

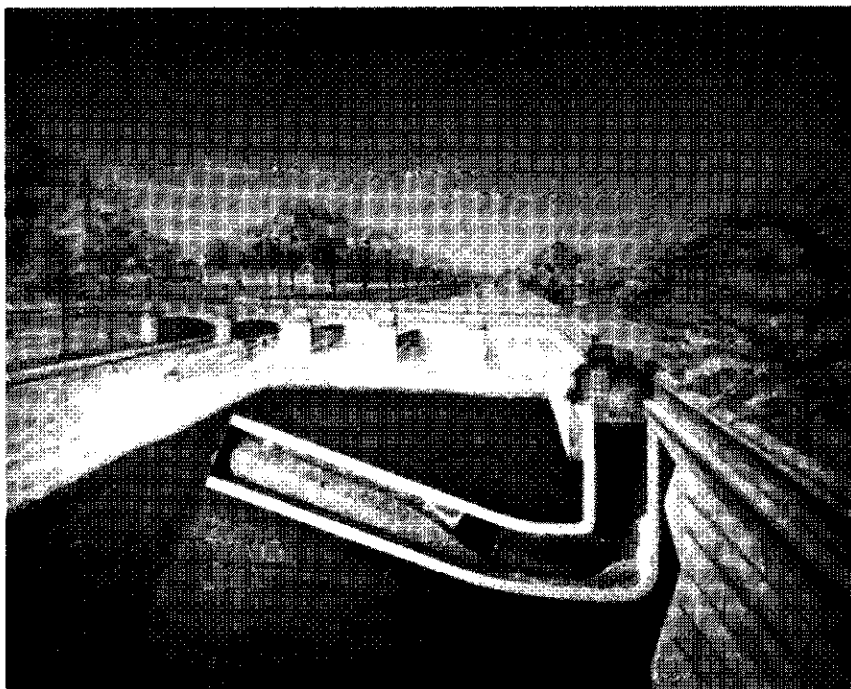
## De sanering van de Parijse conglomeraat\*)

Een nieuwe periode in de verwijdering van de vloeibare afvalstoffen van Parijs werd in 1856 ingeluid door *Belgrand*, die een einde maakte aan de systeemloze afvoer van afvalwater op de Seine. De gedachte, die de plannen van *Belgrand* beheerste en die thans nog de grondslag vormt van de voorzieningen op dit gebied, die in de laatste decennia tot stand zijn gekomen en in de toekomst zullen worden uitgevoerd, is een gecentraliseerde afvoer benedenstrooms van Parijs, waarbij uiteraard de Seine als ontvangend water moet worden gehandhaafd.

De eerste stap was de aanleg van een transportriool, dat bij *Asnières* in de rivier uitmonde. Dit riool had een uitwendige diameter van 6 m en begon op de *Place de la Concorde*. Het kruiste de Seine door middel van een siphon met een diameter van 1,80 m (inwendig) nabij de *Chambre des Députés*. Verderop moest op grote diepte, namelijk gemiddeld 30 m beneden maaiveld, de heuvelrug lopende van *Montmartre* naar *l'Etoile* en *Passy* worden gevolgd; voor die tijd machtige bouwwerken. Deze afvoer kon zelfs bij hoge rivierstanden nog onder natuurlijk verhang plaats vinden.

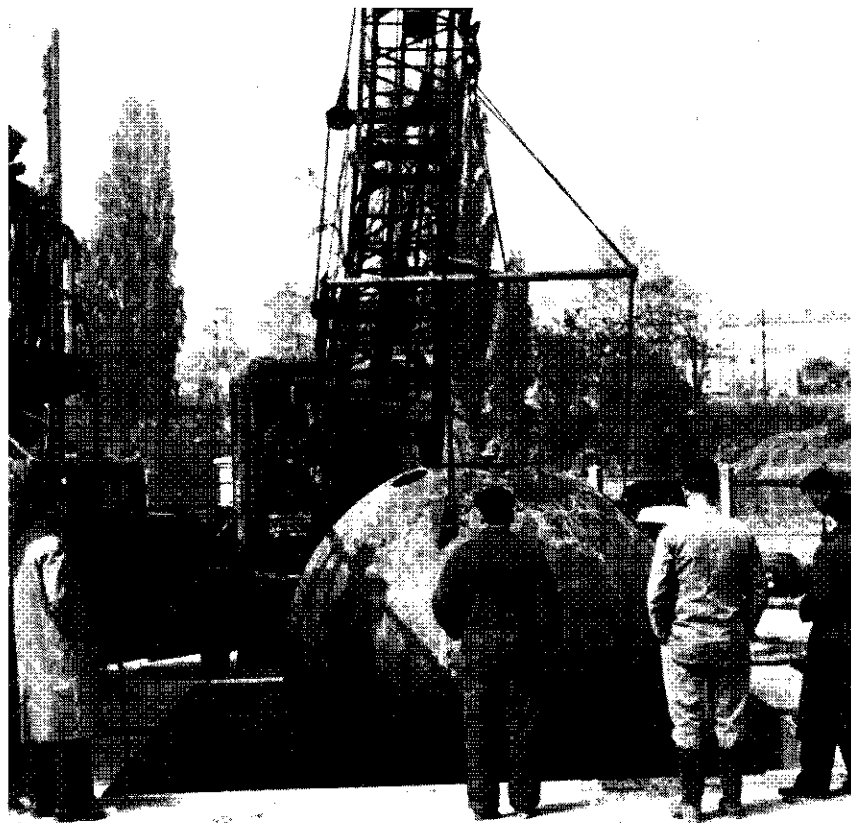
Op dit rioolstelsel mocht slechts worden afgevoerd keukenwater, was- en schrobwater en regenwater, dus geen faecaliën c.a. Het gilde van de „*vidangeurs*”, die bij ons wel als geelgieters worden aangeduid, werd in zijn bloeiend bestaan niet aangetast.

Door de opvolger van *Belgrand* *Durand-Claye* werd echter geijverd voor de opheffing van deze hygiënisch onaantrekkelijke verwijdering van de menselijke excrementen. Zijn pogingen hebben geleid tot het „*tout à l'égout*” systeem, dat bij de wet van 10 juli 1894 voor Parijs verplicht werd gesteld. Voorts was men langzamerhand tot de conclusie gekomen, dat voorzieningen getroffen dienden te worden om de vervuiling van de Seine tegen te gaan, vooral na de invoering van het „*tout à l'égout*” systeem. Door proefnemingen met landbehandeling in de omgeving van *Asnières* en in de zandvlakte van *Gennevilliers* was de mogelijkheid gebleken op deze wijze het rioolwater te reinigen. Bij de wet van 4 april 1889 werd Parijs door de Staat gemachtigd 800 ha gelegen vanaf *Maisons Lafitte* tussen de Seine en het forêt de *Saint Germain* in te richten en te benutten als vloeivelden voor de zui-

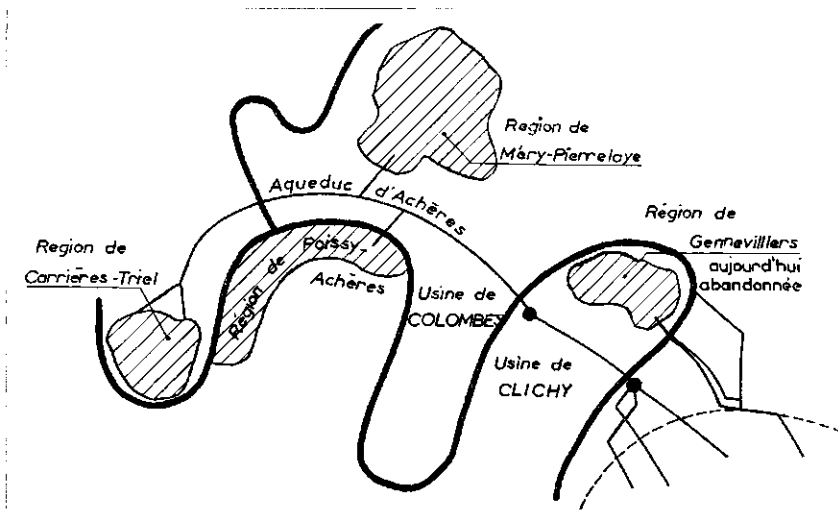


Afb. 1 - Maquette van de syphon bij de pont de la Concorde, waarbij de werking van de „reinigingsbal” schematisch is weergegeven.

