

四、EVRY 高級廢水處理場

埃夫裡(EVRY)高級廢水處理場為一個大型市政污水處理場，位於法國巴黎市南方的 50 公里處，為 SIAAP 所擁有（為一專責負責廢水輸送、處理的國營事業），現場營運操作由蘇伊士里昂水務公司負責，而威立雅的 OTV 公司則負責現有場站的整修改善、第二期工程暨污泥乾燥處理工程，經由 Jean-Luc Willems 處長帶領參觀該場，並由 OTV 駐該場的 Eric Beucher 專案主任，為我們介紹威立雅公司在該場所設置的先進生物處理系統、能源回收裝置、污泥脫水機和污泥乾燥設備等。

首先Jean-Luc Willems處長為我們介紹整個巴黎的污水下水道處理，讓我們一個完整的概念，巴黎所有的污水收集及處理均由SIAPP所負責，有五個主要的廢水處理場，分別位於Seine Gresillons、Seine aval（下游）、Seine centre（中心）、Marne aval（下游）、Seine amont（上游）等，各地的流量分別為6 m³/s、50 m³/s、13.5 m³/s、1.5 m³/s、6 m³/s，而EVRY廢水處理場即位於塞納河旁的Seine amont，本場也是惟一由里昂水務所負責代操作營運的淨水場，其他四場均由威立雅公司負責代操作營運（如圖6.4-1）。

