs.

e) Je ne dois donc pas non plus construire un nouveau mur de quai au bassin Lefèvre soit une économie de 150.000 francs.

f) Les écluses et le canal d'accès dans l'ancien lit de l'Escaut ne sont pas nécessaires avec mon projet qui permettra, en cas de besoin, de mettre des quais sur la rive gauche soit une économie de 12.000.000 francs.

g) La dérivation des eaux poldériennes de la rive gauche et la construction des écluses poldériennes n'est pas à moitié aussi importante avec mon projet qu'avec celui du gouvernement; ci, une économie de 500.000 francs.

h) Le poste précédent se confond dans mon projet avec le poste « écluses d'évacuation le long du nouveau lit de l'Escaut rive gauche » soit une nouvelle économie de 250.000 francs.

i) Et enfin, comme je n'aurai pas de période de coexistence de deux lits, d'après ce que j'ai exposé antérieurement, et que je n'aurai pas à faire de dragages de ce chef j'enregistre une dernière économie se chiffrant à 5.525.000 francs.

Additionnant ces divers postes nous trouvons le joli total de 45.325.000 francs de dépenses purement superflues que le projet de la Grande Coupure imposera.

(1) Annales des Ingénieurs de Gand, Année 1909. Tome II. 2^e fasc.

Et je ne compte pas encore là dedans la superficie plus réduite des emprises de mon projet par rapport à la Coupure, ce qui représente encore plus d'un million et demi d'économie.

Quelque importante que soit ainsi la réduction de 47 millions sur 144, soit d'un tiers de la dépense, les idées que j'ai défendues permettent de reculer une autre dépense encore jusqu'à un avenir assez éloigné. Les promoteurs de la Coupure ont été obligés de compter dès aujourd'hui la construction de 8600 mètres courants de quais dans le nouveau lit de l'Escaut. Or comme je l'ai dit antérieurement, on ne satisfait pas le commerce d'Anvers en lui donnant dans quinze ou vingt ans, 8600 mètres de quais. Il a besoin *tout de suite* de quelque 2000 mètres, dans un nombre d'années pas trop éloigné d'une longueur semblable et, ultérieurement encore, de nouveaux développements. On peut donc considérer que la moitié des 43.000.000, prévus pour les quais sont, du fait de la Coupure, dépensés trop tôt : ils risquent de rester improductifs pendant bien des années et, de plus, de n'être plus à la hauteur des dernières exigences commerciales au moment où l'on devra s'en servir d'une manière active.

Notre projet permet, au contraire, de construire les quais à mesure que les besoins s'en feront sentir et on peut, à première vue, estimer à quelque 20.000.000 de francs la somme dont on peut différer la dépense jusqu'à une époque indéterminée dans l'avenir. Rien qu'au point de vue des intérêts cela représente 600.000 francs par an, et cette économie, seule, fera déjà une somme immense au moment où il faudra commencer à songer à dépenser le capital dont on aura différé l'application.

Non seulement le capital à affecter ainsi sera encore une fois réduit de beaucoup, mais encore quand on l'affectera il sera plus utilement et plus efficacement employé.

En résumé donc, on peut dire que le projet gouvernemental

dépense inutilement une somme de	45.325.000 francs
achète inutilement du terrain pour	1.500.000 »
et dépense trop tôt une somme de	20.000.000 »

Ce qui fait ensemble	66.825.000 francs
----------------------	-------------------

On voit que la question d'argent vaut qu'on s'y arrête au moins pendant quelques instants.

On n'avait guère voulu y songer il y a quelques années et on ne peut, il est vrai, considérer les chiffres du tableau ci-dessus que comme une approximation assez peu serrée. Toutefois la méthode comparative que nous venons d'employer montre, sans contestation possible, que notre projet est de trente trois pour cent meilleur marché que le projet gouvernemental et permet de différer une fraction de 14 pour cent de la dépense de sorte que les sommes à demander actuellement au pays sont inférieures de quarante sept pour cent à ce que la Grande Coupure ferait demander. Le tout sans compter la différence énorme dans les frais de dragage et d'entretien après l'achèvement des travaux.

Il est hors de doute que ceci aussi fera, dans le nouvel ordre d'idées qui paraît se dessiner en ce moment, quelque impression sur les personnes qui auront à décider de l'ensemble des travaux à effectuer.

On peut d'autant mieux s'y attendre que nous avons déjà établi sans que cela ait pu être sérieusement contesté que l'exécution de notre projet serait beaucoup plus rapide que l'exécution de la Coupure, que nos quais présentent à leur pied une profondeur plus grande et un mouillage plus sûr que ceux que l'on pourrait faire dans la Coupure, et que, finalement, on aurait en adoptant notre projet, plus vite et à moins de frais, de meilleures installations maritimes à Anvers qu'avec le projet défendu jusqu'ici par le Gouvernement.

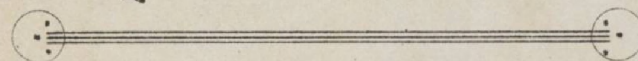
Ostende, le 25 août, 1910

TABLE

	Pages.
§ 1. — Coup d'œil retrospectif	1
§ 2. — L'emplacement des écluses	8
§ 3. — Autres incertitudes	12
§ 4. — La vraie solution	15
A) C'est réellement l'écluse d'entrée qui doit se trouver en amont	18
B) L'écluse de sortie doit se trouver en aval	20
C) Pour les navires arrivant par jusant, la disposition est encore favorable	22
D) Sécurité	24
E) Prévoyance	25
F) Formes et dimensions des écluses	29
G) Remarque finale	34
§ 5. — Question d'argent	35

LE KRIISSCHANS

APRÈS LES TRAVAUX



Polder S^{TE} Anne.

Feu Kruisschans.

Nouveaux Quais

Ecluse de
Sortie.

Prinsenhof.

Ancienne digue

Ecluse d'entrée

Meestove.

Keetenisse

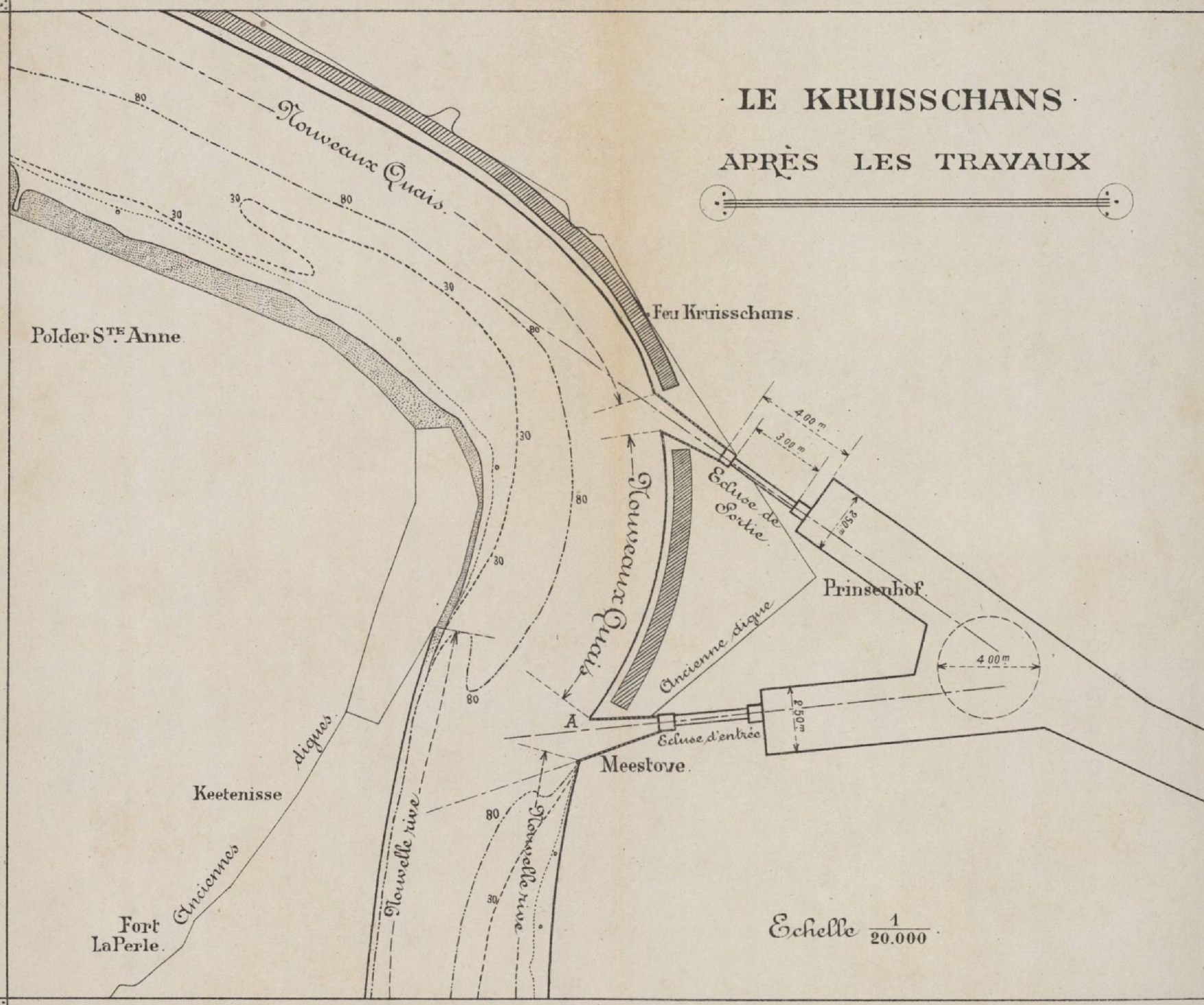
Anciennes

Fort
LaPerle.

Nouvelle rive

Nouvelle rive

Echelle $\frac{1}{20.000}$



Les Dragages de l'Escaut

PAR

C. J. VAN MIERLO

Ingenieur honoraire des Ponts et Chaussées,
Ancien Ingenieur à l'Administration de la Marine,
Ingenieur principal de la C^{ie} Internationale des Wagons-Lits.

Dans une brochure récente⁽¹⁾ j'ai examiné la question du tracé en plan de l'Escaut et j'ai montré également que la circulation, en plan, des plus grands navires prévus actuellement n'obligeait nullement à faire la Grande Coupure.

Il reste à examiner la question de la profondeur du fleuve. Tout le monde est naturellement d'accord pour désirer que cette profondeur soit la plus grande possible et il va de soi qu'il est préférable que, pour obtenir et maintenir la profondeur voulue, le cube de dragages à effectuer soit minimum.

Nous avons eu déjà l'occasion de voir des dragages très considérables donner des résultats définitifs très médiocres et il est même arrivé parfois qu'il n'y avait pas de résultats du tout.

J'ai exposé dans une conférence donnée le 7 novembre 1905 à Gand⁽²⁾ que la rade d'Anvers prouve qu'une rectification de quais et une diminution de section ne doit pas nécessairement avoir pour conséquence une augmentation de profondeur, qu'il pouvait en résulter un envasement de l'amont et qu'il était même logique qu'il en fut ainsi.

Cette opinion a été combattue par M. l'Ingenieur en Chef Directeur Pierrot dans un rapport⁽³⁾ daté du 24 octobre 1907 et

(1) *Annales des Ingenieurs de Gand*, 3^e série, tome VI, fasc. 4.

(2) " " " 3^e " " VI, " 1.

(3) Compris parmi les documents de la Commission instituée par arrêté royal du 31 mai pour l'étude des questions relatives à l'amélioration de l'Escaut en rade et en aval d'Anvers.

intitulé « Note sur le régime de l'Escaut dans la Rade d'Anvers ».

La partie principale de ce rapport est le litt. « Situation future de la Rade d'Anvers » dans laquelle les vues de M. Pierrot se trouvent condensées en un certain nombre de propositions.

Celle sur laquelle l'auteur paraît s'être arrêté principalement et qui forme aussi le but de son rapport est la première conçue comme suit (p. 19 du Rapport de M. Pierrot) :

« L'action exercée sur la rade par un mur de quai établi le long de la rive concave est extrêmement favorable et l'est d'autant plus que la longueur du mur est plus grande. »

L'exposé fait p. 10 du même rapport montre que l'auteur attribue le creusement général qu'il trouve dans la rade, à la construction des 2000 m. de murs de quai ajoutés il y a quelques années au sud d'Anvers.

Les conséquences que l'auteur en tire sont naturellement que l'on doit prolonger la ligne de quais concaves autant qu'on le peut vers l'aval et par suite que la meilleure solution qu'on puisse trouver pour le redressement du fleuve est la Grande Coupure.

* * *

Lorsqu'on examine superficiellement la planche I jointe au rapport de M. Pierrot, on ne peut manquer d'être frappé par l'amélioration considérable qui s'est produite de 1897 à 1907 dans la Rade d'Anvers.

M. Pierrot attribue ceci à la construction des 2000 m. de murs de quai au Sud; nous allons voir bientôt ce qui en est. Il est certain, en tout cas, que si un quai peut produire pareil effet, on aurait dû le constater — au moins partiellement — après la construction des premiers 3500 mètres.

Or, précisément le rapport en question contient des cartes de 1877-1887-1897 et 1907. Ce qui va nous permettre de voir clairement ce qui s'est passé.

Si on compare la carte de 1877 à celle de 1887 — et cette période comprend précisément la construction des premiers quais — on remarque que le Rug de 1887 avec ses profondeurs de moins de 6 mètres au point le plus sec est une chose nouvelle, évidemment due à la nouvelle orientation de la rive droite, ce

qui constitue une première contradiction à la théorie émise par M. Pierrot. De plus, le banc des Anguilles s'est étendu vers le milieu du fleuve; toute la plage immergée s'est fortement engraisée; en amont des cales sèches il s'est produit vers la rive gauche des envasements qui, par endroits, atteignent 4 ou 5 mètres d'épaisseur; plus loin encore vers l'amont, toujours sur la rive gauche, il s'est produit des diminutions de profondeur notamment devant les bassins de batelage.

En vue de se rendre compte d'un seul coup d'œil de ce qui s'est passé, nous reproduisons la carte de 1887 (*voir planche I*) en couvrant de hâchures les parties où la profondeur a diminué; on remarquera tout spécialement que, vers l'amont de la rade, bien qu'on ait diminué la largeur du fleuve d'une centaine de mètres (en face de l'ancienne citadelle du Sud) il s'est produit des envasements contre la rive gauche et même dans certaines régions du milieu du fleuve.

Ceci, déjà, donne à penser quant à ce qui résulterait d'un travail comme celui de la Coupure qui réduit d'une manière générale la largeur de l'Escaut, et on pourrait naturellement se demander si, dans ces circonstances, il n'y aurait pas un envasement général et relativement rapide du fleuve.

En attendant, les quelques points que nous mentionnons comme envasés ne suffisent pas à se fixer une opinion et on pourrait se dire : qu'importe que de ci, de là, certaines parties soient envasées si l'ensemble du chenal devient meilleur et si les facilités de la navigation sont accrues.

En effet, cela n'aurait pas grande importance. Seulement le chenal ne devient pas meilleur et il suffit, pour le voir, de mettre en parallèle les chiffres fournis par M. Pierrot lui-même (pp. 14 et 15 de son rapport) que nous juxtaposons dans le tableau ci-après.

Profondeurs du chenal navigable	en 1877	en 1887
Maximum	18 65	18.15
Minimum	8.75 et 7.80	7.15 et 7.25
Moyenne	12.42	11.75

Il y a donc perte assez sensible sur tous les éléments que l'on peut vouloir considérer dans l'Escaut et comme en 1887 les 3500 m. de murs de quai construits de 1878 à 1884 avaient produit leur effet, on peut conclure de la comparaison des deux cartes que cet effet est une perte de la puissance hydraulique du fleuve.

Encore ne tenons nous pas compte que le fleuve a été dragué sur certaines parties lors de la construction des quais comme M. Pierrot nous le dit à la page 9 de son rapport de sorte qu'en réalité, il faudrait encore ajouter ces cubes à ceux qui se trouvent en plus dans la rivière par suite de l'exécution des quais, si on voulait se former une idée précise des atterrissements qu'ils ont formés.

Il était clair, au surplus, que si nous avons trouvé un envasement en comparant, dans notre étude, les plans de 1878 à ceux de 1885, M. Pierrot devait en trouver un aussi en comparant les situations de 1877 et de 1887.

* * *

Etudions maintenant la période 1887-1897 en procédant de la même manière que pour la période 1877-1887 et hachurons sur la carte de 1897 tout ce qui s'est envasé depuis 1887.

En examinant l'amont de la rade, on reste consterné à la vue de ce qui s'est passé. Depuis Ste-Anne jusqu'au delà des limites du plan sur 2500 m. de longueur sur plus de 200 m. de largeur un énorme envasement se montre tout le long de la rive gauche. En superposant les plans, il arrive couramment que la courbe de 4 mètres de 1897 coupe celle de 5 m. de 1887. Les relèvements de fonds de 1^m00 sont nombreux et étendus; il arrive même que des trous ou des fonds isolés où, en 1887, on sondait 6 mètres, sont remplacés au même endroit par une courbe de 4 m. consacrant ainsi des relèvements de fonds de plus de 2^m00 en certains endroits.

Des centaines de mille mètres cubes de vase ou de sable, se sont déposées dans cette étendue de 50 hectares affectée par les envasements et sur la carte de 1897, la situation de la partie amont de la Rade se montre comme étant très alarmante. — En outre, certaines régions situées contre la rive droite se sont aussi relevées quelque peu.

Cet envasement n'est autre que le développement logique de celui que nous avons vu en 1887 alors qu'il n'était qu'à l'origine de sa formation. Il se trouve en face d'une partie munie de quais ou rétrécie dans une très forte proportion par les travaux de 1878-1885 et si, comme le dit M. Pierrot, l'effet des quais était complet, on doit reconnaître qu'il était complètement défavorable au maintien des grandes sections, des profondeurs utilisables et par suite à la grande navigation et à la batellerie.

L'examen minutieux des circonstances hydrographiques montre au contraire que l'existence ou non des quais est sans influence sur ces questions de profondeurs et l'envasement est résulté uniquement de l'allure trop droite des 3500 m. de murs de quai de la nouvelle rive construits de 1878 à 1885.

Si maintenant on examine la partie aval de la rade, du Steen à Austruweel, on ne constate plus aucun envasement nouveau. Au contraire le Rug a disparu (parce qu'on venait de le draguer au moment des sondages), le banc des Anguilles qui présentait en 1887 deux promontoires dont un particulièrement saillant, vers le nord, a perdu ce dernier; les courbes, surtout celles des petits sondages se sont rapprochées de la rive gauche accusant une augmentation de la profondeur du fleuve; les courbes de 8 m. sont plus espacées en 1897 qu'en 1887; bref, toute la partie aval de la rade montre une amélioration évidente et en somme considérable.

Il n'est cependant pas possible d'attribuer cette action à un prolongement des murs de quai comme M. Pierrot le fera pour la période suivante (1897-1907) car les 2000 m. de nouveaux quais au sud n'existaient encore que sur le papier et de 1887 à 1897 rien n'a été changé aux quais devant la ville sauf les menus travaux d'entretien courant.

La cause de ce creusement général de la rade, attribué aux 2000 m. de murs de quai du Sud, avait donc déjà, avant que l'on commençât les travaux au Sud, commencé à manifester ses effets et en premier lieu à l'aval de la Rade.

On voit donc dès ce moment deux choses :

1° La base fondamentale du rapport en date du 24 octobre 1907 de M. Pierrot est controuvée;

2° Le creusement général de la rade a commencé par l'aval.

tandis que les murs de quai à construire et construits depuis, se trouvent à l'amont.

Il semble donc que cette cause doit se trouver plutôt vers l'aval de la rade que vers l'amont et il suffit d'être quelque peu au courant de l'historique des travaux de l'Escaut pour se rendre compte immédiatement de ce qui s'est passé.

En 1894, on a entamé des travaux au Krankeloon à quelques kilomètres en aval d'Austruweel en vue d'améliorer une partie du fleuve. Dans le programme de ces travaux entraient des dragages considérables dont nous trouvons une description tout au moins partielle dans les notes de M. l'Ingénieur en chef Van Gansberghe⁽¹⁾.

En 1897, on a mis la nouvelle passe de Melsele à la profondeur de 6 m. et on employait une partie des déblais à remblayer le Schaar de flot de la Pipe de Tabac.

Le déblai retiré du fleuve au Krankeloon atteignait 5,400,000 m³ et celui déversé dans le Schaar de la Pipe de Tabac était de 1,140,000 m³ soit un déblai définitif de 4,260,000 m³; et on a beau chercher dans les figures qui accompagnent les notes de M. Van Gansberghe où se trouvent les zones approfondies par les 4,000,000 de mètres cubes, on ne trouve nulle part dans le fleuve vers Melsele un pareil déblai.

On lit du reste dans les documents remis aux membres de la commission de la Grande Coupure une publication intitulée :

« Recueil de documents relatifs à l'Escaut maritime. — Texte », dans laquelle la question des dragages de l'Escaut est traitée et dont nous extrayons la phrase ci-après (pp. 96 et 97).

« Il est venu de quelque part 5,132,000 mètres cubes de sable « apportés par le courant au Krankeloon »

qui s'explique de la manière suivante : On a dragué au Krankeloon 7,000,000 de mètres cubes en chiffres ronds dont 5,600,000 déposés au delà des digues. Les 1,400,000 mètres cubes restants ont été ripés dans la rivière. Avant d'entamer les travaux on a cubé la rivière entre la Pipe de Tabac et le

(1) *Annales des Travaux publics*, août 1896 et octobre 1897.

fort Philippe et on a trouvé 25,400,000 m³ on aurait donc dû trouver après les travaux 31,000,000 m³.

Mais on n'a trouvé que 25,868,000 m³ de sorte qu'au fur et à mesure que l'on draguait, il revenait du sable et finalement on est arrivé à retirer du fleuve 5,600,000 m³ alors que l'augmentation du volume de la rivière n'a été augmenté que de 468,000 m³.

Il suffit de combiner cette constatation avec ce que j'ai expliqué autrefois⁽¹⁾ sur la manière dont le sable se meut dans la rivière pour se rendre compte que ces 5,132,000 m³ n'ont pu venir que des régions voisines du point où l'on draguait — en premier lieu — et ultérieurement de régions de plus en plus éloignées du fleuve, ainsi que je le disais il y a trois ans⁽²⁾ :

« Les matériaux solides sont-ils accourus de loin pour combler la partie draguée? Sans aucun doute; l'action des courants s'étendra de proche en proche, la tendance à l'envasement subsistera toujours; le régime entier de l'Escaut sera modifié par cette aspiration puissante et continue des sables; etc., etc... »

Il ne subsiste aucun doute que cette action, dès 1897 ne se soit étendue jusqu'à la rade d'Anvers et nous avons ainsi l'explication — la seule vraie — du creusement de la rade d'Anvers.

L'explication donnée par M. Pierrot ne concorde donc pas du tout avec ce que le fleuve nous montre.

Il nous a bien dit que de 1897 à 1907 le creusement de la rade devait être attribué aux nouveaux quais, mais cela n'est pas : ce creusement avait commencé avant 1897, avant le commencement des travaux de quais et pendant la dernière période de 10 ans il s'est simplement étendu vers l'amont.

Il se serait étendu vers l'amont, alors même qu'en 1897 on eût cessé de draguer au Krankeloon parce que les sables devaient reformer le banc à peu près tel qu'il était avant les

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*. Troisième série. Tome IV, fasc. I, 1905, p. 48 et 49.

(2) *Annales des Ingénieurs de Gand* Troisième série. Tome IV, fasc. I, 1905, p. 52.

dragages et aussi combler les surprofondeurs créées par l'aspiration du Krankeloon vers Austruweel.

Mais ces dragages n'ont pas cessé : nous trouvons, en effet, dans une note publiée par M. Pierrot en vue de la Commission de la Grande Coupure⁽¹⁾, un relevé de dragages considérables faits dans le voisinage de la rade et notamment :

1897-1898 dragage du banc d'Austruweel.	395,100 m ³
1899-1900 dragage à Melsele	554,000 m ³
1904 dragage à Melsele	1,122,000 m ³
Soit ensemble.	2,071,100 m ³

dont une partie importante a été retirée du fleuve et mis en dépôt au delà des digues en face d'Austruweel et d'Anvers. Tout ceci encore sans compter divers autres menus dragages effectués sur le Rug, devant les nouveaux quais du Sud pour mettre le fleuve à profondeur (c'est alors que le glissement des quais s'est produit), etc., dont le volume total, sans être bien important ne devrait cependant pas être négligé dans une étude complète et détaillée.

Un peu plus loin en aval, mais cependant encore dans la zone pouvant être influencée par l'aspiration à Melsele des sables du lit, nous trouvons encore des dragages

en 1898-1899 au banc de la Perle	700,000 m ³
en 1900-1901 au seuil de la Perle	640,000 m ³
Ensemble.	1,340,000 m ³

Nous devons donc retenir de ces chiffres qu'on a retiré du fleuve de 1894 à 1897 environ 5.500.000 m³ de sable et de 1897 à 1907 environ 3.500.000 m³ de sable dans la zone comprise entre Anvers et Kruisschans, c'est-à-dire dans la partie de l'Escaut qui devrait être affectée par la Grande Coupure.

Rien de surprenant donc que le creusement de la rade que nous avons vu s'amorcer en 1897 ait continué jusque 1907. Les sables se trouvant dans le fleuve — et non seulement à Anvers mais bien loin en amont — ont été attirés de proche en proche vers Melsele et ont ainsi donné cette amélioration que

(1) *Les dragages de l'Escaut*, note du 14 janvier 1908.

M. Pierrot attribuait au prolongement des quais du Sud qui n'a rien à voir dans toute cette affaire.

Tant que l'on n'a pas dragué la modification apportée au régime du fleuve par la construction des 3500 mètres de mur de quai a occasionné des atterrissements, et ce n'est que depuis que l'on a dragué, que l'approfondissement se manifeste, et en commençant par l'aval.

L'étude attentive ne montre donc nullement que l'action du mur de quai est extrêmement favorable à l'Escaut, et elle ne peut donc non plus montrer que cette action « est d'autant plus favorable que la longueur du mur de quai est plus grande ».

Et il en est finalement de cet argument ci comme de tous ceux que les défenseurs de la Coupure présentent pour défendre leur projet : il ne résiste pas à la vérification.

*
* *

Nous allons maintenant examiner quel a été l'effet de ce dragage sur le fleuve; nous savons donc qu'on a extrait, définitivement du lit du fleuve entre Anvers et le Philippe : 5,132,000 m³ de 1887 à 1897 et 1,776,000 m³ de 1897 à 1907, soit en tout 6,908,000 m³.

Les cubatures ayant été faites entre la Pipe de Tabac et le Philippe et ce chiffre ne représentant pas une augmentation du volume du lit de l'Escaut, tous ces sables ont dû venir soit de l'amont de la Pipe de Tabac, soit de l'aval du Philippe, soit des deux côtés à la fois.

Pour déterminer ceci, nous considérons d'abord que la totalité du volume d'eau passant à Melsele pendant le flot est celui qui est compris entre ce point et Doel. De même que la totalité du volume d'eau y passant par jusant est limité vers l'amont à St-Bernard, les distances respectives étant 14,000 et 20,000 m. environ et les vitesses moyennes respectives étant 39 et 53 mètres.

J'ai expliqué antérieurement⁽¹⁾ comment se faisaient les précipitations de sable dans des parties du fleuve où la profondeur

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*, 1905, 1^{er} fasc., pp. 48-49.

est trop grande pour le régime naturel des courants et, en se rapportant à cette explication, on peut se rendre compte que la quantité de sable entraînée par les eaux (aux vitesses de 40 à 60 m.) est assez bien proportionnelle à la vitesse de sorte qu'on devra adopter pour la partie venue de l'amont de 1887 à 1897 :

$$\frac{53}{92} \times 5,132,000 = \text{environ } 2.950,000 \text{ m}^3$$

et pour la partie venue de l'aval

$$\frac{39}{92} \times 5,132,000 = \text{environ } 2,180,000 \text{ m}^3.$$

L'examen des cartes montre qu'en 1897 l'influence des dragages s'était propagée de proche en proche jusque 5 k. environ en amont de la Pipe de Tabac ce qui correspond à un approfondissement moyen sur toute la section de 1^m475 environ Vers l'aval, l'influence des dragages est moins nettement fixée mais elle paraît cependant s'être étendue presque à 2 km. en aval de la partie cubée soit jusqu'à Meesthove et on le voit surtout au banc de la Perle et dans le voisinage de ce banc.

Quant au cube de 1,776,000 m³ dragué de 1897 à 1907 on ne peut l'attribuer qu'à une alimentation de sables venus de l'amont car en aval on ne trouve pas moins de 8,839,000 m³ de dragages jusqu'à la frontière seulement se répartissant sur tout le cours du fleuve comme le montre le tableau suivant :

Ecluse Belge.	1896-1898	963,000 m ³
Banc de la perle	1898-1899	700,000 "
Meesthove	1900-1901	640,000 "
Lillo	1899-1900	1,565,000 "
Doel.	1901-1902	1,299,000 "
Frédéric	1902-1903	2,364,000 "
Lillo	1904-1905	1,129,000 "
Frédéric	1906-1907	179,000 "

Ensemble 8,839,000 m³

Comme on le voit, le dragage a eu lieu tous les ans, tantôt dans un endroit, tantôt dans un autre. Les approfondissements locaux qui en résultaient devaient suffire pour diminuer au passage la vitesse des courants au point de leur faire perdre

une partie importante du sable que les eaux tiennent en suspension.

Les mouvements des sables qui avaient lieu dans la partie aval de l'Escaut avaient donc de quoi s'exercer sur les parties draguées et ils ne s'en sont pas fait faute ainsi que M. Pierrot le reconnaît (1), quand il dit :

« Tous les autres dragages (sauf ceux d'Austruweel et de l'Ecluse Belge) n'ont produit qu'un effet de durée limitée mais variable ».

Le cube de 1,776,000 venu de l'amont a dû produire dans le fleuve, un approfondissement général en plus de celui de 1^m475 que nous avons calculé plus haut, et en le répartissant sur la zone de 20,000 m. s'étendant de la Pipe de Tabac vers l'amont de manière à ce que l'augmentation de profondeur soit nulle à St-Bernard, on trouve que dans la rade d'Anvers on devrait avoir un approfondissement supplémentaire de 0^m60, soit en tout un surcroît de profondeur de 2^m075.

Nulle part on ne trouve une pareille amélioration : c'est donc que cet approfondissement qui devait tendre à se former a été comblé par d'autres alluvions venues de plus loin et qu'ainsi le régime entier du fleuve a été modifié petit à petit.

..

On pourrait s'imaginer maintenant avoir ainsi une solution à la question de l'envasement de la Coupure en se disant :

« Puisque les sables accourent de loin, nous pourrions draguer quelque part, vers l'aval de la Coupure, une partie profonde qui servira de chambre d'apports. Cette chambre fera l'aspiration des sables le long des quais de la Coupure, tout comme la chambre de Melsele produit l'aspiration dans la rade actuelle. Donc, sans encombrer la rade par tout un matériel de dragage, nous aurons ce que nous voudrions comme profondeurs ». Ce serait, en effet, une solution possible, si la Grande Coupure n'aboutissait pas à une région du fleuve située autant en aval.

Mais quand on examine cette solution de près, on ne tarde pas à voir qu'elle est irréalisable.

(1) *Les dragages de l'Escaut*, 1908, p. 13.

Notons en effet que les dragages de Melsele, tout considérables qu'ils soient, ne sont faits que pour créer une passe dont l'étendue est dix fois moindre que celle qu'il faudrait entretenir dans la Coupure.

Il faudrait donc d'abord, pour la Coupure, un dragage beaucoup plus puissant que celui que l'on a fait ces temps derniers à Melsele.

Il faudrait aussi du terrain en quantité croissante continuellement pour y déposer les sables extraits.

Puis — et c'est là le point capital — il faudrait compter avec l'amenée des sables d'aval, soit qu'on leur coupe la route par d'autres dragages, soit qu'on s'y attaque directement, ce qui revient au même — ou à peu près au même — au point de vue du travail et de la dépense à faire.

Or, cette amenée des sables d'aval peut être considérée comme pratiquement indéfinie, car les eaux qui, au flot, passent au Kruisschans, sont celles qui s'étendent jusque vers Bath, et pour peu que les sables de cette région viennent à accourir vers les dragages effectués au Kruisschans, on aura à compter le banc de Lillo, le banc de Doel, les Ballast platen, les bancs de Saeftingen, c'est-à-dire l'immensité.

L'extrême voisinage des deux premiers bancs et le cube formidable contenu dans le second, qui commence à 6 kilom. à peine du Kruisschans, montrent, *a priori*, quelle lutte on devrait entreprendre et ce que tout cela entraînerait comme temps, comme dépense, comme encombrement de matériel, etc.

Quand on considère les prix de dragages indiqués par M. Pierrot à la page 7 de sa note, on le trouve fort modique comme le montrent les chiffres suivants :

Dragage et mise en chaland, le mètre cube . . .	fr. 0,19
Transport par eau par kilomètre, le mètre cube . .	" 0,02
Reprise des terres dans le chaland et refoulement aux lieux de dépôts, le mètre cube	" 0,25
Déchargement dans l'Escaut, le mètre cube. . . .	" 0,07

Mais si on regarde ensuite les prix réellement payés, on est immédiatement frappé par l'augmentation considérable et continue du prix unitaire à mesure que l'on s'avance vers l'aval.

Nous pouvons, à l'aide des chiffres de M. Pierrot, former le tableau suivant.

Endroits où l'on a dragué.	Quantité draguée.	Prix total payé.	Prix au m ³ .
Banc d'Austruweel	395,100	178,000	0,455
Melsele	1,122,000	684,000	0,61
Perle	700,000	399,815	0,571
Lillo-Liefkenshoek	1,565,500	1,307,000	0,835
Doel-Frédéric	1,299,000	1,293,000	0,995
Frédéric-Santvliet, 1902-1903 . . .	2,364,000	2,201,000	0,93
" " 1906-1907 . . .	179,000	164,000	0,92
Bath	1,485,000	1,478,000	0,995
Valkenisse	800,000	1,000,000	1,25

Il se fait donc finalement que les prix doublent d'Austruweel à Lillo ou de Melsele à Valkenisse. Ceci vaut certes la peine de retenir un instant l'attention et on conçoit que s'il y a lieu de draguer en tout état de cause, on cherche à ne pas précisément draguer en aval du fleuve vu l'expérience du passé.

Laissant maintenant de côté la question financière et examinant les dragages au point de vue technique pur, nous constatons par ce qui a été fait jusqu'à ce jour, combien le sable revient vite et avec quelle rapidité aussi l'envahissement croît quand on va vers l'aval. Je donne des exemples tirés de la brochure de M. Pierrot :

Au banc de la Perle on a dragué le long du banc en 1898-1899 700,000 mètres cubes sans rien gagner en largeur du chenal.

De 1899 à 1900, on a dragué entre Lillo et Liefkenshoek, 1,565,500 mètres cubes : ce qui avait donné une passe favorable. Quatre ans après, en septembre 1904, il a fallu draguer 1,129,000 mètres cubes pour rétablir la situation, soit une amenée de sable *en ce seul endroit* de 300,000 mètres cubes par an.

Entre temps on avait dragué à quelques kilomètres de là 2,364,000 m³ (en 1902-1903) et en 1906 il a fallu draguer à nouveau au même endroit.

Enfin, plus en aval, à Valkenisse on a constaté, pendant les dragages que la cunette creusée se modifie d'une manière continue⁽¹⁾.

Or, il s'agit dans toutes ces parties de surfaces réduites mesurant à peine 200 m. de largeur et parfois moins dont la longueur varie de quelques centaines de mètres à 2000 m. au maximum et limitées de part et d'autre par des zones très profondes.

On peut se représenter maintenant quelle quantité il y aurait à enlever dans la Grande Coupure exposée tout entière à l'envasement et dont la largeur est 400 m. et la longueur 7,000 m., soit 7 à 10 fois la superficie des plus grandes zones draguées jusqu'à ce jour et où aucune circonstance naturelle ne provoquera de grandes profondeurs.

Le calcul de ces cubes ayant déjà fait l'objet de notes antérieures⁽²⁾, il est inutile de revenir sur ce sujet en ce moment.

* * *

La partie finale du rapport du 14 janvier 1908 de M. Pierrot montre comment il veut déduire de la question des dragages la nécessité de la Grande Coupure.

Comme les documents destinés à la Commission instituée par arrêté royal du 31 mai 1907 pour l'étude des questions relatives à l'amélioration de l'Escaut en rade et en aval d'Anvers ne sont pas dans le public, je crois faire chose utile en reproduisant ici le dernier paragraphe du rapport précité qui fait partie de ces documents. Voici donc ce texte, qui va être examiné ensuite :

“ *Résultats des dragages.*

“ Les dragages I à Austruweel exécutés de 1897 à 1898 ont
“ créé une situation qui a persisté bien longtemps; ce n'est que
“ tout récemment que de faibles ensablements se sont produits.
“ Cette situation favorable s'explique par la circonstance qu'en
“ cet endroit la rivière n'est pas trop large.

“ Les dragages II exécutés à Belgische Sluis, rive droite, ont
“ eu également un effet durable, la cause en est que la consis-
“ tance des matières draguées était telle qu'elles n'avaient pu
“ être emportées par le courant.

(1) *Les dragages de l'Escaut*, par M. Pierrot, p. 40.

(2) *Annales des Ingénieurs de Gand*, tome IV, 1^{re} fasc., pp. 51 et 52.

« Tous les autres dragages exécutés en Belgique n'ont produit qu'un effet de durée limitée mais variable; les causes de ce faible succès sont : 1° le fleuve est trop large pour les masses d'eau qui s'y meuvent et 2° les rives sont tracées d'une manière irrationnelle.

« En ce qui concerne les passes de Bath et de Valkenisse l'excès de largeur y est encore bien plus grand que sur la partie belge du fleuve et comme de plus, les bancs y sont fort mobiles, on ne peut nullement compter sur la stabilité des passes créées et nous devons les surveiller d'une manière constante.

« Tant que le lit du fleuve ne sera pas fixé suivant un tracé judicieux, on ne pourra espérer une réduction des dépenses de dragage; c'est le contraire qu'il faut craindre et ce pour deux motifs. En premier lieu le tirant d'eau des navires croissant sans cesse, nous devons creuser les passes de l'Escaut à des profondeurs plus grandes que celles réalisées maintenant. Le second motif est le suivant : Actuellement fort peu de grands navires remontent la nuit jusqu'à Anvers; presque tous attendent le jour dans le bas de la rivière. Les dimensions, donc aussi le coût des navires, continuant à augmenter ainsi que la concurrence entre les ports, les armateurs nous demandent de rendre possible la navigation de nuit de ces grands navires. Pour ne pas laisser périliter le port d'Anvers, il faudra draguer les passes à une profondeur et sur une largeur plus grandes que celles qui pourraient suffire à la navigation de jour et l'Etat sera conduit ainsi à faire des sacrifices bien plus considérables que ceux qu'il a dû consentir jusqu'à présent. »

Nous allons ici reprendre une à une les explications que M. Pierrot donne au sujet du résultat des dragages.

Pour les dragages I, M. Pierrot explique la persistance du résultat parce que la rivière n'est pas trop large. Alors comment se fait-il que maintenant que la rade est creusée, que donc il y a plus d'eau en mouvement, il commence à se produire quelques faibles ensablements; il semble, si l'explication donnée était vraie, qu'il ne devrait pas y avoir d'envasement du tout en ce moment?

Comment se fait-il aussi que tout près de là, nous voulons dire au Rug où la rivière est encore moins large qu'à Austruweel et où il se trouve un mur de quai qui doit « exercer un effet favorable sur les profondeurs de la rade » il se produise un banc que nous avons trouvé en 1887 ne plus même présenter 3 mètres à basse mer?

Ce qui se serait vérifié à 1 $\frac{1}{2}$ km. en aval du coude d'Austruweel, cesserait donc d'être vrai à 1 km. en amont? Comment et pourquoi cela serait, ne nous est pas expliqué.

Une explication n'aurait du reste pas été possible sans faire intervenir la question de la courbure du tracé des rives, question qui eût entraîné une condamnation de la Grande Coupure.

En réalité la largeur n'a rien à voir dans le maintien de cette profondeur à Austruweel.

Si cet endroit est quasi le seul où les dragages ont pu maintenir les profondeurs, c'est parce qu'on se trouve à proximité et en aval d'une courbure très accentuée donnant une direction bien fixe au courant de jusant et permettant par suite de compter sur la stabilité de la passe; et si le Rug se reforme en amont dans une section sensiblement de même largeur, c'est parce qu'il se trouve en aval d'une section trop droite dont le courant sort mal guidé et sans direction bien ferme.