Afb. 2 - De reinigingsbal.



\*) Verslag van een deel van de excursie eind oktober 1970, waaraan werd deelgenomen door cursisten van de postacademiale cursus Gezondheidsstechniek.



Afb. 3 - Schema van de ligging van de vloeivelden van Parijs.

vering van het rioolwater. Het duurde echter tot 1895 voordat een gedeelte van deze velden en wel in de omgeving van Asnières in gebruik werden genomen. Het rioolwater werd daarheen geleid door een aquaduct met inschakeling van rioolgemalen bij de porte de Clichy en verderop bij Colombes. Dit aquaduct bestaat nog heden ten dage voor het transport van het rioolwater naar de drainevelden.

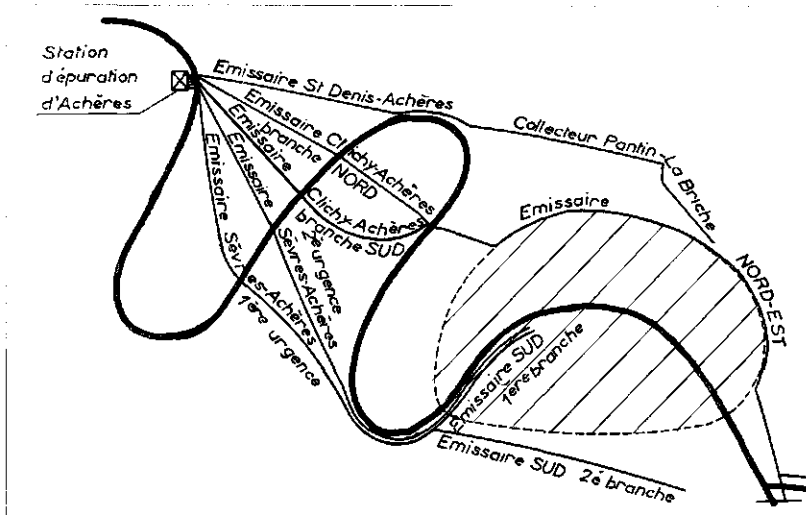
In de loop der jaren werd het bevoeiings-areaal uitgebreid met de terreinen Gennevilliers, Méry-Pierrelaye en Carrières-Triel.

In totaal omvatten de vloeivelden in 1910 een oppervlakte van rond 5000 ha. Door de stadsuitbreiding moest echter het veld Gennevilliers worden uitgeschakeld, zodat het areaal thans ingekrompen is tot rond 4000 ha.

Het is duidelijk, dat vermelde oppervlakten ten eenenmale onvoldoende zijn voor een zelfs matig zuiveringseffect bij de behandeling van het afvalwater van een miljoenenstad als Parijs. Daarbij kan

nog de vraag gesteld worden in hoeverre men de belangen van de zuivering laat prevaleren boven die van de culturess. Overwegingen over hetgeen in de toekomst moet gebeuren om tot een betere bescherming van de Seine te komen hebben er toe geleid, dat na de eerste wereldoorlog in Colombes werd opgericht het „Centre expérimental”, een waar museum van proefinstallaties voor de zuivering van het Parijse rioolwater. De aldaar verrichte proefnemingen waren er in de eerste plaats op gericht nader te worden geïnformeerd omtrent de toepassingen van de belucht slib methode. Aangezien destijds dit systeem nog in de kinderschoenen stond is een dergelijke opzet begrijpelijk. De experimenten worden thans nog voortgezet, teneinde de mogelijkheid van toepassing van nieuwe apparatuur te onderzoeken. Opvallend is echter, dat te Colombes geen installaties met oppervlaktebeluchting worden aangetroffen. De later te bespreken grote zuiveringsinstallaties te Achères benutten uitsluitend luchtdoorblazing. Blijkbaar is door Parijs de toe-

Afb. 4 - Schema van de ligging van de émissaires.



passing van dit systeem tot dogma verheven.

In 1940 werd te Achères in bedrijf gesteld een beluchtslib installatie voor een d.w.a. van 200.000 à 275.000 m<sup>3</sup> per dag. In 1965 volgde Achères II voor een capaciteit van 300.000 m<sup>3</sup> d.w.a. per dag. Men is er in geslaagd de totale capaciteit van beide inrichtingen op te voeren tot 700.000 m<sup>3</sup> d.w.a. per dag. In uitvoering is thans een derde „tranche” Achères III, die in omvang de beide bestaande overtreft. Deze inrichting is geprojecteerd voor de behandeling van een d.w.a. van 900.000 m<sup>3</sup> per dag en zal begin 1972 gereed zijn. Alsdan zal in totaal een d.w.a. van 1.600.000 m<sup>3</sup> per dag kunstmatig worden gezuiverd. Voor de verdere toekomst wordt gedacht aan de bouw achtereenvolgens van twee installaties, Achères IV en V, zodat dan de totale d.w.a. zal oplopen tot 2.800.000 m<sup>3</sup> per dag. Na de inbedrijfstelling van Achères III zal het gehele ensemble aan de top staan van de lijst van mammothinstallaties en het laat zich aanzien, dat dit kampioenschap in de toekomst zal worden gehandhaafd.

Het gehele rioleringsstelsel van Parijs heeft zich uiteraard aan moeten passen zowel aan de toevoer van een zeer groot deel van het rioolwater naar Achères als aan de uitbreiding van de stad en van die van de omgeving. De technici van de stad Parijs hebben opgesteld een „Programme général de l'assainissement de la Région parisienne”, dat door alle belanghebbenden is aanvaard. Daarin is de kunstmatige biologische zuivering te Achères geïncorporeerd. Daarnaast omvat dit programma de aanleg van een aantal grote transportriolen („émissaires”), die alle waaivormig uitmonden bij Achères.

Hiervan zijn uitgevoerd, c.q. bevinden zich in een vrij ver gevorderd stadium van uitvoering de émissaires Sèvres-Achères Zuid, Saint Denis-Achères en de daarbij aansluitende collecteur Pantin-La Briche, de noordelijke tak van Clichy-Achères, voorts Nord-Est en de aansluiting daarop van de banlieue Zuid-Oost.

In een nabije toekomst zullen nog worden gemaakt de zuidelijk tak van Clichy-Achères en de tweede émissaire Sèvres-Achères. Al deze enorme transportriolen zijn berekend voor een afvoer van tweemaal de gemiddelde dag d.w.a.

De kosten van de nog uit te voeren werken in de volgende twee decennia in het kader van dit programma worden geraamd op 950 miljoen fr. De volgende tabel geeft een overzicht van de aanvoercapaciteit van de bestaande en in bouw zijnde émissaires en van de hoeveelheden, die door de bestaande zuiveringsinstallaties (Achères I en II) kunnen worden verwerkt.