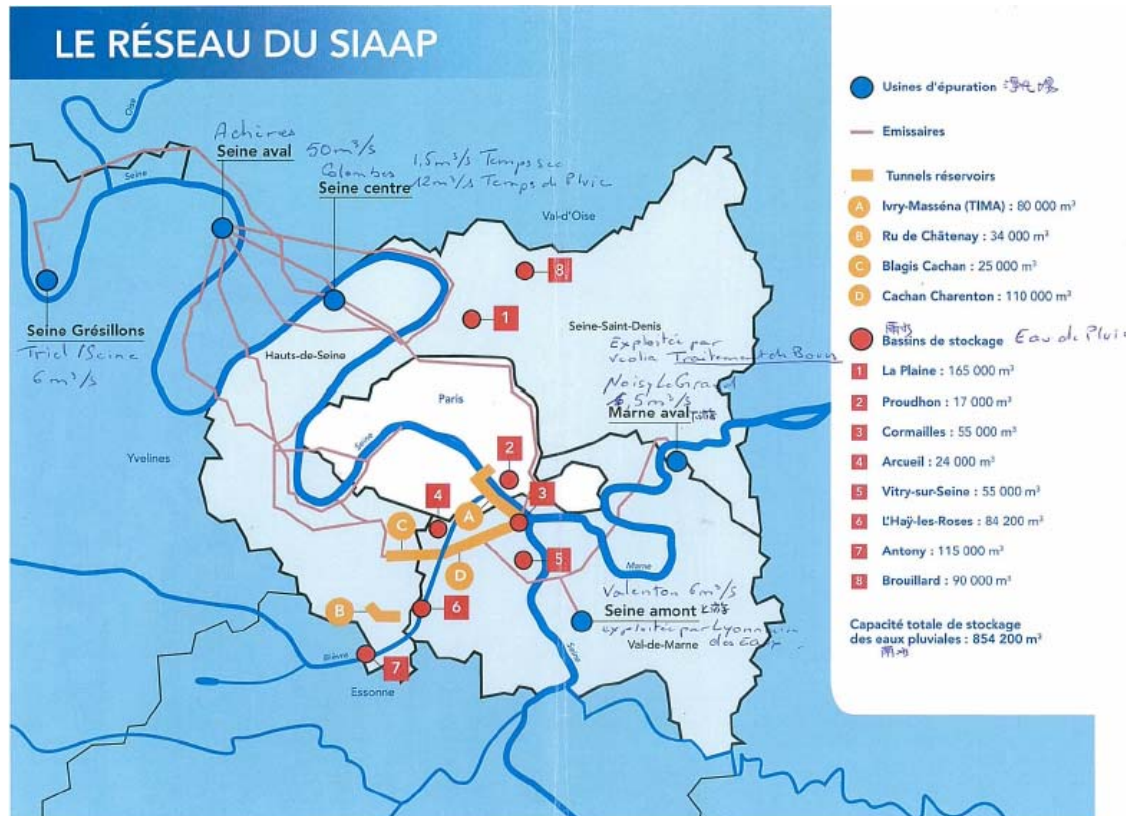


圖 6.4-1 SIAAP 巴黎的廢水收集及處理圖示

EVRY 廢水處理場第一期處理方式，主要由里昂水務集團設計，於 1975 年蓋好，主要針對 COD、BOD、SS 進行處理，廢水經由兩個預處理沉澱池，再進入廢水生物處理池，先經厭氧區進行脫硝作用，再經好氧區進行硝化作用，生物處理系統平均水力停留時間為 17 小時其中在厭氧區佔（21%），而污泥濃縮停留時間為 20±7 天。初級污泥和生物污泥以 56%和 44%的比例在濃縮池（7,000M³）進行混合，厭氧消化槽，停留時間為 39±10 天。而二期由威立雅 OTV 公司進行修繕及擴建，增加了對氨氮、總磷、有機物的去除、完整流程為泵浦站（Pumping）、Pre - Treatment（前處理）、Primary treatment（一級處理）、Secondary treatment（二級處理）、Tertiary treatment（三級處理）、Clarification（澄清）、Filtration（過濾）、Grease treatment（油脂處理）、Sludge treatment（污泥處理）、Air treatment（氣味處理）等，而使用的威立雅專利設備有 Biosep / Neosep、Biolix、Biocon、Aquilair、Discfilters 等。（如表 6.4-1）

本場污水主要來自住宅和商業區，其設計滿足歐洲適用於“敏感地區”的污水排放標準，這些標準包括消除有機物（BOD5<25mg/L 的 COD <90 毫克/升）、總氮（經過硝化及脫硝處理後 TN <10 毫克/升）、TSS<20mg/L，而依合約要求本場設計的標準較廢水排放的標準更加嚴格，合約規的標準為有機物（BOD5<15mg/L 的 COD <50 毫克/升）、總氮(經過硝化及脫硝處理後 TN <8 毫克/升)、TSS<10mg/L、磷<1mg/L。（如表 5.5.2）

表 6.4-2 廢水排放標準（左方為法規值、右方為本場承諾值）

Paramètres	Soit Concentration maximale mg/l	Soit Rendement minimal %	Règle de conformité
DBO ₅	25	92%	Moyenne 24h (concentration ou rendement)
DCO	90	87%	
MES	20	95%	
NGL	10	80%	Moyenne annuelle (concentration ou rendement)
NTK	5	90%	
P _{tot}	0.9	90%	
NGL	12	80%	Moyenne 24h (concentration ou rendement)
NTK	8	85%	
P _{tot}	1	90%	

Paramètres	Concentration maximale mg/l	Soit Rendement minimal %	Règle de conformité
DBO ₅	15	92	Moyenne 24h (concentration ou rendement)
DCO	50*	87	
MES	10	95	
NGL	8	80	Moyenne annuelle (concentration ou rendement)
NTK	4	90	
P _{tot}	0,7	90	
NGL	10	80	Moyenne 24h (concentration ou rendement)
NTK	5	85	
P _{tot}	0,8	90	

* sous réserve d'une DCO non biodégradable < 30 mg/l

表 6.4-1 威立雅 VWS-OTV 在 EVRY 場的主要工作



Client's legal name	Communauté d'Agglomération Evry Centre
Site / Factory / Plant Name	EVRY
Address	France Place de l'Agora - BP 62 91002 Evry Cedex

Contract

EVRY [15120162]	
Réhabilitation de la station existante. Construction neuve d'une 2ème file de traitement des eaux. Construction d'une extension de traitement des boues par séchage.	
Can be used for marketing activities	Yes
Type of contract	Refurbishment
Year of Completion	2010

Treatment Line

Name of Treatment Line	EVRY
Type of Treatment Line	Municipal Waste Water
Short Description	Réhabilitation de la station existante. Construction neuve d'une 2ème file de traitement des eaux. Construction d'une extension de traitement des boues par séchage.
Type of Influent Treated	Urban wastewater
Incoming Flow Rate	3,600 m3/h
Treatment Steps	Pumping Pre -Treatment Primary treatment Secondary treatment Tertiary treatment Clarification Filtration Grease treatment Sludge treatment Air treatment
VWS Technologies Used	Biosep / Neosep Biolix Biocon Aquilair Discfilters
Quality Required Following Treatment	Discharge into receiving medium (sea, river, lake...) Reuse / recycling
Headline Measured Outputs	250,000 Pop Eq
Output Destination	Washing / Rinsing Discharge into river

威立雅很重視現場工安，前往現場時特別為我們準備安全雨鞋，並帶上安全帽及螢光背心，可謂是全護武裝，參觀的部分主要是威立雅公司的設備，其中的 BIOSEP 浸沒式膜生物處理效果非常的好，在池上佈滿了一層厚厚的污泥層並不斷有細氣泡由下冒出，經由 BIOSEP 處理後可得到相當清澈的水質，依其放流水水質監測，放流水的濁度僅 0.114~0.235NTU，可媲美飲用水水質，排放口則經由超音波流量計計量。