Une autre cause qui a contribué à maintenir les profondeurs est l'énorme dragage fait à Melsele en 1894-1897, en 1899-1900, et en 1904 pour le maintien de la passe et dont les produits étaient pour une part très importante refoulés au delà des digues dans les polders de la Flandre Orientale.

L'explication donnée pour les dragages V, un peu en aval du Kruisschans, est exacte : la nature argileuse et compacte des fonds en cet endroit avait été constatée depuis de nombreuses années par le service hydrographique.

Vient ensuite l'examen général de tous les dragages faits en Belgique qui, d'après M. Pierrot, n'ont pas donné de résultats parce que le fleuve est trop large et que le tracé des rives est irrationalnel.

La première de ces deux raisons ne se vérifie pas, car

on voit, en effet, à proximité de tous les dragages tant en amont qu'en aval de vastes zones où ces profondeurs sont de 8-10-12 mètres même et qui se maintiennent sans aucun dragage ni difficulté. Le fleuve dans ces endroits ne serait donc pas trop large pour les masses d'eau qui s'y meuvent. Il paraît cependant invraisemblable qu'un fleuve soit alternativement de kilomètre en kilomètre trop large ou pas trop large. La véritable explication est que là où il y a de la courbure il y a de la profondeur et que là où il n'y en a que peu, ou bien là où il n'y en a pas, il y a des atterrissements. Les masses d'eau en mouvement sont parfois — fréquemment même — suffisantes pour entretenir comme à Austruweel, à Keetenisse, au Frédéric, à Saeftingen, 2 passes profondes parallèles l'une à l'autre, mais séparées par un haut fond. Il ne peut donc pas être question de fleuve trop large.

La seconde des raisons données par M. Pierrot peut être mieux défendue dans les termes généraux où elle est formulée.

Il est possible — sans doute — d'améliorer le tracé des rives tel qu'il existe actuellement et c'est ce que la plupart des personnes qui se sont occupées de la question du redressement de l'Escaut en aval d'Anvers ont compris.

La divergence ne commence que sur la manière de tracer les nouvelles rives. Et ceci a déjà fait l'objet d'assez de notes et de rapports antérieurs pour qu'il soit inutile, en ce moment du moins, d'y revenir.

Plus loin nous trouvons que l'excès de largeur est encore bien plus grand à Valkenisse et à Bath qu'en Belgique et que ceci, augmenté de la mobilité des bancs fait que les passes sont incertaines.

Nous savons tous qu'en mesurant du Nord au Sud, la largeur de l'Escaut vers Bath ou Valkenisse jusque bien loin en aval on trouve toujours environ 5 kilomètres. Mais je ne crois pas qu'il soit jamais venu à l'idée de quelqu'un de considérer cette nappe d'eau comme un excès de largeur, qu'une correction devrait faire disparaître.

Le texte de M. Pierrot semble cependant vouloir dire que cette largeur devrait être limitée par des digues conductrices et nous avons souvenir d'un tracé, que cet ingénieur avait

prolongé jusqu'au Schaar de Waarde. Il est certain que tout travail de ce genre, en admettant qu'il soit réalisable, occasionnerait une perturbation profonde dans le régime de l'Escaut, non seulement à l'endroit où se trouveraient ces digues, mais bien loin en aval.

On peut entrevoir un colmatage de toute la partie située entre les digues actuelles et les nouvelles digues enserrant le chenal étroit, que M. Pierrot voudrait laisser seul subsister du lit actuel. La question de savoir si ce colmatage — et par suite ce changement dans la disposition ou dans la quantité de l'eau — serait favorable ou non à la partie amont ou la partie aval du fleuve, n'a même jamais été effleurée.

Il semble inopportun de soulever, en ce moment, un débat sur ce point. Il y aura, pour des années, assez à faire, comme travaux, dans la partie du fleuve comprise entre Kruisschans et Anvers.

Le tracé rationnel que nous avons proposé permettra de maintenir sans dragage aucun une belle passe continue depuis Austruweel jusqu'au Doel, et il n'est que simplement conforme au sens commun de considérer comme un autre problème la question de l'amélioration du fleuve dans la partie où ce fleuve est un estuaire.

Dans cet estuaire, on n'a — même à l'heure actuelle — que les données les plus vagues sur la vitesse, la direction et l'allure des courants qui entretiennent les chenaux, surtout pour ce qui regarde la partie profonde de ces chenaux. Il est donc, en ce moment encore, prématuré de vouloir tracer dans l'état actuel de nos connaissances un lit nouveau à travers les fonds et les bancs de Saefingen à Valkenisse.

Comme le dit fort bien M. Pierrot, il existe des apparences que l'on soit forcé de faire des dragages dans certaines parties du fleuve en Hollande pour permettre l'accès des navires de plus en plus grands.

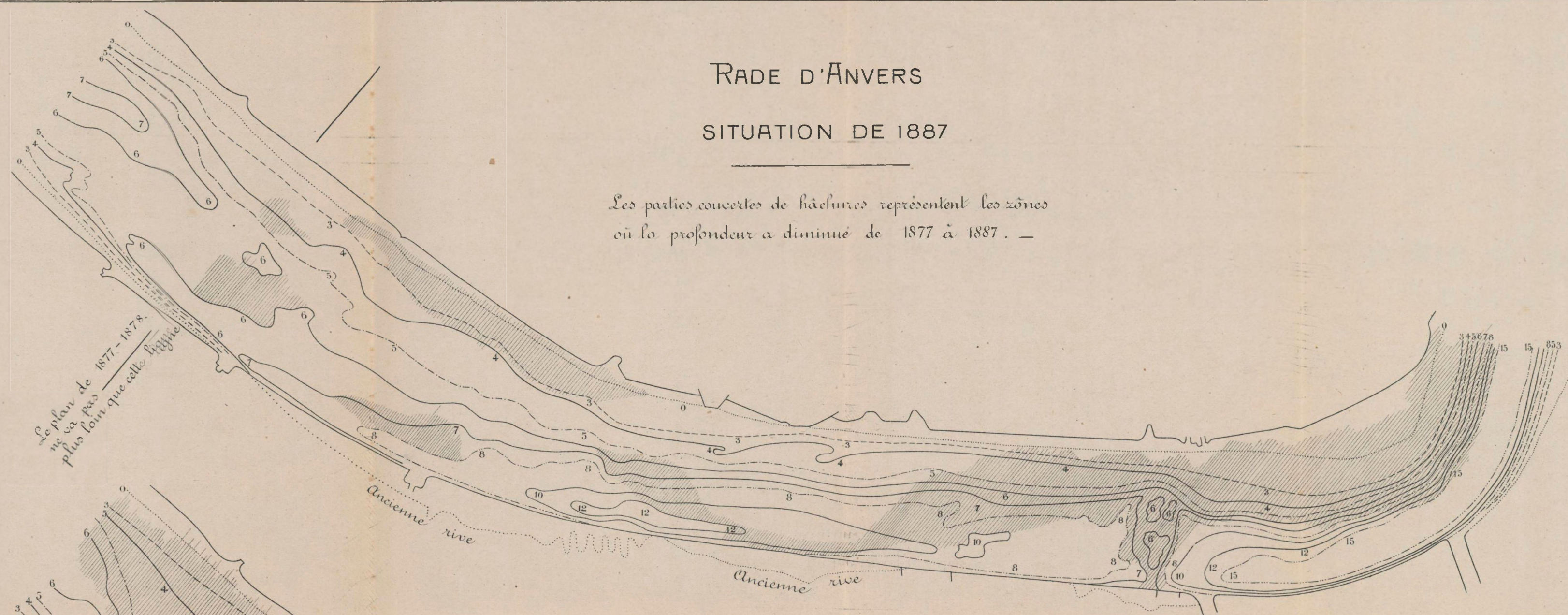
Il paraîtra donc bien superflu d'adopter pour la partie belge de l'Escaut, où les dragages sont évitables moyennant un bon tracé des rives, un projet tel que la Grande Coupure qui en occasionnerait des cubes très élevés : au point de vue des dragages, il y aura assez à faire, dans quelques années, dans l'Escaut Hollandais.

Ostende, le 2 novembre 1908.

RADE D'ANVERS

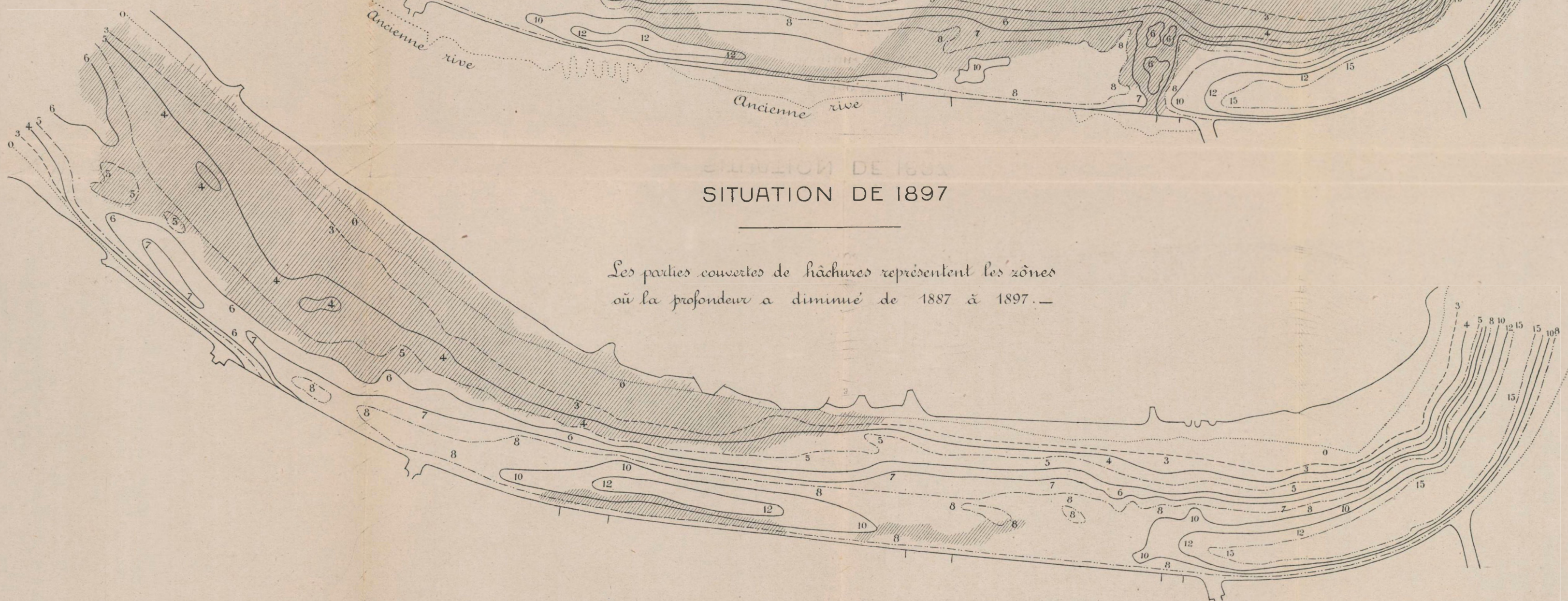
SITUATION DE 1887

Les parties couvertes de hachures représentent les zones où la profondeur a diminué de 1877 à 1887. —



SITUATION DE 1897

Les parties couvertes de hachures représentent les zones où la profondeur a diminué de 1887 à 1897. —



222874

LES
GRANDS NAVIRES

DANS

L'ESCAUT RECTIFIÉ

PAR

C.-J. VAN MIERLO

Ingenieur honoraire des Ponts et Chaussées

Ancien Ingenieur à l'Administration de la Marine de l'Etat

Ingenieur principal de la Compagnie Internationale des Wagons-Lits

*Extrait des Annales de l'Association
des Ingenieurs sortis des Ecoles spéciales de Gand
année 1907 — tome VI, 3^e série — 4 fascicule*

MONS

IMPRIMERIE DEQUESNE-MASQUILLIER & FILS

1907

LES GRANDS NAVIRES

DANS

L'ESCAUT RECTIFIÉ

PAR

C.-J. VAN MIERLO

Ingenieur honoraire des Ponts et Chaussées

Ancien Ingenieur à l'Administration de la Marine de l'Etat

Ingenieur principal de la Compagnie Internationale des Wagons-Lits

Depuis les discussions qui ont eu lieu il y a deux ans au sujet du projet dit de la « Grande Coupure », les partisans de ce projet ont vu combattre les arguments qu'ils avaient produits au sujet de la propagation de la marée, de l'allure des courants, des envasements possibles, et les propositions successives qu'ils avaient émises pour prouver que la Grande Coupure seule peut donner la solution satisfaisante ont été reconnues fausses.

On s'est résigné, finalement, à dire qu'il faudrait bien entretenir l'Escaut par dragages, mais qu'il n'y a pas moyen de l'éviter. Au surplus, disait-on, seule la Grande Coupure permet la circulation des plus grands navires modernes, l'Escaut actuel, ou tout projet tracé suivant la loi sinusoïdale, donnant des courbures incompatibles avec la navigation des plus grands bâtiments existants. Il faut donc bien, pour cette raison, adopter la Grande Coupure, et d'autant plus que les personnes expertes en construction navale nous promettent

— comme M. Corthell — que nous verrons bientôt des navires de 300 mètres de long.

. * .

Cet argument semble être le dernier que les défenseurs de la Grande Coupure peuvent produire, et c'est celui qui va être examiné dans la présente note.

Au premier abord, il paraît assez bizarre : on peut se demander, en effet, ce que les auteurs de projets de rectification de l'Escaut ont eu en vue, en faisant leur tracé, si ce n'est faciliter la circulation des navires — des grands navires surtout — et il semble bien que si les auteurs de projets n'avaient pas eu l'idée que les grands navires pouvaient passer avec leur tracé, ils auraient tout simplement évité de le publier.

A ceci, les coupuristes ont objecté : oui, mais du temps où vous traciez votre projet, les plus grands navires avaient à peine 150 à 170 m. de long ; on a maintenant des navires de 230 m. et on en prévoit de plus grands encore. Votre projet est donc suranné et insuffisant.

Objection plus bizarre encore que la précédente, car si un projet datant d'il y a dix ou douze ans est suranné, par quel hasard la Grande Coupure, vieille de 40 ans, serait-elle encore up to date ?

. * .

Mais, actuellement, toute discussion « littéraire » de ce genre n'a plus lieu d'être, car nous allons calculer quels sont les plus grands navires admissibles dans l'Escaut rectifié d'après notre projet, à quelle vitesse ces bâtiments pourront naviguer, et nous examinerons les mêmes éléments proposés pour la Grande Coupure.

A cet effet, reprenons l'équation

$$y = K \frac{\sin x}{x}$$

courbe qui s'applique exactement sur la passe navigable de l'Escaut. Elle va nous permettre de calculer les rayons de courbure aux sommets des boucles successives que fait cette courbe au-dessus et en dessous de l'axe du fleuve.

Pour ces sommets, la tangente est horizontale, et

$$y' = K \frac{x \cos x - \sin x}{x^2}$$

devient nul.

Ceci se réalise pour

$$x = \operatorname{tg} x$$

ce qui donne pour y :

$$y = K \cos x.$$

Le rayon de courbure au sommet est

$$\rho = \frac{(1 + y'^2)^{3/2}}{y''} = \frac{1}{K \frac{(\cos x - x \sin x - \cos x) x^2 - 2x(x \cos x - \sin x)}{x^3} - K \cos x}$$

Pour trouver x , y et ρ , nous allons procéder par approximations successives. Remarquons que le sommet de la courbe se trouve dans le voisinage de $\frac{n\pi}{2}$ et prenons, par exemple,

la courbe de Lillo, qui est conservée dans tous les projets de redressement du fleuve : nous savons (1) que cette courbe correspond à la valeur $\frac{11\pi}{2}$, ce qui nous permettra de poser :

$$x = \frac{11\pi}{2} - z = \cotg z.$$

d'où

$$y = -K \sin z$$

et

$$z + \cotg z = \frac{11\pi}{2} = 17.27856$$

Nous remarquerons d'abord que z est à peine plus grand que 3° ($\cotg 3^\circ = 19.081137$ et $\cotg 3^\circ 30' = 16.34986$).

Si donc on donne un accroissement Δz à l'angle z , on a les égalités

$$\Delta \cotg = \cotg(z + \Delta z) - \cotg z = \frac{-\sin \Delta z}{\sin z (\sin z + \sin \Delta z \cos z)}$$

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*, tome xxiii, 3^e fasc., p. 240.

ce dernier membre étant approché, parce que nous avons fait $\cos \Delta z = 1$.

Les calculs numériques se disposent comme suit :

	$\Delta_1 z = 19'$	$\Delta_2 z = 28''$
$3^\circ = 0.052359$	$\cos 3^\circ = 0.9986295$	$\cos 3^\circ \dots\dots\dots$
$19' = 0.005527$	$\times \sin 19' = 0.0055193$	$\times 28'' 0.0001355$
$28'' = 0.000136$	$+ \sin 3^\circ 0.0523360$	
$z = 0.058022$	$\sin 3^\circ 19' = 0.0578553$	$+ 0.0578553$
	$\times \sin 3^\circ = 0.0030279$	$0.0579908 = \sin z.$
		$\times \sin 3^\circ 19' = 0.0033529$

d'où

$$\Delta_1 \cot g = \frac{-0.0055193}{0.0030279} = -1.8252$$

$$\Delta_2 \cot g = \frac{-0.0001355}{0.0033529} = -0.0405$$

et

$$\Delta \cot g = -1.8657$$

d'où

$$\cot g z = 17.2154 = x.$$

Introduisant maintenant les valeurs numériques telles qu'elles figurent dans les calculs faits antérieurement (1), on obtient :

$$r = \frac{3400}{2\pi} = 1082 \text{ m.}$$

ce qui, à l'échelle du cent millième, fait 10 ^m/m 82 ; d'où la vraie valeur de K

$$K = \frac{115}{10.82} = 10.63$$

et finalement

$$x = 1082 \times 17.2154 = 18.627 \text{ m.}$$

$$y = -1082 \times 10.63 \times 0.0579908 = 667 \text{ m. (valeur absolue)}$$

$$z = -1082 : (10.63 \times 0.0579908) = 1.755 \text{ m. (id.)}$$

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*, tome xxiii, 3^e fasc., p. 242.

Si, pour la boucle suivante, qui est celle du Kruisschans, on refait les mêmes calculs, on trouve :

$$\begin{aligned} x &= 1082 \times 14.0653 &= 15.219 \text{ m.} \\ y &= 1082 \times 0.7538 &= 817 \text{ m.} \\ \rho &= 1082 : 0.7538 &= 1.436 \text{ m.} \end{aligned}$$

Enfin, dans le nouveau tracé que nous avons prévu, nous connaissons déjà, par des calculs antérieurs (1), le rayon de courbure que nous savons être, à la digue, égal à 1600 m. Or, l'axe de la passe navigable se trouve à 200 m. de la digue, de sorte que le rayon de courbure de la ligne idéale à suivre par le navire sera au moins de 1400 m.

Il reste maintenant à vérifier si c'est bien au sommet que se trouve le rayon de courbure minimum : l'allure de la courbe le montre à première vue, mais on peut l'apprécier par le calcul. Pour cela, reprenons la valeur de ρ que nous mettons sous la forme suivante :

$$\rho = \frac{\left[1 + \left(K \frac{x \cos x - \sin x}{x^3} \right)^2 \right]^{3/2}}{-K \frac{\sin x}{x} - \frac{2}{x} \left(K \frac{x \cos x - \sin x}{x^3} \right)}$$

En ne considérant que les premiers termes du numérateur et du dénominateur, on a la solution approchée

$$\rho = -\frac{1}{y'}$$

ce qui met bien la courbure minimum au sommet.

Or, tant que l'on reste dans le voisinage du sommet, la valeur du terme

$$K \frac{x \cos x - \sin x}{x^3}$$

reste excessivement petite, car la fonction y' s'annule pour le sommet. Cette valeur, très petite déjà, élevée au carré, diminue

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*, t. xxiii, 3^e fasc., p. 260.

encore — ceci pour le second terme du numérateur — et en ce qui concerne le dénominateur, divisée par $\frac{2}{x}$, x étant égal, déjà, dans cette partie de la courbe, à $\frac{7\pi}{2}$ ou $\frac{9\pi}{2}$, la valeur du deuxième terme du dénominateur devient aussi très réduite.

Estimons numériquement l'erreur commise : par exemple, pour la boucle du Kruisschans, nous nous plaçons à $10''$ du sommet, donc déjà assez loin à la fois du sommet de la courbe et du minimum du rayon de courbure.

On trouve en calculant :	$x = 13.962664$
	$\cos x = 0.17365$
	$\sin x = 0.98481$

Nous savons que :	$K = 10.63$
d'où nous tirons	$y' = 0.075$
le second terme du numérateur	$= 0.0056$
le second terme du dénominateur	$= 0.011$
et la valeur de y en ce point	$= 0.750$

La vraie valeur de ρ est

$$\rho = \frac{(1 + 0.0056)^{3/2}}{-y - 0.011} = 1.341$$

et en négligeant les seconds termes du numérateur et du dénominateur, la valeur approchée du rayon de courbure est

$$\rho = \frac{1}{y} = 1.333$$

De sorte que, même en ce point, où déjà, par suite de l'éloignement du sommet, l'influence des deuxièmes termes devient plus grande, l'erreur commise par l'approximation n'est environ qu'un demi pour cent.

Nous pouvons donc, pour le but que nous nous proposons, considérer la valeur approchée comme suffisamment exacte, et cette valeur transporte le minimum du rayon de courbure au sommet de la courbe, c'est-à-dire là où $\frac{dy}{dx} = 0$.

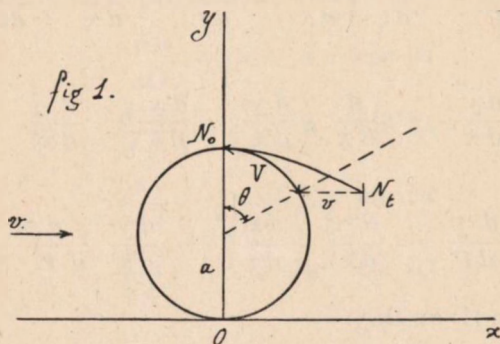
Si donc les navires suivent la ligne idéale que j'ai indiquée pour le parcours de Bath à Anvers, ils ne rencontreront jamais une courbe dont le rayon soit moindre que 1400 m.

La question que nous nous proposons de résoudre peut donc se ramener à celle-ci : « Quels sont, dans l'Escaut, les plus grands navires qui peuvent tourner dans un rayon de 1400 m. ? ».

Ici doit intervenir la question des courants : généralement, les navires remontent l'Escaut par marée montante, et tandis que leur propulseur les pousse sur les eaux du fleuve, ces eaux elles-mêmes sont animées d'un mouvement de translation.

Les navires qui cherchent donc à tourner, ne décrivent plus une courbe quasi circulaire, comme cela se passerait dans une eau immobile, mais bien une autre courbe que nous allons étudier.

Considérons un bâtiment décrivant dans une eau immobile une circonférence de rayon a .



Soit V la vitesse du navire qui décrit ainsi dans l'unité de temps un arc dont l'angle au centre est donné par la relation

$$V = \frac{\theta^{\circ}}{360} 2 \pi a$$

Animons maintenant la nappe d'eau dans laquelle se meut le navire, d'une vitesse v .

Au bout d'un temps t , nous aurons, pour les coordonnées du navire par rapport aux axes y o x , disposés comme le montre la fig. 1, le bateau ayant passé de N_0 à N_t .

$$\begin{aligned}x &= v t + a \sin \theta t \\y &= a + a \cos \theta t\end{aligned}$$

En éliminant t , on aurait l'équation de la courbe en x et y . Mais l'aspect des équations montre que la courbe en question appartient à la famille des trochoïdes, et généralement, il est plus aisé pour ce genre de courbes de conserver les deux équations respectivement en x et t et en y et t .

Cherchons la valeur du rayon de courbure de cette courbe.

Nous rappellerons d'abord que dans le cas de changement de variable indépendante, on a

$$\frac{d y}{d t} = \frac{d y}{d x} \cdot \frac{d x}{d t} \quad (1)$$

$$\frac{d^2 y}{d t^2} = \frac{d}{d t} \left(\frac{d y}{d x} \right) \cdot \frac{d x}{d t} + \frac{d y}{d x} \cdot \frac{d^2 x}{d t^2}$$

Or,

$$\frac{d}{d t} \left(\frac{d y}{d x} \right) = \frac{d}{d x} \left(\frac{d y}{d x} \right) \cdot \frac{d x}{d t} = \frac{d^2 y}{d x^2} \cdot \frac{d x}{d t}$$

donc

$$\frac{d^2 y}{d t^2} = \frac{d^2 y}{d x^2} \left(\frac{d x}{d t} \right)^2 + \frac{d y}{d x} \cdot \frac{d^2 x}{d t^2} \quad (2)$$

de l'équation (1) on tire :

$$\frac{d y}{d x} = \frac{\frac{d y}{d t}}{\frac{d x}{d t}} \quad (3)$$

de l'équation (2) on tire :

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{\frac{d^2 y}{d t^2} - \frac{d y}{d x} \cdot \frac{d^2 x}{d t^2}}{\left(\frac{d x}{d t} \right)^2} = \frac{\frac{d^2 y}{d t^2} - \frac{\frac{d y}{d t}}{\frac{d x}{d t}} \cdot \frac{d^2 x}{d t^2}}{\left(\frac{d x}{d t} \right)^2}$$

et enfin

$$\frac{d^2 y}{d x^2} = \frac{\frac{d^2 y}{d t^2} \frac{d x}{d t} - \frac{d y}{d t} \frac{d^2 x}{d t^2}}{\left(\frac{d x}{d t} \right)^3} \quad (4)$$

Nous allons donc maintenant écrire les dérivées de x et de y par rapport à t et les introduire dans les formules (3) et (4), mais auparavant nous devons remarquer que, par les dérivations, nous allons faire sortir l'angle θ de dessous les signes $\sin$ et $\cos$.

Nous devons, naturellement, hors de ces signes, remplacer θ , qui est un nombre de degrés, par la longueur de l'arc embrassé par l'angle θ sur une circonférence de rayon égal à l'unité, et en désignant par τ cet arc, on pourra écrire

$$V = a \tau.$$

Dérivant maintenant x et y par rapport à t , on trouve successivement :

$$\begin{aligned} \frac{d x}{d t} &= v + a \tau \cos \theta t \\ \frac{d^2 x}{d t^2} &= - a \tau^2 \sin \theta t \\ \frac{d y}{d t} &= - a \tau \sin \theta t \\ \frac{d^2 y}{d t^2} &= - a \tau^2 \cos \theta t \end{aligned}$$

De là :

$$\frac{d y}{d x} = \frac{- a \tau \sin \theta t}{v + a \tau \cos \theta t}$$

$$\begin{aligned} \frac{d^2 y}{d x^2} &= \frac{(- a \tau^2 \cos \theta t) (v + a \tau \cos \theta t) - (- a \tau \sin \theta t) (a \tau^2 \sin \theta t)}{(v + a \tau \cos \theta t)^3} \\ &= \frac{- a v \tau^2 \cos \theta t - a^2 \tau^3 \cos^2 \theta t - a^3 \tau^3 \sin^2 \theta t}{(v + a \tau \cos \theta t)^3} \\ &= \frac{- a v \tau^2 \cos \theta t - a^2 \tau^3}{(v + a \tau \cos \theta t)^3} = \frac{- a \tau^2 (v \cos \theta t + a \tau)}{(v + a \tau \cos \theta t)^3} \end{aligned}$$

Nous pouvons maintenant écrire la valeur de ρ

$$\rho = \frac{(1 + y'^2)^{3/2}}{y''} = \frac{\left[1 + \frac{a^2 \tau^2 \sin^2 \theta t}{(v + a \tau \cos \theta t)^2} \right]^{3/2}}{\frac{a \tau^2 (v \cos \theta t + a \tau)}{(v + a \tau \cos \theta t)^3}}$$

$$= \frac{[(v + a \tau \cos \theta t)^2 + a^2 \tau^2 \sin^2 \theta t]^{3/2}}{a \tau^2 (v \cos \theta t + a \tau)} = \frac{(v^2 + 2 a v \tau \cos \theta t + a^2 \tau^2)^{3/2}}{a \tau^2 (v \cos \theta t + a \tau)}$$

Ayant ainsi une valeur générale du rayon de courbure, nous allons montrer que la valeur maximum de ce rayon se trouve sur l'axe des y .

Pour avoir ce maximum, nous allons chercher la valeur pour laquelle

$$\frac{d\rho}{dx} = 0$$

or,

$$\frac{d\rho}{dx} = \frac{\frac{d\rho}{dt}}{\frac{dx}{dt}}$$

$\frac{dx}{dt}$ ne s'annule pas pour $t = 0$, de sorte qu'il suffit que

$\frac{d\rho}{dt}$ soit égal à zéro. Or,

$$-3/2 (v^2 + 2 a \tau \cos \theta t + a^2 \tau^2)^{1/2} \cdot 2 a \tau \sin \theta t \cdot a \tau^2 (v \cos \theta t + a \tau)$$

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{+ (v + 2 a \tau \cos \theta t + a^2 \tau^2)^{3/2} \cdot a \tau^2 v \sin \theta t}{a^2 \tau^2 (v \cos \theta t + a \tau)^2}$$

Le dénominateur ne s'annule pas non plus pour $t = 0$; il suffit donc que le numérateur soit nul. Or, comme on peut mettre $\sin \theta t$ en évidence, l'une des solutions qui annulent le numérateur est $\sin \theta t = 0$, d'où $t = 0$.

Introduisant maintenant la valeur $t = 0$ dans la formule de ρ nous trouvons :

$$\begin{aligned}\rho_M &= \frac{(v^2 + 2 a v \tau + a^2 \tau^2)^{3/2}}{a \tau^2 (v + a \tau)} = \frac{(v + a \tau)^3}{a \tau^2 (v + a \tau)} \\ &= \frac{(v + a \tau)^2}{a \tau^2} = a \left(1 + \frac{v}{a \tau}\right)^2\end{aligned}$$

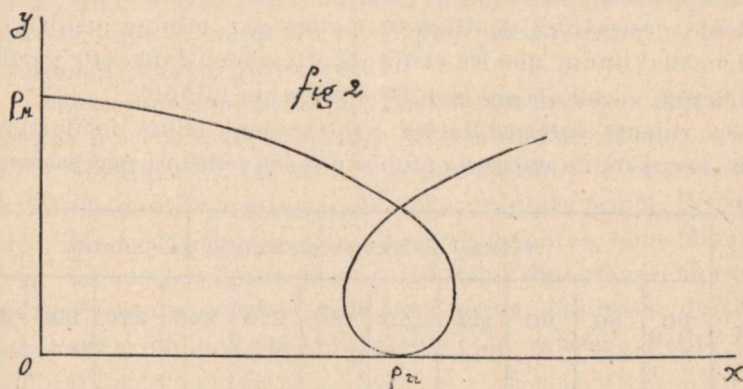
et remplaçant maintenant $a \tau$ par sa valeur V , nous obtenons finalement l'élégante formule :

$$\rho_M = a \left(1 + \frac{v}{V}\right)^2$$

qui peut s'appliquer aussi bien à un navire entraîné par le courant qu'à un bâtiment luttant contre le courant (il suffit dans ce dernier cas de remplacer v , par $-v$), et la formule devient alors

$$\rho_m = a \left(1 - \frac{v}{V}\right)^2.$$

Ces deux valeurs de ρ se trouvent, du reste, sur la même courbe, si on la suppose suffisamment prolongée comme le montre la figure 2.



Les grands navires pourront passer dans les courbes de l'Escart tant que le rayon maximum ρ_M de leur trajectoire sera inférieur au rayon minimum de la ligne idéale que nous avons imaginée et que les navires devront suivre.

Or, ce rayon minimum est de 1400 mètres au Kruisschans comme au Philippe, en négligeant les 36 mètres de plus qu'a le rayon minimum au premier de ces deux tournants : nous saurons donc seulement que nos résultats sont un peu trop sévères pour le Kruisschans.

Nous pouvons donc maintenant déterminer *dans quel rayon, en eau tranquille, le navire doit pouvoir passer pour qu'il lui soit possible de franchir les tournants de l'Escaut.* Cette dimension qui n'est autre que le rayon de giration du navire, est représentée par a dans la formule de ρ_m et sa valeur est donc :

$$a = \frac{1400}{\left(1 + \frac{v}{V}\right)^2}$$

Dans cette formule, v et V sont variables : V suivant la volonté du commandant ou du pilote du navire, et v d'après l'instant de la marée.

Afin de pouvoir discuter complètement cette formule, nous formerons le tableau suivant qui exprimera, en mètres, la valeur de a : nous donnerons à V des valeurs croissantes de 30 mètres en 30 mètres par minute, ce qui correspond, chaque fois, à environ 1 nœud de plus, et nous donnerons à v des valeurs croissantes de 10 et 10 mètres par minute jusqu'à la valeur maximum que les courants atteignent dans cette partie du fleuve, à savoir environ 60 mètres par minute.

Les valeurs intermédiaires s'interpolent alors facilement dans le cas où un exemple numérique les rendrait nécessaires.

VITESSE DU COURANT EN MÈTRES PAR MINUTE	Vitesse du navire en mètres par minute											
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
10	791	1030	1138	1190	1228	1261	1284	1296	1308	1316	1320	1321
20	500	791	939	1030	1085	1138	1166	1196	1207	1228	1250	1261
30	350	622	791	897	972	1030	1077	1111	1138	1157	1177	1196
40	251	500	677	791	875	939	987	1030	1069	1085	1120	1138
50	196	419	576	690	791	858	915	959	993	1030	1061	1085
60	156	350	500	622	718	791	848	897	939	972	1007	1030

Cette table montre — comme la formule du reste — que l'on a intérêt à faire aller les navires le plus vite possible. Pratiquement, les bâtiments d'une certaine importance n'ont toutefois pas une vitesse bien considérable, et on voit, par le tableau, que l'augmentation de a n'est pas bien forte du moment que la vitesse propre du navire atteint environ 250 mètres par minute.

Comme il était facile de le prévoir a priori, la valeur de a tend vers 0 quand la vitesse du courant diminue.

Le passage du navire dans les boucles successives de l'Escaut dépend donc exclusivement du rayon de giration a qu'on aura déterminé, en égard aux valeurs de v et de V . La première variable v échappe à la puissance humaine, la vitesse des courants dépendant essentiellement du régime des marées et aucun travail humain ne pouvant modifier ce régime d'une manière bien sensible.

Mais la loi des courants subit des variations très grandes pendant le temps d'une marée, et on pourrait peut-être *choisir le moment* où les navires entreraient dans le port, de manière à avoir les courants les plus favorables. C'est ce que nous allons examiner maintenant.

La pratique constante du fleuve montre que les navires arrivent toujours un certain temps avant la marée haute au port ; les écrits des partisans de la Grande Coupure indiquent (1) qu'ils comptent maintenir ce système qui est, du reste, le plus rationnel et qui a notre accord.

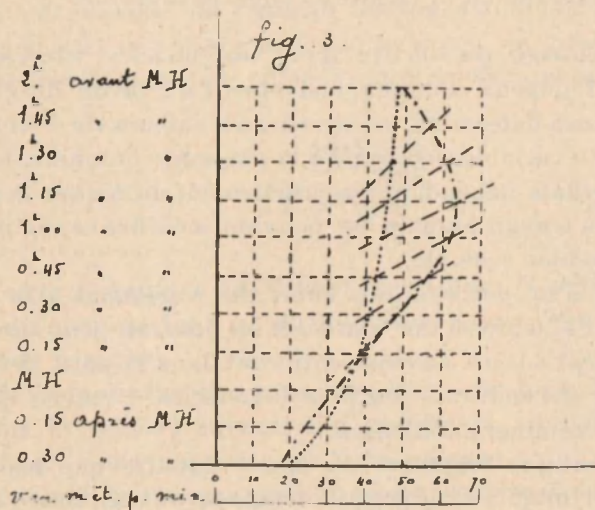
Considérons donc le régime des courants sur une étendue de temps précédant de 2 heures la marée haute locale, à Lillo et à Ste-Marie : c'est en ces points qu'ont été observés les courants dans le voisinage du tracé de notre projet. Dégagées des influences locales et des inégalités fortuites, nous obtenons pour les courbes des courants, celles qui sont représentées sur la figure 3. Ces courbes diffèrent à peine, d'ailleurs, de celles qui ont été établies par le Lieutenant de vaisseau Petit (2). La

(1) J. RENKIN. *Anvers, Installations maritimes et système défensif*, p. 27.

(2) *Annales des Travaux publics de Belgique*, tome XI, 3^e cahier.

ligne en pointillé représente les courants à Ste-Marie, la ligne en traits mixtes est la figure des courants de Lillo.

On n'est pas autorisé, pour l'étude de l'influence du courant sur la marche des navires, à superposer les deux courbes comme nous venons de le faire sur la fig. 3, à cause du temps que met la marée à se propager de Lillo à Ste-Marie et du temps — différent — qu'il faut au navire pour parcourir le même trajet.



La distance Lillo-Philippe, ou la longueur de la courbe $y = K \frac{\sin x}{x}$ entre $\frac{11\pi}{2}$ et $\frac{7\pi}{2}$, est d'environ 6600 mètres, et un navire marchant à 8 nœuds et entraîné par le courant la franchira en 24 minutes. D'autre part, le moment de la marée haute au point $\frac{7\pi}{2}$ est en retard de 9 minutes environ sur le moment de la marée haute à Lillo, de sorte que, finalement, un navire passant, par exemple, une heure avant marée haute à Lillo, se trouvera au Philippe 45 minutes avant qu'il y soit marée haute, et arrivera plus loin, devant la ville, une demi-heure avant le renversement du courant.

Si donc, sur la figure 3, on veut étudier les courants corres-

pondant au passage d'un navire successivement à Lillo et au Philippe, il faut incliner les lignes de repère comme le montre la figure.

Je vais d'abord montrer que les très grands navires ne pourront pas arriver au Kruisschans ou à Lillo plus tôt que 2 heures avant marée haute, et à cet effet, je refais un calcul semblable à celui que M. Helleputte a publié⁽¹⁾ pour la marche des navires dans l'Escaut.

Depuis le Kruisschans jusqu'à Flessingue, il y a 73 kilomètres en suivant le thalweg ou la route des navires. Depuis Flessingue, jusqu'au point des Wielingen, où la profondeur d'eau est minimum, il y a 40 kilomètres, soit en tout 113 kilomètres. Un navire faisant 30 kilomètres à l'heure (soit 14 nœuds de vitesse propre, courant déduit) dans l'Escaut et 40 kilomètres à l'heure (soit 21 nœuds, courant déduit) dans la partie Wandelaar-Flessingue, mettrait encore environ 3 1/2 heures à faire le trajet Wandelaar-Kruisschans.

Or, la marée haute, elle-même, met 2 h. 45 à franchir la même distance. Rapportant donc l'instant du passage du navire considéré à celui de la marée haute au Wandelaar, on trouve qu'il aurait passé à

$$\text{M. H.} - 2 \text{ h.} - 3 \text{ h. } 1/2 + 2 \text{ h. } 45 = \text{M. H.} - 2 \text{ h. } 45$$

soit 2 h. 45 avant marée haute.

A ce moment là, au Wandelaar, la marée n'a monté encore que de 1 m. 20, et comme la profondeur sur la barre n'est que de 9 m., cela veut dire qu'au moment du passage supposé du navire, il y aura 10 m. 20 d'eau.

Or, des navires déjà existants (le *Lusitania*, entre autres), tirent 33 pieds, soit 10 m. 065, de sorte qu'il ne resterait que 0 m. 135 pour le creux des vagues, l'épaisseur de la nappe d'eau sous la quille, et pour ce que le navire s'accroupit par suite du mouvement des hélices.

Le passage de navires aussi profonds ne pourra donc avoir lieu que plus tard que 2 h. 45 avant marée haute, et comme

(1) Note sur l'avant-projet d'extension des Installations du Port d'Anvers, pp. 3 et 4.

nous avons déjà admis des vitesses fort grandes (21 nœuds et 14 nœuds), vu le peu de profondeur du fleuve (1) et de la mer, ainsi que les précautions que l'on doit prendre en faisant les passes, il est hors de doute que les navires de grandes dimensions ne pourront, en aucun cas, arriver au Kruisschans 2 heures avant marée haute.

Pratiquement, ils arriveront vers le Kruisschans 1 h. 15 ou 1 heure avant marée haute, dans des circonstances moyennement favorables. Dans ces conditions, la valeur de v sera de 60 m. environ à Lillo et de 40 m. environ à Ste-Marie, au moment où les navires y passeront. Les courbes de la fig. 3 indiquent des vitesses un peu plus grandes, mais il faut tenir compte de ce que le navire plonge dans les couches d'eau inférieures animées d'une vitesse moindre que celles des régions voisines de la surface, et c'est pourquoi nous adoptons des chiffres un peu corrigés.