De capaciteit van de in aanbouw zijnde installatie Achères III bedraagt 900.000 m<sup>3</sup>/dag d.w.a., zodat er een tekort is van 150.000 m<sup>3</sup>/dag d.w.a. In de zomermaan-

TABEL I

	Maximum debiet bij regen		Gemiddelde d.w.a.	
	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /dag	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /dag
Sèvres - Achères	5	430.000	5	450.000
Saint Denis - Achères	15	1.300.000	7,5	650.000
Clichy - Achères noord	15	1.300.000	7,5	650.000
totaal	35	3.030.000	20	1.750.000
Capaciteit van Achères I + II			8	70.000
Nog te zuiveren			12	1.050.000

den kunnen de bestaande vloeivelden via het oude aquaduct van Achères nog maximaal 800.000 m<sup>3</sup>/dag opnemen. Het zal bij regen mogelijk zijn om het surplus aan regenwater althans voor een groot deel in het rioolstelsel te bergen en dit later buiten de spitsuren te verwerken. Overigens wordt er min of meer op gespeculeerd, dat ten opzichte van de geprojecteerde capaciteit nog wel een overbelasting kan worden verwerkt.

Over de riolering in de bebouwing van de Parijse conglomeraat kan nog het volgende worden medegedeeld. De straatriolen zijn eivormig en hebben minimaal afmetingen van 2,10 bij 1,30 m. Daarin is dus verkeer door de „égoutiers” mogelijk. Dit verkeer wordt in vele gevallen vergemakkelijkt doordat aan één zijde een banket is aangebracht, waardoor in het profiel een cunet ontstaat. In straten breder dan 20 m bevinden zich twee rioolstrengen in de

trottoirs. De hellingen in deze riolen zijn naar Nederlandse opvattingen groot. Deze bedragen namelijk voorzover mogelijk 1:50 tot 1:70. Een helling van 1:40 mag niet worden overschreden, omdat anders het werken in het stelsel te gevaarlijk zou worden. In de kleinere collecteurriolen (collecteurs secondaires) kan de helling afnemen tot enkele millimeter per meter. In de „grands collecteurs” varieert deze verhouding van 0,2 tot 0,8 millimeter per meter.

De begaanbaarheid van de riolen heeft ertoe geleid, dat men daarin allerlei leidingen en kabels heeft ondergebracht. Met name zijn dit drinkwaterleidingen, leidingen voor Seine-water (eau non potable), buizen voor luchtpost, leidingen voor gecompriëerde lucht, telefoonkabels, kabels voor de alarmering van politie en brandweer, alsmede voor verkeerslichten en voor de TV-camera's ten behoeve van de verkeersregeling.

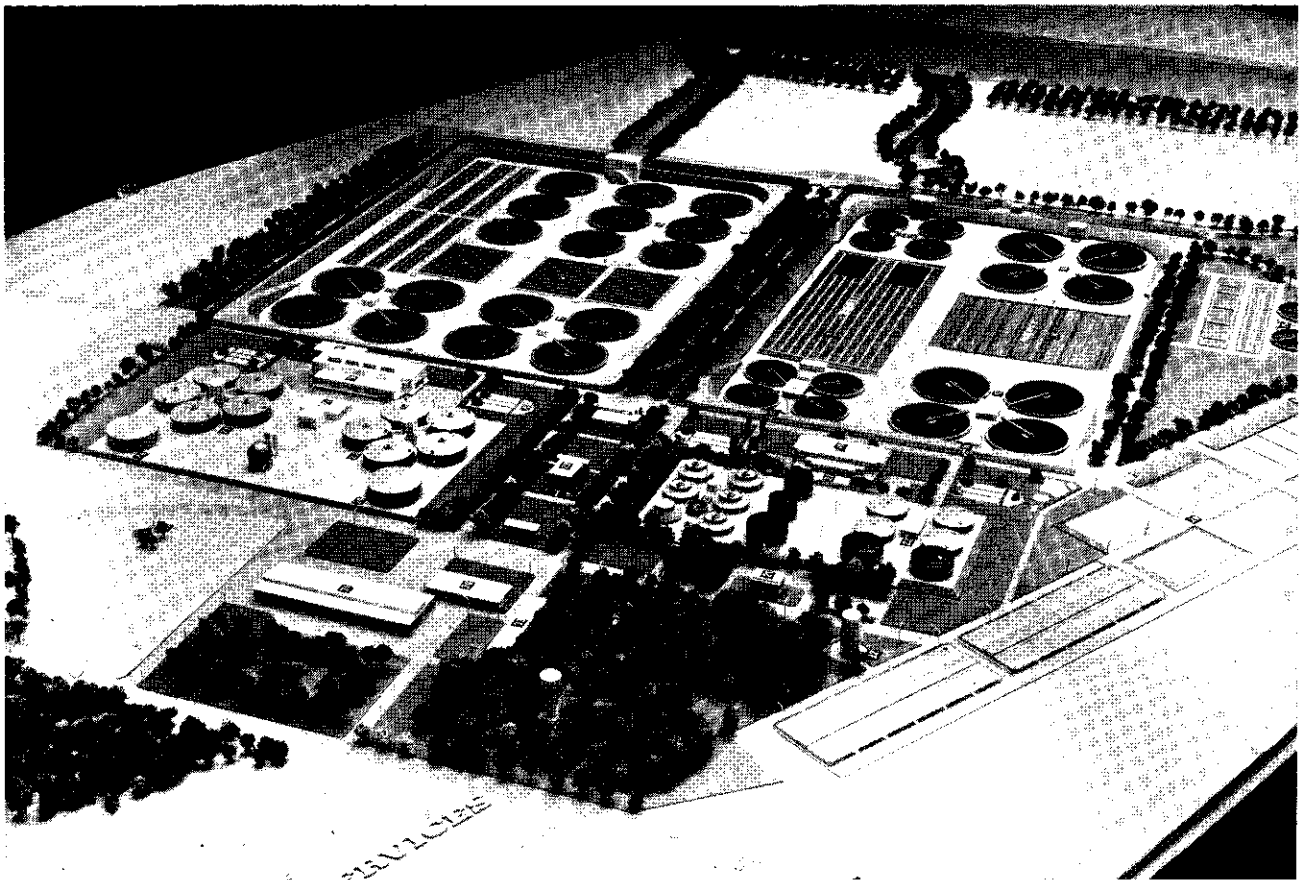
Gasleidingen en kabels voor de distributie van elektrische energie worden om veiligheidsredenen niet toegelaten.

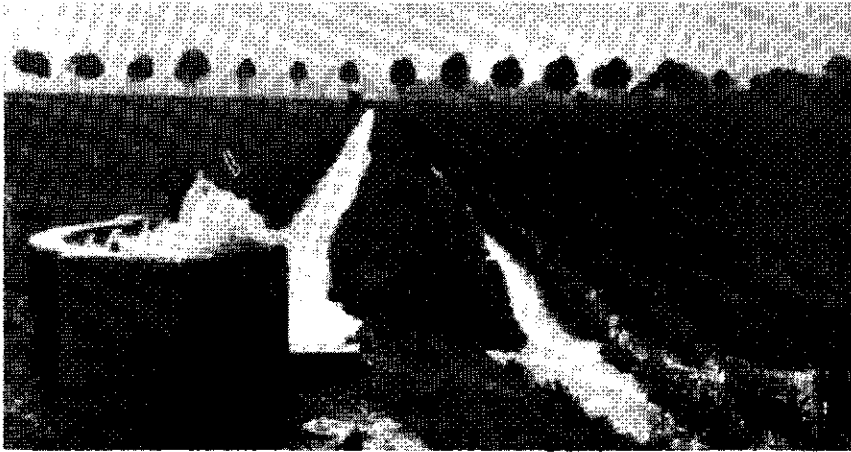
Aan het reinigen van de riolering wordt in Parijs veel aandacht besteed. Daartoe is het leidingennet verdeeld in vier districten („circonscriptions d'exploitation”). Aan het hoofd van elk district staat een ingenieur, die geassisteerd wordt door drie collega's. Het overige personeel van deze dienst, die naast de reiniging tot taak heeft het verrichten van onderhouds- en herstelwerkzaamheden, omvat 810 personen.