另新增設的污泥處理設施非常先進，如新設的三套離心式污泥脫水機，均以有不銹鋼箱體隔音及保護，由外表看不出來是脫水機，經離心脫水機後污泥的固含量約 25%，其污泥則送至污泥貯槽儲存，其後污泥不落地直接由污泥槽車載運出去，另為了安全起見設有第二套不同系統的污泥貯槽備用。整個脫水機控制室僅需一人監控即可，同時進行簡易的污泥特性測試。後續尚有一套即將興建完成的污泥乾燥機（焚化機），所需能需可由二期工程威立雅新設的消化槽及甲烷氣槽（外形如一估白色的圓球，目前已接近完工階段）而來，進入乾燥機前污泥先經切碎機，將污泥切碎增加其接觸面積，污泥乾燥機內部下方為一輸送鐵欄柵，會緩慢移動，若以位置及溫度來區分可區分為三個階段，第一階段溫度加熱至 280℃、第二階段為 200℃，第三階段則為 150℃，而第一階段設有噴水頭防止溫度過高，引起污泥燃燒發生火災，本設備可以將污泥乾燥至固含量達 90%。未來本場建設好後，其運作流程若以固含量來看，為由處理設備單元所得到的污泥固含量約為 3%，經由污泥濃縮池後可到達 4-5%，再經由厭氧消化產生甲烷氣（可供污泥乾燥氣使用）後，進入離心式脫水機後污泥固含量達 25%（先經由陽離子 POLYMER 進行污泥調理），最後再送入污泥乾燥器乾燥，污泥固含量可達 80~90%，所得污泥餅可用於農業用途（每年 3 月、10 月運用在農地上，並有警察監測施灑情形），而部分則運用於建築中。

經由污泥乾燥（焚化）後的氣體，需經氣體處理室處理，經由三階段串聯氣體洗滌塔（臭氣處理）設備（氣體處理室內有硫酸及氫氧化鈉等藥槽），洗滌塔中間填充塑膠擔體可增加氣水交換表面積，含藥劑的水霧由上方往下噴灑，臭氣則由下方往上送入，經氣液混合交換後，處理水流至下方收集水槽，收集洗滌液數次之後，再將廢液送至最前方的廢水處理單元處理。（參觀的相關照片如圖 6.4-2）

	
<p>VERY 廢水場的 OTV 施工辦公室</p>	<p>Jean-Luc Willems 介紹巴黎廢水處理概況</p>
	
<p>威立雅在 EVRY 的二期工程位置簡介</p>	<p>EVRY 廢水場的照片</p>
	
<p>至現場前的全護武裝(腳為安全雨鞋)</p>	<p>贈送 Eric Beucher(專案主任)小禮物</p>

圖 6.4-2 EVRY 廢水處理場相關照片(a)







	
<p>EVRY 廢水場景觀一偶</p>	<p>EVRY 廢水場初級處理池及景觀一偶</p>
	
<p>螺旋式污物處理</p>	<p>HYDROTECH 設備</p>
	
<p>HYDROTECH 設備反洗</p>	<p>HYDROTECH 設備</p>

圖 6.4-2 EVRY 廢水處理場相關照片(b)

	
BIOSEP 浸沒式膜生物反應器	BIOSEP 浸沒式膜生物反應器
	
BIOSEP 浸沒式膜生物處理	BIOSEP 浸沒式膜生物處理
	
由 BIOSEP 處理後的清澈的放流水	放流口超音波流量計

圖 6.4-2 EVRY 廢水處理場相關照片(c)






	
<p>放流水水質監測(濁度媲美飲用水水質)</p>	<p>第一期由 SUEZ 里昂水務負責的污泥處理場</p>
	
<p>陽離子 POLYMER 加藥設備(污泥調理)</p>	<p>第二期離心式污泥脫水機(外表均有隔音及保護設備，由外表看不出來是脫水機)</p>
	
<p>箱子內部--離心式脫水機(固含量 25%)</p>	<p>僅一人操作的脫水機控制室</p>

圖 6.4-2 EVRY 廢水處理場相關照片(d)

	
<p>離心式脫水機後的污泥貯槽</p>	<p>污泥貯槽卸料及載運</p>
	
<p>離心式脫水機第二套備用污泥貯槽</p>	<p>簡易的污泥特性測試</p>
	
<p>第二期工程由威立雅新設的消化槽及甲烷氣槽，目前已接近完工階段</p>	<p>污泥乾燥機上部，能源來自場內厭氧消化產生的甲烷氣，溫度可加熱至 280 度</p>

圖 6.4-2 EVRY 廢水處理場相關照片(e)