Lorsque les circonstances seront défavorables à la marche rapide du navire, il se peut que l'arrivée au Kruisschans se fasse encore plus tard, mais dans ce cas, la vitesse v diminue continuellement et finit même par changer de signe.

La formule montre que dans ce cas a augmente constamment, et par suite le passage d'un navire donné dans les courbes devient de plus en plus aisé, ou inversement, on pourra admettre des navires de plus en plus grands dans ces courbes.

Comme cette étude a pour but d'apprécier le passage en tout temps des navires de très grandes dimensions, nous devons, naturellement, envisager le moment où, normalement, les navires arriveront au Kruisschans, soit de 1 h. 15 à 1 h. 00 avant marée haute.

Les vitesses v que nous aurons à considérer seront donc, à Lillo, d'une soixante de mètres à la minute, et au Philippe,

(1) On sait que la profondeur de l'eau exerce une influence très considérable sur la vitesse des navires, et que pour certaines vitesses, une augmentation de puissance, même très grande, ne peut donner qu'une augmentation de vitesse insignifiante. (*Annales des Ingénieurs de Gand*, 1906, pp. 81 et suiv.)

d'une quarantaine de mètres. Le choix du moment favorable dont nous avons parlé est ainsi extrêmement limité : si le navire marche à toute vitesse, nous arriverons précisément au moment où les valeurs de v sont voisines de leur maximum, et si nous faisons marcher les navires à vitesse réduite, nous allons devoir faire le port au moment de la marée haute (ce qui est l'instant où l'on ferme les portes des écluses), ou bien au moment où le courant change de sens (ce qui est un gros inconvénient).

Il faut maintenant examiner la valeur de V . La formule

$$a = \frac{1400}{\left(1 + \frac{v}{V}\right)^2}$$

montre que l'on a intérêt à augmenter V autant que possible, soit à donner au navire la plus grande vitesse.

Mais ici se pose immédiatement une objection : pour un navire donné, le rayon de giration n'augmente-t-il pas avec la vitesse du bâtiment ?

On trouve dans les cours d'Architecture navale (1) la formule suivante pour le rayon de giration

$$r = \frac{M}{K. S. V^{m-2} \sin 2\gamma \left(\frac{l}{\xi} - 1\right)}$$

dans laquelle :

M est la masse du navire,

K un coefficient intervenant dans la résistance à l'avancement,

S l'aire du gouvernail,

V la vitesse dans la trajectoire,

m coefficient voisin de 2 (puissance de la vitesse proportionnellement à laquelle les résistances croissent),

γ l'angle la barre,

(1) Cours de l'Ecole d'Application du Génie Maritime de France.

l la distance du centre de gravité du navire à la mèche du gouvernail,

ξ une des deux coordonnées du point d'application de la résistance en marche oblique par rapport au centre de gravité du navire.

Si on avait $m = 2$, r serait indépendant de la vitesse ; si $m > 2$, le rayon diminue quand la vitesse augmente, et inversement si $m < 2$.

En pratique, on trouve les trois cas : pour les vitesses ordinaires, on a $m \geq 2$ et le diamètre moyen de la courbe, à égalité d'angle de barre, varie peu avec l'allure de la machine.

Des essais, faits avec de nombreux bâtiments, le montrent. A titre d'exemple, nous donnerons ici les résultats des expériences de quelques navires. Ainsi le cuirassé français « Terrible », avec un angle de barre de 34° tribord, montre les diamètres suivants :

pour 80 tours, le diamètre moyen est de 424 m. 75 ;

» 60 » » » » 444 m. 00 ;

» 40 » » » » 436 m. 25.

Pour juger de l'importance de ces variations du nombre de tours sur la vitesse du bâtiment, il faut savoir qu'aux essais, le « Terrible », avec 87 tours, a atteint une vitesse de 14 n. 48.

De même, le cuirassé français « Hoche » tourne, pour un angle de barre de 32° tribord, à la vitesse de

6 n. 18 dans une circonférence de 520 m. de diamètre

et de 11 n. 37 » » 534 m. »

Le rayon de giration dans des expériences où la vitesse a passé du simple au double, varie donc très peu. Parfois, il est pratiquement constant, parfois il passe par un maximum (ou un minimum) pour certaines vitesses intermédiaires ; d'autres fois encore, les variations sont plus irrégulières, mais toujours elles restent très faibles entre le maximum et la plus petite vitesse observée, pourvu que les vitesses restent moyennes.

Ce n'est que lorsqu'on atteint de grandes vitesses qui ne peuvent — pour d'autres raisons — être atteintes dans l'Escut, que la valeur de m devient plus petite que 2 et que le rayon de giration augmente avec la vitesse. Les expériences

faites avec certains croiseurs rapides le confirment : par exemple, le croiseur « Cécille », sous un angle de barre de 30°, tourne :

A 60 tours dans un diamètre de 938 mètres.

A 75 » » 1098 »

A 90 » » 1404 »

mais aussi ce navire a atteint aux essais une vitesse de 19 n. 44, dont il ne pourra jamais être question dans l'Escaut.

Il y a lieu, finalement, de remarquer que la vitesse V , que nous considérons ici, est la vitesse dans la courbe. Comme on le sait, la vitesse dans la courbe est inférieure à la vitesse en ligne droite dans une proportion assez sensible qui dépend de plusieurs circonstances.

On trouve généralement une réduction allant jusque 0.7 à 0.8, chiffre que nous adopterons sans autre discussion, la vitesse en ligne droite ne devant pas intervenir dans la question qui nous occupe aujourd'hui et ne devant être prise en considération que pour des problèmes autres que celui que nous traitons ici.

Il résulte des renseignements fournis par M. Helleputte (1), d'après les indications qu'il a obtenues, croyons-nous, des services de la Marine, que la vitesse des navires dans l'Escaut est de 8 nœuds environ : cette vitesse, dans l'Escaut belge surtout, doit être considérée comme étant une vitesse dans la courbe, vu que pour les grands navires principalement, le gouvernail est rarement « steady » dans le fleuve. A titre d'indication pour des discussions ultérieures, nous dirons ici que cette vitesse correspond à une vitesse en ligne droite de près de 10 nœuds, ce qui fait, avec l'entraînement dû au courant, environ 11 1/2 milles à l'heure.

A cette vitesse de 8 nœuds, ou à toute autre voisine, on a toujours $m \geq 2$ et la vitesse n'influe pas sensiblement sur le rayon de giration du navire.

Cherchant donc dans la table de la page 8 la valeur de a au Kruisschans ou au Philippe, c'est-à-dire à des points où

$$v = 40 \text{ m. par minute}$$

(1) Note sur l'avant-projet d'extension des installations du port d'Anvers.

et avec la vitesse de 8 nœuds, c'est-à-dire

$$V = 240 \text{ m. par minute,}$$

on trouve :

$$a = 1030 \text{ mètres.}$$

Je dis maintenant qu'un navire qui passera au sommet de la courbe pourra achever le parcours complet suivant la trochoïde résultant de l'action combinée de sa vitesse propre et du courant.

Pour le voir clairement, il suffit de se rappeler que le rayon de courbure de la courbe axiale de l'Escaut applicable au Kruisschans

$$y = \frac{\sin x}{x}$$

et celui de la courbe d'Agnési, applicable au Philippe, au sommet de ces deux courbes, sont des minima et que ces deux courbes ont, à quelque distance de ce sommet, des rayons de courbure infinis.

Le rayon de courbure de la trochoïde, au contraire, est maximum au sommet de la courbe où les vitesses du courant et du navire s'ajoutent. Il paraît donc évident que la sinusoïde et la courbe d'Agnési seront toujours plus près de la rive concave que la trochoïde et que, par suite, une fois le sommet passé, il suffira de laisser peu à peu diminuer l'angle de barre pour que le navire suive la ligne idéale de sa route.

Il est opportun, du reste, pour fixer les idées, de se donner, par un exemple numérique, une opinion sur l'importance en mètres des écarts entre ces diverses lignes.

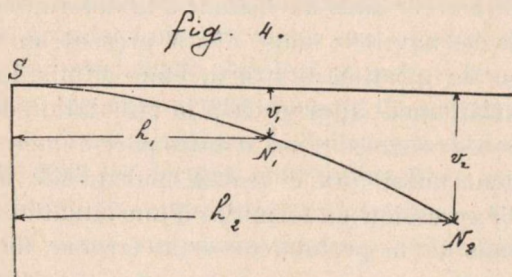
A cet effet, supposons que le navire décrive sur son cercle de rayon $a = 1030$ m., un arc embrassant d'abord un angle de $22^{\circ}30'$, puis un angle de 45° . Soit S le sommet de la courbe. Entraîné par le courant, le navire arrivera respectivement en N_1 et en N_2 . En cherchant les distances h_1 et h_2 calculées comme précédemment avec des vitesses

$$v = 40 \text{ m. et } V = 240 \text{ m.}$$

on trouve respectivement (fig. 4)

$$h_1 = 461 \text{ m. } 56$$

$$h_2 = 863 \text{ m. } 32$$



Cherchons pour ces valeurs h_1 et h_2 les valeurs v_1 et v_2 pour chacune des trois courbes, et nous aurons :

	TROCHOÏDE	SINUSOÏDE	AGNËSI
v_1	78.40	71.24	74.00
v_2	301.68	261.00	243.00

L'examen de ces chiffres montre que sur un demi-kilomètre de part et d'autre du sommet, il y a une harmonie complète entre les formes des trois courbes et, par suite, entre la trajectoire du navire et les formes du lit ; et qu'une fois le sommet franchi de quelques centaines de mètres, il est loisible aux navires de choisir leur route dans une zone s'élargissant rapidement, pour attaquer convenablement la boucle suivante du fleuve.

La concordance quasi complète entre les trois courbes dans le kilomètre de fleuve comprenant le sommet, montre combien le projet que nous avons tracé convient à la fois au régime du fleuve et à la navigation des grands navires.

On sait, en effet, que plus la courbure est brusque et plus la profondeur a une tendance à augmenter, mais plus aussi les bateaux de grandes dimensions auront de peine à passer les tournants.

Nous allons arriver dans un instant à la détermination de la dimension de ces navires ; mais, dès à présent, on peut voir que le rayon de giration de 1030 m. étant admis, la forme du fleuve est parfaitement appropriée à la circulation des navires passant dans ces courbes. Il est, d'autre part, évident que cette forme convient aussi aux courants, puisqu'elle n'est autre chose que l'expression en formules d'une situation qui existe au Kruisschans où la profondeur et la largeur de la passe, considérée en elle-même, sont satisfaisantes.

* * *

Le problème que nous nous sommes proposé en commençant cette étude, se ramène donc maintenant au suivant :

Quel navire y a-t-il moyen de faire tourner dans une circonférence de 1030 mètres de rayon en eau tranquille ?

La grandeur de ce rayon nous montre tout d'abord que nous n'avons à envisager que les grands paquebots, car les navires ordinaires du commerce ne sont guère plus grands que les croiseurs de la marine de guerre, et ceux-ci tournent à la vitesse que nous envisageons ou à des vitesses peu différentes (comme le « Cecille » dont il est question à la page 19) dans une circonférence dont le *diamètre* est encore inférieur dans une proportion assez notable au *rayon* dont nous disposons.

Nous n'aurons donc à considérer essentiellement que des navires assez semblables les uns aux autres et dont le coefficient d'acuité ne diffère pas beaucoup de l'un à l'autre. Dans ces conditions, le rayon de giration varie approximativement comme la longueur du navire ; ou en d'autres termes, les rapport :

$$\frac{a}{L}$$

du rayon de giration à la longueur du navire est une constante.

La valeur de cette constante a été établie avec soin pour les navires de guerre et elle varie de 1.65 à 3.5 pour les cuirassés, d'après l'acuité, les valeurs les plus grandes étant pour les navires les plus élancés, c'est-à-dire pour ceux dans lesquels le rapport de la longueur à la largeur est le plus grand.

Pour les grands croiseurs à une seule hélice, dont les proportions se rapprochent le plus des paquebots au point de vue de la giration, les expériences donnent la valeur 5. C'est dire que cette valeur convient pour les bâtiments du commerce (les cargo-boats) dont les formes sont moins fines que celles des croiseurs et dont, par conséquent, la giration se fera — toutes autres choses étant supposées égales — plus facilement que celle des croiseurs.

Dans ces conditions donc, les courbes que nous avons prévues suffisent pour laisser passer des navires à une seule hélice de

$$1030 : 5 = 206 \text{ m.}$$

de longueur.

Ce résultat montre que les navires à hélice unique ne doivent pas être considérés. Il n'existe aucun navire à hélice unique mesurant 206 m. de long, et il n'y a aucun navire de 206 m. de long qui n'ait un avantage considérable et évident à avoir des hélices multiples.

Nous devons donc retenir simplement de ce chiffre que tous les navires à une seule hélice existants ou à venir passeront sans aucune difficulté dans les courbes que nous avons tracées. Nous ne devons donc avoir égard qu'aux navires à deux hélices. Or, la double hélice diminue le rayon de giration, ce qui provient de ce que l'hélice intérieure au cercle décrit par le navire agit d'une manière très efficace par son courant de décharge sur le safran du gouvernail.

Il est donc, dès à présent, certain qu'un navire à deux hélices pourra être sensiblement plus long que 206 mètres et qu'il passera encore dans les courbes du fleuve.

Seulement, l'augmentation de longueur qui résulte de ce fait, ne pouvait pas être chiffrée : les expériences manquaient et on conçoit, du reste, combien il aurait été difficile de les faire. Il aurait fallu trouver deux navires suffisamment semblables

pour pouvoir les identifier, l'un avec une seule hélice, l'autre avec deux hélices, et comparer leurs rayons de giration pour pouvoir en tirer le rapport qui devrait multiplier la longueur de 206 m.

Nous avons donc recouru à une autre méthode, et considérant que le rapport

$$\frac{a}{L}$$

est une constante pour le genre de bâtiments que nous avons en vue, nous avons cherché à déterminer directement ce rapport pour les paquebots.

Mais les expériences de giration de navires sont des opérations beaucoup plus délicates qu'on ne se l'imagine généralement ; puis, il faut un paquebot — même plusieurs paquebots, pour éliminer les circonstances spéciales à un seul navire — une mer tranquille et sans courants, un temps calme, des observateurs expérimentés, etc., etc.

Pour arriver à un résultat convenable, j'ai demandé et obtenu, à ma grande satisfaction, que le Norddeutscher Lloyd voulût bien faire ces expériences d'après le programme suivant, conçu de manière à représenter exactement les circonstances de la navigation dans l'Escaut.

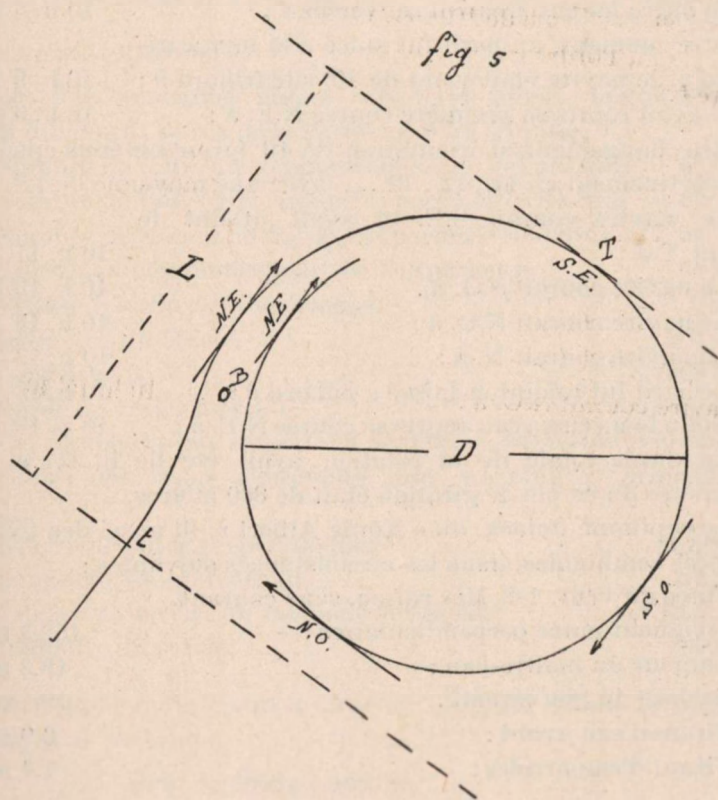
La barre serait mise à bord d'un côté ; quand le navire serait bien en train de tourner, on renverserait la barre sur le bord opposé et on laisserait faire le navire un tour complet sur lui-même.

On tiendrait note des temps au bout desquels le navire tourne de 10°, par exemple, de l'instant où la route du navire serait perpendiculaire à sa première direction, du temps de la giration complète, du diamètre de la courbe quasi circulaire décrite par le navire, etc., etc., tous éléments de la plus haute valeur pour le problème actuel et pour les discussions à venir.

Au cours des expériences effectuées et pour plus de sûreté, au moment où la barre a été renversée pour faire le tour complet, un baril fut lancé par dessus bord du côté intérieur de la courbe à décrire et le navire devait repasser près ce baril

après avoir fait un tour complet, ce qui permettait de contrôler les temps, la route, etc.

Le but visé était de voir comment se comporterait un navire sortant d'une boucle, négative par exemple, de la courbe $y = K \frac{\sin x}{x}$, renversant la barre au moment où il passe à $y = 0$ et entreprenant de décrire la boucle positive suivante :



La figure 5 représente schématiquement le résultat des expériences faites, et dont nous allons étudier les chiffres.

Une première expérience fut faite le 2 juin dernier dans la Méditerranée, par le « S.S. Prinz Ludwig », et dans les circonstances suivantes :

Vent nul, mer calme et sans courant. Course du navire, N.E.
Longueur entre perpendiculaires, 149.8 m.

Surface du gouvernail :	18.28 m ²
Longueur du gouvernail :	3.57 m.
Vitesse du navire :	14.7 n.
L'ordre « bâbord toute » fut donné (1) à :	10 h. 7' 0"
et l'exécution de cet ordre (point <i>t</i> de la figure 5)	
dura jusqu'à :	10 h. 7' 12"
Le navire avait tourné de 10° vers bâbord à :	10 h. 7' 38"
Le navire avait tourné de 10° en plus à :	10 h. 7' 52"
A ce moment, l'ordre « tribord toute » fut donné	
et la barre fut entièrement renversée à :	10 h. 8' 12"
A ce moment, un baril fut lancé à la mer à tri-	
bord et le navire était venu de 10° sur tribord à :	10 h. 9' 12"
Il avait repris sa première course N.E. à :	10 h. 9' 28"
Les changements d'orientation de 10° furent obtenus ensuite	
respectivement en 14", 12", 12"..... avec une moyenne de 12".	
Le navire courait S.E. et avait atteint le	
point T à :	10 h. 11' 30"
Le navire courait S.O. à :	10 h. 13' 33"
Le navire courait N.O. à :	10 h. 15' 40"
Le navire courait N. à :	10 h. 17' 33"
Le baril fut rejoint et laissé à bâbord à :	10 h. 18' 34"
Enfin le navire avait repris sa course N.E. à :	10 h. 19' 18"
La durée totale de la rotation avait été de 10' 22" et le	
diamètre du cercle de giration était de 800 mètres.	
Le capitaine Polack, du « König Albert », fit aussi des expé-	
riences semblables, dans les circonstances suivantes :	
Force du vent, 1-2. Mer calme, sans courant.	
Longueur entre perpendiculaires :	152.4 m.
Largeur au maître-bau :	18.3 m.
Surface du gouvernail :	19 m ² .
Tirant d'eau avant :	6.9 m.
Tirant d'eau arrière :	7.4 m.

Première expérience.

Les deux machines pleine vapeur en avant. Le gouvernail tout à tribord :

Durée de la rotation	7' 30"
----------------------	--------

(1) Les commandements allemands s'adressent au gouvernail lui-même, tandis que nous sommes habitués à commander à la barre : les effets sont donc inverses.

Nombre de tours des hélices au commencement de l'expérience,	60
Nombre de tours à la fin de l'expérience (bâbord),	60
Nombre de tours à la fin de l'expérience (tribord),	50
Vitesse au commencement de l'expérience,	13 n.
Vitesse à la fin de l'expérience,	9 n.
Diamètre du cercle,	830 m.
Longueur L,	930 m.
Durée du trajet de t à T (fig. 5),	2 3/4 min.

Deuxième expérience.

Les deux machines pleine vapeur en avant, le gouvernail tout à bâbord. Durée de la rotation, 8 1/2 minutes.

Nombre de tours au commencement de l'expérience,	60
Nombre de tours à la fin de l'expérience (tribord),	60
Nombre de tours à la fin de l'expérience (bâbord),	50
Vitesse au commencement de l'expérience,	13 n.
Vitesse à la fin de l'expérience,	9 n.
Diamètre du cercle,	930 m.
Longueur L,	1000 m.
Durée du trajet de t à T,	3 min.

Le paquebot poste impérial « Sachsen », capitaine Weltemas, fit aussi des essais semblables dont les chiffres principaux sont :

Longueur entre perpendiculaires,	131 m.
Longueur du gouvernail,	2.2 m.
Vitesse du navire au moment des essais,	12.5 n.
Diamètre du cercle,	800 m.

Cherchons maintenant le rapport $\frac{a}{L}$ pour ces divers paquebots, nous trouvons :

Pour le Prinz Ludwig,	2.7
Pour le König Albert, 1 ^{re} exp.	2.7
Pour le König Albert, 2 ^e exp.	3.1
Pour le Sachsen,	3.1

de sorte que ces bâtiments tournent dans une circonférence dont le rayon vaut 3.1 fois au maximum la longueur du navire.

Or, nous savons que $\frac{a}{L}$ est une constante pour des navires aussi semblables de formes que les paquebots ; et comme les éléments principaux qui entrent dans l'établissement de la courbe de giration sont des fonctions linéaires de la longueur du bâtiment, on voit qu'il suffit de mesurer la fig. 5 à une échelle convenable, pour avoir la courbe décrite par un paquebot, quelle que soit sa longueur.

Donc, avec un rayon de 1030 mètres, nous pourrions admettre des navires mesurant jusque

$$\frac{1030}{3.1} = 332 \text{ mètres de long,}$$

pourvu qu'ils soient à double hélice et qu'ils naviguent à une vitesse⁷ de 8 nœuds au moins.

Nous avons donc maintenant la solution du problème que nous nous sommes proposé : nous voyons que le passage en vitesse des plus grands navires est possible dans les courbes que nous avons prévues, et qu'ainsi la solution que nous avons indiquée pour le redressement de l'Escaut est suffisante au point de vue de la navigation.

* * *

Je vais maintenant montrer que le passage des grands navires est possible à toute vitesse moindre que celle que nous avons considérée.

A mesure que la vitesse propre du navire diminue, le rayon-limite, pour la giration du navire en eau tranquille diminue aussi.

En se rapportant au tableau de la page 12, on voit que pour une vitesse de 6 nœuds seulement, la longueur maxima théorique serait encore de $939 : 3.1 = 303$ mètres, soit la longueur des plus grands navires que M. Corthell a prévus et qui paraissent, en ce moment, être à la limite des prévisions que l'on peut avoir à faire.

On conçoit, du reste, sans calculs et sans recherches, par simple bon sens, que si des navires de 150 mètres environ, comme

le *Prinz Ludwig* et le *König Albert*, parviennent à tourner dans un cercle de 800 à 900 mètres de *diamètre*, il sera possible aussi à un navire de longueur double de tourner dans un cercle de 800 à 900 mètres de *rayon*.

En adoptant une vitesse de 4 nœuds seulement, la plus grande longueur admissible serait de $791 : 3.1 = 256$ mètres, soit encore 16 mètres de plus que la *Lusitania* et la *Mauretania*, qui sont les plus grands navires à flot en ce moment.

Si quelque adversaire de mon tracé voulait objecter quand même que la vitesse de 4 nœuds est probable pour des navires de ce genre dans l'Escaut et que, par conséquent, mon projet est insuffisant, je lui ferais observer ce qui suit.

Lorsqu'on se résigne à une vitesse aussi faible, on peut user d'un autre moyen pour diminuer encore davantage le rayon de giration des navires : ce moyen consiste à arrêter le propulseur intérieur à la courbe décrite par le navire, ou bien à en ralentir tellement la vitesse qu'il ne produise plus aucun effet.

On a fait des essais, en France, au début de l'adoption de la double hélice dans la marine militaire et on a constaté que le rayon de giration diminue un peu. A première vue, il semble que l'on devrait gagner beaucoup à cause de l'excentricité de l'effort de l'hélice qui travaille, mais la suppression du courant de décharge du propulseur arrêté fait que l'action du gouvernail est amoindrie, et ceci, naturellement, constitue une perte.

En vue de fixer les idées, j'ai demandé que le *Norddeutscher Lloyd* fit aussi des essais avec une hélice arrêtée. Voici les résultats qui m'ont été communiqués :

1° *Prinz Ludwig*.

L'hélice intérieure arrêtée, l'hélice extérieure pleine vapeur en avant ;

à 10 h. 19' 30", l'ordre « bâbord toute » fut donné,

à 10 h. 19' 45", il était exécuté et on lançait un baril par dessus bord à bâbord.

Le navire tournait en moyenne de 10° en 11° et à 10 h. 28' 32", il avait repris sa route primitive, en laissant le baril à tribord. La durée totale de la giration était ainsi de 8' 47", et le diamètre du cercle était de 600 mètres.

2° *König Albert.*

Première expérience.

La machine de bâbord, pleine vapeur en avant ; la machine de tribord arrêtée. Le gouvernail tout à tribord ; durée de la rotation 9'.

Nombre de tours au commencement de l'expérience,	58
Nombre de tours à la fin de l'expérience,	56
Vitesse au commencement de l'essai,	13 n.
Vitesse à la fin de l'essai,	4 n.
Diamètre du cercle,	780 m.
Longueur L (fig. 5),	900 m.
Durée du trajet de t à T,	3'

Deuxième expérience.

La machine de tribord, pleine vapeur en avant ; la machine de bâbord arrêtée. Le gouvernail tout à bâbord ; durée de la rotation, 9' 30".

Nombre de tours au commencement de l'expérience,	59
Nombre de tours à la fin de l'expérience,	54
Vitesse au commencement de l'essai,	13 n.
Vitesse à la fin de l'essai,	4 n.
Diamètre du cercle,	830 m.
Longueur L,	950 m.
Durée du trajet de t à T,	3'

Dans ces expériences, le rapport $\frac{L}{L}$ devient égal respectivement à 2, 2.55 et 2.7. On voit que pour le dernier bateau, la vitesse à la fin de la giration est précisément celle de 4 nœuds, que nous examinons en ce moment.

En prenant même la plus grande de ces trois valeurs, ce qui nous est évidemment le plus défavorable, on trouve, à la vitesse de 4 nœuds,

$$L = \frac{791}{2.7} = 293 \text{ mètres}$$

pour la longueur des plus grands navires qui pourront passer, sans se faire remorquer, dans nos courbes de 1400 mètres de rayon de courbure minimum. Nous sommes donc encore tout près de la grandeur limite que l'on prévoit pour les navires.

Cependant, mes adversaires ne manqueront probablement pas de me dire : « Vous voyez bien maintenant que votre projet » est insuffisant ; nous avons envisagé, nous, coupuristes, » l'éventualité des navires de 300 mètres et plus, que » M. Corthell nous a promis pour 1948, et ces navires ne passeront pas dans vos courbures, du moins à la vitesse de » 4 nœuds ».

On a déjà discuté longuement sur la question de savoir si les autres dimensions de ces navires, et notamment le tirant d'eau, ne seront pas trop forts pour que la Coupure puisse les recevoir ; on pourrait discuter aussi sur l'opportunité de laisser circuler dans un fleuve comme l'Escaut et dans un mouvement comme celui du port d'Anvers, des navires pareils sans qu'ils soient obligatoirement remorqués, ainsi que cela se passe en France.

Mais tout ceci est bien superflu en ce moment. Il suffit de remarquer maintenant que les navires de 300 mètres ne pourront arriver dans la Grande Coupure sans se faire remorquer. Seulement, les partisans du projet gouvernemental n'en savaient rien.

Et en effet, le projet du Gouvernement laisse subsister à peu près entièrement le cours de l'Escaut depuis Bath jusqu'au Kruisschans ; donc, dans toute cette partie du fleuve, les calculs relatifs à ma courbe $y = K \frac{\sin x}{x}$ restent applicables, et il en est notamment ainsi dans le tournant de Liefkenshoek.

Or, pour ce tournant, nous avons trouvé successivement les éléments suivants :

$$\rho = 1755 \text{ mètres}$$

$$v = 60 \text{ mètres.}$$

Adoptant $V = 120$ m. (4 nœuds) pour la vitesse du navire, et substituant dans la formule

$$\rho = a \left(1 + \frac{v}{V} \right)^2$$

nous trouvons

$$a = 780$$

et en adoptant, de même que plus haut, pour $\frac{a}{L}$ le rapport 2.7, on trouve :

$$L = 290 \text{ mètres,}$$

donc sensiblement le même chiffre, mais tout de même un peu moins que nous avons trouvé pour nos courbes.

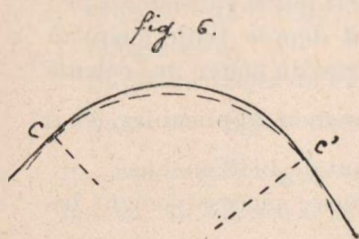
La question des courbes de l'Escaut dont les partisans de la Coupure croyaient s'être affranchis par l'adoption de leur tracé, subsiste donc encore par la courbe de Liefkenshoek, et l'analyse de la question prouve que ce sont mes courbes qui sont en harmonie à la fois avec le régime du courant et la navigation, à cause des rayons que je leur ai donnés.

On pourrait m'objecter encore que le navire ne doit pas nécessairement suivre la courbe

$$y = K \frac{\sin x}{x}$$

et qu'on pourrait, par exemple, dans le sommet de cette

courbe, inscrire une partie de circonférence tangente aux points c et c' et dont, naturellement, le rayon de courbure serait plus grand que le rayon de courbure minimum de la courbe sinusoïdale (fig. 6). Il est possible, en effet, que l'on puisse faire un pareil tracé. Seulement, puisqu'il s'agit finalement de comparer la Grande Coupure à mon



tracé, je puis faire une inscription semblable dans les courbes que j'ai prévues, et ainsi en agrandir le rayon.

Si je ne l'ai pas fait, c'est que ces tracés ouvrent, de nouveau, la porte à l'arbitraire et qu'il ne me paraît, au surplus, pas recommandable d'affirmer qu'un navire pourra suivre des lignes présentant des jarrets de courbure en c et c' . Mieux vaut s'en tenir aux lois mathématiques simples que nous avons étudiées ici et qui permettent de se rendre un compte exact de la valeur comparée des projets.

Si on voulait, enfin, réduire encore la vitesse, on arriverait immédiatement à ce que le navire ne gouvernerait presque plus et devrait prendre un remorqueur pour faciliter ses évolutions.

*
*
*

Nous avons vu antérieurement que la partie descendante de la courbe, depuis son sommet jusqu'au point d'inflexion, est aisément franchissable par les navires. Les expériences du Norddeutscher Lloyd vont nous servir maintenant à voir la courbe montante du point d'inflexion au sommet.

Pour l'étudier, nous reprenons l'équation de la tangente :

$$y' = K \frac{x \cos x - \sin x}{x^2}$$

et nous pouvons, avec une approximation suffisante, prendre l'inclinaison de la courbe pour $y = 0$ pour la valeur maxima de l'inclinaison de la tangente : ceci n'est pas rigoureusement exact, mais l'erreur commise est insignifiante, ainsi qu'on pourrait s'en assurer par une application numérique semblable à celle que nous avons faite pour le sommet.

Faisant donc $x = n \pi$, on trouve :

$$y'_0 = \frac{K}{n \pi}$$

La question se ramène maintenant à la suivante : Pourrions-nous, par des inclinaisons de barre successives convenablement choisies, amener un navire depuis l'abscisse $n \pi$ jusqu'à l'abscisse

$$\frac{2n-1}{2} \pi$$

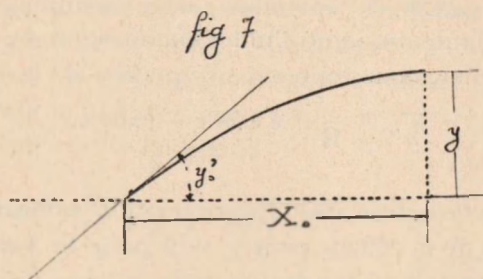
l'ordonnée en ce point étant celle du sommet de la courbe

$$y = K \frac{\sin x}{x}$$

et le rayon de giration étant atteint pour ce dernier point.

Un premier examen nous montre que les ordonnées y étant les plus grandes pour les valeurs de n les plus petites, et la variation de y' étant aussi la plus grande dans les mêmes circonstances, nous devons prendre les valeurs de n les plus petites pour avoir les conditions les plus difficiles ; nous sommes ainsi conduits à examiner celles de la boucle dont le sommet est à l'abscisse $\frac{9\pi}{2}$ pour laquelle (fig. 7)

$$y = 817 \text{ m.} \quad y' = 0.845 \text{ (} 40^\circ 15' \text{ env.)} \quad \text{et} \quad X_0 = 1777 \text{ m.}$$



La longueur de l'arc de courbe est d'environ 1990 mètres, qui, à la vitesse propre de 10 nœuds et à la vitesse absolue de 11 1/2 nœuds, serait franchie en 5' 45".

Or, nous voyons, par les expériences du *Prinz Ludwig* et du *König Albert*, que des navires de 150 m., en chiffres ronds, tournent de 10° en $12''$ à $20''$. Toutes les expériences montrent, du reste, que les bâtiments essayés mettent moins de 3' pour accomplir un quart de tour.

Pour un navire de longueur double, il faut nécessairement doubler le temps, la figure décrite par le navire étant fonction linéaire de la longueur du navire.

De sorte que les plus grands navires que l'on envisage en ce moment pourront évoluer de 90° en 6' ou de 10° en $40''$. Or, nous n'avons à effectuer au maximum qu'une rotation de $40^\circ 15'$ ce qui ne demanderait que $160''$ ou 2' 40'', alors que nous disposons de 5' 45'' ; c'est dire que nous aurons toute facilité pour atteindre le sommet de la courbe $y = K \frac{\sin x}{x}$, même en faisant travailler les deux hélices en avant et en n'usant pas de toute la puissance du gouvernail.

L'arrêt de l'hélice intérieure favorise, du reste, dans une très grande proportion, la giration du navire pendant les deux premières phases (manœuvre et mouvement varié).

Les expériences du *Prinz Ludwig* montrent qu'avec l'hélice intérieure arrêtée, le temps pour la rotation de 10° n'est plus que de $11''$, ce qui double, en réalité, les facilités dont nous disposons. Enfin, les longueurs L , constatées à bord du *König Albert* (et qu'il convient de doubler pour un navire de 300 mètres), sont de 800 à 1000 mètres pour faire tourner le navire de 90° .

Nous disposons de 1990 mètres pour le faire tourner de $40^{\circ} 15'$; il n'y a donc aucune crainte à avoir, ni au point de vue du champ laissé au navire, ni au point de vue du changement d'orientation, que le passage ne puisse se faire sans difficulté, même aux plus grandes vitesses admissibles.

Quant aux vitesses moindres, elles allongent simplement la durée de $5' 45''$, et comme le rayon de giration est indépendant — aux vitesses que nous considérons — de la vitesse du navire, les évolutions sont naturellement plus faciles.

Au point de vue de la grandeur du rayon de courbure, il résulte des expériences que le mouvement uniforme est atteint dès le deuxième ou troisième secteur de 10° décrit par le navire.

Il n'y a donc aucun doute, pour les bâtiments de 300 mètres environ :

- 1° Que le navire, venant du point d'inflexion de la courbe, puisse arriver au sommet de cette courbe ;
- 2° Que le rayon de giration soit atteint au sommet ;
- 3° Que dans ces circonstances, il puisse suivre la courbe jusqu'au point d'inflexion suivant ;

Et cela à toutes les vitesses pratiquement réalisables dans l'Escout.

Avant de conclure, je dois cependant encore exposer une autre considération, de peur qu'on dise que je n'y ai pas pris garde.

Ce que j'ai examiné jusqu'à présent, c'est le passage d'un seul point — le centre de gravité, ou mieux le point giratoire —

du navire. Mais la trajectoire suivie par l'arrière du navire, s'écarte beaucoup de celle que suit le centre de gravité ou le point giratoire.

Le navire qui accomplit sa giration n'a pas son axe tangent à la courbe que décrit le centre de gravité, mais cet axe fait avec la tangente à cette courbe, un angle constant (pourvu que l'angle de barre et la vitesse soient constantes et qu'on se trouve à la troisième phase de la giration), qu'on appelle l'angle de dérive. Cet angle est tel que l'étrave du navire est à l'intérieur de la courbe circulaire, tandis que l'arrière est à l'extérieur (fig. 8).

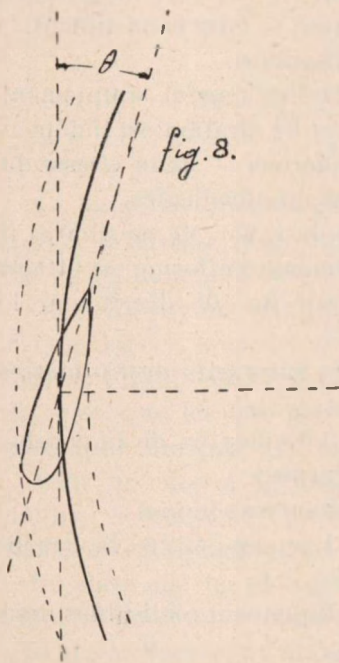
Il en résulte que la zone occupée en largeur par le navire qui évolue en courbe est beaucoup plus grande que la dimension transversale du navire, et ceci est loin d'être négligeable, surtout quand il s'agit de navires aussi longs que ceux que nous considérons ici.

D'après les recherches que M. Bertin, Ingénieur en chef de la Marine française, a récemment communiquées à l'Académie des Sciences, l'angle de dérive est donné *en degrés* par une formule très-simple, qui est pour les cuirassés :

$$\theta = 22.5 \frac{l}{a}$$

où l est la longueur du navire
et a le rayon de giration.

Cette formule, appliquée aux paquebots, donnera une valeur trop forte pour θ , parce que le rapport de la surface du safran à celle du plan de dérive (rapport qui est un des éléments essentiels dans cette question), est bien plus petit pour les paquebots (0.016) que pour les cuirassés (0.025), en supposant pour ces deux classes de navires le même genre de gouvernail.



Si donc nous appliquons cette formule aux paquebots, nous obtiendrons une surlargeur plus grande que celle qui sera réellement atteinte, et nous saurons donc que nous nous sommes mis dans une hypothèse très défavorable.

Nous avons eu, dans nos calculs précédents :

$$\frac{l}{a} = \frac{1}{5} \text{ pour les navires à une hélice,}$$

$$\frac{l}{a} = \frac{1}{3.1} \text{ pour les navires à deux hélices,}$$

d'où, respectivement :

$$\theta_1 = 4^{\circ} 30'$$

$$\theta_2 = 7^{\circ} 15' 30''$$

et les surlageurs nécessaires pour les plus grands navires à considérer pour l'Escaut, sont ainsi :

$$\lambda_1 = 206 \sin 4^{\circ} 30', \text{ d'où } \lambda_1 = 16 \text{ m. } 20$$

$$\lambda_2 = 300 \sin 7^{\circ} 15' 30'', \text{ d'où } \lambda_2 = 36 \text{ m. } 90$$

de là, la largeur totale de la zone occupée par les navires dans l'Escaut :

$$\Lambda_1 = b_1 + 16.20 = 39 \text{ m. } 30$$

$$\Lambda_2 = b_2 + 36.90 = 66 \text{ m. } 90$$

en donnant pour le rapport de la largeur à la longueur des valeurs proportionnelles à celles qu'a indiquées M. Corthell.

Or, les passes que nous avons calculées antérieurement pour l'Escaut (1) ont respectivement, entre les courbes de 8 m. :

au Kruisschans 245 mètres de largeur,

au Philippe 210 » » »

et entre ces courbes, il y a, au moment que nous avons établi antérieurement être le seul où les très grands navires peuvent

(1) *Annales des Ingénieurs de Gand*, t. xxiii, 3^e fasc., p. 261.

arriver dans ces parages, au moins onze mètres cinquante d'eau, la marée ayant monté de 3 m. 50 à ce moment.

Cela veut dire que même les plus grands navires, avec la plus grande largeur, avec le gouvernail à bord, et en tenant compte d'un angle de dérive trop fort, n'occuperont dans les courbes de l'Escaut que nous avons prévues, qu'une zone dont la largeur sera égale, au point où elle est la plus développée, aux trois dixièmes environ (exactement aux $\frac{273}{1000}$ au Kruis-
schans et aux $\frac{316}{1000}$ au Philippe) de la largeur des passes

que nous pourrions obtenir dans les courbes que j'ai proposées.