De reinigingswerkzaamheden bestaan in hoofdzaak uit de verwijdering van zand en grove bestanddelen. Voor de kleinere riolen geschiedt dit als handwerk, terwijl voor de buizen van grotere afmetingen de zandafzettingen worden voortgestuwd met behulp van een wagentje of voor de grootste met behulp van een boot, aangedreven door een buitenboordmotor, die op een afzonderlijk vaartuig is gemonteerd. In al deze gevallen wordt een sterke speelstroom opgewekt, die uitmondt in een zandvang.

Dit gebeurt door het aanbrengen van een schot, dat tot even boven de bodem van het riool reikt. Er vormt zich dan een opstuwing bovenstrooms van dit schot, waardoor een grote watersnelheid ontstaat van de vloeistof, die door de spleetvormige opening tussen het schot en de rioolbodem wordt geperst. Bij het gebruik van wagentjes kan de aldus ver-

Afb. 5 - Maquette station à Achères.





Afb. 6 - Drainageveld tijdens de toevoer van rioolwater.

plaatste hoeveelheid zand oplopen tot 50 m<sup>3</sup> en bij de vaartuigen tot 600 m<sup>3</sup>. Deze zandvangen en ook roosters met automatische verwijdering van het roostergoed worden als regel geplaatst vóór de gevoelige elementen in het stelsel, als syphons, pompstations, émissaires, enz. Zo mogelijk ook nabij de rivier om het verdere transport van de teruggehouden stoffen te vergemakkelijken. Het overladen van deze stoffen in boten of vrachtwagens is in sterke mate gemechaniseerd. Gestreefd wordt naar de welhaast klassieke snelheid van 30 cm/s in de zandvangen.

Voor het schoonhouden van syphons, waarvan er in totaal 5 aanwezig zijn voor het kruisen van de rivier en 9 voor de kanalen, wordt een houten bol benut. Deze bol wordt bovenstrooms in het verticale deel van de syphon gebracht. Aangezien de diameter van de bol slechts iets kleiner is dan die van de syphon wordt de doorstroomopening sterk vernauwd. Op dezelfde wijze als bij het reinigen van de riolen ontstaat hierdoor een grote watersnelheid, die het zand opwoelt en via het hellende gedeelte van de syphon afvoert naar de benedenstrooms gelegen zandvang (afb. 1).

Voorzover nodig zullen ook de émissaires, die alle een cirkelvormige doorsnede hebben, eveneens door middel van een dergelijke bal worden gereinigd.

Een ander hulpmiddel voor het reinigen van de riolen bestaat in het aanbrengen van dosing-tanks, zoveel mogelijk aan de topeinden van de rioolstrengen. De nuttige inhoud van deze tanks bedraagt 4 á 5 m<sup>3</sup>. Op de bekende wijze worden deze tweemaal per dag door middel van een hevelmechanisme stootsgewijs geleid, waardoor een spoeeffect wordt verkregen. Voor dit doel wordt water van de rivier gebruikt, evenals voor het vrijwel permanent wegspoelen van straatvuil, voorzover zich dit tegen de rand van de trottoirs heeft opgehoopt, naar het riool.

Ofschoon het bergend vermogen van het Parijse rioolstelsel relatief groot is, zal bij sterkere en aanhoudende regenval

een gedeelte van het rioolwater door middel van nooduitlaten direct op de Seine moeten worden geloosd. De Seine is echter een typische regenrivier en het debiet daarvan en daarmee het waterpeil kan daarom sterk variëren. Bij hoge afvoeren kan dit peil oplopen tot boven de drempels van de nooduitlaten. In dergelijke gevallen worden deze overstorten afgesloten en komen een zestal nabij de rivier gelegen pompstations in bedrijf. Elk van deze gemalen is voorzien van een centrifugaalpomp aangedreven door een luchtgekoelde dieselmotor. De totale capaciteit van deze installaties is ca. 6 m<sup>3</sup>/s. Dit debiet is nauwelijks gelijk aan de gemiddelde dag d.w.a., die door de twee bestaande biologische zuiveringsinstallaties kan worden verwerkt en schijnt derhalve van relatief slechts matige omvang te zijn. Deze pompen komen in bedrijf zodra de overlaten afgesloten worden, ook wanneer het in Parijs en omgeving niet regent. In verband met de grote verdunning, die het rioolwater dan ondergaat, acht men een dergelijke werkwijze aanvaardbaar. Ook in deze situatie zal het grote bergend vermogen van het gehele rioolstelsel van de Parijse agglomeratie een belangrijke factor zijn om te voorkomen, dat water op de straat komt. De meest kritische omstandigheden treden uiteraard op, wanneer een „cru” coincideert met een langdurige en intensieve regenval in het rioleringsgebied. Doch ook dan blijkt men in staat te zijn inundatie van de straten te voorkomen.

De totale lengte van het buizenstelsel in Parijs bedroeg eind 1964 ruim 2000 km. Het aandeel van de straatriolering daarin was rond 70 %, van de transportriolen rond 5 % en van diverse andere leidingen, o.a. huisaansluitingen, overstortleidingen, rond 25 %.

Over de bestaande vloeivelden is hierboven reeds een en ander medegedeeld. Van de thans ter beschikking staande 4000 ha zijn rond 1800 ha eigendom van de stad Parijs; de rest is in particuliere handen. De exploitanten van laatstgenoemde terreinen zijn vrij in de keuze van hun cultures, behoudens het verbod

van de produktie van groenten, die rauw worden gegeten. Voor de stadseigendommen wordt elk jaar een algemeen plan voor de verbouw van de gewassen opgesteld, waarbij vooral aandacht wordt besteed aan wisselbouw. Groenteteelt en grasland nemen bij deze bevoeiing het grootste deel der terreinen in beslag. Een kwekerij nabij Achères levert bomen en heesters voor Parijs en omgeving. De inkomsten van de vloeivelden, inclusief de bijdragen van het departement Seine et Oise in de kosten van de saneringsmaatregelen, werden voor 1965 geraamd op 2.600.000 Fr. De variabele jaarlijkse kosten (exploitatie en onderhoud, dus zonder de kapitaalskosten) werden in 166 geraamd op 18.000.000 Fr. Het verschil wordt slechts ten dele gedekt door de inkomsten uit een rioobelasting.

De aanleg van de vloeivelden wordt geacht voor het einde van de vorige eeuw een succes te zijn geweest voor de behandeling van het rioolwater van Parijs. Ook thans wordt daaraan nog grote waarde gehecht. Dorre zandvlakten zijn getransformeerd in vruchtbare cultuurgebieden, die o.m. een rijke oogst aan groenten opleveren. De aanwezigheid van een dergelijk productiecentrum in de onmiddellijke omgeving van de stad werkt in gunstige zin prijsregulerend. Voorts betekent de aanwezigheid van de drainagevelden een uitwijkmogelijkheid, indien zich moeilijkheden voordoen bij de slijkverwerking. In dergelijke gevallen stelt men zich voor althans een deel van het uitgegiste slijk kwijt te raken op de vloeivelden na menging met het aldaar te behandelen rioolwater. Het is dan ook niet te verwachten, dat in een nabije toekomst de landbehandeling zal worden geabandonneerd.

Na het gereedkomen van Achères IV en V zal de totale capaciteit van de kunstmatige zuiveringsmiddelen zijn opgevoerd tot een orde van grootte van 10 miljoen inwoner equivalenten, overeenkomende met het equivalentiegetal van de Parijse conglomeratie in een verre toekomst. Alsdan zal een grote vrijheid van handelen worden verkregen met betrekking tot de bevoeiing. Naar behoefte zal zowel ruw rioolwater als gezuiverd effluent, eventueel ook uitgegist slijk naar de velden kunnen worden geleid. De aloude tegenstelling tussen de belangen van de zuivering en die van de cultures kunnen dan op eenvoudige wijze worden overbrugd.