	
<p>進入乾燥機前的污泥切碎機，將污泥切碎增加其接觸面積</p>	<p>污泥乾燥機及其外部集器管線</p>
	
<p>污泥乾燥機內部下方為一輸送鐵欄柵，會緩慢移動，特別的是在第一段有噴水頭防止溫度過高，引起污泥燃燒而發生火災，本設備可以將污泥乾燥至固含量 90%。</p>	
	
<p>污泥乾燥機下方污泥輸送帶</p>	<p>污泥乾燥機氣體收集管線</p>

圖 6.4-2 EVRY 廢水處理場相關照片(f)



圖6.4-2 EVRY 廢水處理場相關照片(g)

五、Méry-sur-Oise 高級淨水處理場

Méry-sur-Oise 高級淨水場為大巴黎水務集團（SEDIF）所擁有，為該集團供應大巴黎地區自來水的三個大淨水場之一，委由威立雅公司設計、工程建造及代操作營運並負責供水、產水分配等。本場位在巴黎外郊的瓦茲河（Oise）河畔（全場俯視圖如圖 6.5-1），該廠建於 20 世紀初，經多次重大改造，目前供水規模已達每天 34 萬噸，以滿足日益增長的高度城市化地區需求，其中 14 萬噸採用奈米薄膜（NF，或稱奈米過濾）技術，目前平均每日可提供 15.8 萬噸飲用水供巴黎北部郊區 80 萬居民使用，本場並於 2002 年通過 ISO14001 的驗證。由於瓦茲河的水質較差，故在 Méry-sur-Oise 使用奈米過濾(NF)處理這種新的處理方法，奈米過濾消除了所有有毒或因為人類不良活動所產生的污染物質，生產高品質的水，佔每日供水量的 80%，其餘 20%的則利用臭氧生物活性碳處理產生的水，這兩股水在管網上供水前先混合。該場為世界上第一個採用奈米過濾膜技術處理河水的水場，水場出水水質安全衛生，口感好，不含氯味，如同該廠的廣告語「丟掉瓶裝水，打開自來水龍頭吧！」。水場的防範相當的嚴格，門口有專業的保安公司看守，若無事先申請不易進入參觀，本次參訪前已依要求將所有參訪人員的護照資料送該公司審核，故本次行程因有事先申請且直接由威立雅公司 Jean Luc Willems 處長陪同進入，故進入廠區還算順利，場內全程禁止拍照，所以只能於廠外拍一下外觀（如圖 6.5-2），據 Jean Luc 處長的說明，是因為擔心照片有時會經由網路而遭有心的恐怖分子利用。本場由 Jean Luc Willems 處長及威立雅環境駐 SEDIF 的 Christian Ravier 先生為我們介紹該場先進的設備。

規模：平均每天生產 15.8 萬噸、最大生產能力每天 34 萬噸（ 20 萬噸經由生物活性碳過濾處理、 14 萬噸經由奈米過濾膜處理）

設施：3 膠凝沈澱池、12 個砂過濾池、12 臭氧發生器、12 個活性炭過濾器

奈米過濾膜：8 座混凝沉澱、2 座澄清池、3 靜態臭氧混合器、10 座雙層濾池（砂濾砂、無煙煤）、34 萬平方米的奈米過濾膜

Méry-sur-Oise 淨水場原供水規模每天 20 萬噸為的臭氧活性碳處理，由於淨水場水源瓦茲河(Oise)上游流經農業區，原水水質中之 TOC 含量高並含農藥（pesticides），受工業污染影響，河水中含有大量的有機物、殺蟲劑、砷和重金屬等有害物質，而且河水的溫度和有機物含量隨季節變化波動很大，經評估後採用奈米薄膜處理，且河水的溫度和有機物的含量一年隨季節變化波動也很大，故 1993 年該廠先安裝了一套 1400m³/d 奈米過濾模廠，開始為附近小鎮(Auvers-sur-Oise)提供膜處理用水，經二年實廠試驗結果證明了奈米過濾膜技術可行且有效。故於 1995 年 SEDIF 投資 1.5 億歐元委由威立雅公司增建另一套每天 14 萬噸的奈米過濾膜流程，1999 年開始加入營運量產，供應巴黎北郊 39 個行政區約 80 萬人用水。另通過大口徑管道與馬恩河畔的 Neuilly-sur-Marne 淨水場管網連接，在緊急情形可以互相支援水量。（如圖 6.5-3）