Il n'y a donc aucune raison de sacrifier de la profondeur, que seule la courbure peut donner, sous prétexte de rendre « possible » le passage des plus grands navires.

Si on observe qu'au moment où deux de ces bâtiments se croisent, il y en a nécessairement un qui a le courant opposé à sa marche, et pour lequel, v étant négatif, l'évolution sera plus facile, demandera un angle de barre moindre et donnera par suite une valeur plus faible pour θ , on arrive à la conclusion que :

Deux navires de 300 mètres de longueur peuvent se croiser dans mes courbes, sans occuper ensemble une largeur sensiblement supérieure à la moitié de la largeur des passes prévues.

Le passage de navires de ce genre, tout en demandant de la part des autorités un balisage soigné du fleuve, et de la part des personnes chargées de conduire les navires, du coup d'œil et une grande habileté professionnelle, ne constitue donc nullement une sorte de tour de force. Ce passage peut se faire, dans des conditions normales, sans difficultés inadmissibles et sans assistance de remorqueurs tant que le navire aura une vitesse suffisamment grande pour gouverner et tant que cette vitesse ne prendra pas une valeur assez grande pour que m devienne plus petit que 2 dans la formule de la page 17.

Ceci ne se produit pas encore pour des vitesses propres de 12 à 13 nœuds, d'après les expériences du Norddeutscher Lloyd.

L'exposé qui précède suffira pour convaincre tous les ingénieurs quant au problème que nous avons entrepris de résoudre.

Mais il s'est trouvé, parmi ceux qui ont discuté longuement et fréquemment la partie technique du projet, tant de personnes dont l'instruction technique est peu étendue et qui ne peuvent juger, par suite, que très imparfaitement de la puissance des arguments exposés ci-dessus, qu'il importe, à leur usage, de vérifier expérimentalement la valeur des théories qui précèdent, surtout que c'est — croyons-nous — la première fois qu'elles se trouvent exposées. L'Escaut lui-même va nous fournir cette vérification.

On entend dire par les pilotes chargés de la conduite des navires, que « dans l'état actuel du fleuve, on ne pourrait faire » arriver à Anvers des bâtiments plus considérables que ceux » qui y viennent en ce moment ». Et cette proposition, répétée partout, a fini par être admise universellement.

Voyons si cette donnée d'expérience courante est confirmée par notre théorie : le coude le plus difficile que les navires ont à franchir en vitesse, est celui de Ste-Marie.

Le rayon de ce coude, à la rive concave, est de 1100 mètres, ce qui donne dans l'axe de la passe où, instinctivement le pilote maintient le navire, un rayon de 980 mètres. Le vitesse v du courant est de 40 mètres et la vitesse V des navires ne dépasse guère 120 m. à la minute (5 n. 2 environ de vitesse absolue).

Remplaçant donc dans la formule

$$\rho = a \left(1 + \frac{v}{V} \right)^2$$

on trouve :

$$a = 551 \text{ m.}$$

et en prenant le coefficient 3.1 comme précédemment, on obtient pour la longueur L du navire :

$$L = 177 \text{ mètres.}$$

Or, le *Vaderland*, qui est, croyons-nous, le plus grand navire fréquentant le port d'Anvers, mesure 170 m. 80 de longueur.

L'opinion donnée par les marins est donc exacte et confirme entièrement les calculs que nous venons de faire, pourvu que l'on entende parler de navires sans remorqueurs.

On peut même déduire de là que les navires de 300 m. passeront dans le futur lit de l'Escaut que nous nous avons proposé, sans plus de difficultés que le *Vaderland* dans la courbe actuelle de Ste-Marie.

Dans les deux cas, avec des données identiques, les mêmes formules, les mêmes hypothèses, on se trouve aux chiffres limites indiqués par le calcul, et le fait du passage du *Vaderland* dans la courbe de Ste-Marie démontre pratiquement la possibilité du passage des *Lusitania* et *Mauretania* et de navires — non existants encore — de 300 m. de long, dans les courbes de l'Escaut que j'ai prévues.

Ceci est uniquement au point de vue de la longueur. En ce qui concerne la largeur, on peut aussi comparer la passage du *Vaderland* dans la courbe de Ste-Marie avec le passage d'un navire de 300 mètres dans l'Escaut rectifié, d'après mes idées.

Pour le *Vaderland*, la largeur de zone, que nous appelions tantôt A, est égale à 37 m. 94. La passe de Ste-Marie ayant une largeur de 156 m., nous voyons que le navire a un jeu — si on peut dire ainsi — de 59 m. sur chaque bord, tandis que les plus grands navires admissibles dans l'Escaut, d'après mes idées, auront respectivement sur chaque bord :

dans la courbe du Kruisschans, un jeu de 89 m. ;

dans la courbe du Philippe, un jeu de 72 mètres.

De toute façon donc, le passage de navires de 300 m. de long se fera, dans l'Escaut rectifié d'après mon projet, avec plus de facilité et plus de sécurité que le passage du *Vaderland* dans le tournant actuel de Ste Marie, étant bien entendu que tout ceci se rapporte toujours à des bateaux navigant sans le secours de remorqueurs.

CONCLUSIONS

Comparant donc maintenant la Grande Coupure et mon tracé, je rappellerai :

Que, pour ce qui concerne la profondeur d'eau, mon tracé présente une supériorité marquée et reconnue sur le tracé gouvernemental, en ce sens que je puis maintenir sans dragage une profondeur notablement plus grande que celle que la Grande Coupure permettra de réaliser, malgré les dragages les plus énergiques ;

Que, pour ce qui concerne le délai d'exécution, je pourrais fournir, quinze ans avant le projet gouvernemental, plusieurs milliers de mètres courants de quais en eau profonde, directement accostables et dont le commerce a le plus grand besoin ;

Que, d'ailleurs, le prix des travaux que je prévois étant quatre ou cinq fois moins considérable que le prix de la Grande Coupure, on doit prévoir un achèvement total quatre ou cinq fois plus rapide.

Je dirai, maintenant, en plus :

Que tout navire ayant passé par le tournant de Liefkenshoek, maintenu dans le projet gouvernemental, passera aussi dans les courbes que j'ai prévues ;

Que les plus grands navires qui existent et les plus grands navires que l'on rêve peuvent également passer par les dites courbes avec moins de difficultés que n'en a le *Vaderland* pour arriver de nos jours à Anvers.

Et qu'ainsi, finalement, la Grande Coupure, nuisible au régime du fleuve, comme je l'ai montré précédemment, est inutile au point de vue de la grande navigation. Elle constitue un travail sans but, mais gros de risques, très cher et d'une longueur d'exécution inadmissible ; et il n'y a plus aucune raison technique ou commerciale qui la justifie.

Ostende, le 31 décembre 1907.

LA GRANDE COUPURE

DE

L'ESCAUT

222876

CONFÉRENCE

DONNÉE LE 7 NOVEMBRE 1905

à l'Association des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Gand

PAR

C.-J. VAN MIERLO

INGÉNIEUR HONORAIRE DES PONTS ET CHAUSSÉES
ANCIEN INGÉNIEUR A L'ADMINISTRATION DE LA MARINE
INGÉNIEUR PRINCIPAL DE LA COMPAGNIE DES WAGONS-LITS

La Grande Coupure de l'Escaut est une partie du projet actuellement en discussion au Parlement pour l'extension du port d'Anvers. Elle comprend une courbe se détachant du coude d'Austruweel et se dirigeant vers le Kruisschans à travers les communes d'Austruweel, Wilmarsdonck et Oorderen.

Il a déjà été tellement dit et écrit au sujet de cette transformation depuis quelques années, qu'on peut se demander s'il reste encore aujourd'hui quelque chose à dire qui n'ait déjà été répété vingt fois.

Grâce à cette circonstance spéciale qu'au moment où j'étais au Service hydrographique, les bureaux ont été transférés dans un nouveau local, j'ai pu avoir sous les yeux les documents, les minutes, les plans, laissés par Stessels, Lieutenant de vaisseau et créateur du Service hydrographique belge, qui fut le principal auteur du tracé actuellement encore en discussion. — Ces

papiers, où se retrouvent les études et les recherches de Stessels, sont évidemment du plus haut intérêt, puisqu'ils permettent de se rendre compte exactement de la pensée de l'auteur.

Tout ceci se passait il y a une dizaine d'années, et j'ai dit et écrit à cette époque, que la Grande Coupure avait été faite pour éviter les difficultés de manœuvre des navires à voiles.

Voici exactement ce que Stessels voulait: lorsque l'on considère la carte de l'Escaut, on doit se représenter que les navires remontent le fleuve par le courant de flot qui les entraîne vers l'amont avec une vitesse de 4 kilomètres à l'heure environ.

Supposons maintenant un vent du sud-ouest ou à peu près, ce qui arrive très fréquemment.

Depuis la mer jusqu'au moment où il arrive au Kruisschans, le navire n'éprouve aucune difficulté, le vent prend bien dans les voiles et notamment dans la partie de Bath à Kruisschans, le bateau courra large et les amures à tribord.

Arrivé au Kruisschans pour aller vers le Philippe, il se trouvera — dans cette seule section de tout le fleuve, depuis Flessingue jusqu'à Anvers — avoir le vent de bout: il se trouvera donc très gêné dans sa manœuvre, d'autant plus que le courant tendra à l'entraîner dans le schaar de flot du Kruisschans en amont duquel il n'y a qu'un mètre d'eau à marée basse, c'est-à-dire dans une impasse.

Si le vent est franchement ouest, le navire en tournant dans le coude du Kruisschans, doit se mettre au plus près et serrer le vent tellement que la dérive devient considérable et risque de le jeter soit dans l'impasse dont je parlais tout à l'heure, soit sur le banc de la Perle situé en plein milieu du fleuve.

Si le vent est nord-ouest ou bien approximativement, le tournant du Kruisschans et la partie Kruisschans-Philippe se franchissent aisément; mais arrivé dans le tournant de Ste-Marie, le navire doit virer vent arrière, ce qui l'entraîne bien loin et risque de lui faire manquer la passe de Ste-Marie vers la Ferme bleue, passe qui est très courte, presque transversale au fleuve, et dans ce cas le navire était rejeté dans le schaar du Krankeloon qui était complètement fermé à l'amont à cette époque. (Ce n'est que depuis quelques années que par suite d'une modification des rives, ce schaar est devenu passe.)

Au contraire, avec la Grande Coupure, que le vent soit sud-ouest, ouest ou nord-ouest, la navigation reste aisée et sûre, parce que le navire ne doit aucunement virer de bord et qu'il continue à courir largue, grand largue ou vent arrière.

Voilà donc qu'elle était l'idée de Stessels. La navigation à vapeur d'une part, le remorquage des voiliers d'autre part, ont rendu le changement de lit inutile, et pendant trente ans on n'a plus entendu parler de la Grande Coupure.

Ce n'est qu'il y a une dizaine ou une douzaine d'années que la question est revenue au jour et qu'on a repris le projet Stessels, ou plutôt une partie du projet Stessels, car ce qu'on nous présente aujourd'hui comme étant l'œuvre de l'ancien chef du Service hydrographique, n'est qu'une partie de la modification qu'il voulait faire subir au fleuve, et la chose n'est pas sans importance, comme nous allons le voir.

Il faut se rappeler qu'à cette époque on n'avait pas encore rectifié les quais devant la ville, que la Tête de Grue existait encore et formait un promontoire au milieu du fleuve devant la ville.

Stessels suivait à peu près cette courbe et à partir de la Tête de Grue passait en plein milieu du fleuve en se dirigeant vers le tournant de Burght. La nouvelle rive droite faisait donc vers le bastion St-Michel une forte avancée dans le fleuve, et Stessels employait la partie comprise entre la nouvelle rive et l'ancienne pour y faire un bassin.

Il avait, du reste, été extrêmement ménager de la courbure ; je veux dire que sa nouvelle rive droite avait son rayon de courbure minimum vers le quai du Rhin et que les rayons des divers tronçons croissaient continuellement mais lentement vers l'amont.

On voit maintenant toute la différence entre le tracé de Stessels et celui qu'on propose aujourd'hui.

Au point de vue du jusan, l'eau était constamment guidée contre la rive droite à cause de la diminution régulière du rayon de courbure. Chaque élément de la nouvelle rive était un peu plus cintré que l'élément immédiatement en amont, de sorte que le courant n'avait aucune tendance à se détacher de la rive.

Avec le tracé actuel des quais, le sommet de la courbe est au sud de la ville, c'est-à-dire que c'est à partir de là, comme le montre d'ailleurs l'allure des lignes de niveau, que le courant se porte sur la rive gauche, et il est déjà indécis au moment où il passe devant l'entrée des vieux bassins.

On voit maintenant toute la différence entre le tracé de Stessels et ce qui résulte des quais actuels d'Anvers ; Stessels conduisait le courant, bien guidé le long de la rive jusque 3.000 mètres plus en aval que ne le peut faire le tracé actuel, et actuellement le point critique où le courant commence à lâcher la rive se trouve reporté tout à fait en amont de la ville.

Plusieurs auteurs de projets ont senti qu'il y avait là un défaut ; l'un d'eux détache le nouveau tracé qu'il propose des quais du Sud et le conduit à travers le polder de Borgorweert ; ceci est évidemment fait avec l'idée de mieux tenir qu'aujourd'hui le courant de jusant contre la rive droite.

Franzius, lui-même, dans son premier tracé, détache la nouvelle rive de l'ancienne devant le centre de la ville, passe avec une bonne courbure jusqu'à Austruweel en évitant le bassin America ; mais arrivé là, il était, par la situation topographique même, obligé de continuer en ligne presque droite jusqu'au Kruisschans, ce qui constitue à coup sûr une solution désavantageuse.

J'en suis arrivé ainsi à parler de Franzius. Tous ceux qui se sont intéressés à la question de l'Escaut, savent comment l'éminent ingénieur allemand a été induit en erreur par les documents erronés qu'on lui a remis ; mais ayant déjà indiqué ces erreurs, je n'y reviendrai pas ; je veux maintenant montrer comment M. Franzius s'est trompé lui-même.

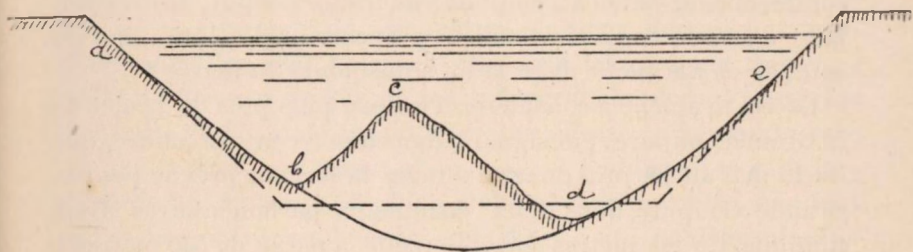
Il voulait faire un lit croissant de l'amont en aval, en réalisant des profils dont la surface est égale à celle d'un trapèze dont il calcule la base (la largeur du fond), la hauteur (la profondeur de l'eau) et dont il se donne les talus à priori.

Tout ceci peut aisément se calculer et peut facilement être admis, mais voici où l'erreur commence.

Franzius dit : « Ce profil trapèze, que je prévois pour l'Escaut, » ne se réalisera pas en pratique, mais il se formera une courbe » que je peux assimiler à une parabole, cette courbe donnera

» une plus grande profondeur au milieu, envasera quelque peu
» les rives, mais il restera une passe de plus de 8 m. dont je
» détermine la largeur au moyen de la formule $\gamma^3 p x$ ».

Fig 1.

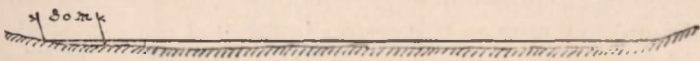


Si je disais que cette section parabolique (fig. 1), ne se réalisera pas mais que ce sera la section *a, b, c, d, e*, tout le monde se dira que c'est absurde et que c'est impossible.

Mais ceci résulte simplement d'une illusion d'échelle qui fait que la section transversale de l'Escaut nous apparaît complètement déformée.

Pour nous rendre compte de la situation véritable, il suffit de tracer la section à l'échelle; soit un endroit où le fleuve a une largeur de 800 mètres, comme vers l'aval de Lillo, non loin de l'extrémité de la Grande Coupure, et traçons le fond du lit avec une profondeur maxima égale à celle de la fig. 1.

Fig 2



La fig. 2 nous donne ainsi une section transversale qui est la même que celle de la fig. 1.

On voit maintenant que la section ainsi présentée n'a rien d'absurde ni rien d'impossible, attendu que des sections semblables sont fréquemment réalisées dans le cours actuel de l'Escaut. Remarquons encore que dans une section pareille, un « gouffre » de 19 mètres de profondeur, qui nous inspire des craintes quand il s'agit de bâtir des quais, est un incident à peine visible.

Pour en revenir à la proposition de Franzius, on voit maintenant ce que devient la théorie du trapèze remplacé par la parabole et le calcul des profondeurs maxima. Qui oserait dire, dans une section semblable à celle de la figure 2, où se trouvera la grande profondeur de la section, si quelque élément comme la courbure d'une rive ne vient pas la déterminer ? Et alors comment peut-on — au point de vue technique pur, abstraction faite d'autres considérations — proposer une solution qui ne soit pas en harmonie avec la loi sinusoïdale du fleuve ?

Et ceci m'amène à considérer d'un peu plus près le projet de la Grande Coupure : j'ai signalé, dans une récente brochure, que du 16 mai au 28 juin de cette année, la largeur prévue pour la Grande Coupure dans deux documents parlementaires avait diminué de 80 mètres environ ; elle a passé de 540 mètres à 460 mètres par le travers d'Oorderen.

L'Exposé des motifs du 16 mai donne 540 mètres, mais le rapport de la Section centrale en date du 28 juin ne présente plus que 460 mètres.

Ce rapport n'explique pas beaucoup pourquoi cette réduction a eu lieu, mais attaqué sur ce point, le projet a trouvé un défenseur, M. Renkin, qui a publié une brochure où nous lisons le texte suivant :

« Le mouillage nécessaire le long des nouveaux quais de l'Es-
» caut sera obtenu non seulement par l'effet de la courbure du
» tracé du fleuve, mais aussi par la réduction appropriée de la
» largeur de son lit, grâce à laquelle les courants de marée entre-
» tiennent des profondeurs plus grandes. »

Voilà donc l'explication de la réduction de largeur ; reprenons maintenant la coupe en travers de la fig. 2 et réduisons la largeur de 80 m., nous enlevons ainsi un triangle de la section transversale. La théorie des partisans de la coupure consiste donc à dire qu'en diminuant de 80 mètres la largeur sur une rive, on va obtenir à 400 ou 500 mètres de là une profondeur plus grande sur la rive opposée ; le seul énoncé de cette proposition ne suffit-il pas pour montrer qu'elle est fausse, que la profondeur supplémentaire — si toutefois elle se produit — peut aussi bien se manifester sur l'autre rive ou au milieu du fleuve ; et

sans autre examen, n'a-t-on pas le sentiment que la réduction de largeur ne peut pas avoir la suite qu'on lui suppose ?

Mais dans une question comme celle-ci, un simple sentiment ne suffit pas, il faut apporter des raisons plus convaincantes.

Et c'est ce que je vais examiner maintenant.

Supposons donc qu'on ait déterminé d'une manière quelconque qu'il fallait, pour assurer le régime des courants de marée, une largeur de 540 mètres, largeur décroissant vers l'amont, si l'on veut. Cela veut dire que les sections transversales du fleuve avec 540 mètres de largeur, laisseront passer les courants de flot et de jusant avec une vitesse en harmonie avec ce qui se passe en amont et en aval. — J'admets que cette largeur de 540 mètres a été bien établie, bien calculée, que tout est en bon ordre ; seulement, quand on a fini de déterminer la la section, sa forme, sa profondeur, on trouve que ce dernier élément est insuffisant pour les navires.

Eh bien ! disent les coupuristes, réduisons la largeur de la section ; comme il faut tout de même que l'eau passe, il résultera de cette réduction de largeur une plus grande vitesse ; de cette plus grande vitesse, des érosions dans le fond ; et de ces érosions, une plus grande profondeur.

Ce raisonnement paraît tout naturel ; seulement, il est tout à fait faux.

D'abord il ne faut pas que l'eau passe : on admet couramment que c'est le volume d'eau qui détermine la section d'une rivière ; c'est vrai en ce qui concerne les rivières à courant continu, dont l'eau doit s'écouler coûte que coûte, et où toute entrave à l'écoulement des eaux se traduit par une augmentation de la hauteur d'eau en amont de l'obstacle et par suite à une augmentation de vitesse.

Mais pour une rivière à marée, il peut en être tout autrement : le volume d'eau qui passe peut très bien dépendre de la section, et il n'est nullement établi qu'en diminuant une section, on arrive à une vitesse plus grande et par suite à des érosions.

Pour montrer que ceci est non seulement possible mais encore exact, je vais étudier le plan de la rade d'Anvers avant les travaux de rectification des quais faits de 1878 à 1885, et le plan

de cette rade après les travaux. Ces plans sont extraits de l'ouvrage de Royers « Anvers Port de Mer ».

En partant de l'amont, près du fort de Burght, nous considérons le deuxième profil transversal représenté sur le plan. Ce profil était, avant les travaux, plus large de 80 mètres — soit exactement ce qu'on a enlevé du lit de la Grande Coupure — et voyons l'effet que cela a produit.

Avant les travaux, il y avait contre la rive 5 m. 50 d'eau ; il y avait au milieu du fleuve une zone de près de 300 mètres de largeur où il y avait plus de 6 m. 00 d'eau ; et après les travaux, la profondeur de 5 m. 50 est devenue 4 m. 50 ; la largeur de 300 mètres qu'avait la passe de plus de 6 m. 00 à marée basse est devenue plus étroite de 200 mètres.

Au profil suivant, nous faisons la même constatation : la profondeur maximum était de 7 m. 70 avant les travaux, et on sondait des fonds de plus de 7 m. 00 sur toute une largeur (une cinquantaine de mètres) du fleuve. Après les travaux qui ont réduit de 50 mètres la largeur de l'Escaut, on ne trouve plus, au même endroit où on sondait 7 m. 70, que 5 m. 70, donc un ensablement de 2 m. 00, et dans toute la partie située le long de la rive droite où autrefois on avait plus de 6 m. 00, la profondeur est réduite à 4 m. 50 ou 5 m. 00.

Passons au quatrième profil. On sondait, avant les travaux, 7 m. 25 et 7 m. 40 contre la rive droite ; toute une zone, mesurant 80 m. de large, avait plus de 6 m. 00 de profondeur, — les travaux réduisent la largeur de l'Escaut de près de 100 mètres, — et les profondeurs de plus de 7 m. 00 et même de plus de 5 m. 00 ont disparu presque entièrement : il ne reste qu'un petit goulet où l'on sonde un peu plus de 6 m. 00, et tout le reste de la section n'a que 4 ou 5 mètres.

Le profil suivant présentait des profondeurs de 7 m. 00 avant les travaux, sur une largeur de près de 150 mètres ; après la rectification des quais, l'étendue de ces profondeurs n'est plus que de 50 mètres.

Dans toute cette partie donc, qui peut être assimilée comme allure et comme courbure à une fraction de la Grande Coupure, on voit que la correction des rives a eu pour effet de réduire la profondeur malgré une diminution considérable de la section.

Continuant cet examen, d'ailleurs très instructif, de la rade d'Anvers avant les travaux de 1878-1885 et après ces travaux, nous arrivons au sixième profil situé à l'entrée du bassin de batelage.

Il y a là une diminution de 100 mètres sur la longueur de l'Escaut, et il y a eu une perte de 1 m. 60 (de 9 m. 80 à 8 m. 20) de profondeur.

De même dans le septième profil : diminution de 75 mètres sur la largeur du fleuve et perte de 50 centimètres d'eau sur les profondeurs maxima et perte de 2 m. 00 d'eau sur une largeur de 100 mètres au milieu du fleuve. Rétrécir un fleuve à marée n'est donc pas un moyen d'augmenter sa profondeur : l'idée d'obtenir par ce moyen une profondeur plus grande est fausse, et en outre, le contraire est vérifié dans une section du fleuve immédiatement en amont de la Coupure.

Cette section de Burght au quai Cockerill est doucement courbée comme la Grande Coupure ; elle a aussi 440 mètres de large comme la Grande Coupure ; elle est aussi en amont d'une section droite, comme la Grande Coupure, et elle a comme profondeur 5 m., 5 m. 50 et parfois 6 m. C'est aussi ce qu'on aura dans la Grande Coupure par le jeu naturel des courants.

Le défenseur de la Coupure continue : « D'autres objectent » qu'il est dangereux de toucher au régime d'un fleuve à » marée ; que cette entreprise téméraire peut amener des » troubles tels que l'accès de la rade d'Anvers soit mis en péril » par l'ensablement : c'est l'objection de la peur, mauvaise » conseillère ».

Nous allons voir à l'instant si l'objection n'est basée que sur une crainte puérile ; pour cela, continuons l'examen des profils transversaux de la rade d'Anvers.

Au profil 8, nous trouvons une diminution de la profondeur moyenne atteignant 1 m. ; au profil 9, une diminution de profondeur maxima atteignant 3 m. ; au profil 10, une diminution de 1 m. 60 ; et au profil 11, qui nous amène près de l'ancienne Tête de Grue, une diminution de profondeur de 0 m. 80.

Ceci nous montre quelles conséquences considérables a eues une rectification insignifiante en comparaison de ce que certains veulent faire aujourd'hui en aval d'Anvers.

Et non seulement les profondeurs maxima ont diminué, car on pourrait croire que c'est un simple travail de régularisation des fonds qui s'est opéré ; que c'est simplement un comblement d'anciens trous ou gouffres locaux qui s'est fait dans le lit du fleuve ; mais encore les largeurs des zones de grande profondeurs ont diminué.

Sans considérer chiffre par chiffre les profils en aval de la Tête de Grue nous verrons, par exemple, qu'au profil 13, il y avait plus de 8 m. d'eau à marée basse sur quasi toute la largeur du fleuve et qu'après les travaux, cette zone profonde a été ramenée au $\frac{1}{3}$ de cette largeur ; on verra aussi qu'en repérant les mêmes points sur les plans de la rade avant les travaux et après les travaux, on a perdu un, deux, jusque trois mètres de profondeur, que les largeurs se sont réduites et que somme toute le volume d'eau de la rade a diminué.

J'ai dit dans une brochure déjà ancienne, que la construction des quais faite de 1878 à 1885 avait fait perdre de la profondeur dans la rade d'Anvers ; qu'on pouvait perdre de cette profondeur parce qu'avant les travaux il y avait des régions où il y avait 12, 13, jusque 16 mètres d'eau ; qu'il avait été opportun, eu égard aux avantages que présentent les quais, de sacrifier une partie de cette profondeur supplémentaire ; mais actuellement on ne le peut plus ; l'ensablement qui s'est produit, d'une part, l'augmentation du tirant d'eau des navires d'autre part, ont fait que l'Escaut n'a plus que tout juste la profondeur qu'il lui faut et qu'on ne peut plus rien perdre.

J'ai calculé l'envasement produit dans la rade par les travaux de 1878 à 1885 et j'ai trouvé que le cube de sable amené dans le voisinage de la ville se montait pour cette période à 1.400.000 mètres cubes.

Que penser maintenant du texte que je lis dans la brochure de M. Renkin : « De l'avis de tous les techniciens, l'ensablement, à supposer qu'il se produise, — ce que beaucoup contestent, — n'est à redouter que pendant le temps fort » limité où le nouveau lit étant creusé, l'ancien sera encore » ouvert, en d'autres termes pendant la période transitoire de » coexistence des deux lits ».

L'exemple de la rade d'Anvers que j'ai étudié ici ne comporte pas d'existence simultanée de deux lits, ni de bouleversements profonds dans le régime des courants, ni de changement radical dans le cours du fleuve, ni aucune des circonstances redoutables que présente la Grande Coupure, et cependant il a donné lieu à un apport de matériaux très considérable. Imaginons maintenant ce que cela pourra être dans la Grande Coupure conçue toute entière contre le régime du fleuve.

Mais ce n'est pas tout. Ce que nous avons vu jusqu'ici, c'est ce qui est représenté dans le voisinage immédiat de la ville. Or, depuis 1878, bien d'autres endroits se sont envasés en amont d'Anvers, alors qu'ils se tenaient dans la même situation depuis toujours, et ceci aussi vient affaiblir le jusant dans une proportion considérable.

Car il y a deux causes d'affaiblissement du courant dans une rivière à marée: l'une immédiate, en ce qui concerne une transformation malheureuse d'une partie de la rivière, l'autre plus différée, qui ne se fait sentir que dans le courant des années et qui consiste en l'envasement lent de l'extrémité amont du cours d'eau. — On trouve cette condition réalisée à l'extrême dans les criques en impasse de l'Escaut.

Au moment où l'on a endigué l'extrémité amont de certains bras comme le Zwyn, le Braakmann, la rivière de Hulst, etc., l'envasement a commencé par l'extrémité amont, tandis que pendant des années, la partie aval ou l'embouchure de la crique dans l'Escaut ne change pour ainsi dire pas. Ce n'est que lorsque l'extrémité amont est suffisamment envasée et que le volume des eaux s'écoulant par le jusant se trouve réduit dans une proportion notable, que l'envasement de la partie aval peut commencer et que la vie du fleuve ou de la crique s'éteint.

Or, pour l'Escaut, nous avons déjà parcouru une partie de cette période d'envasement de l'amont. On sait par les publications de Petit, que ce n'est que depuis quelques dizaines d'années que les bancs « Onbekende » devant Tamise et le banc de « Drygoten » ont pris cette importance exagérée qu'ils ont actuellement; c'est depuis ce même temps que le haut-fond de Brans, entre Drygoten et St-Amand, s'est étendu.

Tout ceci forme finalement une réduction lente mais continue du volume d'eau emmagasiné à l'amont et diminue la force vive du fleuve ; et il est grand temps que l'on s'arrête dans cette voie, si on ne veut pas avoir à lutter contre une situation s'empirant de plus en plus.

On voit donc clairement maintenant qu'il ne faut pas nécessairement que l'eau passe. L'exemple de la rade d'Anvers est là pour montrer qu'une réduction de largeur ne correspond pas nécessairement à une augmentation de profondeur. La solution est beaucoup plus compliquée qu'un simple calcul de section transversale où la profondeur varierait plus ou moins proportionnellement en raison inverse de la largeur.

Et on voit aussi le danger qu'il y a à aller chercher ailleurs des comparaisons pour les faire servir à préjuger ce qui se passera pour la Grande Coupure. Les uns font appel à des fleuves allemands, d'autres à des fleuves anglais, on a même parlé de rivières chinoises, mais on ne vient pas nous dire si les fonds sont de même nature, si les marées ont la même importance, si les courants qui en résultent sont comparables, si le débit des eaux supérieures est le même ; bref, nous n'avons aucun élément sérieux de comparaison.

La meilleure comparaison que l'on peut faire, c'est celle de l'Escaut avec l'Escaut lui-même, et cette comparaison nous montre qu'en faisant des faibles courbures, même avec des sections rétrécies, on ne peut obtenir naturellement des profondeurs satisfaisantes.

* * *

Eh bien ! alors, qu'on drague, disent les partisans de la Grande Coupure, et on viendra à bout de toutes les difficultés d'un seul coup.

Après avoir nié dans le temps (en 1897), qu'il fallût draguer, on en convient aujourd'hui et on dit : « on drague dans tous les » ports ; partout on dépense des sommes importantes en » dragages ; pourquoi ne le ferions-nous pas aussi ? ».

Mais tout simplement parce qu'il faut d'abord se demander si on ne peut pas trouver une autre solution qui permette de faire

des quais sans devoir draguer : c'est là vraiment la première question qu'il faut se poser. — Et il ne paraît pas que ce soit ainsi qu'on ait abordé le problème.

On dirait qu'on a décidé à priori de faire la Grande Coupure pour une raison autre qu'une raison technique : c'est le projet de l'Exposé des motifs.

Il est venu une objection quant aux profondeurs ; on réduit la largeur du fleuve pour y obvier ; il vient encore une objection, on répond : oui, nous reconnaissons que nous n'aurons pas naturellement la profondeur voulue dans la Coupure au pied des quais, mais nous allons faire des travaux d'entretien permanents pour maintenir la profondeur ; nous allons draguer comme à la Clyde, à la Tyne, etc.

J'ai déjà montré dans ma brochure de 1900 qui a paru dans nos Annales, qu'il ne faut user de comparaison entre les rivières qu'avec la plus grande prudence et que, malgré tout, on peut encore être trompé.

Si on veut à toute force faire usage de comparaison, pourquoi ne nous parle-t-on pas des rivières comme Nieuwe Waterweg où la profondeur sur les seuils n'excède pas 6 m. 50 à marée basse. Comment se fait-il que là, il n'y ait pas eu quelque autorité qui ait entrepris de mettre cette voie de communication à une plus grande profondeur ? Ils doivent désirer, cependant aussi, à Rotterdam, d'avoir des navires de 8 mètres, de 9 mètres de 10 mètres de tirant d'eau dans leur port ? Et, circonstance aggravante pour ce port, il n'y a qu'un mètre vingt centimètres de marée en morte eau, de sorte que ce n'est que tout juste si des navires de 8 mètres peuvent arriver dans les bassins. On ne voit cependant pas qu'on fasse des tentatives pour arriver à ce résultat, et il y a là certainement une raison.

Cette raison est celle-ci : c'est que certaines rivières ont un régime qui ne permet pas de maintenir les profils sans dragages permanents considérables. On a essayé plusieurs fois de draguer sur l'Escaut, notamment au Philippe, mais sans succès, le sable revenant quasi aussi vite qu'on l'enlevait, au Rug devant la ville d'Anvers et ailleurs, et toujours on a obtenu des résultats ne pouvant donner satisfaction.

Il importe donc, au lieu de s'acharner à lutter contre le régime naturel du fleuve, de lui venir en aide et de marcher dans la voie que le cours d'eau lui-même indique.

Ici, tout le monde, partisans et adversaires de la Grande Coupure, diront avec ensemble : c'est justement ce que nous faisons ; nous aidons le courant, donc c'est nous qui aurons les profondeurs.

Qui a raison ?

Pour se former une opinion, il faut se reporter à la description générale que Fargue a faite de la question, dans une lettre adressée le 27 avril 1900 au bourgmestre d'Anvers.

La solution du problème de la meilleure forme à donner au lit d'une rivière navigable, dit Fargue, a été cherchée dans deux voies différentes.

Les uns ont admis *a priori* que la forme la plus parfaite est la forme rectiligne ; les autres ont étudié la forme naturelle des cours d'eau et ont cherché à y démêler des lois pour en tirer ensuite des déductions logiques.

La première de ces deux méthodes est basée sur une conception abstraite, une hypothèse géométrique qui rappelle un peu celles qui ont retardé si longtemps les progrès de l'astronomie. Son principe est que la forme sinueuse ou la tendance au serpentement est une défectuosité contre laquelle l'homme doit lutter. Pour avoir un bon chenal navigable, il suffit de fixer le lit des eaux basses en réalisant le plus possible l'idéal de l'alignement droit. Les ingénieurs de cette école font des travaux de *correction*.

Ceux qui ont suivi l'autre voie sont arrivés à des résultats différents. Ils ont observé que sur tous les cours d'eau à fond mobile, rivières à un seul courant et rivières à marée, le chenal a une double oscillation. En plan, il va d'une rive à l'autre ; en profil en long, il est périodiquement en dessous et au-dessus d'une certaine moyenne. Ces deux oscillations ne sont généralement pas indépendantes l'une de l'autre. Dans la plupart des cas, leur rythme est le même. Les faits observés sont très nombreux, et il est scientifiquement légitime d'y voir une loi naturelle.

Par conséquent, pour nous, l'allure sinueuse des cours d'eau à fond mobile n'est ni un mal qu'il faut guérir ni un défaut à corriger c'est un modèle à étudier et à imiter dans celles de ses parties qui sont les meilleures pour la navigation. — Nous ne combattons pas les forces de la nature ; nous cherchons à les faire travailler dans le sens du résultat que nous nous proposons et nous faisons des travaux d'amélioration.

L'expérience, comme le raisonnement, nous a montré que la forme sinueuse est seule susceptible de donner des mouilles ou rades, c'est-à-dire des endroits où les navires peuvent stationner. Pour les seuils, elle n'assure pas seulement leur fixité, elle leur donne, en outre, le minimum de longueur et le maximum de profondeur que comporte le régime de la rivière. Grâce à elle, en effet, les matériaux solides que les courants entraînent et dont l'écoulement est forcément intermittent, se cantonnent au moment de leur arrêt sur des points déterminés, en dehors du chenal navigable.

L'expérience, comme le raisonnement, nous montre, au contraire, qu'avec un tracé systématiquement rectiligne, le dépôt des matériaux n'étant pas localisé dans le sens de la longueur, on crée une rivière où la mouille et le port ne sont nulle part et où le maigre est partout.

Comparant ensuite l'Escaut et le Weser, et reprenant la phrase de M. Franzius « la section du Weser à laquelle » l'exemple est emprunté correspond, en ce qui concerne les » débits et les circonstances générales sensiblement à la section » de l'Escaut comprise entre Anvers et Bath », M. Fargue fait observer que le Weser inférieur, qui a été corrigé sur 16 km. de longueur, a obtenu par cette correction un chenal fixe mais qui n'a que 5 mètres à peine sur basse mer. Il y a, il est vrai, quelques mouilles où la profondeur est supérieure à 5 mètres, mais nulle part elles n'atteignent 8 mètres ; elles ne sont contiguës à la rive que sur de faibles étendues et sont les unes sur la rive droite, d'autres dans l'axe, d'autres sur la rive gauche.

Dès lors, la situation est bien nette : nous avons maintenant 11, 15, 17 mètres dans nos rades du fleuve ; nous savons, nous sommes sûrs que nous pourrions établir un projet qui maintient ces profondeurs, mais on veut adopter un autre projet qui ne

pourra arriver à une profondeur de 10 mètres, c'est-à-dire tout juste ce qu'il faudra pour la grande navigation, que moyennant des dragages continuels.

Voilà ce qu'on avoue maintenant et ce qu'on demande au Parlement d'approuver.

Jamais projet plus inutile n'a été proposé de façon plus impérieuse.

Mais suivons un peu le raisonnement des coupuristes : où se produiront les dépôts de matériaux à draguer ?

On peut considérer trois endroits différents : le chenal d'accès aux écluses, l'embouchure de ce chenal et la Grande Coupure elle-même.

M. Renkin, dans sa brochure, s'est chargé de nous expliquer les deux premiers points. Voici ce qu'il dit : « S'il est exact » d'une part que la zone d'élargissement du fleuve correspon- » dant à l'embouchure du canal ne sera pas soumise directe- » ment à l'action des courants de marée et constituera un espace » mort, soumis à de simples remous où se produiront des atter- » rissements qu'il faudra draguer, il est certain, d'autre part, » qu'il n'en serait guère autrement si le chenal débouchait dans » une rive concave à plus forte courbure ».

Le faible écart entre les volumes des atterrissements à draguer dans les deux cas ne saurait évidemment justifier la grosse dépense supplémentaire qu'entraînerait le prolongement du bassin-canal jusqu'à la courbe suivante.

M. Renkin compare donc les atterrissements dans le projet actuel et ceux qui se produiraient si le chenal débouchait dans une rive concave.

Les atterrissements qui se produiraient où ?

Si M. Renkin a voulu dire ceux qui se produisent dans le fleuve, il s'est complètement fourvoyé. Si, en effet, on trace l'axe du chenal perpendiculairement ou à peu près perpendiculairement sur la rive, il n'y aura aucun changement apporté aux lignes du fleuve, ni dans les rives, ni dans les profondeurs ; il n'y aura aucune surlargeur comme dans le cas d'un raccordement tangentiel, aucune modification dans le régime des courants et par conséquent aucune raison de croire à un envasement, que le débouché du canal existe ou qu'il n'existe pas.

Si M. Renkin a voulu parler des atterrissements qui se produiront dans le chenal lui-même, il s'est encore trompé dans une proportion que nous allons voir.

Le projet du Gouvernement prévoit un chenal de 600 m. de long, tandis que si on faisait une entrée normale ou à peu près normale aux rives, on aurait approximativement un chenal de 120 m. de long depuis la crête du talus du fleuve jusqu'au mur de tête de l'écluse.

Tout le monde admettra facilement que le « faible écart » dont parle M. Renkin sera, pour deux chenaux également sujets à envasements, dans le rapport de leur longueur ou dans le rapport de 600 à 120 ou de 5 à 1 ; en adoptant donc le tracé que d'autres ingénieurs ou moi-même avons indiqué, on réduira de ce seul chef les dragages à faire de 80 %.