De drie tranches van de zuiveringsinstallatie te Achères zijn alle van het klassieke type, behoudens een uitvoeringsvorm van een deel van het oxydatief-biologisch gedeelte van Achères III, waarop nader zal worden teruggekomen. Ze bestaan uit de volgende onderdelen.

1. roosters met een afstand tussen de staven van 25 mm, met automatische verwijdering van het roostergoed door een harkmechanisme. In de toekomst bestaat de mogelijkheid het roostervuil te verbranden;

2. horizontale zandvangen, waarin zoveel mogelijk de conventionele snelheid van 30 cm/s wordt onderhouden. De verwijdering van het zand geschiedt met grijpers, die door middel van een portaalkraan verplaatsbaar zijn;
3. ronde voorbezinkbassins met centrale invoer; slijkverwijdering door middel van jaloeziekrabbers;
4. aëratietanks met luchtdoorblazing en fijne luchtbellen;
5. ronde nabezinkingstanks; bij Achères II en III wordt het beluchte bodemslib verwijderd door toepassing van het stofzuigerprincipe (oorspronkelijk het Tow-Brow systeem);
6. verwarmde primaire en secundaire slijkgistingstanks, alsmede een tertiaire behandeling in gegraven bassins;
7. open slijkdroogbedden, vacuümfilters en Porteous Proces;
8. eigen energieopwekking met gistingsgas als energiebron.

Tabel II geeft in gecomprimeerde vorm de belangrijkste karakteristieken van de drie installaties.

Op de cijfers van tabel II kan het volgende commentaar worden gegeven. De equivalentie-getallen zijn gebaseerd op een opgegeven BOD<sub>5</sub>-waarde van 200 mg/l van het ruwe rioolwater en een dagelijks BOD<sub>5</sub> van 54 gr. per inwoner-equivalent (i.e.) volgens Imhoff.

Bij de beoordeling van de waarden voor de voorreinigingsinstallaties dient rekening gehouden te worden met het feit, dat deze gelden voor de gemiddelde dag-d.w.a. Bij topbelastingen bij droog weer zullen de verblijftijden afnemen en de oppervlaktebelastingen toenemen. Tijdens de maximaanvoer bij regen te weten 2 d.w.a. zullen deze waarden resp. worden gehalveerd en verdubbeld. Naar Nederlandse opvattingen zijn de afmetingen van de voorbezinkingstanks aan de krappe kant, vooral die van Achères I. Voor Achères II en III zijn zij blijkbaar op grond van de ervaring met hun voorganger ca. 50 % ruimer genomen. Het percentage verwijderde zwevende stof is rond 50 %, dus lager dan bij ons als norm wordt aangehouden, t.w. 60 à 70 %. Voorts valt op een kennelijke voorkeur van de Franse technici voor diepe bassins, hoogstwaarschijnlijk op economische gronden. Uiteraard resulteert dit bij overigens gelijkblijvende verblijftijden in een verhoging van de oppervlaktebelasting. Hetzelfde geldt zelfs in versterkte mate voor de nabezinkingstanks. Voor Achères I en II zijn de betrokken waarden voor de voorbezinkingstanks en de nabezinkingstanks gelijk, dus nog sterker afwijkend van de Nederlandse normen. Voor Achères III is men voor de nabezinking wat royaler geweest, maar voor topbelastingen is vooral de oppervlakte belasting voor deze tranche hoog te noemen.

Bij de aëratietanks valt op de hoge ruimtelasting van Achères II, namelijk 50

TABEL II - Overzicht van de belangrijkste gegevens betreffende de drie tranches van de oxydatief-biologische zuiveringsinrichting Achères

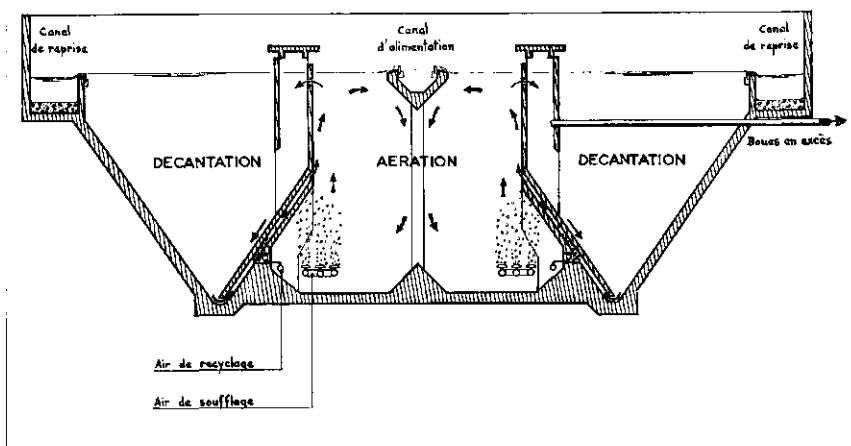
	Achères I	Achères II	Achères III	Totaal
d.w.a. in m <sup>3</sup> per etmaal	300.000	400.000	900.000	1.600.000
aantal inwoner equiv. i.e.	1.000.000	1.500.000	3.300.000	5.900.000
d.w.a. p.i.e. in l/etm.	290	290	290	290+
<i>Voorbezinkingsbassins</i>				
aantal	4	4	8	16
diameter in m	35	50	52	—
nuttige diepte in m	4	4	4	—
totale nuttige inhoud in m <sup>3</sup>	16.000	32.000	70.000	118.000
verblijftijd gem. d.w.a. in h	1,25	1,9	1,9	1,8+
opp. belasting gem. d.w.a. m/h	3,2	2,1	2,1	2,2+
<i>Aëratietank</i>				
inhoud totaal in m <sup>3</sup>	50.000	30.000	55.000	135.000
aantal i.e. p. m <sup>3</sup>	22	50	60	43,5+
theoretische verblijftijd voor gem. d.w.a. in h	4	1,8	1,5	1,95+
nuttige diepte in m	4	4	4	—
<i>Nabezinkingsbassins</i>				
aantal	4	4	9 + 12'/	17 + 12'/
diameter in m	35	50	50	—
nuttige diepte in m	4	4	4	—
nuttige inhoud in m <sup>3</sup>	16.000	32.000	101.200	149.200
verblijftijd gem. d.w.a. in h	1,25	1,9	2,7	2,15+
opp. belasting gem. d.w.a. m/h	3,2	2,1	1,5	1,85+
<i>Slijkgisting</i>				
	I + II			
aantal primaire tanks	10	7		17
aantal secundaire tanks	3	3		6
totaal aantal tanks	13	10		23
inhoud in m <sup>3</sup> :				
primaire tanks	39.000	56.875		95.875
sec. tanks	14.250	24.875		38.625
totaal	53.250	81.250		134.500
inhoud in i.e.:				
primaire tanks in l	15,0	17,0		16,5+
sec. tanks in l	5,5	7,5		6,5+
totaal	20,5	24,5		23,0+
oppervlakte droogbedden in ha	10	9		19
opp. vacuümfilters in m <sup>2</sup>	100	—		—
cap. Porteous inst. in kg droge stof per etmaal	—	600		—
<i>Geïnstalleerd vermogen (g.v.)</i>				
voor luchtdoorblazing:				
aantal compressoren	7	5		12
g.v. in kW	3616	6150		9766
g.v. per i.e. in W	1,4	1,85		1,65+
diesel-elektrische agregaten				
aantal	3	2		5
g.v. in KVA	1805	2880		4685
g.v. per i.e. in W	0,7	0,9		0,8+
totaal g.v. in kW	5421	9030		1.4451
id. in W per i.e.	2,1	2,75		2,5
hoeveelheid lucht in m <sup>3</sup> /etmaal		7.800.000		—
id. p. m <sup>3</sup> d.w.a.		8,65		—
aangevoerde zuurstof per m <sup>3</sup> in gr.		2650		—
gr. zuurstof per verwijderd gr. BOD <sub>5</sub>		22,5		—

+ gewogen gemiddelde van de drie tranches;

'/ Achères III heeft 9 ronde nabezinkingsbassins en 12 nabezinkingsbassins gecombineerd met de aëratietanks.