圖 6.5-1 Méry-sur-Oise 淨水場全場俯視圖



圖 6.5-2 Méry-sur-Oise 淨水場外觀及旁邊的 Oise 河



圖 6.5-3 Méry-sur-Oise 位置及供水區域

在 Mery-sur-oise 淨水場為防止因源水污染影響正常出水，水源的上游 10KM 處就安裝了在線監測儀，進入場區入口處也安裝有在線監測儀，主要監測源水的流量、濁度、電導率、PH 值、溶解氧、水溫、重金屬、氨氮、亞硝酸鹽、氰化物等，所有監測點均有二套，通過兩條傳輸線把監測到的所有參數輸送到水場監控中心，「中控室」中同時配有兩套電腦系統，以確保在線監測 100% 準確無誤。從開始預警到污染源水進場場有 4 小時以上的充裕時間作出處理決策進行應變措施。另該場自動監控措施相關完善，整個水場均採完全自動控制，可監測奈米過濾膜污堵狀態，還可以進行完全自動化地清洗，而且操作者可以自行選擇清洗配方，故在現場看到的人員並不多。

奈米過濾可去除水中有機物質、細菌、病毒與農藥，但仍保留一些礦物質，處理後之水為軟水(soft water)，水質較好適合民生使用，目前其場內奈米薄膜處理與臭氧生物處理兩系統並聯操作（生產流程如圖 6.5-4），原水自瓦茲河取水後先經過粗格柵抽入 5 公頃大約 40 萬噸的原水蓄水池濁度平均約為 20NTU，再個別分流處理，最後匯流出水，流程如下：

1. 生物處理：最大處理量 200,000CMD

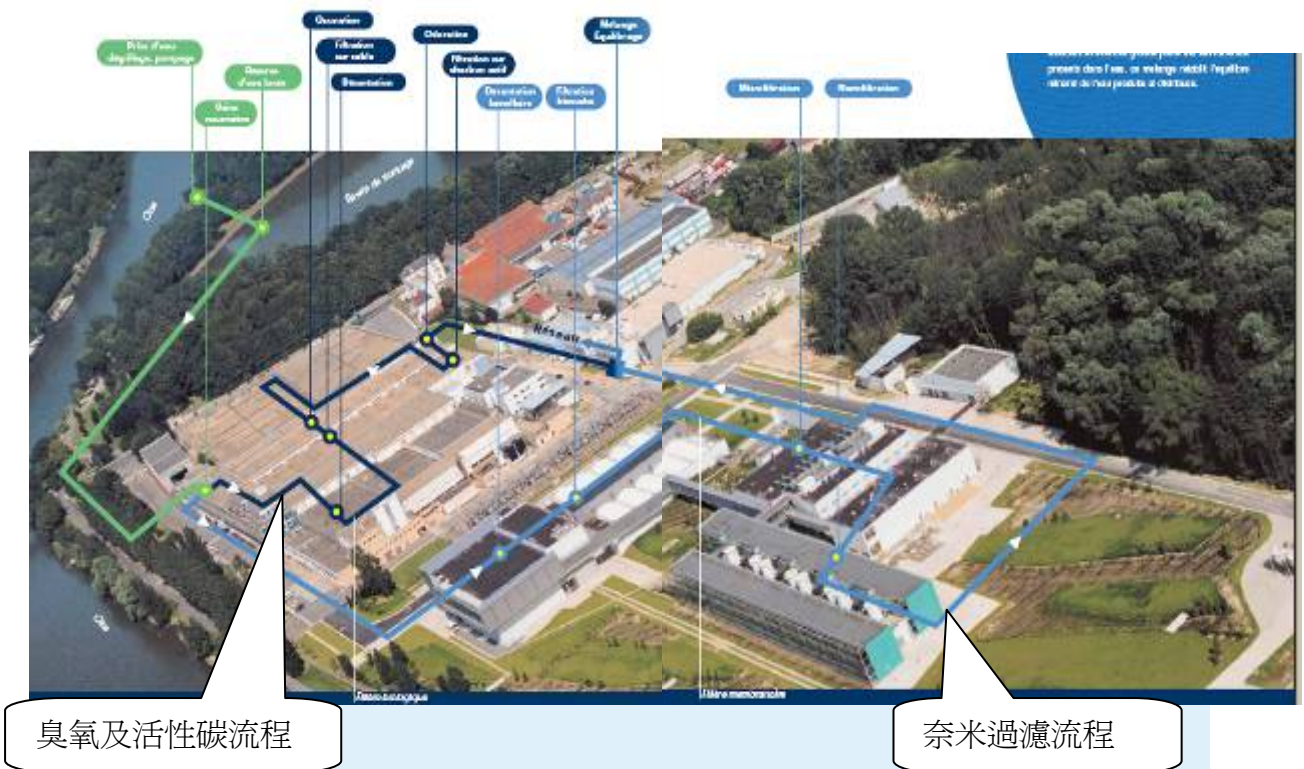
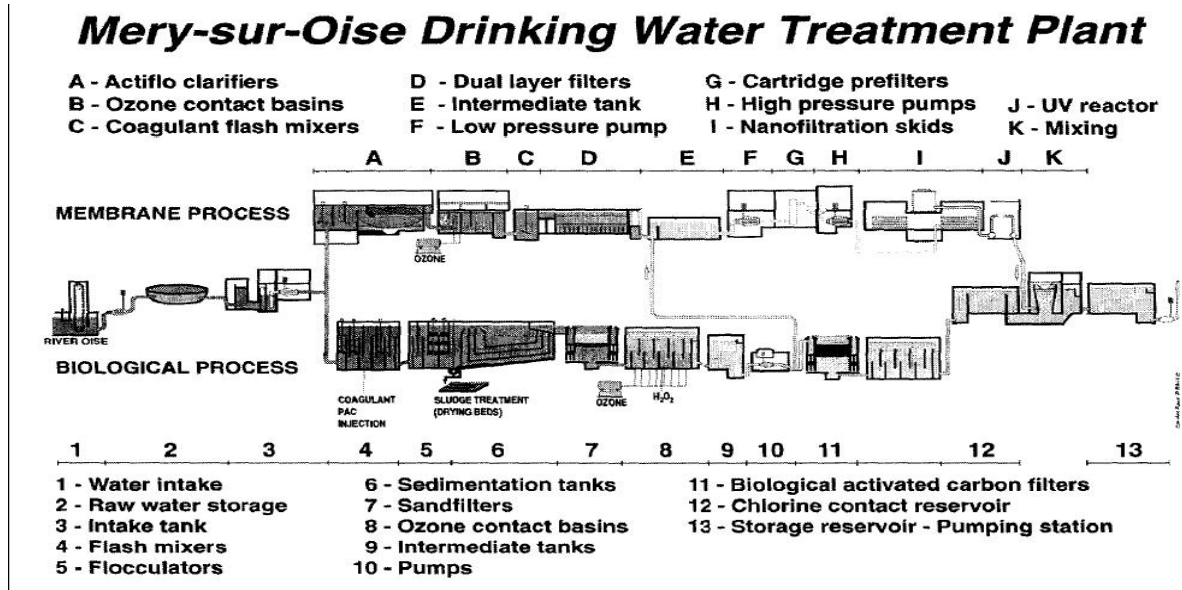
取水槽→混凝池→膠羽池→沈澱池→砂質濾層→臭氧接觸槽→中繼池
→泵加壓→生物活性碳濾層→加氯池→清水池