Mais il y a encore autre chose : en faisant déboucher le chenal dans une courbe concave convenablement choisie, on aura, à l'entrée de ce chenal, une profondeur de 15 à 19 mètres, parce que le fleuve lui-même a cette profondeur. Or, la vase, dans l'eau, coule lorsque son talus naturel est de 5° ou de 8° à peu près. Cela nous amène donc à dire que si on choisit par exemple comme débouché du canal, un endroit où la profondeur d'eau est de 17 mètres, la vase pourra se mettre sous le talus le plus raide qu'il lui soit possible de prendre sans qu'il y ait jamais moins de 7 m. 40 devant l'écluse à marée basse, soit 11 m. 50 à marée haute.

Dans cette hypothèse, quoiqu'il arrive, jamais on ne devra draguer quoi que ce soit dans un chenal de 120 m. de long perpendiculaire ou à peu près perpendiculaire au fleuve.

Dans le projet du Gouvernement, au contraire, la longueur de 600 m. donnera toujours lieu à envasement ; avec la largeur au plafond de ce canal (cette largeur est de 80 m. ou de 120 m., suivant les plans), on aura donc une superficie de 48.000 m² ou de 72.000 m² à tenir à profondeur.

Tous ceux qui ont travaillé dans les ports où il se produit des envasements savent avec quelle vitesse fantastique ces envasements croissent quand il y a une profondeur un peu grande.

Nous connaissons certains ports où on a voulu maintenir des bassins ouverts sur les eaux courantes, à une couple de mètres

de profondeur en dessous de la cote qu'on maintenait primitivement, et on constatait, après avoir fait cet approfondissement, un envasement de 0 m. 50 pendant la première semaine.

Si un chiffre semblable se produisait dans le chenal d'entrée, — et la chose n'aurait rien que de très naturel, si on persiste à maintenir ce chenal à 7 m. 00 ou à 8 m. 00, — il y aurait à draguer 24.000 m³ ou 36.000 m³ par semaine, suivant que l'on considère le chenal à 80 mètres ou à 120 mètres, et cela correspond à un cube annuel de 1 1/4 millions de mètres cubes dans le premier cas ou 2 millions de mètres cubes pour le chenal de 120 m.

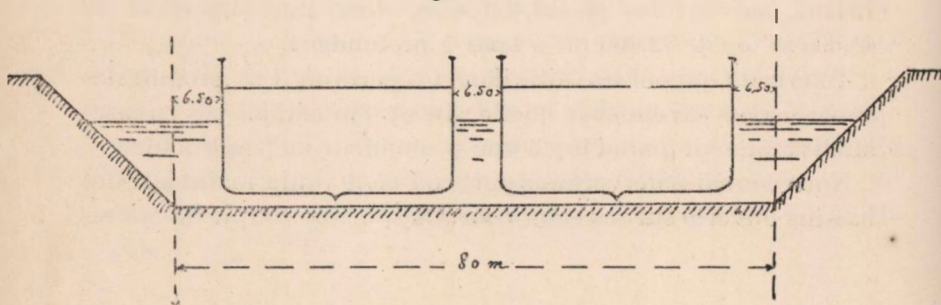
On comprend maintenant pourquoi ce chiffre a été réduit d'un tiers.

Ce cube de dragage n'est pas autrement effrayant au point de vue technique, si on est disposé à payer indéfiniment ces dragages et si on sait indéfiniment où déposer les terres extraites. Mais ce dragage constituera une entrave extraordinaire pour la navigation, surtout que ce chenal n'est déjà pas beaucoup trop large, comme nous allons le voir.

Il s'agit, en effet, d'après l'Exposé des motifs et d'après les dimensions des écluses, de navires qui pourront atteindre 1000 pieds de long, 100 pieds de large et de 33 à 35 pieds de tirant d'eau.

Une largeur de 100 pieds correspond à 30 m. 50. Or, notre chenal a 80 mètres de large (j'admets que c'est la largeur au fond, parce que si c'était la largeur à la surface d'eau, cela n'irait plus du tout), de sorte que si deux grands navires doivent se croiser dans le chenal et cela *doit* arriver, — nous verrons tout à l'heure pourquoi, — il va rester 19 mètres de jeu à répartir en trois, soit 6 mètres à peine de chaque côté des navires et entre eux. (Voir fig. 3.)

Fig 3.



Je n'ai pas besoin d'insister sur l'impression que produiront deux masses semblables de 300 mètres de long et de 30 mètres de large, distantes seulement de 6 ou 7 mètres, toutes deux à une vitesse quasi nulle et ne gouvernant donc pas.

Et pour en revenir à la question des dragages, quel effet feront encore en plus dans ce chenal, les dragues, les chalands, les remorqueurs, les pompes de refoulement qui vont venir obstruer le passage et gêner la navigation ?

Il paraît évident que toute cette installation ne pourra rester dans le chenal pendant le passage des navires, et alors où les mettra-t-on ? Tous ces appareils ne peuvent aller que dans le fleuve en plein courant où ils seront exposés aux accidents et où, du reste, ils formeront un encombrement des plus nuisible pour la navigation.

Je passe maintenant à l'embouchure du chenal : ici il ne se produira plus d'envasement, mais plutôt de l'ensablement.

Nous avons quelque expérience de ce qui se passe derrière un promontoire semblable, par la situation à l'embouchure du Rupel.

On sait que l'embouchure du Rupel présente une digue constituant un promontoire dans l'Escaut et que, derrière le promontoire, il se forme un banc qui occupe plus des trois quarts de la largeur de la rivière et où il n'y a guère plus d'un mètre d'eau à marée basse. Pour être tout à fait exact, il faut dire que le jusant du Rupel comprenant les eaux de cette rivière plus celles de la Nèthe, de la Dyle, de la Senne, a quelque chance d'être autrement puissant que celui de ce petit canal de 600 mètres de long, même en y comprenant le volume que l'on pourrait distraire par des chasses du bassin-canal au lieu du fossé capital des fortifications. Le courant du Rupel est surtout plus persistant et mieux guidé à l'embouchure.

Si donc l'eau du Rupel n'est pas parvenue à percer la barre qui se forme à l'entrée de cet affluent, on ne voit aucune raison pour laquelle l'eau du canal d'accès serait plus capable de percer le banc derrière le promontoire.

Donc, là encore, il faudra draguer, et vite, et beaucoup, et continuellement, pour tenir la profondeur.

Nous arrivons finalement ainsi à la Grande Coupure elle-même.

Nous allons rappeler d'abord quelques chiffres que nous avons appris dans le temps en hydraulique sur la vitesse à laquelle les matériaux sont entraînés par l'eau. Je trouve dans les cours les chiffres suivants :

Terres détrempées ou terres glaises brunes	0 ^m 15	par seconde.
Argiles grasses	0 ^m 30	»
Sables	0 ^m 60	»
Graviers	1 ^m 22	»
Pierres cassées	1 ^m 52	»
Schistes.	2 ^m 22	»
Etc., etc.		

Or, dans l'Escaut, tant de flot que de jusant, on trouve des vitesses qui atteignent 1 m. 00 à 1 m. 10 par seconde, de sorte que les sables, argiles, graviers et terres devraient être entraînés à chaque marée montante et à chaque marée descendante.

On peut se demander comment il se fait que, dans ces conditions, tout ne soit pas bouleversé de fond en comble dans l'Escaut et comment il se fait qu'on retrouve toujours les mêmes bancs aux mêmes endroits ?

Ceci résulte de ce que l'eau, animée d'une certaine vitesse, n'a pas une puissance de transport illimitée. Les chiffres cités plus haut sont relatifs à une eau claire commençant à entraîner les particules du fond, et ne sont pas applicables à une eau chargée comme celle de l'Escaut.

Ces chiffres représentent donc plutôt la vitesse que l'eau ne doit pas atteindre pour que les matériaux correspondants ne soient pas entraînés.

Quand l'eau, comme dans l'Escaut, dépasse beaucoup la vitesse à laquelle le fond du fleuve commence à être entraîné, elle se charge de plus en plus de sable et de particules solides diverses pendant un certain temps, mais, une fois son chargement atteint, une fois l'eau, à la vitesse donnée, étant saturée, si je puis dire ainsi, de sable, la quantité de matériaux entraînée n'augmente plus, que le volume d'eau passe par dessus du sable, de la vase, de l'argile ou toute autre substance.

J'avais commencé autrefois des expériences sur ce sujet. Ces

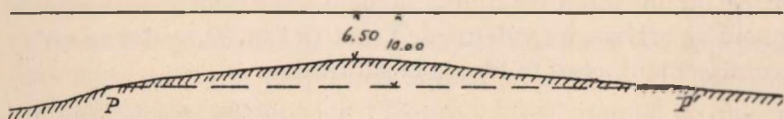
expériences consistaient à prendre des échantillons d'eau à diverses profondeurs et à recueillir le sable et les autres particules solides qui y sont en suspension : on laisse descendre une bouteille lestée et bouchée ; arrivé à la profondeur qu'on veut étudier, on débouche la bouteille et il n'y a plus qu'à la remonter pour avoir un échantillon d'eau à telle ou telle profondeur.

En opérant ainsi, j'ai trouvé que la quantité de sable par litre pèse approximativement un dixième de gramme, mais il passe par jour à travers une section transversale en deux marées montantes et deux marées descendantes, environ quatre cent milliards de litres d'eau, ce qui ne fait pas moins que quarante mille tonnes de sable en mouvement, en suspension dans l'eau ce qui représente environ 20.000 mètres cubes.

La vitesse de l'eau est l'élément essentiel qui influe sur la saturation : augmentation de vitesse, augmentation de la quantité de sable charriée ; mais nous verrons bientôt que ces deux augmentations ne sont pas proportionnelles.

Admettons maintenant que sous l'influence des courants des rives, de la courbure, de la pente, bref d'un élément ou d'une réunion d'éléments quelconques, nous ayons un thalweg de la forme indiquée à la fig. 4, ce thalweg étant trop relevé en une certaine zone pour que les navires puissent passer, et supposons que l'on veuille maintenir la profondeur au-delà des limites naturelles vers la ligne P P'.

Fig 4.

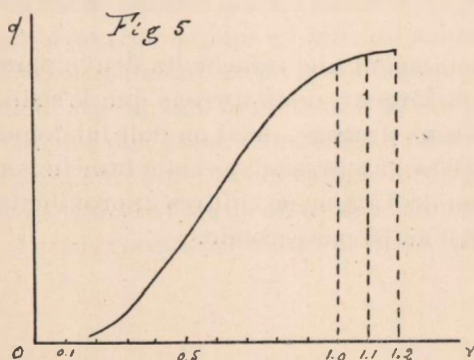


Si nous considérons maintenant une tranche du fleuve parallèle au courant, de 1 m. de largeur, nous verrons que le seuil à 6 m. 50 naturellement et sans dragage, et si on doit lui donner une profondeur de 10 mètres, la vitesse dans cette tranche sera réduite dans la proportion de 3 à 2, ou en chiffres approximatifs de 1 m. 00 par seconde et 0 m. 66 par seconde.

Dans ces conditions, d'après des recherches que j'ai faites dans le temps sur certaines criques ou espaces abrités de l'Escaut, l'eau abandonnerait près des 8/10 du sable qu'elle tient en suspension. Ceci aura pour effet de rendre l'eau plus claire, donc de lui permettre à l'occasion une plus grande vitesse ultérieure par suite de courbures, de rives diversement disposées, de se recharger de sable qui se déposera de nouveau dans le maigre suivant. Ces effets d'ensablement sont localisés dans des tranches verticales parallèles au fil de l'eau et qui peuvent jusqu'à un certain point être considérées comme indépendantes les unes des autres au point de vue de l'envasement.

Que maintenant il soit possible, au moyen d'un resserrement des rives, de combattre en partie cet envasement, je le veux bien. Mais quel resserrement propose-t-on ? En mesurant sur la carte jointe à l'Exposé des motifs, on trouve qu'on a ramené la largeur de l'Escaut de 540 mètres à 460 mètres, qu'on l'a donc diminué à peu près d'un sixième. Si donc on pouvait admettre une proportionnalité rigoureuse entre la réduction de largeur et l'augmentation de profondeur, on pourrait admettre aussi que la profondeur augmente d'un sixième : ce serait dans tous les cas l'hypothèse la plus favorable, puisque l'on admettrait que toute l'eau qui passe par la section large passera aussi par la section étroite.

Mais rien n'autorise d'admettre pareille chose et rien non plus ne permet d'affirmer qu'il se produira un creusement sur toute une largeur du fleuve. Et d'autre part, même en admettant une augmentation de vitesse dans la section, il faut tenir compte de ce qu'une augmentation, même assez grande, de la vitesse quand on arrive aux valeurs de 1 m. 10 à 1 m. 20, ne donne qu'un accroissement assez faible de la saturation.



Ces essais que j'ai faits autrefois m'ont montré qu'en portant en abscisses les vitesses de l'eau et en ordonnées les quantités de sable tenues en suspension, on obtient une courbe semblable à celle de la figure 5

qui montre que, lorsqu'on arrive vers les vitesses de 1 m. ou 1 m. 10, une assez grande augmentation de vitesse ne donne pas beaucoup de poids en plus pour le volume du sable entraîné.

Il paraît donc indiscutable que d'après ce que nous voyons en amont d'Anvers et aussi d'après ce que la plupart des auteurs ont dit, il y aura environ 6 m. 00 d'eau dans la Grande Coupure à marée basse.

Approfondissant d'un sixième par un resserrement des rives aussi grand qu'il est possible de le faire, eu égard aux exigences de la grande navigation, on trouvera au maximum 7 m. de profondeur, ce qui est absolument insuffisant à marée basse et ce qui donnera à peine à marée haute de morte eau de quoi admettre les plus grands navires.

En me basant sur des données résultant de mes expériences faites autrefois dans l'Escaut, j'ai cherché à déterminer approximativement quelle serait la quantité de sable à draguer dans l'Escaut pour maintenir la Grande Coupure à profondeur.

J'ai admis dans le nouveau lit une profondeur naturelle de 6 m. 50. Si on veut descendre jusque 7 m. 50, il faudra extraire annuellement environ 2.400.000 m³ ; cela veut dire qu'il pourra s'amener par le jeu des marées dans la coupure, une hauteur moyenne de sable de 0 m. 75.

Si on veut passer de 6 m. 50 à 8 m. 50, il faut commencer par extraire les 2.400.000 m³ nécessaires pour passer de 6 m. 50 à 7 m. 50, et pour passer de 7 m. 50 à 8 m. 50, il faudra extraire environ 3.100.000 m³, de sorte que le cube total est d'environ 5 1/2 millions de mètres cubes par an.

Ce chiffre peut paraître fantastique, mais il n'est cependant pas hors de toute proportion quand on voit ce qui se passe dans certaines régions de l'Escaut. Ainsi, quand on mesure d'une part la fosse draguée au Kankreloon, et d'autre part le cube de déblai déposé sur la terre ferme près du fleuve, on trouve que le déblai extrait est infiniment plus considérable que le creusement qui en est résulté, et il s'agit ici d'une étendue dix fois plus petite que la Grande Coupure.

Ce chiffre de 5.500.000 mètres cubes ne présente aucune difficulté extraordinaire comme extraction, pourvu que la

question d'argent soit laissée de côté. Il sera beaucoup plus ennuyeux de décider ce que l'on fera de tout ce déblai, car ce sera à recommencer tous les ans et les sables s'accumuleront en quantités indéfinies.

Ici on m'objectera : mais finalement on aura dragué tout le sable de l'Escaut ? Les matériaux solides vont-ils accourir de loin pour combler toujours la Grande Coupure ? Sans aucun doute ; l'action des courants s'étendra de proche en proche ; la tendance à l'envasement subsistera toujours ; le régime entier de l'Escaut sera modifié par cette aspiration puissante et continue des sables, mais il est bien certain qu'avant de faire accourir des extrémités du fleuve des sables vers l'endroit où l'on drague, berges, rives, perrés et quais se seront éboulés vingt fois dans le voisinage des dragages. Bien entendu, tout ceci est de la chimère ; on aura depuis longtemps — ne fût-ce qu'à cause de la dépense et de l'inefficacité du travail — renoncé à poursuivre des dragages aussi considérables et aussi inutiles.

Sans vouloir faire aucune comparaison avec la Grande Coupure ou avec l'Escaut, je citerai une entreprise où on comptait draguer aussi pour maintenir une zone profonde et où malgré qu'il n'y eût aucune impossibilité technique, on a renoncé à lutter contre les ensablements ; c'est le port d'Ymuiden, où on voulait faire un port de refuge en eau profonde et qu'il a fallu abandonner à l'envasement ou à l'ensablement, hormis un chenal central.

Je passe maintenant à un dernier ordre d'idées au sujet des travaux d'Anvers : c'est ce qui concerne la navigation proprement dite, et notamment la disposition, normale ou tangentielle, des chenaux d'entrée du canal-bassin, examinée au point de vue de la circulation des navires.

Les anciennes écluses ont toutes leur axe normal ou à peu près normal aux rives du fleuve, tandis que celles qui sont projetées par le Gouvernement ont leur axe dirigé suivant une tangente aux rives.

Les documents officiels (Exposé des motifs et Rapport de la Section centrale) ne nous indiquaient pas primitivement comment et quand se feraient l'entrée dans les bassins et la sortie des navires, c'est-à-dire si on allait avoir accès aux bassins

par temps de flot, ou bien par temps de jusan, ou bien en tout temps.

Pour nous, qui connaissons la manière dont on navigue et dont il est possible de naviguer sur l'Escaut, la question ne faisait l'objet d'aucun doute ; on allait, à notre idée, entrer dans les écluses vers marée haute, tout comme maintenant. Nous avions cependant quelque doute, non sur ce qui se serait passé en réalité, mais sur l'opinion des auteurs du projet. Finalement il a paru une brochure où nous lisons, que : « à l'embouchure » du chenal des écluses, le mouillage nécessaire à l'accès des » grands navires ne doit exister que pendant la période de » leur éclusage, c'est-à-dire vers marée haute ».

Dès lors, la manœuvre se fera pour le nouveau canal comme elle se fait actuellement.

Je vais donc indiquer maintenant comment se fait l'accostage en plein quai d'un grand navire, puis comment il entre dans les bassins.

L'accostage en plein quai doit généralement se faire avec une grande prudence, parce que l'emplacement qui est laissé au navire n'est que tout juste ce qu'il lui faut pour s'amarrer et que, aussi bien en amont qu'en aval de cet emplacement, il y a d'autres navires à quai, le long desquels il se trouve des allèges au nombre de 7 ou 8 parfois.

Ceci fait déjà une largeur assez considérable. Admettons un navire de quinze mètres de large et 7 allèges de 5 mètres, et on trouve que le steamer accostant doit s'inscrire dans une enclave mesurant 50 mètres de profondeur.

Pour accoster, le navire arrive par le flot, ceci afin de ne naviguer que par marée montante, de manière à ce que, si le navire vient à s'approcher trop près d'une rive ou d'un banc, il ne reste pas échoué s'il touche, mais qu'il soit soulevé par la marée. Devant son emplacement, il évite, c'est-à-dire qu'il tourne sur lui-même ; cet évitage se fait à l'aide d'un remorqueur, de la manière suivante :

Le remorqueur tourne vers la rive droite et tire la proue du navire vers la rive, ce qui a pour effet de présenter le flanc bâbord au courant. Sous l'action de cette traction, l'avant du navire tend évidemment à se rapprocher de la rive droite, ce que la machine du bateau combat en battant de l'arrière.

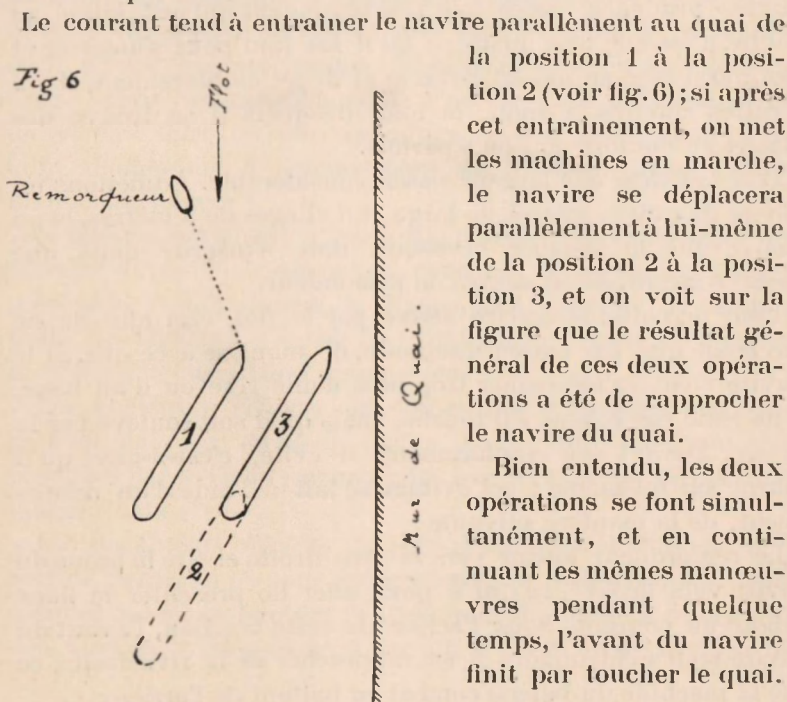
Le courant agissant sur le flanc du navire, le fait abattre complètement, tandis que le remorqueur tire à toute vitesse pour maintenir autant que possible le navire dans les mêmes parages, et aussi parce que plus le remorqueur tire puissamment et plus l'action du courant sur le navire est énergique.

Finalement, le navire se trouve redressé la tête au courant, c'est-à-dire vers l'aval, et il commence alors à battre de l'avant pour se rapprocher de la rive où il doit accoster. Il arrive finalement ainsi par le travers de son emplacement, et son remorqueur se tient par bâbord devant.

Remarquons maintenant l'utilité du courant : pour que le navire gouverne, il faut qu'il ait une certaine vitesse par rapport à l'eau ; pour qu'il accoste sans danger d'avarie, il faut qu'il soit à peu près immobile par rapport au quai.

Ces deux conditions sont réalisées par le mouvement de l'eau relativement au quai et au steamer.

Lorsque le navire est arrivé ainsi à proximité du quai, l'effet suivant se produit :



la position 1 à la position 2 (voir fig. 6); si après cet entraînement, on met les machines en marche, le navire se déplacera parallèlement à lui-même de la position 2 à la position 3, et on voit sur la figure que le résultat général de ces deux opérations a été de rapprocher le navire du quai.

Bien entendu, les deux opérations se font simultanément, et en continuant les mêmes manœuvres pendant quelque temps, l'avant du navire finit par toucher le quai.

Il suffit alors d'amarrer cette tête au quai, pour que le courant abatte l'arrière contre le mur, et le navire se trouve alors complètement en sécurité.

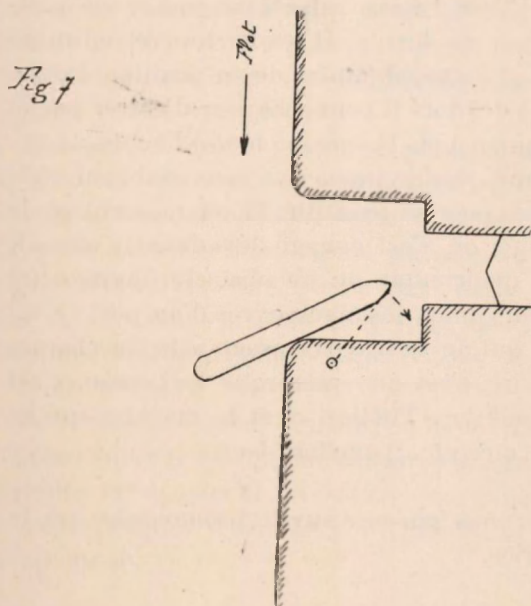
Pendant tout ce temps, le navire a toujours son remorqueur par bâbord devant. Arrive-t-il un incident quelconque qui, au dernier moment, vient contrarier les manœuvres ? Il suffit de mettre la barre à tribord et le remorqueur à toute vitesse, pour que le navire se redresse la tête au courant sous l'action combinée du flot et du remorqueur, et il se trouve alors en sûreté.

Pour l'entrée dans les écluses orientées comme celles du Kattendyk, les choses se passent de la même manière, c'est-à-dire qu'on peut manœuvrer le navire tout comme je viens de le dire jusqu'au moment où il se trouve appuyé contre le musoir amont de l'écluse.

C'est alors qu'il se trouve dans la position la plus difficile pour la manœuvre. Une amarre partant de l'avant tient le navire en place ; cette amarre est tendue parce que l'arrière du navire est frappé par le courant de flot tandis que l'avant, déjà à demi engagé dans le chenal, est à l'abri de ce courant.

Si maintenant on met les machines en avant, le navire va

tendre à avancer, mais l'amarre qui le retient à tribord oblige la tête à décrire un cercle autour de la borne d'amarrage comme centre avec la longueur de l'amarre comme rayon. Cette circonstance (fig. 7) montre que dans l'action de sa propre hélice, le navire tend à revenir exactement dans la position qu'il faut pour pénétrer



dans l'écluse. En pratique, ces manœuvres sont facilitées par la présence de remorqueurs dont l'effet peut venir s'ajouter à celui de la machine du navire lui-même.

Arrive-t-il un incident au moment où le navire se trouve dans la position indiquée sur la figure 7 et faut-il qu'il s'éloigne en hâte ? Il suffit de larguer l'amarre de l'avant et le courant frappant sur l'arrière dégage la tête du navire ; la machine battant de l'arrière suffit alors pour écarter complètement le steamer de l'entrée de l'écluse.

Nous allons maintenant examiner dans le même ordre d'idées, l'embouchure tangentielle du canal-bassin. Supposons encore le navire arrivant par le flot, ce qui sera presque toujours le cas : le flot a une vitesse de 3 nœuds. Mettons-en seulement autant pour la vitesse du navire par rapport à l'eau ; la vitesse résultante du navire par rapport aux rives sera de 6 nœuds, soit 11 kilomètres à l'heure ou près de 200 mètres à la minute.

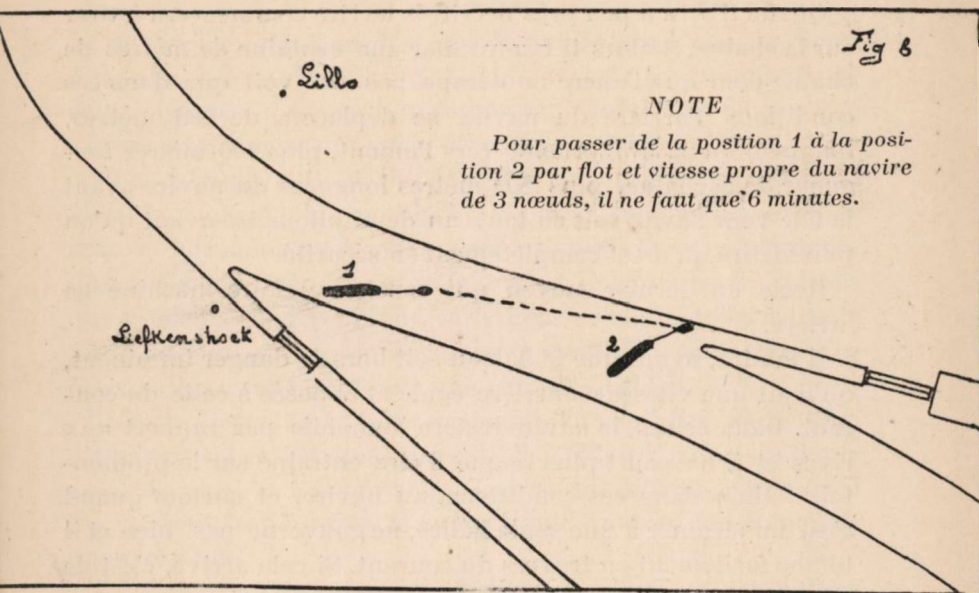
C'est déjà considérable pour un navire, quand il s'agit de se précipiter avec une vitesse semblable sur un promontoire aigu comme celui qui sépare le canal-bassin de la Coupure.

Supposons donc un navire venant de Liefkenshoek et allant vers le canal précédé de son remorqueur. Comme le courant le pousse vers l'amont, s'il se trouve ralenti par une cause quelconque dans la traversée du fleuve, il va se trouver entraîné par le courant en amont du promontoire de la position 1 dans la position 2 (fig. 8), et dès lors il peut renoncer d'entrer par le flot dans le chenal, comme nous le verrons tout à l'heure.

Mais supposons même que la vitesse soit convenable et qu'il suive la trajectoire indiquée en pointillé. Si, au moment où le remorqueur va s'engager ou s'est engagé déjà dans le chenal, il arrive un incident quelconque ou un obstacle imprévu (et cela arrive tous les jours dans les manœuvres d'un port : c'est un bateau d'intérieur qui ne se tire pas assez vite du chemin que doit suivre le navire, c'est une remorque qui casse, c'est une amarre qui se prend dans l'hélice, c'est la machine qui ne répond pas assez vite, etc., etc...) que fera-t-on ?

S'arrêter ?

Mais le courant va nous pousser sur le promontoire où le navire se fera des avaries.



Aller vers la rive droite ?

Mais notre chenal n'a que 80 mètres de largeur et nous n'aurons pas eu le temps de tendre notre remorque que la proue du remorqueur sera dans la berge et nous n'aurons jamais le temps d'éviter, car le courant nous pousse à raison de 200 mètres par minute vers le promontoire.

Aller vers la rive gauche ?

Mais nous allons nous trouver pris comme vers la rive droite, avec cette circonstance aggravante que nous allons faire prendre notre remorqueur entre le navire dérivant et la berge. De plus, en admettant même qu'on pare le promontoire, le navire se trouvera lancé avec une vitesse de 150 à 200 mètres par minute dans la rade et le long des quais de la Grande Coupure où il pourra faire mille avaries.

Jeter l'ancre ?

Soit ; mettons qu'au moment où le navire aperçoit le danger, il jette l'ancre immédiatement, sans essayer même de s'échapper à droite ou à gauche. Aussitôt que l'ancre sera au fond, le courant prendra le navire par l'arrière et lui fera décrire un demi cercle.

Quand il sera à peu près décrit, le navire commencera à tirer sur la chaîne, et alors il faudra filer une centaine de mètres de chaîne pour que l'ancre ne dérape pas. On voit que dans ces conditions l'arrière du navire se déplacera de 200 mètres, longueur du navire orienté vers l'amont, plus 100 mètres longueur de la chaîne, plus 200 mètres longueur du navire ayant la tête vers l'aval, soit en tout un demi kilomètre avant qu'on puisse dire qu'il est complètement en sécurité.

Reste un dernier moyen qui consiste à faire machine en arrière.

Il faudra, avant que le bateau soit hors de danger imminent, qu'il ait une vitesse en arrière égale et opposée à celle du courant. Dans ce cas, le navire restera immobile par rapport aux rives et il ne court plus risque d'être entraîné sur le promontoire. Mais dans ces conditions, un navire, et surtout quand c'est un steamer à une seule hélice, ne gouverne pas bien et il tombe facilement en travers du courant. Si cela arrive, c'est de nouveau une abâtée complète que doit faire le bateau.

Admettons maintenant que, comme je l'ai décrit, la manœuvre de redresser le navire, l'avant au courant, ait réussi sans avarie ; le bateau se trouve donc en amont du promontoire et la tête vers l'aval, avec son remorqueur en avant.

Il devra renoncer à entrer dans le bassin par le flot, à cause de la situation topographique même des bancs et des rives dans l'Escaut en aval de la Grande Coupure. Aucun capitaine, aucun pilote n'entreprendra un évitage dans l'Escaut, si cet évitage doit se terminer avec le courant.

On devra donc faire l'entrée par le commencement du jusant, ce qui présentera l'ennui que le navire devra refaire un demi tour complet autour de la pointe aigue du promontoire et le danger que si le bâtiment vient à s'échouer, il ne pourra se relever avant la marée suivante.

On voit donc que s'il se présente un obstacle imprévu au moment de l'entrée d'un navire dans le chenal d'accès des écluses, il y aura de grandes chances pour qu'il y ait des accidents.

Mais même s'il ne se présente aucun obstacle, l'entrée de ce chenal sera désagréable, parce qu'il y aura toujours une longue

zône où l'arrière du navire sera dans le courant de flot et l'avant en dehors, ce qui veut dire que le navire aura une tendance à pointer vers la rive droite. Le remorqueur pourra combattre cette tendance, il est vrai, mais non sans donner au bateau une vitesse supplémentaire qui n'est pas sans danger.

Bien entendu, cette partie de temps où le navire est à moitié dans le courant et à moitié en dehors, existe aussi pour les entrées normales ou à près normales, mais dans une proportion beaucoup moindre ; et puis surtout, dans toutes les écluses qui existent jusqu'à présent, la largeur de ces entrées est telle qu'un navire peut toujours envoyer des amarres à terre des deux côtés, ce qui lui donne une sécurité absolue.

Dans le dispositif du Gouvernement, au contraire, tout usage d'amarres est entièrement impossible à tribord, parce qu'il n'y a pas de rives, et à bâbord cet usage paraît difficile, parce qu'il les faudrait trop longues et surtout qu'il faudrait les accompagner trop loin.

La conclusion de toute cette discussion, c'est qu'il faudra que les navires aient au moins deux remorqueurs, un à l'avant, un à l'arrière, pour pouvoir avoir quelque sécurité, et il restera malgré cela l'inconvénient majeur de devoir, comme on dit, « faire le chenal » avec le courant sur l'arrière.

Tout ceci se complique encore singulièrement quand on considère l'influence du vent. Je vais ne montrer qu'un seul cas, encore qu'il ne soit pas le plus mauvais que l'on puisse considérer.

Supposons un coup de vent du S.-O. Dans la rade actuelle, on se tiendrait plus au large du quai, où on ferait l'évitage en tournant l'avant du navire vers la rive gauche, et on n'approcherait du quai qu'au moment de laisser — suivant l'expression anversoise — « tomber le navire contre le quai ».

Voyons au contraire l'entrée tangentielle du bassin-canal. Au lieu de pouvoir s'élever de la rive droite contre laquelle le vent veut le pousser, le navire doit serrer cette rive jusqu'à s'en approcher de vingt-cinq mètres, s'il veut prendre le chenal dans l'axe (j'admets encore qu'il n'y ait aucun obstacle dans la route du navire). Ensuite, le bateau devra, sur 800 mètres, naviguer le long de cette rive contre laquelle les vents le pous-

seront, et remarquons de combien peu son ou ses remorqueurs pourront l'aider dans cet étroit chenal de 80 m. de largeur, où ils auront à peine la place de se mettre en travers et où forcément le navire ne pourra pour ainsi dire avoir aucune vitesse, puisqu'il doit s'arrêter devant l'écluse.

. . .

En résumé donc, j'estime que la Grande Coupure donnera un mouillage insuffisant ; qu'à moins de travaux considérables et permanents, l'exécution de ce tracé donnera lieu à des ensablements et à des envasements non seulement dans la Coupure elle-même, mais aussi dans certaines régions de l'amont, par suite du retrécissement du lit ; que le Grande Coupure ne tient pas compte du mouvement de l'eau dans l'Escaut ; et comme déduction, je pense qu'il serait opportun de ne pas exécuter la Grande Coupure.

L'abandon de ce projet permettrait de donner une meilleure solution pour l'entrée du canal-bassin et de lever toutes les difficultés que j'ai signalées pour les entrées tangentielles.

Oui, diront les coupuristes, mais en admettant la Grande Coupure rejetée, il faudra reprendre les études, examiner à nouveau tous les projets, re-encommissionner la question, et pendant tout ce temps, Anvers attendra impatiemment les murs de quais qui lui manquent.

Si le projet de la Grande Coupure était rejeté, nul doute que le lendemain nous, les anticoupuristes, nous ne soyons accusés d'être cause de ce que le port d'Anvers n'a pas d'emplacements suffisants, que c'est nous qui faisons décliner le port, que nous ruinons le commerce, etc., etc...

J'attendais l'objection, parce que je suis en possession d'une solution d'attente qui permet de donner une satisfaction immédiate aux désirs légitimes du commerce anversoïse ; cette solution est transactionnelle, je veux dire :

a) Qu'elle permet d'augmenter dans une très notable proportion ; les quais et les bassins d'Anvers et immédiatement, c'est-à-dire qu'il ne faudra que le temps de les construire sans aucun ouvrage préliminaire.

b) Qu'elle ne fait aucun travail qui soit inutile ou perdu lors de l'adoption de la solution définitive.

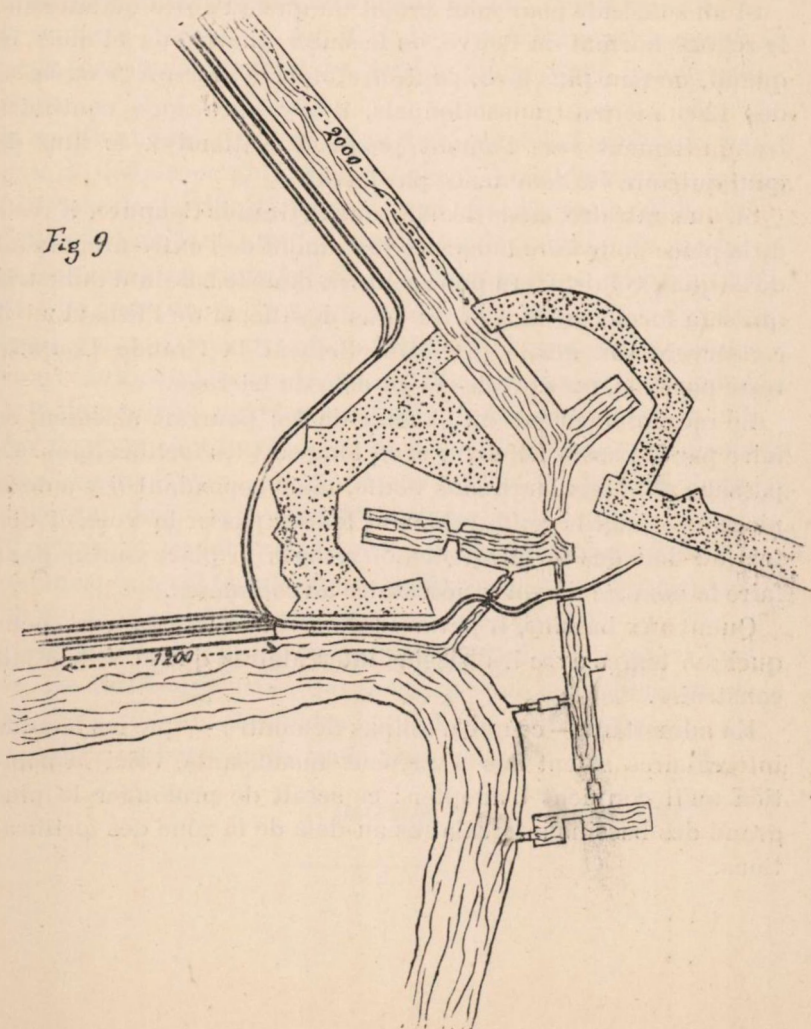
c) Qu'elle laisse la porte ouverte aussi bien au tracé de la Grande Coupure qu'au tracé conforme au régime du fleuve que j'ai moi-même indiqué.

d) Qu'elle est suffisamment vaste pour qu'en activant autant que possible ces travaux d'attente, ceux-ci ne seront pas terminés avant le temps voulu pour prendre une décision définitive au sujet du redressement de l'Escaut.

Tout le monde conviendra, qu'une solution de ce genre ne peut que s'imposer, et qu'il me suffira de l'indiquer pour qu'elle soit adoptée par tous, coupuristes, et anticoupuristes.

Et voici cette solution.

Fig 9



On sait que j'ai prévu dans le tournant d'Austruweel, pour mon projet, la construction de 2.200 mètres de murs de quai.

Il s'agirait de construire immédiatement les 1.200 mètres de murs de quai les plus en aval (voir fig. 9), ce qui augmenterait de plus de 20 % la quantité de murs de quai actuellement existants.

Il faudra déjà quelque temps pour construire ces quais : on n'a qu'à se rappeler la construction des murs de quai du Sud, pour avoir une idée approximative du nombre de mois qu'il faudra pour mener à bonne fin cette entreprise.

Celle-ci reste entièrement en dehors de la zone des fortifications actuelles, de sorte qu'on n'aura aucune difficulté du chef d'écluses, ou de fossés, etc.

Si on se décide pour mon projet ou quelque'autre maintenant le régime normal du fleuve, on le saura dans 12 ou 14 mois et quand, un peu plus tard, peut-être, on sera arrivé à l'extrémité des 1200 mètres transactionnels, il n'y aura qu'à continuer tranquillement vers l'amont jusqu'au Kattendyk le mur de quai qui aura été commencé par l'aval.