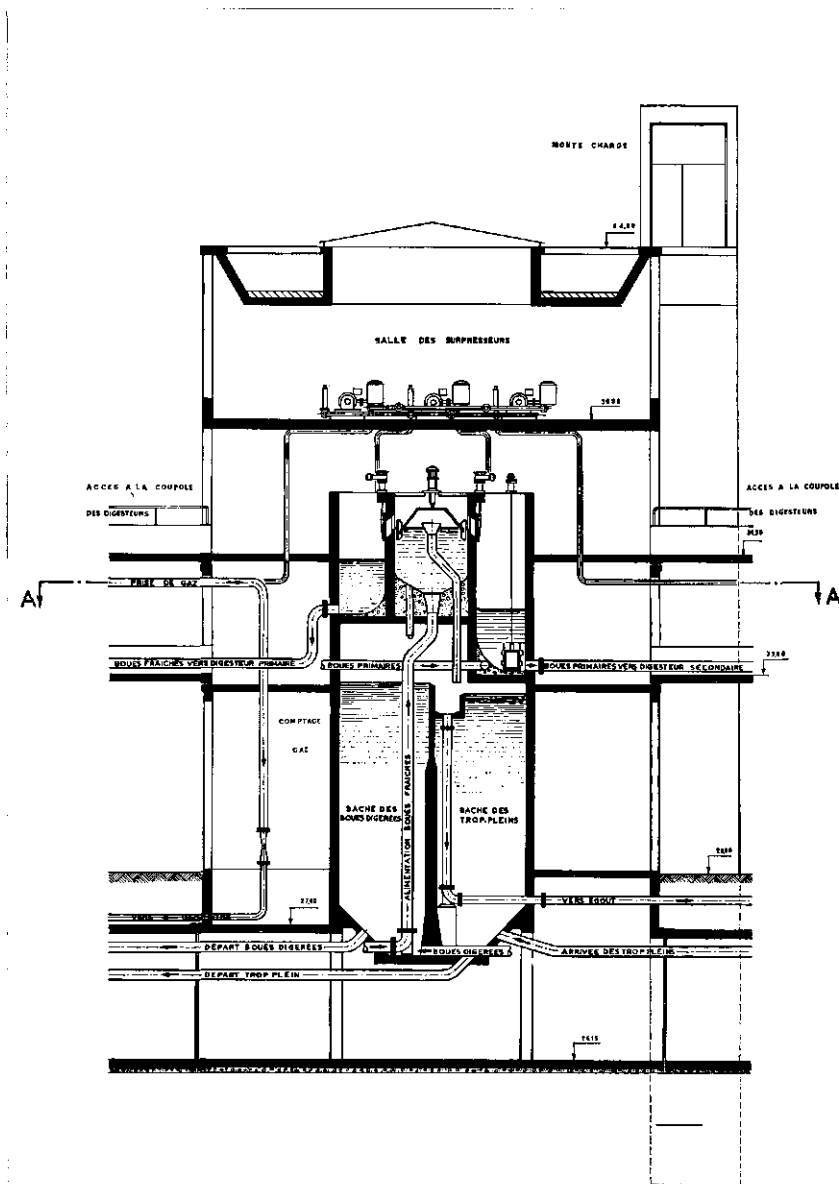
i.e./m<sup>3</sup>. In het project Achères III is deze nog opgevoerd tot 60 i.e./m<sup>3</sup>. Deze cijfers komen overeen met resp. ca. 2100 en 2500 gr. BOD/m<sup>3</sup>/etmaal. Aan deze stijging ligt de ervaring met Achères I ten grondslag. De mogelijkheid van de toepassing van deze verhoogde capaciteit wordt door de Franse deskundigen toegeschreven aan de later toegepaste trapsgewijze toevoer van het effluent van de voorbezinkingstanks aan de aëratietanks — de oorspronkelijke „step-

aération” van Gould. Merkwaardigerwijze houdt deze belasting het midden tussen hetgeen in Nederland wordt aangehouden als hoogbelaste en laagbelaste aëratietanks, terwijl toch een werkingsgraad van gemiddeld 95 %, overeenkomende met gemiddeld 10 mg/l BOD van het effluent wordt verkregen. Ook wordt waarde gehecht aan een relatief grote retourstroom, die gelijk is aan de gemiddelde d.w.a. Dit betekent echter ook, dat de in tabel II vermelde theore-



Afb. 7 - Dwarsdoorsnede van de gecombineerde aëratie- en nabezinkingstanks.

Afb. 8 - Verticale doorsnede B-B van de verdeeltoren.



tische verblijftijden gehalveerd moeten worden om tot de werkelijke verblijftijden van het rioolwater in de aëratie-tanks te komen.

Voor de in aanbouw zijnde installatie Achères III is men voor een gedeelte afgeweken van de toepassing van afzonderlijke ronde tanks voor de nabezinking. 25 % van de totale inhoud van de aëratietanks is uitgevoerd als gecombineerde beluchtungs- en nabezinkingstanks. Deze bassins zijn geplaatst aan beide langsijden van beluchtingstanks. Afb. 5 geeft van een en ander een verticale dwarsdoorsnede.

Een tweede afwijking van de aëratie-tanks van Achères II bestaat daarin, dat de breedte van deze bassins is teruggebracht van 7 tot 5 m, terwijl de „dome”-beluchters in Achères III aan beide langswanden van de tanks zijn aangebracht. Proefnemingen op technische schaal te Colombes hebben de voordelen van deze gewijzigde uitvoeringsvorm aan het licht gebracht en rechtvaardigen volgens de ontwerpers van de installatie de verhoogde ruimtebelasting in vergelijking met Achères II.

Ook op de slijkbehandeling moet iets nader worden ingegaan. Uit tabel II blijkt, dat de inhoud van de primaire en secundaire gistingstanks eveneens alweer naar de Nederlandse opvattingen zeer krap bemeten zijn. Hierbij moet evenwel worden bedacht, dat te Achères beschikt kan worden over grote terreinoppervlakten, alwaar bestaande groeven benut worden als open tertiaire gistingstanks. Voor Achères III zijn vier van dergelijke bassins voorzien met een totale inhoud van 32.000 m<sup>3</sup>, overeenkomende met rond 10 l/i.e. Behalve een nagisting vindt daarin een zij het matige indroging plaats door verdamping en wegzakking in de bodem. Vanuit deze bassins wordt het slijk op de droogbedden gebracht.

Hiervoor is slechts een oppervlakte van 19 ha voor de drie tranches beschikbaar, hetgeen zou betekenen een belasting van rond 30 inwoners per m<sup>2</sup>. Het is duidelijk, dat deze capaciteit voor de droging van de totale hoeveelheid slijk van deze beluchtslib inrichtingen te kort zou schieten. Daarom werd reeds voor Achères II een kunstmatige ontwatering voor een deel van het slijk toegepast en wel door middel van een tweetal roterende vacuümfilters met een totaal filterend oppervlak van 100 m<sup>2</sup>. Volgens proefnemingen te Colombes bedraagt de capaciteit daarvan na conditionering met ferrichloride en kalkmelk 12 kg droge stof per m<sup>2</sup> en per uur. De filterkoek heeft dan een droge stof gehalte van 25 %. Volgens deze gegevens kan bij continuebedrijf en een werkweek van 5 dagen gemiddeld per dag een hoeveelheid slijk bevattende 20 ton droge stof worden ontwaterd. Uitgaande van de basiscijfers van Imhoff bedraagt de hoeveelheid droge stof in het uitgegiste slijk van 1,5 mio i.e. rond 80 ton, zodat rond

25 % van de slijkproduktie op deze wijze kan worden behandeld.