2. 奈米薄膜處理：最大處理量 140,000CMD

取水槽→Actiflo 沈澱池→臭氧接觸槽→混凝池→雙層過濾→中繼池→

低壓泵加壓→前濾心過濾→高壓泵加壓→奈米薄膜過濾→紫外線反應槽→加鹼調節酸鹼值(LSI)→與生物處理程序處理之出水混合。

第二套高級處理程序，經Actiflo沈澱後水質濁度小於1.1NTU，再經雙層濾池濾後水濁度大約為0.05NTU、奈米過濾後TOC平均含量為0.18mg/L、殺蟲劑低於50ng/L、鈣離子的平均含量40 mg/L，本系統製水成本每立方公尺約為1.07歐元。



主要處理流程簡介：

1.Actiflo 高密度沈澱池

Actiflo 為威立雅的一種高效沈澱技術（如圖 6.5-5），它的主要特點是利用細砂作為混凝的核心物質，以形成較易沈降的混凝膠羽，加快沈澱過程，具有沈澱時間短，占地面積小，耐衝擊負荷能力高的特性。Actiflo 沈澱池共 1 座分 2 格，每格單池面積 700m²，深度 7.5m，池內平均停留時間 12min，上升流速 40m/h。採用混凝劑為聚合氯化鋁，加藥量約 30ppm、助凝劑為陰離子 PAM 加藥量約 1ppm。可去除 95%懸浮顆粒，其沉澱後水質濁度 ≤1.1NTU。