Si, au contraire, on se décide pour la Grande Coupure, il reste de la place pour faire le barrage en amont de l'extrémité amont de ce quai, celui-ci sera donc compris dans le bassin d'industrie qui sera formé au moyen du bras désaffecté de l'Escaut, et il conservera son utilité. Et naturellement la Grande Coupure reste possible, puisqu'elle est au-delà du barrage.

Le raccordement du chemin de fer pourrait aisément se faire par le bassin Lefebvre et en longeant les fortifications. Ce passage n'est pas large sans doute, mais cependant il y a de la place en quantité suffisante pour laisser passer la voie, et une fois au-delà des fortifications, on a toute la place voulue pour faire le nombre de voies nécessaire au commerce.

Quant aux bassins, il paraît y en avoir suffisamment pour quelque temps avec les bassins intercalaires que la Ville a fait construire.

En admettant — ce qui n'est pas démontré — que les bassins intercalaires soient dès à présent insuffisants, voici la solution qu'il convient d'adopter : ce serait de prolonger le plus grand des bassins intercalaires au-delà de la zone des fortifications.

On me dit — mais ici je dois m'en tenir aux renseignements qui me sont donnés, parce que cette question sort de ma compétence, — qu'en faisant des talus plongeant dans le canal, il n'y aurait pas grande objection au point de vue militaire, étant donné surtout le sort qui paraît réservé à cette partie de l'enceinte.

Au point de vue de la Grande Coupure, il n'y a évidemment rien à reprocher à ce dispositif, puisqu'il suit absolument le projet du Gouvernement.

Au point de vue du canal qu'il faudrait réellement faire, à mon idée, pour aller chercher les navires au Kruischans, cet élément de longueur en plus pour le bassin intercalaire est à peu près indifférent.

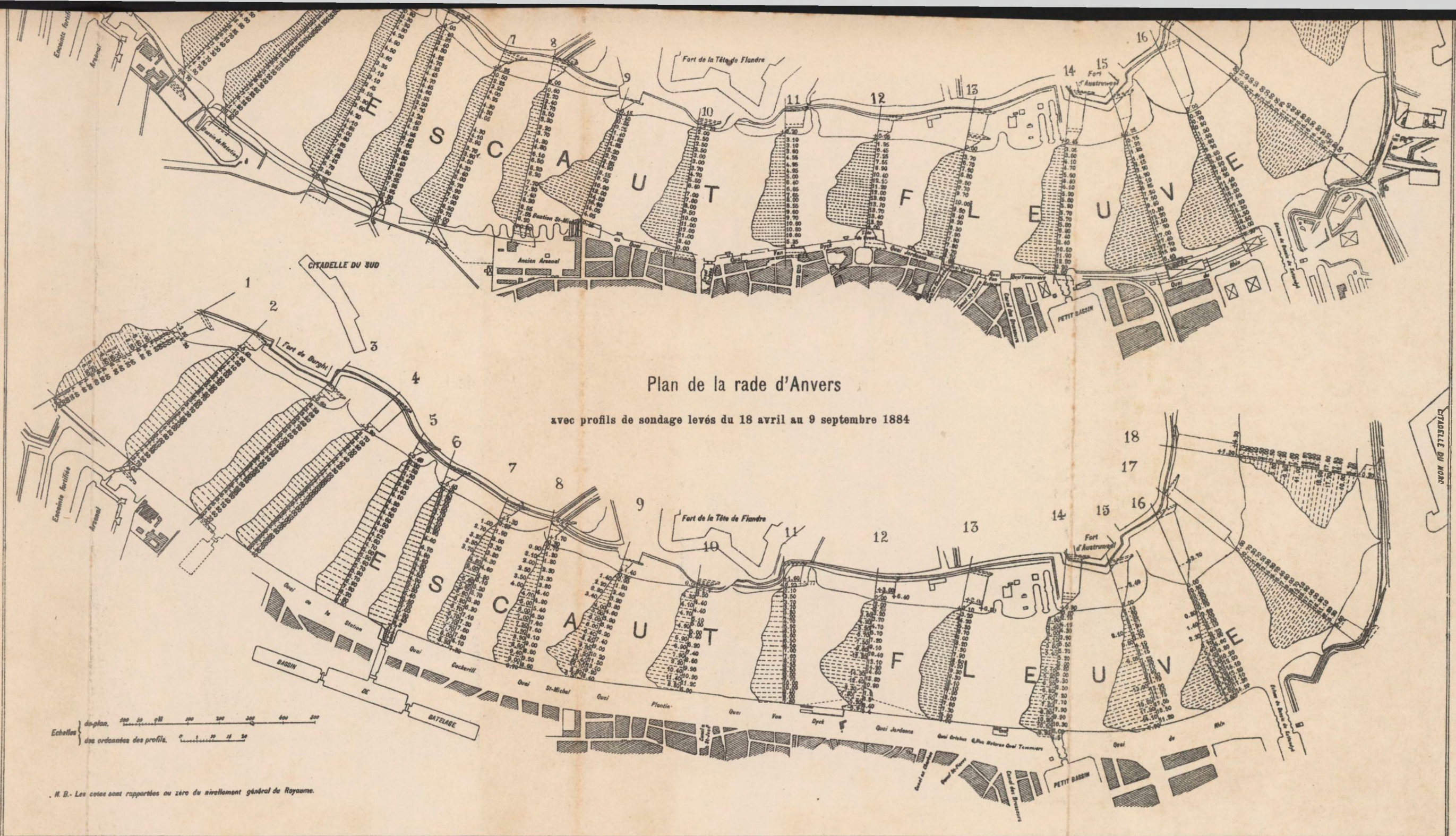
Quant au raccordement de chemin de fer, il pourra se détacher, comme l'indique la fig. 9, de l'embranchement des quais, faire le tour de la citadelle du Nord et longer ainsi le nouveau bassin.

Je mentionne ici, de peur qu'on dise que je l'ai oublié, la nécessité de détourner autour de ce bassin l'écoulement des eaux par le fossé des fortifications, mais ceci n'est guère une difficulté.

Telle est donc la solution d'attente que je propose. En conduisant les travaux à toute vitesse, on pourrait construire les 1200 mètres de murs de quai en un an et demi à deux ans ; dans ce délai, il n'y aura donc pas un instant de perdu pour la fourniture de nouveaux emplacements aux navires. Quoiqu'on fasse, on ne pourra jamais rien construire aussi rapidement que cette longueur de nouveaux quais, et si, comme je l'espère, les partisans de la loi sinusoidale, les partisans du vrai régime du fleuve l'emportent dans la discussion actuelle, avant quatre ans ces 1200 mètres pourront être raccordés jusqu'au quai du Rhin par un nouveau mur et former ainsi un développement augmentant de 40 % la longueur actuelle des quais de l'Escaut.

Il est impossible aux coupuristes d'en dire autant, et c'est nous, les anti-coupuristes, qui sommes seuls en possession de la solution pouvant satisfaire le plus vite et le mieux aux exigences du commerce et du trafic anversoïs.

Ostende, le 7 novembre 1905.



Plan de la rade d'Anvers

avec profils de sondage levés du 18 avril au 9 septembre 1884

Echelles
de plan. 0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500
des ordonnées des profils. 0 1 2 3 4 5

N.B. - Les cotes sont rapportées au zéro du nivellement général du Royaume.

LA

222879

PROPAGATION DE LA MARÉE

DANS

L'ESCAUT RECTIFIÉ

CONFÉRENCE DONNÉE LE 11 JANVIER 1906

à l'Association

des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Gand

PAR

C.-J. VAN MIERLO

INGÉNIEUR HONORAIRE DES PONTS ET CHAUSSÉES

ANCIEN INGÉNIEUR A L'ADMINISTRATION DE LA MARINE

INGÉNIEUR PRINCIPAL A LA COMPAGNIE DES WAGONS-LITS

Extrait des Annales de l'Association

des Ingénieurs sortis des Ecoles spéciales de Gand

Année 1905 — Tome IV, 3^e série — 3^e fascicule.

MONS

IMPRIMERIE DEQUESNE-MASQUILLIER & FILS

1905

LA
PROPAGATION DE LA MARÉE
DANS
L'ESCAUT RECTIFIÉ

CONFÉRENCE DONNÉE LE 11 JANVIER 1906
à l'Association
des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Gand

PAR
C.-J. VAN MIERLO

INGÉNIEUR HONORAIRE DES PONTS ET CHAUSSÉES
ANCIEN INGÉNIEUR A L'ADMINISTRATION DE LA MARINE
INGÉNIEUR PRINCIPAL A LA COMPAGNIE DES WAGONS-LITS

La question du redressement de l'Escaut en aval d'Anvers a donné lieu déjà à bien des discussions sur les courbures des rives, les profondeurs du chenal, la longueur des quais possibles et maints autres éléments qui intéressent particulièrement l'utilisation commerciale du fleuve. Mais plus récemment, il a été soulevé un autre débat d'un ordre plus scientifique : c'est la question de la propagation de la marée dans l'Escaut.

Dans une brochure qui a paru en 1905 dans ces Annales, j'ai montré que l'exécution de la Grande Coupure aurait pour résultat immédiat les deux conséquences suivantes :

1° supprimer de la masse d'eau en mouvement dans le fleuve, un volume de 21.000.000 de mètres cubes ;

2° diminuer le volume amené par la marée de 7.700.000 m³, ce qui, à mon idée, doit être considéré comme un défaut capital du tracé proposé par le Gouvernement.

Ces reproches ont été vivement ressentis par les défenseurs de la Grande Coupure, et le Chef du Département des Travaux publics y a répondu dans un discours prononcé le 8 décembre dernier à la Chambre des Représentants.

Le 1°, c'est-à-dire la perte brute de 21.000.000 de m³ dans le volume d'eau en mouvement dans l'Escaut, n'a donné lieu à aucune réfutation, et en effet, elle ne peut être réfutée. L'Escaut voit sa masse d'eau diminuée de ce chiffre assurément important, il en résulte une diminution de sa puissance hydraulique, ou une perte de travail possible à peu près comme si on diminuait la masse d'un pendule dont on chercherait d'autre part à prolonger les oscillations pendant un maximum de temps. Il est donc acquis que ceci, à ce point de vue, est une perte complète.

Le 2°, c'est-à-dire la diminution du volume amené par la marée, a provoqué une longue et intéressante réplique, et c'est l'examen de cette réplique qui va faire l'objet de cette note.

La théorie exposée par M. le Ministre à la Chambre peut se résumer en quatre propositions à savoir :

a) La perte de marée n'est pas de 7.700.000 m³, mais bien de 6.000.000 m³, car la véritable capacité d'emmagasinement ne correspond pas au volume compris entre les niveaux de marée basse et de marée haute, mais bien à la hauteur représentée par la dénivellation entre les deux étales de courant.

b) De ces 6.000.000 de m³, j'en récupérerai 2.000.000 par l'augmentation de la facilité de propagation dans le nouveau lit par rapport à l'ancien.

c) J'en récupérerai 3.500.000 par une meilleure utilisation du volume enveloppe de la marée en amont d'Anvers, de sorte que la fraction de ce volume enveloppe occupé à chaque instant par la marée sera plus considérable après les travaux qu'avant.

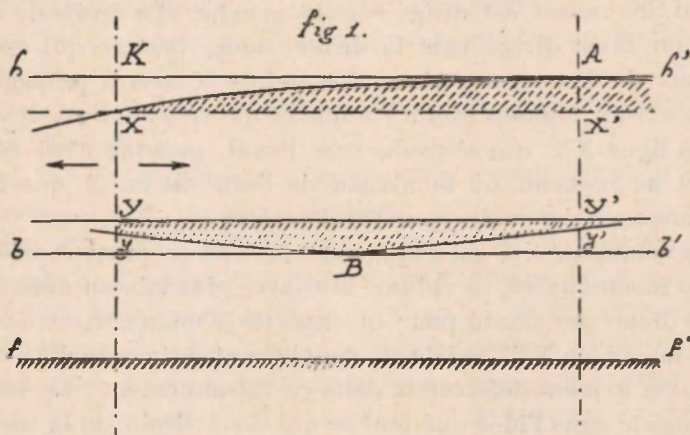
d) Il me reste donc un déficit de 500.000 m³, mais celui-ci sera compensé *et bien au-delà* par une augmentation de l'amplitude de la marée dans la région amont, par suite d'approfondissements du lit qui abaisseront le niveau de marée basse.

La conclusion de ces quatre propositions, c'est qu'en raccourcissant le fleuve de 2.750 mètres, on ne lui a finalement pas enlevé d'eau. Au contraire, les mots « et bien au-delà », qui se trouvent à la page 157, col. 1, des *Annales parlementaires*, constituent même l'affirmation qu'en diminuant la longueur du fleuve, il y circule plus d'eau.

La conclusion, à première vue, semble invraisemblable, mais nous savons qu'avec les fleuves à marée, le vrai peut quelquefois n'être pas vraisemblable. En tout cas, cela mérite d'être examiné de près ; et pour cela, nous allons étudier successivement chacune des quatre propositions qui ont conduit à cette conclusion.

PREMIÈRE PROPOSITION.

Représentons par hh' , le lieu géométrique des marées hautes de Kruisschans à Anvers, par bb' le lieu géométrique des marées basses, et par ff' le fond du fleuve.



Considérons, par exemple, le moment où il y aura marée haute à Anvers : c'est à ce moment qu'il y a étale de courant vers le Kruisschans et que le courant de jusant commence à se faire sentir. L'eau est déjà descendue au Kruisschans, et la courbe instantanée de la marée à ce moment est AX . Si donc, on admet avec le Ministre qu'il faut considérer comme limite de la capacité d'emmagasinement, l'étales de courant, on tracera

le lieu géométrique XX' des points X et c'est cette ligne qui limitera vers le haut le volume d'eau qui devra être considéré comme perdu. Or, on voit qu'au moins pendant un instant, celui que j'ai considéré, à savoir celui de la marée haute à Anvers, il y a dans la section du fleuve que nous étudions, plus d'eau que le volume que le Ministre a adopté, que par conséquent la ligne XX' n'est pas la limite vers le haut de ce volume et que dès à présent, pour la marée haute, la proposition 1 est fausse.

On me dira : comment une pareille erreur est-elle possible ? Comment a-t-on pu se tromper ainsi, sur une question qui paraît si évidente ?

Pour le montrer, je vais refaire le raisonnement — faux d'ailleurs — qui a conduit à cette erreur, ceci afin de montrer combien on est exposé à se tromper dans ces questions de transmission d'ondes et de marées.

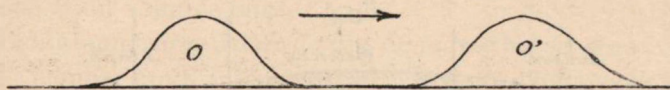
Voici ce raisonnement faux : Puisque c'est dans la section K que se produit le renversement du courant, à gauche de ce point, le courant est dirigé vers la gauche, et à droite de cette section, il est dirigé vers la droite. Donc, tout ce qui est au-dessus du lieu géométrique des points X sert à propager la marée vers l'amont et il n'y a que ce qui se trouve au-dessous de la ligne XX' qui s'écoule vers l'aval, puisque c'est seulement au moment où le niveau de l'eau est en X que l'eau commence à descendre vers l'embouchure.

Le volume $h' XX'$ est acquis au fleuve au moment considéré, et un instant après, ce volume se trouve plus loin en amont ; il n'est donc pas perdu pour la capacité d'emmagasinement et c'est donc bien XX'' qui limite vers le haut cette capacité.

Où est le point défectueux dans ce raisonnement ? Le voici : il consiste dans l'idée que tout ce qui est à droite de la section K ou de la section de courant étalé, participe à l'alimentation de l'amont. Montrons ceci clairement : si nous avons une surface d'eau et une onde de translation ou d'oscillation, comme on voudra, en O on la verra se déplacer d'un mouvement apparent vers la droite et arriver au bout d'un certain temps en O' .

Mais nous savons par la théorie des ondes que cela ne veut pas dire que le volume d'eau O ait été transporté en O' ; nous

fig 2.



savons que c'est une simple transmission de proche en proche, qu'on admette l'hypothèse du mouvement oscillatoire de Brémontier ou celle du syphonnement de M. Virla, ou celle du mouvement orbitaire du colonel Emy. Il suffit, du reste, d'observer un corps flottant sur une surface parcourue par des ondes, ou bien de comparer la vitesse de propagation des ondes et la vitesse des courants qui parcourent une même nappe d'eau, pour s'en convaincre.

Il en est pour l'onde marée comme pour toutes les autres, et spécialement dans le mouvement de la marée de l'Escaut, nous avons deux causes de dénivellation :

1° un mouvement dû à la pente superficielle qui se produit parce que l'eau monte à Flessingue avant qu'elle ne monte dans le fleuve ;

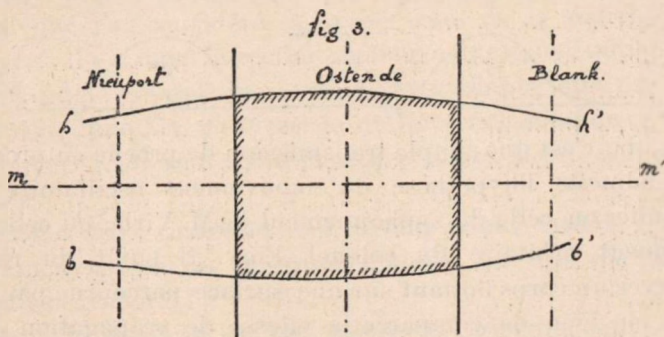
2° un mouvement oscillatoire dû à la propagation de l'onde dans l'Escaut.

La théorie ministérielle tient compte exclusivement de la première cause de dénivellation, c'est-à-dire qu'elle serait exacte s'il n'y avait que cette seule cause de montée et de descente de l'eau, et elle ne tient pas compte du mouvement ondulatoire de la nappe d'eau. Si, dans le cas qui nous occupe, une telle erreur a été possible, c'est à cause de la proportion qui existe dans l'Escaut, entre le volume d'eau amené par la pente superficielle et celui qui est amené par le mouvement ondulatoire, proportion assez considérable dans l'Escaut belge surtout.

Sans cette circonstance, la théorie ministérielle eût conduit à des résultats absurdes.

Pour faire toucher ceci du doigt, reprenons la proposition que « la capacité d'emmagasinement ne correspond pas au volume compris entre les niveaux de marée haute et de marée basse, mais bien à la hauteur représentée par la dénivellation

entre les deux étales de courant », et appliquons cette proposition à un endroit où la pente superficielle est notablement moins importante que le mouvement ondulatoire, par exemple à la côte de Belgique aux environs d'Ostende.



Dans cette région, appelons mm' le niveau moyen de la mer, hh' le niveau de l'eau au moment de la marée haute à Ostende, et bb' le niveau de l'eau au moment de la marée basse à Ostende, les niveaux à Nieuport et à Blankenberghe étant un peu supérieurs à celui d'Ostende à mer basse et un peu inférieurs à mer haute.

Si nous voulons savoir, avec notre système, quelle est la capacité d'emménagement d'une certaine portion de la mer dans le voisinage d'Ostende, nous dirons que c'est le volume compris entre marée haute et marée basse, ou celui que j'indique par des hachures.

Pas du tout — dit le Ministre — il faut prendre la différence entre les niveaux des étales de courant. Or, l'étales de courant de flot à Ostende se fait environ trois heures après mer haute, et l'étales du courant de jusant se fait trois heures après mer basse, donc l'un et l'autre à peu près au niveau de mi-marée mm' . Il se fait donc qu'avec la théorie ministérielle, la capacité d'emménagement d'une partie de mer devant Ostende serait nulle puisque les cotes des deux étales sont les mêmes, ce qui revient à dire qu'il n'y a pas plus d'eau à mer haute qu'à mer basse. On voit à quelle absurdité on arrive.

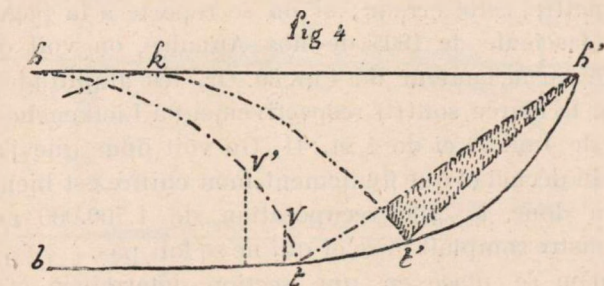
Si, pour la Grande Coupure, on n'arrive pas à une chose aussi criante, c'est que la pente superficielle a une importance considérable dans la propagation de la marée dans l'Escaut ; et si,

néanmoins, il y a une erreur, c'est parce que malgré l'importance de la pente superficielle, celle-ci n'est pas tout et que le mouvement ondulatoire intervient.

Voilà donc clairement indiquée la fausseté de la première proposition à marée haute.

Examinons maintenant le cas de marée basse. Nous considérons comme limite inférieure de la capacité d'emmagasinement, une ligne telle que yBy' (fig. 1) correspondant à la marée basse en un point B, à déterminer, du reste, entre Anvers et Kruisschans ; l'étales de courant a un lieu géométrique YY' situé au-dessus de la ligne yBy' , de sorte que l'interprétation de M. le Ministre exclut de la capacité d'emmagasinement le volume $YY'y'By$.

Il est aisément visible que ce volume ne peut être exclu : en effet, soit hh' le lieu géométrique de marée haute étendu jusqu'au point où la marée cesse de se faire sentir ; le lieu géométrique de marée basse sera dans ces conditions hh' .



A un instant t , la forme de l'axe hydraulique sera hth' , et à un instant un peu ultérieur, cette forme sera $kt'h'$. Si on regarde maintenant la partie hachurée, on voit que depuis l'instant t jusqu'à l'instant t' , l'eau a baissé sur tout l'amont du fleuve et cet espace ne peut être rempli que par l'onde marée qui s'avance de h vers k et vers h' . Or, c'est bien là, croyons-nous, la meilleure définition que l'on puisse donner de la capacité d'emmagasinement.

Que maintenant le changement de sens dans les courants se fasse quand l'eau a monté de dix centimètres ou d'un mètre,

soit en V ou en V' , qu'est-ce que cela peut bien faire à la question, puisque c'est le point t ou le point t' , du lieu de marée basse, qui détermine le segment élémentaire $th't'$ à remplir ultérieurement par la marée, que la situation de ce point est indépendante de la hauteur d'eau à laquelle se fait le changement de courant et qu'en étendant successivement ce segment à tous les instants, on finira par reproduire le volume complet $hh'h$? C'est donc bien le lieu géométrique de marée basse qui doit être envisagé comme limite inférieure de la capacité d'emmagasinement, et la première proposition est donc fausse aussi à marée basse comme elle est fausse à marée haute.

Elle est donc entièrement inadmissible.

Oui, me diront les coupuristes, mais votre chiffre est inexact aussi, puisque vous comptez le volume entre les lignes hh' et bb' et que cet espace présente toujours un certain déchet à cause de la courbure des axes hydrauliques?

Le reproche serait fondé si j'avais pris toute la hauteur verticale comprise entre ces deux lignes; mais je n'ai eu garde de commettre cette erreur; si on se reporte à la page 24 du premier fascicule de 1905 de nos Annales, on voit que j'ai multiplié par la hauteur de 4 m. 30. Or, les amplitudes complètes de la marée sont⁽¹⁾ respectivement à Liefkenshoek et à Anvers de 4 m. 58 et de 4 m. 41. On voit donc que j'ai tenu compte du déchet et que finalement mon chiffre est bien exact.

Il y a donc là une récupération de 1.700.000 m³ que M. le Ministre comptait faire et qui ne se fait pas.

Lorsqu'on se place en une section déterminée et qu'on regarde passer l'eau, et qu'on veut mesurer le débit du fleuve, il faut considérer les étales de marée à l'exclusion des niveaux de marée haute et de marée basse, parce qu'on estime la vitesse du courant et le temps pendant lequel il se fait sentir. Mais quand on considère tout un tronçon du fleuve et la capacité d'emmagasinement, ce sont bien les niveaux de marée haute et de marée basse qu'il faut prendre et pas les étales de courant.

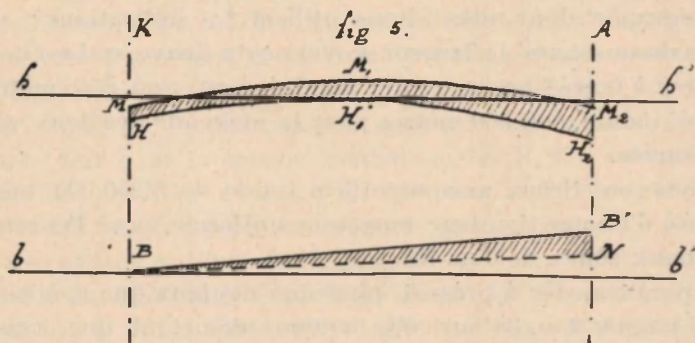
(1) ROCHET. *Description hydrographique de l'Escaut*, p. 107.

DEUXIÈME PROPOSITION.

Je reproduis ici, pour éviter toute équivoque, le texte entier de la proposition tel qu'il se trouve dans les *Annales parlementaires*.

« Il est évident — dit M. le Ministre — que le débit du flot » à l'aval de la Coupure tendra à augmenter, par le fait que la » propagation de la marée sera rendue plus facile dans le lit » régulier et profond de la Grande Coupure que dans le lit » abandonné présentant des hauts-fonds et des courbes accen- » tuées ; de ce chef, la capacité d'emmagasinement disponible » entre marée basse et marée haute sera utilisée dans une » plus grande mesure dans le nouveau lit, d'où, d'après les » résultats des calculs, une récupération partielle du volume » en question à concurrence de 2.000.000 de m³ ».

Traduisons ceci encore par une figure, afin de mieux voir ce que cela veut dire : soient hh' le lieu géométrique des marées



hautes et hh' le lieu géométrique des marées basses ; soient A l'emplacement d'Anvers et K l'emplacement du Kruisschans. Nous supposerons qu'on ait superposé les profils en long du nouveau lit et de l'ancien, de manière que la distance AK soit la même : les échelles des longueurs seront donc différentes suivant que l'on veut que la figure représente l'ancien lit ou le nouveau, mais ceci n'a aucun inconvénient pour l'exposé qui va suivre.

Cette partie du discours ministériel veut dire que si, actuellement, avec le lit sinusoïdal, la courbe de marée haute affecte une forme HH_1H_2 , au moment où elle passe entre Kruisschans

et Anvers, et la courbe de marée basse une forme BB, au moment où la tête de flot va commencer à se faire sentir au Kruisschans, avec le nouveau lit, la première courbe sera remplacée par une autre MM, M₁ et la seconde par une nouvelle ligne BN ; que le nouveau lit fera donc gagner les surfaces hachurées et que ces surfaces représentent ensemble un volume de 2.000.000 de m³. Aucune autre explication de ce texte n'est possible, car ce que l'on pourrait gagner en amont d'Anvers comme volume de marée, forme l'objet de la troisième proposition, et nulle part, dans cette partie du discours où il est question de récupération, il n'est parlé de la partie en aval du Kruisschans.

Cela étant, examinons les calculs dont il vient d'être parlé : nous en connaissons le résultat : 2.000.000 de mètres cubes ; nous connaissons aussi la longueur du tronçon de fleuve considérée, qui est : 8.700 mètres, longueur de la nouvelle Coupure, plus 1800 mètres, distance du coude d'Austruweel jusqu'au marégraphe dont nous allons utiliser les indications ; nous connaissons aussi la largeur moyenne du fleuve, qui est de 450 mètres à marée basse, ce qui conduit à environ 550 mètres à marée haute, soit 500 mètres pour la moyenne des deux zones hachurées.

Nous en tirons une superficie totale de 5.250.000 mètres carrés, d'où une hauteur moyenne uniforme, pour l'ensemble des deux zones, de 0 m. 38.

Il paraîtra, dès à présent, plus que douteux que l'on puisse ainsi gagner 0 m. 38 sur cette hauteur et surtout que, comme la hauteur gagnée ne sera vraisemblablement pas uniforme, en certains points elle sera au-dessus de ce chiffre moyen et ira donc vers le demi-mètre.

Examinons cela de plus près : la hauteur de la marée moyenne se trouve à Liefkenshoek à 4 m. 51 au-dessus du zéro ; et à Anvers, à 4 m. 54 au-dessus de ce repère (Rochet, p. 105), c'est-à-dire que la ligne *hh'* est sensiblement horizontale, ou en d'autres mots que le sommet de l'onde formée par la marée ne se relève pour ainsi dire pas, ce qui existe, du reste, dans la plupart des rivières à marée.

La Grande Coupure revendiquant la propriété de donner un passage plus facile à la marée que le cours actuel du fleuve, il n'y a aucune raison de supposer que le niveau de marée haute entre Anvers et Kruisschans se relèvera : d'habitude, quand une eau a un écoulement plus facile, on en conclut que le niveau baisse ; ici, cependant, nous n'irons pas jusque là, et nous dirons que le niveau restera sensiblement le même : cela veut dire que le point M' se confond avec le point H' .

Dès lors, tout ce que l'on peut gagner reste inférieur au volume représenté en coupe par les deux segments $H h H_1$ et $h' H_1 H_2$. On sait, par les observations de marée, que lorsqu'il y a marée haute à Anvers, l'eau est descendue de 0 m. 20 environ à Liefkenshoek, de sorte qu'en prenant la position moyenne de l'onde lorsque le sommet se trouve à mi-distance entre Kruisschans et Anvers, on aura $Hh = h' H_1 = 0$ m. 10.

En adoptant maintenant pour la courbe $H H' H_1$ une ligne quelconque, parabole, sinussoïde ou trochoïde, comme on voudra, ce qui est indifférent pour une ligne dont les abscisses extrêmes se trouvent à 5.250 mètres du sommet et dont les ordonnées pour ces abscisses ne sont que de 0 m. 10, on trouve que le volume compris entre le lieu géométrique de marée haute et la courbe instantanée $H H_1 H_2$, est égal à la superficie de l'Escaut entre Kruisschans et Anvers multipliée par le $\frac{1}{3}$ de l'ordonnée extrême, ce qui correspond à 3 centimètres et à un volume de 173.250 m³.

Voilà donc la limite supérieure de ce qu'il est possible de récupérer à marée haute. Et j'insiste sur le point suivant : c'est qu'il ne faut pas considérer le mot « limite » dans le sens que nous donnons habituellement à cette expression en mathématiques ; je veux dire que le vrai volume que l'on pourra récupérer ne s'approchera pas autant qu'on le voudra de ce chiffre ; qu'il en restera même très éloigné ; et si j'ose employer une image qui rend bien ma pensée, je dirai que ce chiffre de 173.250 m³ est une « limite lointaine », car pour qu'elle pût être atteinte, il faudrait qu'il y eût marée haute partout à la fois de Kruisschans à Anvers, ce qui est évidemment impossible : il y aura toujours, quoiqu'on fasse, un gros quart d'heure ou 20 minutes entre le moment de la marée haute à Kruisschans

et le même moment de marée haute à Anvers, et par suite, la courbe $H H_1 H_2$, ne pourra jamais être remplacée par la ligne $h h'$.

Considérons maintenant ce qui se passe à marée basse. Nous trouvons dans les ouvrages, que la cote moyenne de marée basse est de $- 0$ m. 06 à Liefkenshoek et de $+ 0$ m. 13 à Anvers.

Nous savons, par les discours prononcés en faveur de la Grande Coupure, que les auteurs de ce projet comptent beaucoup sur l'abaissement du niveau de marée basse pour améliorer la circulation de l'eau dans l'Escaut. De combien espèrent-ils diminuer la hauteur de 0 m. 19 séparant les niveaux de marée basse à Anvers et à Liefkenshoek ? Ils ne nous l'ont pas dit, mais il est certain qu'ils ne peuvent espérer davantage que d'abaisser le niveau d'Anvers à la même cote que celui de Liefkenshoek, car au moment où la tête de flot se trouve là, il y a tout de même encore un courant de pente d'Anvers au Kruisschans.

Mais, cependant, estimons encore la limite lointaine qui consisterait à supposer marée basse partout à la fois entre ces deux points, et on trouverait ainsi que cette limite lointaine est de :

$$\frac{10.500 \times 450 \times 0.19}{2} = 449.000 \text{ mètres cubes.}$$

ce qui, ajouté aux 173.000 m³ de marée haute, font ensemble 622.000 m³.

Telle est donc la limite lointaine qu'il n'est pas possible d'approcher, et il est évident que le vrai chiffre que l'on pourra rattraper, eu égard à la deuxième proposition, n'atteindra qu'une fraction assez faible de ce cube. Quelle fraction maintenant ? Ce qui va suivre immédiatement montrera que cette recherche est, pour le moment, superflue.

Il paraît certain, dès à présent, qu'il y a eu dans les calculs auxquels M. le Ministre a fait allusion, quelque grosse erreur d'inattention ; mais en y regardant de plus près, on voit bientôt qu'il y a tout autre chose : c'est que les calculs en question n'existent pas.

Et en effet, d'après la proposition.1 : « la véritable capacité d'emmagasinement ne correspond pas au volume compris entre les niveaux de marée basse et de marée haute, mais bien à la hauteur représentée par la dénivellation des deux étales de courant ».

Or, dans le cours actuel de l'Escaut, on ne sait pas d'une manière exacte à quel moment de la marée le courant se renverse : si nous traçons le diagramme de la marée, nous savons bien que l'eau est déjà descendue quand le jusant commence à s'établir et que ce niveau est, par exemple, en F ; et on sait bien aussi que c'est quand l'eau est montée jusqu'en J que le courant de jusant finit.

Mais la hauteur h entre les niveaux F et J est inconnue : il n'existe, à l'heure actuelle encore, sur le fleuve, aucune station d'observation à enregistreur qui permette de voir le moment où le courant change de sens.

Si donc, on demandait, en ce moment, quelle est ce que M. le Ministre appelle la « véritable capacité d'emmagasinement » du fleuve, on ne pourrait produire aucun système d'observation continue, ne fût-ce que pendant une seule lunaison, permettant d'établir une première moyenne approximative.

Il n'y a, comme observations intermittentes, que celles du service hydrographique qui ne comprennent que des marées diurnes (de 8 à 18 heures), donc pas encore une marée complète, et pendant la campagne hydrographique (donc pendant 4 ou 5 mois sur 12) et en une seule station à la fois sur toute l'étendue du fleuve.

Si donc on avait voulu aborder par le calcul le problème de savoir quelle est la « véritable capacité d'emmagasinement » dans le sens où M. le Ministre l'entend, il eût fallu commencer par établir des postes d'observation enregistrant la hauteur de l'eau — cela existe — et l'instant où le courant change de sens — cela n'existe pas.

Ces observatoires n'existant pas, les observations n'existent pas non plus et la question n'a même pu être abordée.

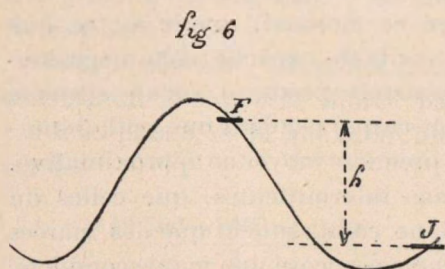
Si on veut dire qu'on a procédé par approximation estimée, c'est-à-dire qu'on se serait dit par exemple « Admettons qu'au moment où le courant de flot change de sens pour être

remplacé par le courant de jusant, le niveau de l'eau soit descendu de x centimètres, et calculons ainsi... », je dirai : non, parce que c'est admettre comme connu précisément ce que l'on cherche, et qu'il est plus simple de dire dans ces conditions « Admettons que nous récupérons 2.000.000 de m³ et cela suffit pour les ravoir... ».

Et puis encore, même en allant dans cet ordre d'idées, je ferai observer qu'il résulte des expériences de Petit, que le courant de jusant ne s'établit pas dans le fleuve au même instant pour la rive droite que pour la rive gauche ; que le courant est déjà établi — ceci surtout pour le courant de flot — dans le fond de la rivière alors qu'il y a encore la fin du courant opposé à la surface.

Les cubes qui s'échangent ainsi entre l'amont et l'aval d'un point donné du fleuve pendant le temps où le courant change,

ont une importance qui n'est pas négligeable devant le volume de 2.000.000 de m³ qu'on pense récupérer, de sorte que même la fixation des niveaux F et J ne permettrait pas encore de justifier le volume que l'on pense retrouver.



Tout ce qui précède, comme observation des courants, s'adresse évidemment au lit existant de l'Escaut ; inutile de dire que pour ce qui concerne le lit futur du fleuve — et en réalité c'est de celui-là qu'il devrait s'agir surtout — l'indétermination est encore plus grande, s'il est possible, et que l'on se trouve entièrement dans le domaine des hypothèses et du rêve.

En résumé donc, la deuxième proposition, si nous considérons comme on le fait d'habitude, la capacité d'emmagasinement comme comprise entre les niveaux de marée haute et de marée basse, est erronée :

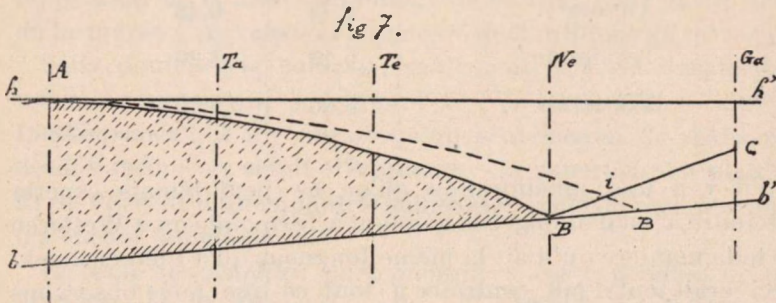
1° d'un volume de 1.378.000 mètres cubes ;

2° d'une partie considérable du volume de 622.000 mètres cubes qui forme la limite lointaine de ce que l'on peut regagner.

Si on considère la capacité d'emmagasinement comme le fait M. le Ministre, la proposition n'a pas d'existence réelle.

TROISIÈME PROPOSITION.

Ici encore, nous traduirons utilement le texte du discours ministériel en une figure : soit encore hh' le lieu géométrique de marée haute, et bb' le lieu géométrique de marée basse, et représentons sur le profil en long développé du fleuve successivement la situation d'Anvers, Tamise, Termonde, Wetteren et Gand. Nous savons que lorsqu'il y a marée haute vers Anvers, il y a marée basse vers Wetteren, de sorte que la courbe réelle de l'eau sera la ligne $A B C$, ce qui indique encore une zone de jusan de Wetteren à Gand.



Ce que M. le Ministre a appelé le volume enveloppe de l'onde marée, c'est le volume $hh' bb'$, et la partie hachurée de ce volume est la portion qui est occupée par l'onde marée au moment de la marée haute à Anvers. C'est ce volume là que le Ministre compte augmenter par l'adoption de la Grande Coupure : « Le flot — dit-il — arrivera à Anvers animé d'une » force vive supérieure à celle d'aujourd'hui ; la vitesse de propagation sera accrue et cet accroissement affectera principalement la tête de flot, ce qui aura pour effet d'allonger le » gagnant et la durée du flot et d'augmenter le débit de ce » dernier ».

La théorie ministérielle consiste donc à dire : par la Grande Coupure, je remplacerai la courbe $A B$ par $A B'$ et je gagne ainsi le segment $A B i$.

Il peut paraître extraordinaire, et en tout cas extrêmement contestable, que les travaux de la Grande Coupure aient une répercussion quelconque, en tant que moyenne, à une distance de plusieurs dizaines de kilomètres en amont d'Anvers. Mais

admettons même cela sans autre discussion, et voyons quelle peut être au maximum l'importance de ce segment. Pour cela, considérons la longueur en heures et minutes du gagnant et du perdant respectivement à Liefkenshoek, Anvers, Termonde et Wetteren. Les chiffres sont :

	GAGNANT	PERDANT
Liefkenshoek . . .	5.52	6.38
Anvers	5.42	6.48
Termonde	5.10	7.20
Wetteren	5.00	7.30

S'il y a une amélioration qu'on ne peut jamais espérer atteindre, c'est d'allonger le gagnant à Termonde ou à Wetteren de telle manière qu'il ait la même longueur qu'à Liefkenshoek. Ceci serait tout à fait contraire à tout ce que nous observons dans toutes les rivières, même les plus larges et les mieux tracées au point de vue de la propagation de la marée ; c'est cependant ce que je vais admettre pour calculer le volume du segment.

J'admets donc, pour un moment, qu'après l'exécution de la Grande Coupure, la marée monterait depuis 52 minutes à Wetteren à l'instant où elle commence seulement à monter dans la situation actuelle.