Voor Achères III is in aanbouw een Porteous installatie voor de behandeling van uitgegist slijk. Daarbij wordt veel aandacht besteed aan het vermalen van de grovere delen, die zich in het slijk bevinden, door een pompinstallatie met „broyeurs-délicérateurs”. De thermische conditionering zal plaats vinden gedurende ca. 1 uur bij een temperatuur van tenminste 185° C. Gefiltreerd zal worden onder een druk van 7 atm. Daartoe zullen 8 filterpersen worden opgesteld, elk met 100 kamers met een oppervlak van 1,20 x 1,20 m. Het totale filterend oppervlak bedraagt dus 2300 m<sup>2</sup>. Naar verwachting zal een koek met ca. 50 % droge stof worden verkregen.

De installatie zal omvatten 5 eenheden, terwijl de totale capaciteit zal bedragen 2400 m<sup>3</sup> uitgegist slijk per dag met een droge stofgehalte van 5 % of wel 120 ton droge stof per dag. Uitgaande van het hierboven genoemde cijfer van 52 gr. droge stof per i.e. per dag in het uitgegiste slijk zou per dag door Achères III rond 170 ton droge stof in dit materiaal worden geproduceerd, zodat volgens deze opzet rond 70 % van deze

produktie in de Porteous installatie kan worden verwerkt.

Hoezeer de toekomstige slijkbehandeling ondanks de gunstige terreinomstandigheden toch zorgen baart, moge blijken uit de bouw te Achères van een verbrandingsinstallatie van de filterkoek als proefproject met een „fluids-solids” oven, die een capaciteit zal krijgen van 10 ton droge stof per dag.

Ofschoon het Porteous proces ook benut kan worden voor de ontwatering van vers slijk, is te Parijs toch de voorkeur gegeven aan een daaraan voorafgaande slijkgisting. Als voordelen daarvan worden genoemd:

- uitgegist slijk kan voor onbepaalde tijd worden opgeslagen zonder hinder te veroorzaken;
- er bestaat bij storing in de kunstmatige ontwatering een zij het tijdelijke uitwijkmogelijkheid door afvoer naar droogbedden en/of naar de drainagevelden;
- door de gisting wordt 50 % van de organische stoffen of wel 30 % van de totale hoeveelheid droge stof alsmede een deel van het water in het verse slijk verwijderd;

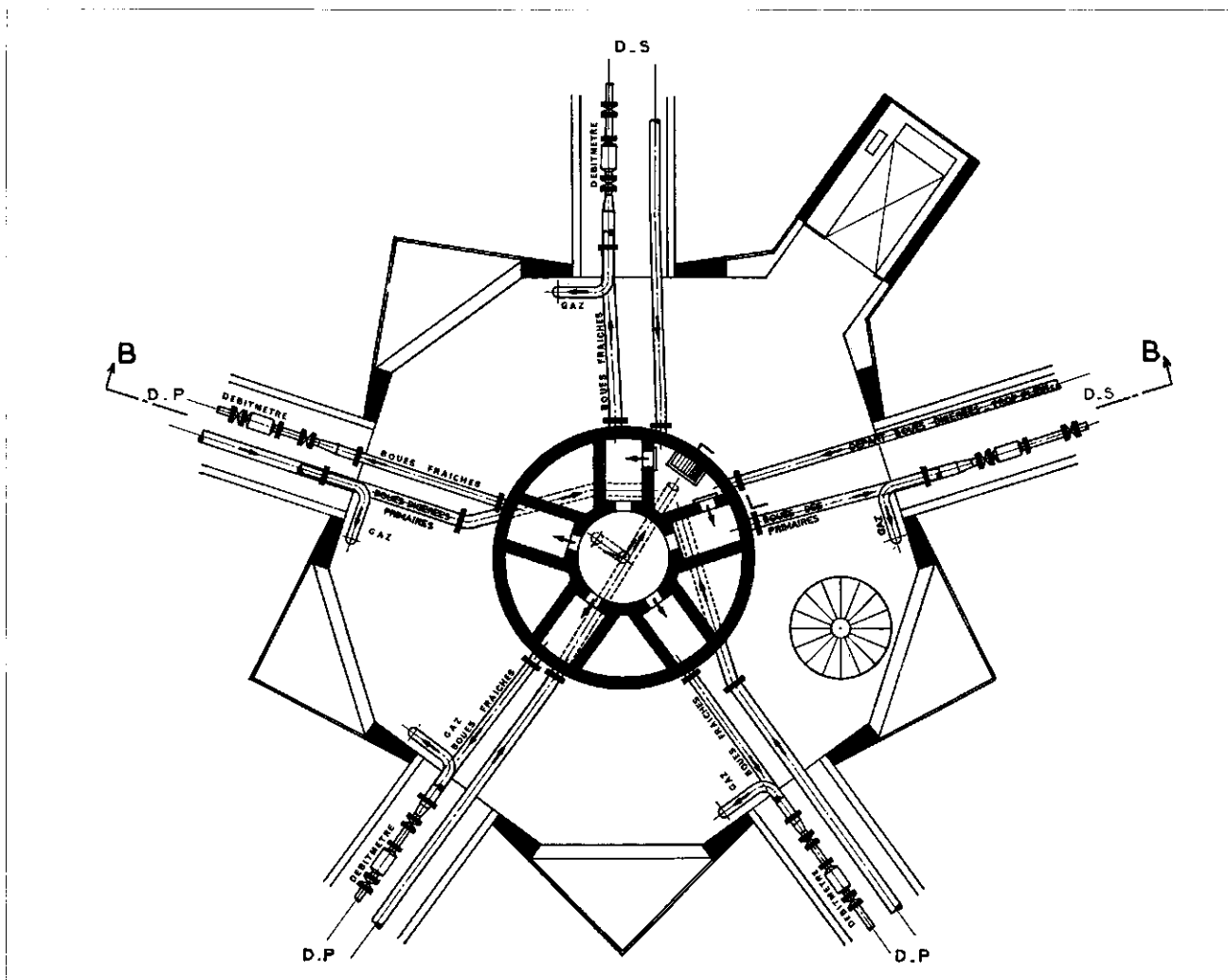
— de gasproduktie van de gistinginstallatie levert de benodigde energie voor het bedrijf van de eigenlijke zuiveringsinstallatie en althans tenminste voor een deel van het brandstofverbruik van de Porteousinrichting;

— uitgegist slijk bevat minder grove delen dan vers slijk, hetgeen van voordeel is bij het verpompen van het materiaal en voor de circulatie in de warmtewisselaars.

De voeding van de gistingstanks geschiedt in Achères III vanaf een verdeeltoren en wel twee stuks elk met een groep van 5 gistingstanks in de vorm van een pentagon. De toren c.a. is ondergebracht in een gebouw. In de bovenste verdieping daarvan zijn opgesteld de compressoren, die dienen voor de menging in de tanks door middel van gasdoorblazing.

Voorzover nodig kan door omschakeling vanuit de toren een secundaire tank voor primaire gisting worden gebruikt en omgekeerd. Zoals gebruikelijk wordt het koelwater van de dieselmotor voor de verwarming van de gistingstanks benut met behulp van Rosenblatt- warmtewisselaars. Zo nodig kan warmte worden gesuppleerd door een tweetal met gas

Afb. 9 - Horizontale doorsnede A-A van de verdeeltoren ter hoogte van 36.00.



gestookte ketels. De afsluiters voor het routinebedrijf worden motorisch bewogen en bediend vanuit het centrale gistinggebouw. De bediening van de gehele installatie is zoveel mogelijk gecentraliseerd met behulp van een uitgebreid televisienet.