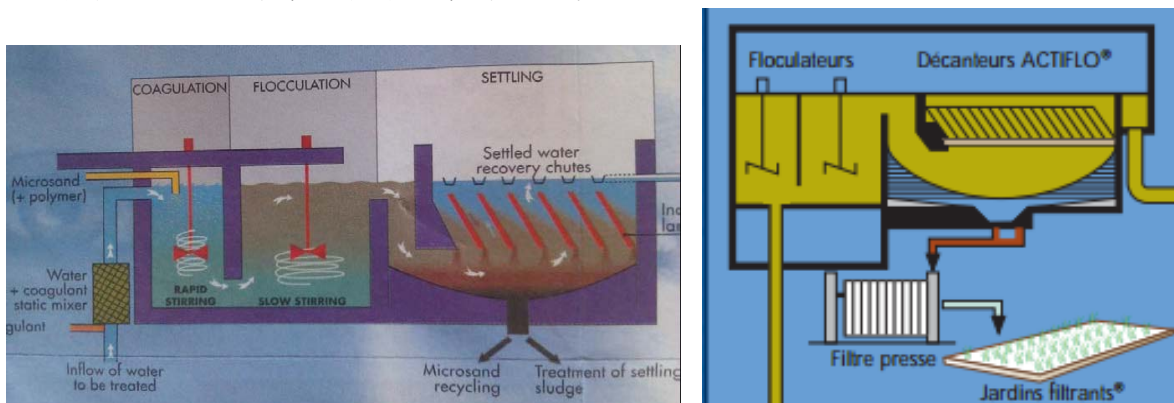


圖 6.5-5 Actiflo 高密度沈澱池

2、臭氧接觸池

臭氧技術在飲用水處理最早作為一種消毒劑使用，後由於水源污染程度的加劇，臭氧作為一種強氧化劑受到更普遍的重視。目前臭氧在飲用水用於除污染的位置有三種：混凝前（通常稱為預臭氧）、砂濾池前、活性炭濾池前（通常稱為主臭氧）。臭氧投加量 3g/m³，臭氧產生器 3 台，總發生量 22kg/h。（如圖 6.5-6）



圖 6.5-6 臭氧產生器及預臭氧示意圖

3、雙層濾料濾池

過濾主要是去除水中最後的懸浮固體和氨氮，控制合理的濾速和選擇合理濾料是保證濾後水水質達到要求與濾池正常營運的關鍵。奈米過濾系統時濾池採用是雙層濾料氣水反沖濾池。濾池共 1 座分 10 格，單格池面積 117m^2 ，濾速 $6\sim 7\text{m/h}$ ，濾層厚度 1.5m ，其中無煙煤 0.7m ，石英砂 0.8m 。助濾劑聚氯化鋁投加量 $5\text{g}/\text{m}^3$ ，過濾效果可 100% 去除大於 $100\mu\text{m}$ 顆粒物質及 100% 的氨氮，如圖 6.5-7。

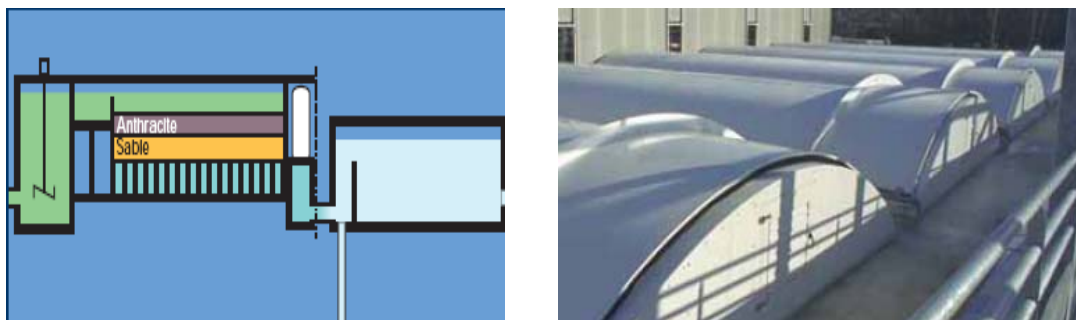


圖 6.5-7 雙層過濾

4.微過濾

濾後水經過低壓幫浦後進入微過濾器如圖 6.5-8，微過濾利用水從濾芯的外側進入濾芯內部，微量懸浮物質或細小雜質顆粒物被截留在濾芯外部，以防這些顆粒堵塞或損壞奈米濾膜元件，一旦濾池產水中含有過高的懸浮物質時，微濾器就像電氣回路中的斷路器一樣，保護奈米過濾膜本體。Mery-sur-Oise 淨水場共有 8 台 $6\mu\text{m}$ 微過濾器，每台微過濾器容積 10m^3 ，內裝有 410 支濾芯，總過濾面積 990m^2 ，濾速 0.88m/h 。除預處理部分出現故障之外，微過濾器清洗頻率一般為 36 小時。此外，微過濾器還需進行週期性地化學清洗，清洗頻率一般為 15 天。其效果可以 100% 去除大於 $6\mu\text{m}$ 顆粒物質，及 95% 去除大於 $1\mu\text{m}$ 顆粒物質。



圖 6.5-8 微過濾器

5、奈米過濾

因瓦茲河（Oise）沿途受污染，水中含有大量的有機物與殺蟲劑，特別是除草劑草脫淨(Atrazine)，且河水溫度和 TOC 總有機物含量隨季節變化也很大，為此 Mery-sur-Oise 淨水場特別用了兩年的時間做模廠試驗，根據瓦茲河（Oise）水的特點設計專門處理瓦茲河（Oise）原水的奈米過濾系統-- FilmTec 卷式奈米過濾膜，它具有對鹽和硬度的截留率低，對低分子量的有機物截留率高等特點，特別是對除草劑草脫淨(Atrazine)的去除特別有效。