Avec la courbe de marée de Wetteren, cela fait une augmentation moyenne de 0 m. 20 de la tranche d'eau de Wetteren à Termonde, augmentation qui, à partir de là, irait en diminuant jusqu'à Anvers. Avec la superficie de l'Escaut, on trouve que ce segment comprend :

d'Anvers à Tamise . . .	10.000.000 × 0.05	500.000 m ³
de Tamise à Termonde . .	3.000.000 × 0.15	450.000 m ³
de Termonde à Wetteren .	1.500.000 × 0.20	300.000 m ³

de sorte que le volume total est de 1.250.000 m³
soit à peine le tiers du chiffre cité par M. le Ministre.

Or, ce chiffre suppose déjà des conditions si favorables qu'elles ne pourront jamais être réalisées : il faudrait, en effet, pour qu'elles pussent se réaliser, que la marée soit transmise sans résistances, sans pertes de frottement sur les parois ou le fond du fleuve et aussi sans frottement de l'eau sur elle-même. Il faudrait, en outre, enlever toute pente de fond sur toute cette partie de l'Escaut, ce qui ne paraît guère concorder avec les circonstances topographiques.

« Il suffirait — dit M. le Ministre — que les travaux projetés portent de 85 à 90 % l'utilisation moyenne du volume enveloppe total de la marée en amont de la ville, pour que le débit de la marée à Anvers soit augmenté de 3 millions de m³. »

Sans doute, cela suffirait; seulement cela est irréalisable, même en supposant le gagnant de Wetteren égal à celui de Liefkenshoek; il n'y aurait qu'un seul moyen de réaliser ce desideratum : ce serait d'augmenter la superficie en plan du lit de l'Escaut d'une quantité suffisante; mais de ceci, personne n'a encore jamais parlé.

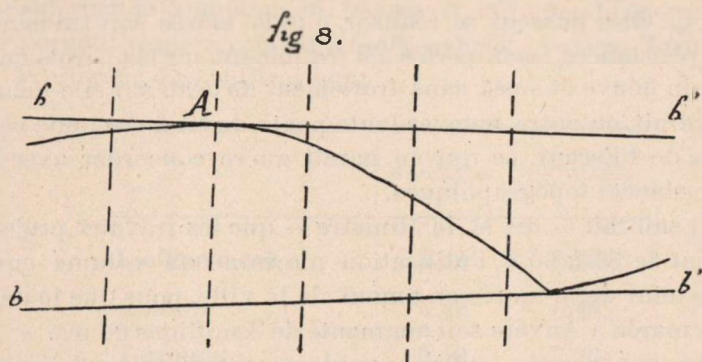
Le texte des *Annales parlementaires* est cependant un peu différent : M. le Ministre a dit : « il suffirait que les travaux projetés en amont d'Anvers portent de 85 à 90 % l'utilisation moyenne... etc. ».

Les mots « en amont d'Anvers » sont évidemment de trop pour deux raisons : d'abord parce que ces mots forment une sorte de confusion entre la troisième proposition et la quatrième que nous allons voir dans un instant, et ensuite, si on fait des travaux en amont d'Anvers, le volume enveloppe de la marée va changer et tous les calculs faits pour la troisième proposition sont à refaire.

Nous lisons aussi dans les dites *Annales*, que l'utilisation de la capacité du volume enveloppe est de 89 % en moyenne dans le Rupel et de 94 % dans la Durme.

Soit, mais ceci résulte uniquement et exclusivement de ce que la Durme et le Rupel sont trop courts pour qu'il puisse s'y produire un gagnant entier comme dans l'Escaut. Si hh' est le lieu géométrique de marée haute et bb' le lieu géométrique de marée basse, il suffit de prendre des tronçons de plus en plus courts du fleuve pour que l'utilisation croisse de plus en plus.

Si on considérait une crique de quelques centaines de mètres de longueur, où par conséquent la marée haute aurait partout à la



fois à peu près le même niveau, on pourrait même trouver ainsi une utilisation de 100 %. Les chiffres indiqués pour le Rupel et pour la Durme sont donc curieux et intéressants, mais ils ne font absolument rien dans toute cette démonstration.

Comme conclusion, la troisième proposition doit donner à M. le Ministre :

1° une déception de 2.250.000 m³, différence entre le chiffre qu'il a cité et le volume d'une onde hypothétique dont la tête de flot aurait une vitesse égale à celle du sommet ;

2° une déception d'une partie du volume de 1.250.000 m³ qui est la différence entre l'onde hypothétique que je viens de dire et l'onde actuelle.

Remarquons, avant de finir, ce qui se rapporte à la troisième proposition, qu'en calculant dans l'hypothèse de la marée haute à Anvers, j'ai donné à la différence du 2° ci-dessus sa plus grande valeur : au fur et à mesure que l'onde s'avance vers l'amont, et surtout eu égard à ce qu'à une vingtaine de kilomètres en amont de Wetteren, l'Escaut est barré, la section du segment BA i diminue et en même temps la largeur du fleuve décroît, ce qui forme deux raisons pour que le volume théorique supplémentaire du 2° devienne plus petit.

Les deux chefs de récupération sur lesquels M. le Ministre comptait pour lui faire retrouver 5.500.000 m³ lui laisseront donc un premier déficit de

$$1.378.000 + 2.250.000 = 3.628.000 \text{ m}^3$$

et un second déficit comprenant une partie, que je laisse pour le moment indéterminée, des 1.872.000 m³ restants.

Ajoutant à ces déficits les 1.700.000 m³ provenant de la proposition 1, on voit dès à présent et sans calculs plus serrés, que la perte due à la Grande Coupure est dès à présent supérieure à 5.328.000 m³. Je veux spécifier bien explicitement ici que je ne crois pas devoir abandonner pour cela le chiffre de 7.700.000 m³ que j'ai établi dans une note précédente et que je continue toujours à considérer comme exact ; le chiffre de 5.328.000 m³ représente une première perte qu'il est facile, sans grande recherche et sans difficulté, de percevoir ; la détermination subséquente de la perte supplémentaire devrait donner lieu à des calculs plus serrés qu'il est inutile pour le moment d'effectuer, puisque le texte ci-dessus suffit pour prouver combien la théorie émise par M. le Ministre est inexacte.

QUATRIÈME PROPOSITION.

Je suis bien d'accord avec M. le Ministre sur le point qu'il explique, à savoir que si on approfondit le lit de l'Escaut en amont du Rupel et si on drague les bancs qui se trouvent dans le fleuve, on abaissera le niveau de marée basse dans toute la partie du fleuve où ce niveau est supérieur au zéro.

M. le Ministre estime le volume que l'on pourrait regagner ainsi à 500.000 mètres cubes au moins, je ne vois pas bien ce chiffre ; mais ceci n'a aucune importance pour le moment pour la raison suivante : c'est que ces approfondissements n'ont, pas plus que les changements de niveau à marée basse qui pourraient en résulter, aucun rapport avec la question de la Grande Coupure.

Nous, anticoupuristes, nous pouvons aussi approfondir, et de la même manière, le fleuve en amont de Rupelmonde ; nous pouvons aussi, et de la même manière, réaliser un volume plus grand entre les niveaux de marée basse et de marée haute, et nous obtiendrons des résultats semblables à ceux que le Gouvernement compte obtenir, que le chiffre de 500.000 mètres cubes soit exact ou pas.

Cette proposition ne doit donc pas entrer dans le compte des volumes récupérés ou récupérables en amont d'Anvers, grâce à la Grande Coupure. L'idée de remédier par des dragages directs

à la situation de la partie de l'Escaut située vers le Rupel et en amont, est, du reste, bien plus ancienne que le projet actuellement en discussion.

Je sais bien aussi qu'on a dit qu'il existait une sorte de réciprocité d'action entre la marée et les approfondissements, l'approfondissement du fleuve exerçant une action sur l'amplitude de la marée, et celle-ci, augmentée, réapprofondissant à son tour le fleuve par des courants plus intenses, et puis, de nouveau, ce réapprofondissement donnant un nouveau regain à la marée, et ainsi de suite. Mais tout ceci est de la spéculation pure que rien n'autorise ni ne justifie et qui ne tient pas à la discussion ; je ne m'y arrêterai donc pas plus longtemps.

Il demeure donc, de cette discussion, que la Grande Coupure affaiblira l'Escaut et qu'aucune des quatre propositions qui ont été avancées par M. le Ministre pour récupérer par ailleurs les pertes dues à la Grande Coupure, ne peut résister à un examen un peu détaillé ; à savoir :

- 1^o la première proposition est fausse ;
- 2^o la deuxième proposition ne peut avoir d'existence ;
- 3^o la troisième proposition est irréalisable, même en faisant abstraction de tous les frottements ;
- 4^o et la quatrième proposition fait intervenir dans le débat des éléments qui ne doivent pas y figurer.

Je passe maintenant à l'examen d'une autre partie du discours ministériel du 8 décembre dernier : « Il n'est pas exact — » dit M. le Ministre — qu'en raccourcissant le lit d'une rivière, » on réduise forcément sa capacité de recevoir les eaux de » marée..... ».

Peut-être ; mais en ce qui concerne l'Escaut, ce qui précède montre que le raccourcissement projeté aura indubitablement pour effet de diminuer le volume des eaux ; si, pour d'autres rivières et dans d'autres circonstances, il est possible de prévoir et de réaliser des raccourcissements qui ne diminuent pas le volume des eaux, ce cas n'existe pas, en ce moment, pour le projet du Gouvernement, en ce qui concerne notre fleuve.

« Il est également inexact — continue M. le Ministre — que » le niveau de marée basse, ce que l'honorable M. Beernaert » appelle le zéro, soit un point immuable et qu'il n'y ait de ce

» chef aucun afflux d'eaux supplémentaires à obtenir. L'honorable M. Beernaert ignore-t-il que les travaux d'amélioration » exécutés dans d'autres pays sur de nombreuses rivières à » marée, ont toujours eu pour résultat d'abaisser le niveau de » marée basse. Ce niveau n'est pas immuable : ceci est l'A B C » de la science de l'Ingénieur hydraulicien... ».

Ce texte indique une si grande confusion dans les idées, qu'il est nécessaire de détailler quelque peu ce que tout cela veut dire.

Le niveau de marée basse n'est pas immuable, dit M. le Ministre. Evidemment, on peut concevoir qu'il y ait des marées basses à tous les niveaux.

Mais le zéro est immuable.

Et il y a pour cela une raison déterminante, c'est la définition même du zéro. Le zéro est le niveau moyen des basses mers de vive eau ; c'est-à-dire, dégagé des influences accidentelles, le niveau le plus bas que la mer puisse jamais avoir. Et ce niveau là est absolument immuable et rien ni personne ne peut le faire changer.

Ce niveau est tellement immuable, que l'Administration des Ponts et Chaussées l'a pris comme repère pour les nivellements. Et sa situation a été rigoureusement déterminée par rapport au busc du Bassin du commerce à Ostende. Donc, ce point du discours ministériel contient une erreur de conception générale.

Mais plus spécialement encore quand le niveau de marée basse, en un point donné ou sur un fleuve donné, est au zéro, c'est-à-dire, par définition, au même niveau que les marées basses moyennes de vives eaux, on ne peut pas imaginer une seule cause qui amènerait ce niveau de marée basse au-dessous de ce zéro. Et dans ce cas là, le niveau des marées basses du fleuve considéré est également immuable. C'est le cas de l'Escaut dans toute sa partie large et maritime : qu'on prenne la marée basse moyenne à Lillo, à Kruisschans ou à Anvers ou même encore plus loin en amont, à Hemixem, on trouve toujours comme valeur approximative le zéro à quelques centimètres près.

Les autres fleuves dont on nous a parlé n'étaient pas dans le même cas : les niveaux de marée basse sur la Clyde, sur la

Seine, etc., étaient plus élevés — beaucoup plus élevés — que dans l'estuaire de ces fleuves quand on a commencé les travaux ; sur certaines de ces rivières, il n'y avait du reste presque pas d'eau — moins d'un mètre — à marée basse. Et les travaux qui ont été effectués ont eu précisément pour effet de rapprocher le niveau de la marée basse du fleuve du niveau de marée basse de la mer à l'embouchure. Dans quelques cas heureux, ce niveau a même été atteint sur une grande longueur du fleuve.

Mais, jamais, nulle part, aucune rivière n'a vu descendre par suite de travaux, son niveau de marée basse au-dessous du niveau des marées basses de vives eaux, c'est-à-dire au-dessous du point que nous appelons, en Belgique, le zéro des Ponts et Chaussées ; cela n'existe pas et cela ne peut du reste pas exister.

Or, sur l'Escaut, nous avons, dès à présent, ce niveau de marées basses réalisé depuis Flessingue jusque vers Anvers, donc nous ne pouvons abaisser cette cote davantage. La comparaison que M. le Ministre a faite entre la Seine, où on a abaissé le niveau de marée basse de 0 m. 80, et l'Escaut, met en parallèle deux choses qui ne sont pas comparables. Et pour tout cet ordre d'idées, c'est M. Beernaert qui a raison contre M. de Smet de Naeyer.

On voit donc que la discussion successive et détaillée des circonstances toujours nouvelles qui sont invoquées pour défendre la Grande Coupure et combattre le tracé sinusoïdal, se terminent régulièrement par la confusion des coupuristes.

Les circonstances de marée qu'on avait cru pouvoir établir sont indéfendables ; les récupérations d'eau qu'on a cru pouvoir faire n'existent pas ; bref, aucune des objections qu'on a successivement élevées contre le régime sinusoïdal ne subsiste. Et il ne peut en être autrement.

Le système sinusoïdal est le régime naturel du fleuve — de tous les fleuves. Il est consacré, au point de vue hydrographique, par une expérience de plus d'un siècle, c'est-à-dire depuis les premières cartes dressées par Beautemps-Beaupré ; il est consacré, au point de vue scientifique, par les études théoriques faites par Fargue, par Partiot, par Lechalas et par

tant d'autres qui ont été amenés à considérer comme désirable pour les fleuves de leurs pays, ce qui existe depuis longtemps chez nous ; il est consacré, au point de vue commercial, par un trafic maritime qui a mis Anvers au premier rang des ports du monde, trafic auquel le système sinusoïdal a toujours satisfait et peut continuer à satisfaire.

Et pour remplacer ce système logique, sûr, éprouvé chez nous, envié ailleurs, que nous montre-t-on ? Des phrases, des chimères, du rêve et des erreurs.

?

ANNEXE

A LA CONFÉRENCE DU 11 JANVIER 1906.

En outre de la question des marées, il a été soulevé un point nouveau, à savoir celui des difficultés que présente le coude d'Austruweel aux navires remontant l'Escaut, et d'une manière générale à la navigation.

Si on se reporte à la page 27 du premier fascicule de nos Annales pour 1905, on verra que j'écrivais : « Je ne crois pas » qu'il soit jamais arrivé qu'un navire se soit échoué sur le » banc des Anguilles et y ait péri » ; et je me servais de cette proposition pour repousser une objection des partisans de la Grande Coupure contre le tournant d'Austruweel.

D'autre part, on lit dans les *Annales parlementaires* : « Un » mot d'abord du fameux coude d'Austruweel qui se trouve » immédiatement en aval de la rade d'Anvers. On a dit que » jamais navire ne fit naufrage sur le banc des Anguilles. » A-t-on oublié les accidents qui ont fait appeler le coude » d'Austruweel, comme l'a rappelé l'honorable M. Segers, le » cimetière de l'Escaut ?

» Parmi les navires importants qui se sont perdus au tour- » nant d'Austruweel, je cite les steamers *Archiduc Rodolphe*, » *Abington*, *Prince Albert de Belgique*, *Fécampoïs*, *Cairna-* » *von* et le voilier *Lydia*. Les pertes de bateaux de moindre » importance sont nombreuses et l'on pourrait citer, en outre, » nombre d'échouements et de collisions de toute espèce. En » voilà assez pour montrer combien l'endroit est périlleux, » etc., etc. ».

D'abord, nous voyons que dans l'idée de M. le Ministre, il s'agit bien de naufrages, puisqu'il dit qu'en outre (et j'attire l'attention sur ces mots) il y a encore eu des collisions et des échouements de toute espèce ; or, nous appelons « naufrage »

le fait qu'un bateau est jeté par la violence du vent ou du courant sur un récif ou à la côte, ou qu'il est démoli par la mer.

Donc, c'est bien dans cet ordre d'idées que le reproche fait par M. le Ministre au coude d'Austruweel doit être entendu : à savoir qu'à cause de la forme de la rivière à cet endroit, des navires ont été jetés par les vents ou les courants ou les tourbillons sur le banc des Anguilles et y ont péri.

Puisqu'on avait tant fait que d'aller rechercher les noms des navires qui ont péri, il semble que les circonstances dans lesquelles ils ont fait naufrage doivent être également bien connues.

Et ce sont ces circonstances que nous allons voir maintenant.

D'abord l'*Archiduc Rodolphe*. Le jugement du 26 mai 1882, rendu par le Tribunal de commerce d'Anvers constate que l'abordage entre le *S. S. Stephenson* et le *S. S. Archiduc Rodolphe* a eu lieu en rade d'Anvers.

Ceci montre qu'il y a eu abordage et non naufrage dans le sens sur lequel nous semblions d'accord tout à l'heure ; donc, la première affirmation est déjà inexacte. Si on veut dire que faire une distinction entre abordage et naufrage est une chicane sur les mots, je ferai remarquer d'autre part que l'abordage ou le naufrage, comme on voudra, s'est produit en rade d'Anvers et non dans le tournant d'Austruweel, d'après le jugement même du Tribunal de commerce.

Il suffit, au surplus, de se rapporter aux circonstances de cet accident, pour se rendre compte que le coude d'Austruweel n'est absolument pour rien dans toute cette affaire.

Le *S. S. Stephenson* remontait le fleuve venant de la mer et était arrivé par le travers du musoir sud des nouveaux bassins. En cet endroit, il commença son évitage vers la rive gauche. Le *S. S. Archiduc Rodolphe* venait de sortir de l'ancien bassin, l'arrière en avant, et descendait le fleuve en se dirigeant vers la rive gauche, au moment où le *Stephenson* était occupé à faire son évitage.

Le *Stephenson*, en présence du risque d'abordage, jeta son ancre de tribord et battit à toute vapeur en arrière, tandis que l'*Archiduc Rodolphe* accéléra sa vitesse tant qu'il put, espérant dépasser le point d'intersection des routes suivies par les deux

vapeurs. Mais ce calcul ne réussit pas et le *Stephenson* vint frapper presque perpendiculairement le côté tribord de l'arrière du *Rodolphe*. Ce vapeur, pour ne pas sombrer en eau profonde, alla s'échouer sur le banc des Anguilles.

Cet abordage s'est donc produit en amont du coude d'Austruweel, par courant de flot (l'évitage du *Stephenson* le prouve) et à peu près en face de l'entrée des anciens bassins. Cela veut dire qu'il n'y a aucune circonstance d'aval — coude — tournant — banc — qui a eu la moindre influence sur cet accident.

Cela fait donc un navire pour lequel les renseignements donnés par M. le Ministre sont inexacts.

Pour l'*Abington*, il s'agit aussi d'un abordage — donc encore une fois pas d'un naufrage — qui s'est produit en rade, donc de nouveau en amont du coude.

L'un des navires sortait du bassin, l'autre descendait la rade, quand ils entrèrent en collision.

De nouveau — tout comme l'*Archiduc Rodolphe* — l'*Abington*, pour ne pas sombrer en eau profonde, se hâta de gagner le banc. Cet accident étant analogue au précédent, il est inutile que je m'y arrête plus longtemps.

Cela fait donc deux navires pour lesquels les renseignements donnés par M. le Ministre sont inexacts.

Pour le *Cairnavon*, l'affaire vient d'être plaidée il y a quelques semaines. La courbe du coude d'Austruweel ne joue aucun rôle dans cette affaire.

Le *Cairnavon* avait été à l'ancre en rade d'Austruweel dans la longue partie rectiligne du fleuve. Il venait de lever l'ancre et reculait sur une ancre dérapante vers l'amont. (Nous nous trouvons donc en période de flot.) Il dut arrêter cette manœuvre à l'occasion de circonstances qui sont sans intérêt pour la question qui nous occupe, et il resta à atermoyer sur les lieux d'ancrage en étalant le courant. Le *Cairnavon* était donc immobile par rapport aux rives du fleuve, et c'est dans cette position que l'*Elkab*, qui remontait l'Escaut, vint l'aborder. Le *Cairnavon* se rapprocha légèrement de la rive de Flandre et y sombra ; l'*Elkab*, le navire abordeur, a tenté d'expliquer ses manœuvres en soutenant qu'il avait pris le *Cairnavon* pour un navire à la descente.

On voit donc que cet accident est dû à une erreur d'appréciation de l'*Elkab* et que le tournant d'Austruweel, sa courbe ou ses courants, ne sont pour rien dans cet accident ; c'est-à-dire que le cours de l'Escaut en amont du *Cairnavon* n'a eu aucune influence sur la situation respective des deux bâtiments jusqu'au moment où ils sont venus en collision.

Moins heureux que les deux précédents, il n'a pu gagner le banc des Anguilles pour être, autant que possible, à marée basse hors de l'eau : il a sombré pour ainsi dire sur place et pas sur le banc.

Cela fait donc trois navires pour lesquels les renseignements donnés par M. le Ministre sont inexacts.

Examinons maintenant le cas du *S. S. Prince Albert de Belgique*.

Le 15 décembre 1897, de grand matin et par très mauvais temps, vent soufflant en tempête de l'ouest (justement les conditions qu'il faut pour avoir des naufrages), le trois-mâts *Larnaca* en voulant entrer dans le bassin du Kattendyck, fut jeté contre le musoir du côté sud. Rejeté par le choc, il rasa le *Calabria* qui se trouvait amarré au quai du Rhin et aborda le *Prince Albert de Belgique* qui se trouvait à 70 mètres du musoir en attendant son tour d'entrer dans les bassins. Le *Prince Albert* fut touché au centre, par tribord, à la hauteur de la chambre des machines. Le capitaine essaya d'aller échouer son navire à la rive gauche, mais la voie d'eau était trop forte et le steamer sombra à 150 mètres du quai.

Il convient d'attirer l'attention sur ce que toutes les péripéties de cet accident se sont passées dans une zone de 150 mètres seulement de largeur à partir du quai. Or, la bouée qui limite les grands fonds se trouve à 240 mètres de ce mur de quai, de sorte que la présence du banc des Anguilles ne fait rien à l'affaire. En tout état de cause, qu'il y ait eu un banc ou pas, le *Prince Albert* se serait trouvé au même endroit, et dès lors, l'accident se serait produit de la même manière. J'ai expliqué, dans une précédente conférence, comment se faisait l'entrée d'un navire dans le bassin du Kattendyck, et on verra, en se rapportant à ce texte, que rien, ni aucune circonstance,

ne permet de faire intervenir le banc des Anguilles ni le coude d'Austruweel dans les manœuvres que font les navires pour entrer dans les écluses. Il est donc inadmissible d'imputer au banc ou au coude, une aventure qui s'est passée toute entière à plus de 100 mètres du banc.

Cela fait donc quatre navires pour lesquels les renseignements donnés par M. le Ministre sont inexacts.

Reste, comme perte d'un steamer, le cas du *Fécampoïs*.

Le 11 octobre 1898, à 6 heures du matin, par un épais brouillard, le steamer français *Fécampoïs*, en quittant le port, alla se jeter contre le steamer anglais *Loch Maree* qui se trouvait à l'ancre dans la rade d'Austruweel. Le *Fécampoïs* subit une voie d'eau et son capitaine alla échouer son navire sur la rive gauche. Cela veut dire que l'accident s'est produit en eau profonde, puisque là où l'accident s'est produit, il y avait des bateaux à l'ancre ; et à ce moment, le *Fécampoïs* avait déjà le coude d'Austruweel derrière lui ou, suivant l'expression consacrée, il avait « paré » le coude et tout le tournant.

Cette simple constatation montre que voilà donc le cinquième navire pour lequel les renseignements donnés par M. le Ministre sont inexacts.

En résumé donc, pas un seul des cinq steamers cités n'a fait naufrage, c'est-à-dire n'a été jeté par les vents ou les courants sur le banc des Anguilles.

Tous ont péri par abordage. Et ces abordages sont dus à diverses causes, mais aucun n'est dû, par exemple, à ce que le navire n'aurait pu tourner assez court autour du banc des Anguilles ou bien parce qu'il aurait eu une trop grande longueur pour pouvoir aisément franchir le sommet de la courbe.

Ceux qui ont échoué après l'abordage sur le banc des Anguilles y ont été conduits volontairement par leurs capitaines désireux d'éviter que leur navire ne sombre en eau profonde, et si, dans ces conditions, le banc des Anguilles doit porter le nom de « Cimetière de l'Escaut », il faut convenir que c'est un cimetière infiniment agréable que celui où l'on ne va que lorsqu'on le veut bien.

Enfin, en ce qui concerne le voilier *Lydia*, j'ai vainement cherché un navire de ce nom qui se serait perdu dans l'Escaut, que ce soit à Austruweel ou ailleurs. J'ai trouvé les noms de bâtiments qui se rapprochent de celui-ci ; mais en vue de ne pas discuter quelque chose qui n'est pas en cause, j'abandonne provisoirement le cas dont il s'agit, jusqu'à ce que je sache exactement de quel navire M. le Ministre a voulu parler.

Ostende, le 11 Janvier 1906.

REDRESSEMENT DE L'ESCAUT

EN AVAL

D'ANVERS

NOTE SUR L'AVANT-PROJET DU GOUVERNEMENT

PAR

C.-J. VAN MIERLO

INGÉNIEUR HONORAIRE DES PONTS ET CHAUSSEES
ANCIEN INGÉNIEUR A L'ADMINISTRATION DE LA MARINE
ATTACHÉ AU SERVICE HYDROGRAPHIQUE DE L'ESCAUT
INGÉNIEUR PRINCIPAL A LA COMPAGNIE DES WAGONS-LITS

Cet avant-projet a été publié dans deux documents parlementaires : un Exposé des motifs du Gouvernement et un Rapport fait au nom de la Section centrale par M. le Représentant Delbeke. Il comprend deux parties : une série de travaux militaires et une série de travaux maritimes, les seuls dont nous nous occuperons ici.

La partie maritime elle-même comprend deux genres de travaux :

- 1^o) des bassins éclusés ;
- 2^o) un nouveau tracé de l'Escaut.

A première vue, l'avant-projet pour le redressement de l'Escaut est celui de la Grande Coupure, assez semblable à celui que le Gouvernement nous a fait connaître par sa publication : « Le Port d'Anvers. Ses améliorations. 1897 ». Du reste, dans sa réponse à la vingt-neuvième question de la Section centrale,

le Gouvernement nous dit que l'avant-projet actuel constitue le développement et la mise au point de celui qui avait été soumis à des spécialistes étrangers et au Comité des Ponts et Chaussées.

Et, en effet, la courbe d'Anvers au Kruisschans est bien analogue à celle de 1897 ; on la voit se détacher du tournant d'Austruweel, s'infléchir doucement vers le Nord-Ouest et rejoindre l'Escaut au Kruisschans. On reconnaît là l'ancien tracé de Stessels, pour lequel le célèbre ingénieur allemand Franzius et plus tard, M. l'Ingénieur en Chef Directeur Pierrot, avaient émis des avis, déterminé des sections et calculé des profondeurs.

Mais, en y regardant d'un peu plus près, on remarque que le projet actuel a passé délibérément par dessus ce qu'avait prescrit M. Franzius dont les avis formaient jusque naguère la base des opinions du Gouvernement.

Nous voyons, en effet, à la page 6 du travail précité, publié en 1897 par le Gouvernement, que : « M. Franzius s'est prononcé » catégoriquement pour la Grande Coupure sous l'unique » réserve qu'on exécutât, en amont et en aval de la dérivation, » les travaux qu'exigera la situation de l'Escaut modifié ».

Or, que voulait M. Franzius ?

C'était avoir une profondeur de 8 mètres sous marée basse pour le plafond du fleuve près d'Anvers (page 31 du rapport précité).

Et, pour réaliser ce programme, il décrivait son système en trois points :

1° Une profondeur augmentant uniformément de l'amont vers l'aval ;

2° Des sections croissant graduellement vers l'embouchure ;

3° Une passe navigable s'élargissant graduellement, contrairement à ce que l'on projette actuellement.

Ces conditions de M. Franzius étaient formelles : ce sont celles qu'il a appliquées au Weser et qu'il comptait faire appliquer dans toute leur rigueur dans le lit de l'Escaut depuis Burghut jusqu'à Bath.

Or, voici qu'en regardant le tracé de la Grande Coupure joint

à l'exposé des motifs, nous voyons qu'il figure les largeurs suivantes :

Écluse du Kattendyk	400 m.
Par le travers de Wilmarsdonck	520 »
Par le travers d'Oorderen.	540 »
Un peu en amont de Liefkenshoek.	480 »
Un peu en amont de Doel.	680 »
Par le travers de Blauwgaren	500 »
Tout à fait en aval du plan	720 »

L'énoncé de ces chiffres montre que le Gouvernement a renoncé au principe fondamental et essentiel de l'avis de M. Franzius, à la thèse qu'il avait si vigoureusement défendue contre tous les ingénieurs partisans de la loi sinusoïdale, contre Fargue, contre Conrad, contre Welcker, etc., notamment au commencement de son rapport du 3 février 1900.

C'est donc une concession importante faite aux partisans de la loi sinusoïdale, car toute la partie en aval du Kruisschans paraît devoir être améliorée — pour autant qu'on peut le pressentir — suivant les principes que nous avons défendus après tant d'autres ingénieurs, il y a une huitaine d'années.

Mais en regardant le tracé des rives du nouveau lit joint au rapport de M. Delbeke, nous voyons figurer les largeurs suivantes :

Écluse du Kattendyk	400 m.
Par le travers de Wilmarsdonck	450 »
Par le travers d'Oorderen.	460 »
Un peu en amont de Liefkenshoek.	450 »
Un peu en amont de Doel	680 »
Par le travers de Blauwgaren	500 »
Tout à fait en aval du plan	720 »

On remarque de plus que le lit entier de la Grande Coupure a été déplacé vers le Nord-Est d'une bonne centaine de mètres par rapport au tracé de l'Exposé des motifs, de manière donc à accentuer un peu la courbure.

Toutes ces mesures étant prises sur les cartes jointes aux

documents parlementaires, cartes à petite échelle par conséquent, il peut y avoir un doute de quelques mètres (dix mètres en mesurant au quart de millimètre) sur les largeurs.

Cette constatation est surprenante : voici deux documents, l'un daté du 16 mai, l'autre du 28 juin, et les données remises aux membres du Parlement sont différentes de près de 15 % en ce qui concerne la largeur de la coupure.

Y a-t-il donc maintenant encore une si grande incertitude dans l'esprit des personnes qui s'occupent de cette question, que des modifications aussi considérables puissent se produire en moins de six semaines, alors que depuis cinq ou six ans plus rien n'avait été publié au sujet de la coupure, que donc on pouvait croire les données du 16 mai comme mûrement étudiées, puisque l'Exposé des motifs lui-même disait (p. 11) que le projet avait été dressé après de longues et consciencieuses études.

Et le tracé même de la Grande Coupure est-il aussi encore dans les approximations ? Sommes-nous encore, comme le disait le rapport de 1900, à « tracer une courbe fort régulière, ni trop ouverte, ni trop fermée », et à dire sans autre formalité : voilà le futur lit de l'Escaut. Est-ce ainsi que l'on va décider l'avenir du port d'Anvers et par conséquent, d'après l'avis unanime, la prospérité du pays tout entier ?

Est-ce en présence de documents semblables que l'on peut dire, comme le fait le rapport de M. Delbeke (pp. 20 et 21), que l'étude et la discussion du projet n'ont que trop duré ?

Si extraordinaire qu'une pareille indécision puisse paraître, il faut reconnaître cependant qu'il doit fatalement en être ainsi : on ne possède, en effet, que deux points de la Grande Coupure dont on soit sûr ; ce sont : le coin aval de l'Ecluse du Kattendyk, où la plupart des tracés ont leur origine, et la rive droite près de l'Ecluse belge, en aval du Kruisschans, où généralement viennent se terminer ces tracés.

Et entre ces deux points, c'est l'indécision absolue.

Les uns, comme M. Franzius, font un tracé aussi rectiligne que possible ; d'autres adoptent des tracés plus ou moins courbés, mais aucun ne possède une raison physique de mettre la courbure plus forte en tel endroit qu'en un autre ; aucun ne

peut justifier son tracé de préférence à d'autres plus ou moins voisins, si ce n'est par des paroles restant dans les généralités et le vague.

Il est élémentaire, cependant, que le mouvement de l'eau dans un fleuve obéit à certaines lois déterminées, qu'il est plus ou moins difficile de découvrir ; mais aucune des variantes de la Grande Coupure n'est en mesure de démontrer qu'elle suit une loi bien établie.

On ne voit donc pas, jusqu'à présent, pour quelles raisons quant au tracé de la Grande Coupure et quant aux largeurs, le Gouvernement s'est écarté des données de M. Franzius d'abord, et ensuite de celles de l'Exposé des motifs.

Cela étant, examinons le projet tel qu'il paraît dans le rapport de M. Delbeke.

* * *

Le rapport signale pour la Grande Coupure un avantage indiscutable : c'est qu'aucun autre tracé n'est aussi favorable à l'évacuation des glaces (ce qu'il ne faut pas confondre avec la circulation des glaçons). Ce point est incontestable ; mais cela ne veut pas dire que l'Escaut ne pourrait pas être fermé : il l'a bien été à Hemixem où son cours est rectiligne sur plusieurs kilomètres de longueur.

Un second avantage que M. Delbeke réclame pour le projet, est de donner une extension considérable aux quais en eau profonde, directement accostables. Mais d'abord, qu'est-ce qu'un quai en eau profonde ? La réponse que l'on trouve partout est qu'un quai en eau profonde doit présenter un mouillage suffisant pour que, même à marée basse, les plus grands navires accostés à ce quai ne s'échouent pas.

L'avantage des quais en eau profonde est de plus en plus apprécié à mesure qu'on se préoccupe de navires de plus en plus grands. On voit, par exemple, à Londres, des navires d'une jolie dimension (de 50 et 60 mètres de long) échoués sur la vase de la Tamise et presque entièrement hors de l'eau à marée basse, sans que cela paraisse donner lieu à la moindre crainte. Bien entendu, cela ne fait pas de bien au navire, mais enfin il n'en souffre pas trop.

On ne risquerait plus la même opération avec des navires deux ou trois fois plus grands et avec raison. C'est donc surtout en songeant aux grands et aux très grands navires, qu'il faut projeter des quais en eau profonde.

Nous trouvons dans l'Exposé des motifs, que la plupart des personnes s'occupant des constructions navales pensent que dans une vingtaine d'années les très grands navires auront 233 m. 20 de long, 24 m. 38 de large et 9 m. 45 de tirant d'eau.

Il y a même déjà maintenant des bâtiments tirant 9 m. 75 qui sont sur chantier et aussi lancés.

Ce n'est donc que tout juste, si on se contente, pour qu'un navire n'échoue pas, de 10 mètres d'eau devant le quai à marée basse. Or, actuellement, sauf au quai du Rhin, dit l'Exposé des motifs, (c'est-à-dire sur une longueur de 600 m. environ), on ne trouve pas aux quais de l'Escaut un mouillage supérieur à 8 m. à marée basse.

Aujourd'hui donc, il arrive déjà à Anvers des navires qui s'échoueraient à quai partout ailleurs qu'au quai du Rhin, et on ne pourrait mettre le long de ce quai plus de deux navires semblables.

Or, que nous donnerait à ce point de vue la Grande Coupure?

Prenons l'avis de M. Franzius (pp. 31 et suivantes). Il compte obtenir :

- 8 m. d'eau dans la rade ;
- 8 m. 20 vers l'aval de la Grande Coupure ;
- 8 m. 45 à Bath.

Son projet tout entier est, du reste, conçu avec l'idée d'avoir une profondeur de 8 m., et même dans son rapport du 3 février 1900, M. Franzius dit (p. 7) :

« Lors du creusement de la cunette projetée (de la Grande » Coupure), il y aura lieu de draguer le long de la rive droite un » chenal d'une profondeur de 8 m. 50 sous marée basse, afin » d'assigner d'avance à ce chenal la position qu'il doit occuper » naturellement. En procédant de la sorte, on assure à partir » du moment où la coupure sera ouverte le rapport voulu des » sections transversales et des débits ; et d'autre part, on évite » qu'il se produise des érosions locales ou des atterrissements » lesquels vont de pair avec les irrégularités dans les surfaces

» des sections transversales. De cette manière, on créera par
» dragage le long de la rive droite un chenal d'au moins 8 m.
» sous marée basse. »

Voilà donc le rêve de M. Franzius : creuser à 8 m. 50 pour avoir 8 m. ou un peu plus ; ce que plusieurs ingénieurs ont contesté, du reste.

Eh bien, même en admettant les idées de M. Franzius, il n'y aurait pas, dans toute la coupure, un mètre de quai en eau profonde. Les très grands navires, pour lesquels on travaille, seraient échoués et immobilisés pendant six heures à chaque marée, si on admet qu'il faut un mètre d'eau sous la quille.

Les navires de 9 m. 45 de tirant d'eau se trouveraient au moment de la marée basse environ 1 m. 50 hors de l'eau et presseraient donc d'un poids considérable sur le fond. Ceci serait vu avec déplaisir par l'armement et par le capitaine du bateau, et il y a là une raison déterminante pour chercher dans une autre direction l'établissement de vrais quais en eau profonde où les plus grands navires puissent toujours rester à flot.

Il y a encore une autre raison tout aussi importante pour se retourner dans cette direction : c'est que les ports que le rapporteur s'est plu à mettre en parallèle avec Anvers, à savoir Hambourg et Rotterdam, feront ce qu'ils voudront, ils ne pourront jamais, avec leurs petites marées de 1 m. 50 environ, recevoir ces grands navires ; jamais on n'amènera devant les quais de Hambourg et de Rotterdam des navires calant 9 m. 45 ou 10 mètres d'eau.

Anvers a donc, avec le cours actuel de l'Escaut ou un autre cours bien choisi, une chance évidente de prospérité de plus que ses concurrents les plus redoutés. Et cette chance, bien cultivée, ne fera que croître à mesure que le temps se passe, que les navires deviennent plus grands et plus profonds.

Seulement, la Grande Coupure gaspille cette chance, même dans l'idée de ses défenseurs : tandis que pour le bassin-canal, ils prévoient un tirant d'eau de 11 m., les quais dits en eau profonde ne pourront en toute sécurité recevoir que des navires de moins de 8 mètres.

Le manque de profondeur a toujours été le défaut de la

Grande Coupure, tracée par Stessels à une époque où les grands navires ne tiraient que 5 m. d'eau, mais les progrès si rapides des dimensions des bâtiments modernes ont actuellement rendu ce défaut si évident que les défenseurs de la Grande Coupure ont été amenés à l'avouer eux-mêmes.

Ce défaut est, du reste, irrémédiable ; l'Exposé des motifs reconnaît lui-même (p. 9) que les dragages que l'on peut faire sur les seuils du fleuve ne peuvent donner que des résultats éphémères, et il n'y a aucune raison de supposer que les dragages dans la Grande Coupure donneront un résultat plus persistant.

Plus encore, l'adoption de la Grande Coupure fera disparaître, d'après les auteurs du tracé eux-mêmes, la grande profondeur du quai du Rhin (M. Franzius prévoit des profondeurs décroissant régulièrement jusqu'à n'être plus que de 7 m. 85 à Burght), de sorte qu'on n'aura même plus le peu de quais en eau profonde que l'on possède maintenant !

Et le rapporteur cherche (p. 23) où on pourrait bien mettre les quais en eau profonde, si on ne faisait pas la Grande Coupure.

Où, dit-il. Dans le coude du Kruisschans ? Puis plus loin entre le fort La Perle et Calloo ? Puis à la Ferme Bleue ? Puis à la Pipe de Tabac, tantôt sur une rive, tantôt sur l'autre, au gré du déplacement du thalweg et à plusieurs kilomètres des installations éclusées prévues, ensemble disparate, sans cohésion, inexploitable rationnellement ?

Mais non ! ce n'est ni au Kruisschans, ni à la Perle, ni à Calloo, ni à la Ferme Bleue, ni à la Pipe de Tabac qu'il faut, *d'abord*, chercher les quais en eau profonde : la chose est bien plus simple et bien plus rationnelle.

Il suffit de prolonger de quelque 2.200 mètres les quais actuels dans le lit actuel du fleuve.

Impossible de trouver un tracé ayant plus de cohésion avec les installations existantes, mieux exploitable rationnellement, que de prolonger les quais actuels depuis le Kattendyk jusqu'à la machine d'épuisement : c'est là que se trouvent, sur plus de deux kilomètres de longueur, des profondeurs de 12 à 17 mètres sous marée basse ; c'est là que l'on pourrait amarrer en toute

sécurité, sans crainte qu'ils ne s'échouent, des navires de 11 mètres de tirant d'eau.