Achères I en II hebben op de secundaire gistingstanks gasklokken. Achères III heeft twee aparte gashouders elk met een capaciteit van 7200 m<sup>3</sup>, alsmede een bolvormige gashouder met een diameter van 15 m en een inhoud van rond 5000 m<sup>3</sup>. In deze ruimte wordt een druk van 3 atm. onderhouden. Voor een dergelijke omvangrijke installatie is eigen krachtopwekking met behulp van het gistinggas uiteraard aantrekkelijk. Er kunnen aggregaten van groter vermogen worden geïnstalleerd en bovendien wordt te Achères meer dan 75 % van de capaciteit van de compressoren verkregen door directe aandrijving door dieselmotoren. Een en ander levert technisch en financieel verschillende voordelen op.

Voor noodgevallen is er een aansluiting op het net van de Electricité de France. Een transformator reduceert de spanning van dit net van 20 kV tot 5,5 kV. Laatste genoemd voltage is de spanning, waarmee de motoren van de installatie worden gevoed.

Aan de hand van bovengenoemde gegevens kan een globale indruk worden verkregen van de belasting van de Seine en van de verhoging van de BOD-waarde van het Seine water door de lozing van het effluent van de verschillende tranches van de zuiveringsinstallatie voor verschillende afvoersituaties van de rivier. Tabel III geeft daarvan een overzicht. De afvoercijfers gelden voor de periode 1927-1967 en zijn evenals de overige getallen afgerond. Tijdens een crue is uitgegaan van een belasting van de rivier door ruw rioolwater van 6 m<sup>3</sup>/sec. door de gemalen bij de nooduitlaten en een hoeveelheid effluent van de zuiveringsinstallaties gelijk aan het verschil tussen de gemiddelde dag d.w.a. en de bovengenoemde 6 m<sup>3</sup>/s. Dit zijn tijdens hoog water de meest ongunstige omstandigheden. Het blijkt echter dat ook dan slechts een geringe verhoging van de BOD-waarde van het Seinewater optreedt. Deze verhogingen zijn berekend na volledige menging van de al dan niet gezuiverde rioolwater met het rivierwater. Normaliter zal de belasting van de Seine door het gezuiverde effluent aanvaardbaar zijn, doch bij zeer lage afvoeren wordt de situatie bepaald kritiek. Dit zal evenwel slechts weinig voorkomen en in het algemeen van tijdelijke aard zijn. Het lijkt bovendien niet uitgesloten, dat in een dergelijke droge periode door verhoogde afvoer naar de vloeivelden, die dan als regel wel dankbaar zullen zijn voor watertoevoer, enig soulaas kan worden verkregen.

Achères is niet de eerste kunstmatige zuiveringsinstallatie van Parijs. Reeds in 1905 is de inrichting Mont-Mesly in be-

TABEL III

Afvoer van de Seine in m <sup>3</sup> /s		Belasting in kg BOD <sub>5</sub> /s		Verhoging BOD <sub>5</sub> van het Seine-water in mg/l	
		Achères I t.e.m. II	Achères I t.e.m. V	Achères I-II	Achères I-V
Jaargemiddelde	300	0,185	0,325	0,6	1,0
Minimum jaargemiddelde	100	0,185	0,325	1,8	3,0
Maximum	2000	1,325	1,465	0,1	0,15
Minimum	18	0,185	0,325	10,0	16,5
Tijdens een crue van	1000	1,325	1,465	0,2	0,3

drijf gesteld. Oorspronkelijk werd daar gereinigd door middel van oxydatiebedden. Deze inrichting is eerst uitgebreid met hoog belaste continu filters en later met een belucht slib installatie. De inrichting had dus het karakter van een proefinstallatie, hetgeen vooral in het begin in de bedoeling heeft gelegen. Na aansluiting van de banlieue Zuid-Oost op Achères zal dit station worden geabandonneerd.

Een moderne installatie is in 1951 gereed gekomen (station d'épuration du Carré de Réunion te Versailles) en is van analoge opzet als Achères met een capaciteit voor ca. 65.000 i.e. Deze inrichting heeft in 1965 7.400.000 m<sup>3</sup> of gemiddeld 20.000 m<sup>3</sup>/etmaal gezuiverd. Inmiddels is deze installatie uitgebreid tot een capaciteit van 110 à 120.000 inwoners.

Tenslotte zullen nog enkele kleinere zuiveringsinstallaties tot stand gebracht moeten worden. Daarvan staan als eerste op het urgentieprogramma één in het stroomgebied van de Marne te Noisy-le-Grand en één in het bassin van de Seine te Valenton. Beide zullen bovenstrooms van Parijs gelegen zijn.

Aangezien het saneringsprogramma ook omvat gebieden in de departementen Seine et Marne en Seine et Oise is met het departement van de Seine een gemeenschappelijke regeling getroffen voor het administratieve beheer. De uitvoering van de werken en het technische beheer berust bij de Service de l'Assainissement de la Seine.

In maart 1966 vestigde de chef-ingénieur des Services techniques de la Ville de Paris M. Feuillade in zijn artikel L'assainissement de la Seine de aandacht op de moeizame en tijdrovende arbeid, die verricht moet worden om het programma tot uitvoering te brengen. Hij eindigde met de woorden „Il est néanmoins permis d'espérer qu' à ce prix et avec les efforts conjugués de tous les responsables de la pollution, le Seine finira par re-

trouver son charme d'antan”.

Het bovengeschetste programma betekent meer dan een schoolvoorbeeld van de sanering van een omvangrijk en dichtbevolkt gebied. Het is een groots plan, getuigende van een ruime visie op de toekomstige ontwikkeling en op de noodzaak van afdoende maatregelen ten behoeve van de afvoer van vloeibaar vuil en de behandeling daarvan alvorens dit aan het ontvangende water mag worden toevertrouwd. Dit moge ten voorbeeld strekken aan degenen, die ach en wee roepen over de voortgang op dit gebied in Nederland zonder enig elementair begrip van de problemen, die daaraan zijn verbonden en zonder kennis van de feitelijke gebeurtenissen. Het bijbelwoord „Heer, vergeef het hun, want zij weten niet wat zij doen” moge dan ter verontschuldiging worden aangevoerd, maar daarnaast mag de vraag gesteld worden of het verantwoord is zich te bemoeien met zaken waar men geen verstand van heeft.

### Résumé

Het artikel geeft de geschiedenis van de ontwikkeling van de riolering van Parijs en van de maatregelen, die getroffen zijn voor de zuivering van het rioolwater van deze stad en omgeving. Begonnen werd met reiniging door middel van landbehandeling, terwijl tegen het einde van de dertiger jaren op grote schaal werd overgegaan tot kunstmatige biologische zuivering te Achères, alwaar vanaf het begin van 1972 rond 1.600.000 m<sup>3</sup> per dag zullen worden gereinigd. Een overzicht wordt gegeven van het algemene programma van de sanering van Parijs en naaste omgeving. Aandacht wordt besteed aan enige technische aspecten van het rioleringssysteem van Parijs. Van de drie tranches van de zuiveringsinstallatie te Achères wordt een globale beschrijving gegeven met enig commentaar.

### Literatuur

- Feuillade, M. *Beschrijving van de installatie Achères II*. Techniques et Sciences Municipales, december 1964.  
 Olivesi, J. *Les Services d'Assainissement*. Travaux, maart 1966.  
 Ganneau, M. *Les égouts de Paris*.  
 Polet, H. *Les grands ouvrages d'assainissement de l'agglomération parisienne, a.b.*  
 Feuillade, M. *L'assainissement de la Seine, a.b.*  
 Fouquet, P. *Le programme générale d'assainissement de la région parissienne*. Techniques et Sciences municipales, augustus-september 1969.  
 Feuillade, M. *La troisième tranche de la station d'épuration biologique d'Achères (Achères III) a.b.*  
 De afb. in dit artikel zijn ontleend aan bovenstaande publikaties.