Il n'est pas besoin, pour le moment, d'aller chercher au loin une solution que l'on a toute faite sous la main et qui permettrait à coup sûr — puisque cela existe dès à présent — de compter sur des profondeurs amplement suffisantes pour les plus grands navires.

On ne manquera pas de m'objecter : et après, quand vos 2.200 m. de murs de quais seront occupés — ce qui vraisemblablement ne durera pas un très grand nombre d'années — que ferez-vous ? Vous êtes bloqué vers l'amont et vers l'aval, puisque des deux côtés vous arrivez à une rive convexe ? Dès lors, le port d'Anvers restera indéfiniment confiné dans ses 7.700 m. de murs de quai accostables, sans aucune possibilité d'agrandir ? Et s'il faut encore plus de quais, que proposerez-vous ?

C'est ce que nous allons voir tout à l'heure.

* * *

Indépendamment de la Grande Coupure, le projet du Gouvernement comprend un bassin-canal allant du Kruisschans aux bassins intercalaires.

Ici aussi, nous voyons des différences entre le projet de l'Exposé des motifs et celui du rapport de la Section centrale.

Le premier paraît présenter un groupe de trois écluses aboutissant dans un chenal-bassin de 300 mètres de largeur, tandis que le second ne figure plus que deux écluses aboutissant dans un chenal-bassin de 250 mètres de largeur.

Au point de vue de la navigation, cette réduction du nombre d'écluses est évidemment fâcheuse.

De même, le chenal d'entrée du fleuve dans les écluses présente, dans le premier projet, une largeur de 120 mètres pour autant qu'on peut le mesurer à l'échelle ; tandis que dans le second projet, nous ne trouvons plus que 80 mètres.

Cette nouvelle réduction est plus fâcheuse que la première : à Ostende, on a élargi le chenal pour des navires bien plus petits que ceux qu'on peut espérer à Anvers, de 90 mètres qu'il y

avait d'abord à 120 mètres. Il est donc vraisemblable qu'on ne s'est pas résigné à cette réduction sans une raison sérieuse que nous allons rechercher.

Mais constatons d'abord que l'idée du canal éclusé allant des bassins d'Anvers au Kruisschans est relativement ancienne : nous sommes en possession d'une collection de projets d'extension des bassins du port d'Anvers publiée il y a une douzaine d'années, où nous voyons le projet Dufourny, le projet de la Ville, le projet Sadoine, le projet Stappers, etc., et parmi ceux-ci, le projet de M. Verstraete qui mentionnait précisément le canal éclusé partant du Kruisschans pour aboutir au bassin America agrandi.

Il est impossible de n'être pas frappé de l'air de parenté des deux projets : on y trouve le même groupe d'écluses, sauf que M. Verstraete en met quatre accolées au lieu de trois ou de deux ; les mêmes gares d'évitage des navires, au nombre de trois ; la même ligne de hangars le long du canal ; la même possibilité de construire des darses au fur et à mesure des besoins.

La seule chose qui diffère, c'est le point où le canal arrive dans l'Escaut.

Le projet Verstraete arrivait à la balise tronc-conique du Kruisschans, à un endroit où on sonde de 13 à 14 mètres dans le fleuve, et rencontrait les rives sous un angle très ouvert.

Ces deux circonstances sont évidemment très favorables pour le maintien des profondeurs dans le chenal en impasse conduisant du fleuve aux bassins, chenal qui sera exposé aux envasements, comme tous les chenaux en impasse.

Le chenal correspondant dans le projet du Gouvernement présente des dispositions biens moins favorables, pour les raisons suivantes :

1^o) Le raccordement se fait tangentiellement, au lieu d'aboutir dans l'Escaut sous un angle très ouvert. On a expérimenté diverses fois et notamment dans l'Escaut lui-même, à l'embouchure du Rupel, que les raccordements tangentiels ont généralement une influence néfaste sur le plus faible des deux cours d'eau ; il se produit à l'embouchure de ce dernier des atterris-

sements considérables qui finissent par barrer presque entièrement ce cours d'eau.

Il est hors de doute qu'avec un tracé semblable à celui que nous montre le projet, il y aura envasement du chenal des bassins directement au nord du promontoire séparant ce chenal du fleuve ; et cela d'autant plus que l'introduction tangentielle de ce chenal aura pour effet d'élargir tout à coup l'Escaut d'une centaine de mètres. Et l'expérience indique que tout dragage entrepris pour remédier à cette situation ne peut donner de résultat.

On dira peut-être que le canal-bassin est assez considérable pour qu'en distrayant une mince tranche d'eau, on puisse obtenir des chasses assez intenses dans le chenal et combattre ainsi les envasements ; c'est exact en ce qui concerne la partie amont du chenal, mais il est douteux que le volume d'eau qu'il soit possible de lâcher du bassin dans le chenal sans occasionner des courants nuisibles soit assez puissant pour qu'après avoir balayé la partie amont du chenal, il lui reste encore assez de force pour déverser la partie aval qui est située à une distance relativement considérable (850 m., si on se rapporte aux mesures prises à l'échelle).

Il est certain, d'autre part, que toutes les matières entraînées par les chasses et lancées ainsi dans l'Escaut se précipiteront dès qu'elles arriveront dans le fleuve et formeront ainsi des hauts fonds dans le voisinage de l'embouchure du chenal.

2°) Le chenal aboutit à un endroit défavorable du fleuve.

On s'est habitué à dire que le Kruisschans est un des endroits les plus profonds et les plus fixes du fleuve. Et c'est exact tant que la rive concave conservera en cet endroit sa courbure actuelle.

Les courbes de niveau s'y sont maintenues sensiblement dans la même situation depuis toujours ; on sonde, suivant les endroits, de 10 à 20 mètres d'eau jusque près de la rive, et ces profondeurs règnent à proximité de cette rive sur une longueur de plus de 4000 mètres.

Tout cela forme un très bon débouché pour un canal-bassin venant d'Anvers.

Mais la Grande Coupure vient modifier ces heureuses dispositions et détruire ces avantages.

D'abord, comme il faut bien que le nouveau cours de l'Escaut vienne se souder exactement à l'ancien, l'embouchure du canal se trouve rejetée vers le Nord; le canal est, par suite, plus prolongé qu'il ne devrait, et il ne rencontre les rives du Kruisschans que précisément à l'endroit où les profondeurs commencent à diminuer.

Seulement, ce n'est là qu'un défaut assez secondaire : le principal reproche que l'on peut faire à ce point, c'est que le Kruisschans n'est plus ce qu'il était avec l'ancien tracé des rives : au lieu d'être une courbe, c'est devenu un point d'inflexion.

Et quel point d'inflexion ! En amont, sur plusieurs kilomètres, le lit du fleuve est faiblement courbé : le courant de jusant arrivera sur la barre de Liefkenshoek peu ou pas guidé et il est hors de doute que les profondeurs sur la barre seront moindres que dans la situation actuelle, alors que c'est précisément le contraire qu'il faudrait rechercher.

De sorte que s'il est exact, comme le dit le rapporteur, que la navigabilité du port est à l'abri de tout aléa tant que la nouvelle coupure n'est pas ouverte, il est plus que probable que, dès que le nouveau lit sera parcouru par les courants, la partie avoisinant le chenal et le chenal lui-même s'envaseront et qu'on ne pourra faire arriver aux écluses les grands navires qu'on désire y amener. C'est probablement la crainte de cet envasement qui a conduit à rechercher dans une diminution de largeur du chenal, un palliatif à ce défaut.

En résumé donc, la construction du canal-bassin, moyennant une modification convenable du tracé à l'embouchure, constitue une solution avantageuse pour le port d'Anvers tant qu'on n'exécutera pas la Grande Coupure.

Quant aux darses et au canal-bassin considérés en eux-mêmes, ils ne peuvent donner lieu à objections : l'ensemble forme une disposition heureuse dont on peut, à un instant quelconque, poursuivre — et même modifier — la construction à mesure des besoins, sans que les installations existantes à cet instant en souffrent jamais.

On peut prévoir, du reste, dès à présent, que la rive gauche du canal servira à elle seule pendant de longues années à tout le nouveau trafic du port et que les darses se compléteront dans un avenir indéterminé ; mais ni dans l'espace, ni dans le temps, rien ne se trouve compromis par le tracé prévu pour le canal.

* * *

Le rapporteur de la Section centrale se demande ensuite si le projet ne fait pas trop grand. Et pour prouver que non, il nous montre un diagramme qui figure que le trafic passera de 9.346.969 tonnes en 1904 à 22. 000. 000 tonnes en 1924.

Ceci est de la haute fantaisie. On nous a appris à nous, gens de chiffres, que les extrapolations sont toujours des opérations discutables et sur lesquelles on ne peut pas baser de raisonnement ; et encore alors, il s'agit d'extrapolations effectuées tout près des limites de la fonction. On pourrait aussi aisément conduire la courbe tracée à 16.000.000 tonnes qu'à 32.000.000 tonnes ou qu'au chiffre indiqué.

Le diagramme joint au rapport que le rapporteur trouve donner une démonstration tangible, ne signifie donc tout simplement rien du tout en tant que chiffre du trafic futur.

Mais le rapport contient une phrase très exacte qui dit que « ce qui paraît trop grand aujourd'hui paraît trop petit demain ».

Ici, nous sommes dans la vérité. Donc, faisons des installations nouvelles à Anvers, augmentons les quais, les bassins, les outillages, mais n'adoptons pas un projet qui coupe toute voie vers les augmentations ultérieures.

Personne ne peut dire, en ce moment, quelles sont les modifications que subira la construction navale d'ici quelques années, ni quelles seront les dimensions des bateaux ni surtout leur tirant d'eau.

Nous avons vu, il y a quelques dizaines d'années, la longueur des navires prendre un développement inattendu et les formes s'effiler à l'extrême ; depuis, il y a quelques années, on a vu la largeur du bateau augmenter, parce qu'on s'est aperçu que l'augmentation de largeur ne donne pas lieu à la grande réduction de vitesse que l'on craignait.

De nos jours, après avoir développé la longueur et la largeur, on augmente le tirant d'eau. Cette augmentation va même plus vite que les constructeurs de navires eux-mêmes le croyaient ; on nous avait annoncé, en effet, des navires de 9 m. de tirant d'eau en 1903, et on a eu des navires de 9 m. 80.

Où cette augmentation de tirant d'eau s'arrêtera-t-elle ? Nul ne pourrait le dire en ce moment.

Mais il résulte de ce qui précède, qu'il faut se réserver l'avenir, conserver la possibilité de majorer les profondeurs et de faire ultérieurement les travaux nécessités par les nouvelles dimensions des grands navires.

Or, c'est ce que la Grande Coupure ne fait pas ; elle décide dès aujourd'hui, à tout jamais, un travail fait d'après les idées actuelles — insuffisant dès à présent pour les très grands navires — et où, au point de vue des profondeurs, aucune marge n'est laissée pour l'avenir.

Le projet du Gouvernement fait donc un très vaste travail, dont la majeure partie peut être inappropriée dans peu de temps aux besoins nouveaux de la navigation.

Au contraire, il faudrait faire donner à l'Escaut tout ce qu'il peut comme profondeur.

Lorsqu'aux quais que je propose depuis le Kattendyk jusqu'à la Cheminée d'épuisement, les profondeurs seront trop faibles pour les navires qui existeront à ce moment, on se trouvera devant une impossibilité physique d'étendre davantage la puissance de l'Escaut ; et puis, d'ailleurs, les navires ne passeront plus aux Wielingen, même aux marées les plus hautes, avant qu'ils s'échouent aux pied des quais que je propose et au pied de ceux que j'indiquerai bientôt, que l'on pourra construire quand les premiers seront encombrés.

* * *

Le rapporteur se demande ensuite si, en présence du canal-bassin, la Grande Coupure n'est pas inutile.

M. Delbeke met, d'après le rapport de M. Helleputte sur le budget extraordinaire de 1899, les chiffres suivants en parallèle :

« Anvers a 14.3 kilomètres de murs de quai, dont 3.5 seulement à accostage direct ;

« Rotterdam a 25.3 kilomètres à accostage direct ;

« Hambourg a 16.5 kilomètres à accostage direct.

« Or, on sait combien les quais à accostages directs sont pré-
» férables aux quais de bassins éclusés.

« Cette situation est franchement mauvaise pour Anvers ;
» dans deux ou trois ans, elle sera devenue désastreuse.

« Anvers sera pourvu alors des deux kilomètres de quais
» nouveaux actuellement en voie d'exécution.

« Anvers aura donc 5.5 kilomètres de quais à accostage direct
» et 10.8 kilomètres de murs de quais de bassin éclusé.

« Rotterdam aura 30 kilomètres de quais à accostage direct.

« Hambourg aura 25 kilomètres de quais à accostage direct. »

Quoique ces chiffres soient exacts, ils ne veulent pas dire que les installations de Hambourg et de Rotterdam valent cinq ou six fois celles d'Anvers. Ils ne se rapportent qu'à l'étendue des quais et il y a un autre élément qui intervient et qui rétablit la balance en notre faveur : c'est la profondeur au pied des quais.

Et considérons le port de Hambourg : je vois le Binnenhafen avec une profondeur de 2.30 mètres ; le See und Fluss-schiffhafen, le Neuer Oberländerhafen, l'Inner Oberländerhafen, l'Ausserer Oberländerhafen, où il y a 3 mètres ; le Magdeburgerhafen, où il y a 5 mètres ; le Sandthorhafen, le Gasbrookhafen et les quais de l'Elbe, où il y a de 5 m. à 5 m. 60 d'eau, et enfin le Seeschiffhafen, le Segelschiffhafen et le Petroleumhafen, où il y a 6 m. 50 d'eau.

Trois bassins seulement ont plus de six mètres d'eau à marée basse. Si c'est ainsi qu'on entend les quais accostables directement, il n'est plus besoin de nous entretenir de la grandeur des navires et du tirant d'eau qu'on aura en 1943. Il n'est plus besoin non plus de nous évertuer à trouver les endroits où on pourrait bien avoir le plus de profondeur et la meilleure situation. Mettons des quais n'importe où dans le cours actuel de l'Escaut et nous arriverons toujours à avoir de 5 à 7 mètres d'eau à marée haute comme à Hambourg.

De même à Rotterdam ; la dernière description de ce port, faite par M. de Jongh, Ingénieur en chef de la Ville de Rotterdam, mentionne qu'il existe 53 bassins ou quais de rivière ayant une superficie de 186 hectares environ et 34 kilomètres de murs et quai.

Mais, sur ces 53 bassins, il y en a la moitié qui ont moins de 4 mètres d'eau à marée basse ; la majeure partie de l'autre moitié ne dépasse pas 6 mètres à marée basse, et il n'y a que les nouveaux bassins qui aient de 7 m. à 7 m. 50 de profondeur.

On ne trouve que deux ou trois grands bassins, entre autres le Rhijnhaven et le Maashaven, qui aient environ 8 mètres d'eau à marée basse ; le plus profond des bassins de Rotterdam a 8 m. 50.

Mais remarquons cette profondeur de 8 m. à 8 m. 50 donnée au Maashaven.

Si l'on songe que la nouvelle Meuse ne permet guère que la navigation de navires de 6 m. 50 à marée basse et de 8 m. à marée haute, on se rendra compte qu'on s'est préoccupé, à Rotterdam, de faire monter les navires depuis la mer jusqu'à la ville à l'heure de la marée haute ou à peu près, et aussi de pouvoir les loger pendant leur séjour dans le port le long de quais où ils auraient été à flot même à marée basse.

Sans cette considération, la profondeur de 8 m. 50 ne pourrait s'expliquer.

Donc, si Rotterdam et Hambourg ont l'étendue qu'Anvers peut toujours acquérir, Anvers a la profondeur que ni Hambourg, ni Rotterdam ne pourront jamais égaler, et comme la tendance est à augmenter le tirant d'eau des navires, il importe de maintenir le privilège d'Anvers et de ne faire aucun travail qui puisse lui faire perdre de la profondeur. En d'autres termes, il est indispensable d'augmenter à Anvers la longueur des quais, mais il est non moins indispensable de porter au maximum la profondeur au pied de ces quais.

Reste la question de comparer le bassin éclusé avec le quai à accostage direct.

A Rotterdam et à Hambourg, les marées n'ont que le tiers de l'amplitude qu'elles ont à Anvers. Dans ces conditions, les bassins à accostages directs sont d'une construction plus rapide et plus économique que celle des bassins éclusés ; mais l'accostage direct n'a pas que des avantages ; voici comment s'exprime M. Demey, dans son ouvrage : *Amélioration des Ports, etc.*

« On remarquera que presque tous les bassins de Hambourg » sont en communication directe avec l'Elbe, ce qui n'est pas » sans donner lieu à des inconvénients sous le rapport de » l'importance des dragages qu'on doit exécuter régulièrement » pour l'entretien des profondeurs. Il aurait peut-être été préfé- » rable de munir quelques-uns de ces bassins d'écluses à sas » profondes bien aménagées, en choisissant ceux destinés aux » navires marchands avec cargaisons pondéreuses telles que » houilles, céréales, minerais, etc., car pour ces navires, la perte » de temps à résulter d'un sassement est absolument négli- » geable à côté de la durée du trajet qu'ils accomplissent.

» Les dragages auraient pu être mieux utilisés alors à main- » tenir des darses spéciales de marée pour les steamers de » vitesse et ceux des lignes régulières, et à améliorer l'accès du » port lui-même.

» D'un autre côté, il ne faut pas perdre de vue que les bassins » à flot offrent une grande sécurité, et comme le niveau de l'eau » y est peu variable, la manutention des marchandises s'y fait » commodément. »

Il y a donc là une question de circonstances locales dont il faut tenir compte dans les comparaisons que l'on fait entre les trois ports.

Si dans d'autres ports où la marée n'a que 1 m. 20 ou 1 m. 50 en moyenne, on parvient sans trop de difficultés à maintenir en état satisfaisant des bassins non éclusés, le cas ne serait pas le même pour l'Escaut qui a environ trois fois cette dénivellation de marée.

C'est pourquoi, à Anvers, il n'a jamais été question d'établir des darses en libre communication avec l'Escaut; il faut établir les quais le long du fleuve lui-même.

La construction des quais accostables directement se présente donc tout autrement dans notre port que dans les ports allemands et hollandais, et il ne peut être utile de mettre les chiffres les uns à côté des autres pour comparer les longueurs, sans voir en même temps le régime des hauteurs d'eau, de la marée, et surtout des courants de marée.

Pour en revenir à la question du rapporteur, il est de toute évidence que si, par exemple, on faisait les 2.200 m. de murs

de quai avec 12 à 17 mètres de profondeur au pied, et le canal, on aurait satisfait, en ce qui concerne les quais, à tous les besoins actuels et à ceux d'un certain avenir ; et en ce qui concerne les bassins éclusés, aux besoins les plus étendus de l'avenir.

Mais c'est maintenant le moment de répondre à la question que j'ai réservée tout à l'heure, à savoir : quand, dans un avenir indéterminé, les 2.200 m. de murs de quais seront entièrement occupés, que fera-t-on ?

Eh bien, on pourra aisément construire, même avec le cours actuel du fleuve, dans le coude du Kruisschans, une ligne de quais en eau profonde de près de 4.200 mètres de longueur, en commençant vers l'amont à peu près au milieu du Polder de Wytvliet et en poursuivant le tracé jusqu'un peu en aval de la balise en X du Kruisschans (vers la bouée 51).

Et là encore, on maintiendrait des profondeurs de 10 à 17 mètres au pied des quais, puisqu'elles existent dès aujourd'hui.

Ce seraient donc encore de vrais quais en eau profonde pour les plus grands navires que l'on pourrait recevoir dans l'Escaut.

La ligne des quais du Kruisschans continueraient donc tout naturellement la ligne des quais du bassin-canal ; les distances à parcourir depuis la ville jusqu'aux navires ne seraient pas plus longues qu'elles ne le sont dans le projet du Gouvernement ; le raccordement par chemin de fer pourrait se faire de la même manière et sans plus de difficultés, et l'ensemble serait un projet d'une cohésion parfaite.

Et la longueur des nouveaux quais profonds, qu'il serait possible de construire ainsi atteindrait 6.400 mètres, ce qui suffirait pour de longues années.

Il résulte clairement de tout ce qui précède, qu'il vaut mieux ne pas toucher au fleuve que de faire la Grande Coupure si on envisage la question des quais à accostage direct.

A ce point de vue, la Grande Coupure apparaît comme la moins bonne de toutes les solutions. L'amélioration de l'Escaut doit être obtenue autrement. — Il existe plusieurs projets — nous en avons formulé un — qui ont les avantages de la Grande Coupure, c'est-à-dire la facilité d'accès et la facilité d'évacuation des glaces, sans en avoir les inconvénients.

* *

Ceci nous met sur la trace d'une nouvelle considération : l'ordre d'exécution des travaux figurant à la page 13 de l'Exposé des motifs nous indique comment les travaux seront conduits.

Et d'abord, il s'agit d'écouler les eaux des Schyns et des autres ruisseaux rencontrés.

Ceci tient en trois lignes dans l'Exposé des motifs, mais cela n'ira pas aussi facilement qu'on pourrait le croire d'abord ; il va s'agir de faire un canal de près de 20 kilomètres de long, depuis le fort de Deurne environ jusqu'au Kruisschans. Ce canal aura peut-être 60 ou 70 mètres de largeur moyenne à la flottaison ; il sera à munir de ponts pour toutes les routes, le chemin de fer, et même d'ouvrages au croisement avec le canal de jonction de la Meuse à l'Escaut, les ouvrages d'art seront donc nombreux, importants, et comme ils se trouvent dans le voisinage le plus immédiat des remparts, il faudra avoir égard à des considérations militaires : ils seront donc assujettissants. Ce canal seul, dont il est à peine question dans les documents parlementaires, formera donc une entreprise assez considérable.

Mais ce n'est pas tout. Les Schyns et autres ruisseaux étant coupés, il n'y a plus d'eaux dans la zone comprise entre l'ancienne enceinte et la nouvelle.

Or, si je ne me trompe, il y a dans cette zone des industriels se servant de l'eau de ces ruisseaux pour leur fabrication ou leurs machines ; les communes voisines des remparts se servent pour elles-mêmes des eaux de ces ruisseaux ou des fossés des fortifications pour les besoins de voirie, de propreté, etc., etc.

Toutes ces installations vont devoir être modifiées ou remplacées, les industriels lésés devront être désintéressés, ce qui entraînera des procès, des longueurs, des pertes de temps, et finalement retardera de plusieurs années la mise en train du vrai travail d'amélioration du port, c'est-à-dire le canal-bassin et les nouveaux quais.

Pendant tout ce temps, Anvers continuera à attendre les quais à accostage direct dont elle a besoin immédiatement.

Lorsque, finalement, ceci sera arrangé, on pourra supprimer les divers ruisseaux et commencer la construction du canal.

La question des terrassements ne doit pas être considérée

comme une entreprise présentant des difficultés sérieuses ; mais il en est autrement pour ce qui concerne les écluses de l'entrée.

Ce travail sera très long, très important et demandera un grand nombre d'années avant d'être exécuté. A titre de comparaison, on peut citer l'écluse construite il y a quelques années à Ymuiden et qui mesure 225 m. de long, 25 m. de large et 9 m. 50 de profondeur sur les buses. On a mis environ 8 ans pour faire ce travail, et il paraît incontestable que l'ouvrage d'art à construire au Kruisschans sera beaucoup plus important que celui d'Ymuiden.

Ce n'est qu'après l'achèvement de cette écluse que l'on pourra ouvrir le chenal d'accès de l'Escaut vers l'écluse : nouveau travail considérable, car ce chenal mesure 600 mètres de longueur tel qu'il est représenté sur le plan joint au rapport de M. Delbeke.

De sorte que je compte comme suit :

Pour faire le projet du collecteur des eaux poldériennes et exécuter le canal de 20 kilomètres de long, de Deurne à Kruisschans 4 ans.

Pendant ce temps, on pourra faire le projet du canal-bassin, des écluses d'accès, etc.

Puis, construction de l'écluse d'entrée du canal-bassin et préparation simultanée du bassin, du chenal d'accès, du lit de la Grande Coupure, construction des murs de quai dans la coupure et accessoires 9 ans.

Au total donc, 13 ans avant qu'il puisse être question de mettre en communication la Grande Coupure avec l'Escaut, et de barrer l'ancien lit, de manière à donner accès aux nouveaux quais.

Admettons deux ans seulement pour la mise en communication du nouveau lit avec l'ancien, le barrage de l'ancien lit, la toilette des travaux, les chemins de fer à raccorder, et cela nous amène en 1920 avant que les quais puissent commencer à être utilisés.

Et encore faudra-t-il que les travaux marchent avec une vitesse à laquelle nous ne sommes guère habitués : car il y a là, sur la rive droite, au moins 150.000.000 de francs à dépenser

avant que l'on soit en mesure de livrer à l'exploitation les nouveaux quais accostables directement ; cette somme répartie en quinze ans représente une dépense de 33.000 francs par jour ouvrable, ce qui n'a jamais été atteint pour des travaux de ce genre.

Quand on pense que M. Delbeke, après M. Helleputte, et d'accord avec le Gouvernement, signale dans son rapport que dans deux ou trois ans la situation sera devenue désastreuse et que ces deux ou trois ans sont déjà écoulés maintenant, on peut se demander s'il est raisonnable d'adopter un projet qui recule à une date si éloignée la livraison des quais en question. Et tout ceci suppose que les travaux marchent régulièrement, sans accroc, avec des projets complets, sans différends ou procès avec les entrepreneurs, bref sans aucun mécompte.

Ceci suppose aussi que les travaux militaires, qui viennent voisiner de très près en certains points avec les travaux du port, puissent se poursuivre simultanément, que ces Messieurs du Génie militaire seront prêts aussi avec leurs projets pour ces parties, que l'exécution de l'un des travaux ne gênera pas l'autre, etc.

On voit donc que le projet du Gouvernement ne nous donnera que dans un avenir très lointain la promesse de quais dont on a besoin immédiatement, si on en croit les documents parlementaires et les diverses personnes qui se sont occupées du développement du port d'Anvers.

Comparant donc maintenant au point de vue total des quais la Grande Coupure et le tracé que j'ai indiqué, on peut dire que :

La Grande Coupure peut donner dans 15 ans 8.700 mètres de murs de quai au pied desquels la profondeur sera au maximum de 8 mètres, d'après des promoteurs.

Mon tracé pourra donner de suite, c'est-à-dire dans deux ou trois ans (il ne faut que le temps de les construire), 2.200 mètres de murs de quai à Austruweel ; plus ultérieurement 4.200 mètres de murs de quai au Kruisschans, le tout sans aucun travail de sujétion préliminaire ; au total donc, 6.400 mètres de murs de quai ayant tous à leur pied un mouillage de 10 à 17 mètres.

Il est à remarquer que je ne considère ici que les quais de rive droite, parce qu'on a toujours paru, à Anvers, avoir quelque répugnance à passer sur l'autre rive.

Je pense que les auteurs du tracé de la Grande Coupure ont renoncé pour jamais à faire des quais directement accostables de ce côté du nouveau lit de l'Escaut : la courbe est, en effet, tout à fait convexe.

Cette rive ne pourra donc jamais, dans l'idée du Gouvernement participer au grand trafic du port d'Anvers, alors même que pour une raison quelconque, la rive droite ne pourrait plus suffire au trafic.

Au contraire, en ce qui concerne mon tracé, on pourrait faire une ligne continue de quais de 8.000 mètres de long sur la rive gauche, depuis le coin du polder de Borgerweert jusqu'au polder de Keetenisse au-delà de la Perle, et dès à présent sur les trois quarts de cette longueur, il y a tout contre la rive, de 10 à 19 mètres d'eau à marée basse.

Je peux donc affirmer que le projet tel que je l'ai indiqué pourra, en utilisant les deux rives, donner dans un même rayon compté à partir du centre de la ville, près du double de la longueur de quai que ce que pourrait donner la Grande Coupure ; que la profondeur au pied de ces quais que je propose sera de 50 à 100 % plus considérable que ce qui se présente au pied des murs dans la Grande Coupure ; que ces quais peuvent être construits en un minimum de temps, parce qu'ils sont indépendants des modifications aux rives du fleuve, pour ceux qui sont à réaliser dans l'avenir le plus immédiat aussi bien que pour ceux qui devront être construits plus tard au Kruisschans.

* * *

Ceci pourrait suffire pour justifier une préférence en faveur du tracé que j'ai indiqué ; mais nous pouvons suivre un peu plus loin le Gouvernement dans l'hypothèse de son projet.

Supposons donc que vers 1920, la Coupure soit faite suivant le plan joint au rapport de M. Delbeke ; supposons même que l'on obtienne, au moment où l'entrepreneur présentera la Coupure en réception, les 8 mètres d'eau que les auteurs du projet pensent réaliser.

Et voyons dans quelle situation hydrographique se trouvera le fleuve. L'Escaut sera raccourci de 2.750 mètres, dit le rapport

de la Section centrale. La largeur moyenne de l'Escaut de Kruisschans à Anvers est de 650 mètres à marée haute, et la profondeur moyenne de ces sections est de 7 mètres environ à marée basse, soit au moins 11 mètres à marée haute.

Avec ces chiffres, on trouve que le volume de l'Escaut entre Anvers et Kruisschans est diminué de 21.000.000 de mètres cubes. Or, d'après les Annales des Travaux publics de Belgique, (tome XI, 1882, 3^e cahier, pp. 311 et 354), il passe durant le flot :

1 ^o à Anvers	.	.	57.000.000 m ³ .
2 ^o à Lillo	.	.	92.000.000 m ³ .
D'où une différence de			<u>35.000.000 m³.</u>

On voit donc que la Grande Coupure aura pour effet de diminuer de plus de moitié la puissance du tronçon du fleuve compris entre la Ville et Lillo, et de réduire dans une forte proportion le débit du fleuve à Lillo.

Un ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées, M. Helleputte (Note sur l'avant-projet d'extension des installations du port d'Anvers), s'est demandé si cette perte sera compensée par le volume fourni en plus en amont d'Anvers.

Il résulte de ce qui va suivre que cette compensation est tout à fait impossible.

Si on calcule la superficie totale de l'Escaut d'Anvers à Termonde, on trouve environ 13.000.000 de mètres carrés, et pour tous les affluents ainsi que pour l'Escaut de Termonde à Gand, environ 7.000.000 de mètres carrés, de sorte que la superficie totale de la nappe d'eau peut être estimée à 20.000.000 de mètres carrés.

La comparaison de ce chiffre avec les 21.000.000 de m³ montre à l'évidence que la compensation que j'appellerai « brute », c'est-à-dire le remplacement de ce que la Grande Coupure enlève au fleuve, est impossible. Il faudrait, en effet, que sur toute la longueur du fleuve, on puisse augmenter la tranche d'eau d'une hauteur de 1.05 m., ce qui est irréalisable.

Il est donc hors de doute que la masse totale de l'eau contenue dans l'Escaut sera diminuée de la plus grande partie de ce cube et que l'ensemble de la force vive du fleuve sera réduite de ce chef.

Ceci ne sera qu'un demi inconvénient pour l'amont, mais sera très sensible pour la partie en aval de la Grande Coupure.

Mais en y regardant de plus près, on voit que la question peut être envisagée autrement: le volume d'eau amené par la marée dans la Grande Coupure est inférieur à celui qui est amené dans le lit actuel de l'Escaut d'une quantité égale au raccourcissement du fleuve multiplié par sa largeur moyenne et multiplié par la hauteur de la marée, soit :

$$2.750 \times 650 \times 4.30 = 7.686.250 \text{ m}^3.$$

Si nous nous rapportons à ce que les divers auteurs écrivent au sujet des fleuves à marée et notamment à l'ouvrage de Petit : *Etude des courants de l'Escaut et de la Durme* (Annales des Travaux publics, tome XL, cahier 3), on verra « qu'enlever à un fleuve les eaux du bassin supérieur est la plus grande faute que l'on puisse commettre » (p. 376), et on verra « la nécessité de rendre au fleuve les eaux qu'on lui a enlevées » (p. 389), et qu'il faut augmenter le débit propre du fleuve, c'est-à-dire augmenter la différence entre le volume d'eau écoulé par le jusan et le volume d'eau amené par le flot, si on veut arrêter les ensablements.

Et voici que la Grande Coupure diminue de propos délibéré le volume des eaux supérieures, par rapport à Lillo, de 7.686.250 m³ qui ne peuvent être récupérés qu'au moyen de la tranche d'eau comprise entre marée haute et marée basse dans la partie en amont d'Anvers.

Or, on sait par les travaux faits en diverses rivières, que le niveau de marée haute n'est pas modifié d'une manière considérable, en tant que moyenne, par les améliorations du fleuve. C'est ainsi, par exemple, que les travaux de la Clyde et de la Tyne n'ont presque pas modifié la cote de marée haute sur toute l'étendue du fleuve. Ce qui peut changer, c'est la résistance que les crues trouvent à s'écouler par suite de l'augmentation de la force du flot, et il peut en résulter une augmentation de la hauteur des crues ; il peut aussi se produire qu'un coup de vent chasse l'eau de l'estuaire plus loin et plus haut dans le lit du fleuve.

Mais ces circonstances, qui ne se produisent que quelques jours par an, ne peuvent avoir une bien grande influence sur le niveau moyen annuel de la marée haute.

En ce qui concerne le niveau de marée basse, les approfondissements des fleuves abaissent en effet ce niveau, pourvu qu'avant les travaux il soit notablement plus élevé que celui de la mer ou de l'estuaire.

Ce n'est pas le cas pour l'Escaut, où le niveau de marée basse n'est guère relevé depuis l'embouchure jusque Tamise ou le Rupel.

L'écart supplémentaire que l'on pourra produire artificiellement entre le niveau de marée haute et le niveau de marée basse dans toute la partie large et importante en amont d'Anvers, sera des plus réduit.

Plus haut, sans doute, on pourra gagner quelque chose, mais justement quand il y a marée haute à Lillo, il y a marée basse vers Wetteren, de sorte que là aussi le gain sera mince.

Pour pouvoir compenser la perte des 7.686.250 m³ que la marée amènera en moins, il faudrait pouvoir le loger au moment de la marée haute à Anvers, dans une tranche d'eau ayant une épaisseur à calculer au droit de la Ville et dont l'épaisseur serait nulle dans l'Escaut vers Wetteren et minime vers l'amont des affluents.

En calculant une hauteur uniforme sur toute la région affectée, on trouve qu'il faudrait environ 0.48 d'augmentation d'amplitude de la marée pour que ce cube soit logé. Mais avec l'amincissement de la tranche depuis l'extrémité amont de la Grande Coupure jusque vers Wetteren, Lierre, Malines, etc..., il est évident qu'il faudrait plus que 0.48 à Anvers puisqu'il n'y a rien en amont.

Il est clair qu'une telle majoration d'amplitude est impossible et que la presque totalité des 7.686.250 m³ sera perdue définitivement pour le jusan.

Que l'on rapproche maintenant cette perte du débit du fleuve à Lillo, qui est de 12.842.149 m³ par marée (L. Petit, ouv. cité, p. 354) et qui est la vraie vie de l'Escaut (car sans ce débit réel, le fleuve n'est plus qu'un bras mort comme le Zwyn ou le Braeckman) et on verra l'influence considérable qu'aura la réduction de volume d'eau qu'on pourra emmagasiner en amont pendant le flot.

L'opération faite par la Grande Coupure sera donc aussi nuisible au fleuve pour la partie en aval de Lillo, que si, dans le cours actuel, on réduisait de 64 % le débit réel du fleuve en amont de Lillo, ce qui serait considéré, à juste titre, par tous les ingénieurs, comme étant désastreux.

De sorte qu'il faut s'attendre à ce que les barres de Lillo, de Doel, et de Santvliet se relèvent et à ce que les schaaars de jusant se raccourcissent dans toute cette région. Il est clair qu'on n'avait pas besoin de cela et que si ces barres se relèvent, on pourra y mettre autant de dragueurs que l'on voudra pour creuser une cunette, on n'obtiendra aucun résultat permanent.

Or, dans ces conditions, que devient le mouillage de 11 mètres que l'Exposé des motifs nous promet dans le bassin et dans les écluses ? Pour peu que les seuils se relèvent entre Kruisschans et la frontière, il n'y aura plus *11 mètres d'eau en marée* *HAUTE de mortes eaux* sur ces seuils.

Et alors que fera-t-on ?

*
*
*

Pour terminer la comparaison du tracé de la Grande Coupure avec celui que j'ai proposé, ou même le lit actuel de l'Escaut, on a parlé de la difficulté que les navires éprouvent à franchir les coudes de Kruisschans, du Philippe et d'Austruweel.

En ce qui concerne le Kruisschans, ces difficultés ont été exagérées : on inscrit facilement dans la passe un cercle de 1300 mètres de rayon, ce que des navires de toute longueur franchissent aisément.

Le coude du Philippe est plus accentué, mais le tracé que j'ai indiqué amène le rayon de courbure à une valeur plus considérable : la rive concave aurait un rayon de courbure minimum de 1600 mètres, et le milieu de la passe navigable aurait un rayon de près de 1500 mètres.

Ces dimensions suffisent pour les navires actuels, ainsi que le prouve la pratique du fleuve depuis toujours ; et quand les navires deviennent plus grands ou simplement plus modernes que ceux que l'on voyait jusqu'en ces derniers temps, ils ont deux hélices jumelles et tournent par suite beaucoup plus facilement que ceux qui n'ont qu'une seule hélice.

On ne doit donc jamais craindre que les navires ne puissent pas tourner facilement au Kruisschans et dans le nouveau lit au Philippe ; et cela d'autant moins que les profondeurs dans ces deux tournants sont considérables et que, par suite, les navires ne sont pas exposés à faire des embardées à cause du manque d'eau sous la quille.

Reste le tournant d'Austruweel.

Les partisans de la Grande Coupure se sont surtout plaints de la situation que ce coude fait à la navigation. L'expérience de nombreuses années est là pour montrer que les navires passent au coin d'Austruweel sans accident : je ne crois pas qu'il soit jamais arrivé qu'un navire se soit échoué sur le Banc des Anguilles et y ait péri ; il n'est cependant pas un seul bâtiment qui ne franchisse ce tournant actuellement, soit qu'il aille aux quais soit qu'il aille aux bassins.

Avec le nouveau projet de canal, la plupart des navires destinés aux bassins entreraient dans l'écluse du Kruisschans ; il n'y aurait donc qu'un nombre relativement restreint de bateaux qui passeraient ce tournant, et les manœuvres en seraient plus faciles qu'aujourd'hui.

Les très grands navires qu'on nous fait entrevoir pourraient être gênés, il est vrai, dans leur évolution autour du Banc des Anguilles ; mais aussi, il existera, avec le tracé que nous avons indiqué, plus de deux kilomètres de quais en aval de ce tournant. Il paraît très simple que les Compagnies de navigation qui ont ces très grands bateaux, aient leur emplacement sur ces 2000 mètres de quais, ce qui lève d'un seul coup toutes les difficultés.

* * *

CONCLUSION

Nous avons actuellement à Austruweel et à Kruisschans, des profondeurs considérables suffisantes pour tous les besoins actuels et futurs.

L'exécution de la Grande Coupure les fera disparaître sans les remplacer ; elle fera s'étendre et gagner en importance le haut fond situé devant la ville et connu sous le nom de Rug ;

et l'éparpillement du jusan qui en résultera sera la principale cause de l'échec dans la lutte qu'on pourrait entreprendre au moyen de dragages pour maintenir les profondeurs dans le nouveau lit du fleuve.

Tout ceci peut paraître très fâcheux ; mais il n'y a rien à y faire, parce que les causes d'éparpillement du jusan se trouvent plus en amont que le Kattendyk et que le projet du Gouvernement ne changeant rien au tracé des rives d'amont, ne peut modifier quoi que ce soit d'appréciable au jusan.

Plutôt que de faire la Grande Coupure, il vaudrait mieux ne rien faire du tout au fleuve, tout en agrandissant dans une vaste proportion le port d'Anvers par l'exécution du canal-bassin.

Si on veut améliorer l'Escaut, il faut recourir à un projet qui prévoit une courbure suffisante pour maintenir les profondeurs tout en ayant égard aux facilités d'accès et à l'évacuation des glaces.

Plusieurs ingénieurs ont fait des tracés dans ce but. Nous en avons soumis un également. L'étude comparative de ces projets montrera quel est celui qui donnera le maximum d'effet utile : c'est celui-là qu'il convient d'exécuter pour donner au port d'Anvers et, par conséquence naturelle, à la Belgique entière, les sources les plus riches de prospérité.

Ostende, le 31 août 1905.

Redressement de l'Escaut en aval d'Anvers

TRACÉS D'ENSEMBLE:

1°) Du Projet du Gouvernement.

2°) D'un Projet en harmonie avec le régime du fleuve.

Echelle $\frac{1}{40.000}$

LES HACHURES INDIQUENT LES BASSINS EXISTANTS.