水場NF共分8個系列，每個系列分4個支架，第一段兩個支架，每個支架安裝54支容器；第二段一個支架，裝有54支容器，第三段一個支架，裝有28支容器的；每支壓力容器裝6支元件，共有9,120支卷式奈米過濾膜元件，膜元件設定在3,600 m²的建築物內（如圖6.5-9），過濾面積確達340,000m²，進水視水溫以8至12bar之壓力，送入NF 薄膜之第一段過濾回收率50%，其濃縮液再進第二段過濾回收率50%，依序再進第三段過濾回收率50%，回收率穩定維持在85%左右，各組可產水17,500CMD，八組共可產水140,000CMD。出水水質之TOC含量約僅0.18mg/L、農藥與其副產物皆低於偵測極限50ng/L。當產水量下降25%或任一段標準壓力增加25%會啟動濾膜清洗機制，每組過濾器每24至36小時自動以5bar之壓力水反沖洗一次，約每20天~40天再以藥劑清洗管中積垢，以維持其正常功能。清洗系統分兩組，清洗液有洗滌劑、氫氧化鈉、檸檬酸、殺菌劑等4種化學藥品。

每組NF 薄膜處理程序設有線上顆粒計數器（On-lineparticle counter）及導電度偵測器與控制閥，配合電腦自動控制系統，整場無人可自動操作，隨時可查知某組薄膜之清潔或污濁狀況，如某一薄膜需清洗時，操作人員可按鍵依設定之程序清洗，亦可依其自訂之方式清洗（例如改變清洗藥劑之濃度或浸泡時間），且可存於電腦中供日後使用，清洗完成後電腦即列出報告，瞭解其效率與成本。

經NF薄膜處理之濾水再經脫氣塔，去除濾前添加抗垢酸劑所產生之二氧化碳，再以紫外線消毒後(如圖6.5-10)，進入混和池與生物處理程序（如圖6.5-11）出水互相混合。另因NF薄膜水因LSI過低具有腐蝕性，可以與臭氧生物處理程序的高硬水於供水管網前先混合調整（80%、20%）（如圖6.5-12）。

6. 廢水處理及污泥再利用

廢水主要來源有過濾反沖洗及薄膜的濃縮水，因廢水水質尚符合規定故廢水不需經過處理，全部廢水採直接排放並不回收處理，據其說明主要因為該地水源相當豐富，故直接排放至水體，經天然自淨後再處理，惟法令規定 2013 年廢水後，廢水則必煩採回收處理。

而沉澱池所產生的高濃度底泥，則送至後段的機脫處理，產生污泥餅，不過因為該場附近，目前正在施工（用水槍來打除建築物），所以未能前往參觀。而產生的污泥，則會加入石灰提高了耕地的物理化學性質，該場每年生產約 11,200 噸原污泥，固含量平均約 23% 左右，每天產量約 6.5 噸以上的乾污泥量(溼基約 28 噸)。其污泥餅需經農業部門及所在縣市的批准，並需發錢請具有特定的資格的廠商進行污泥再利用，再利用主要用於農業用途。



圖 6.5-9 奈米過濾膜廠房及模組

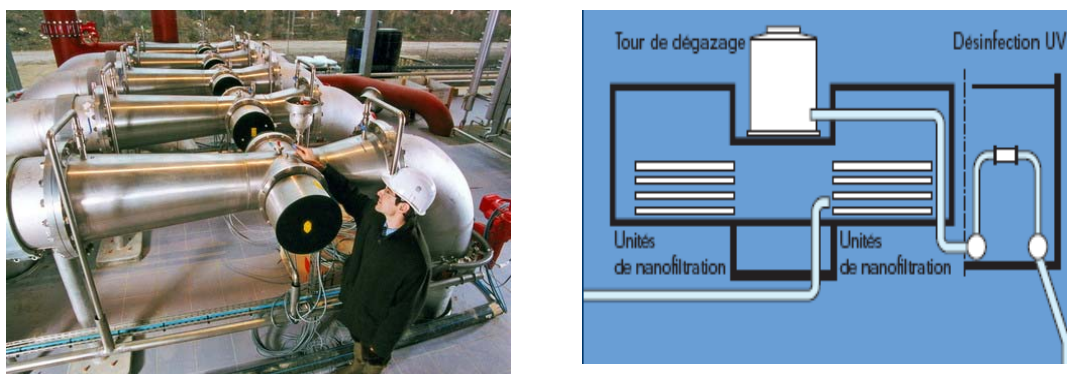


圖 6.5-10 UV 消毒

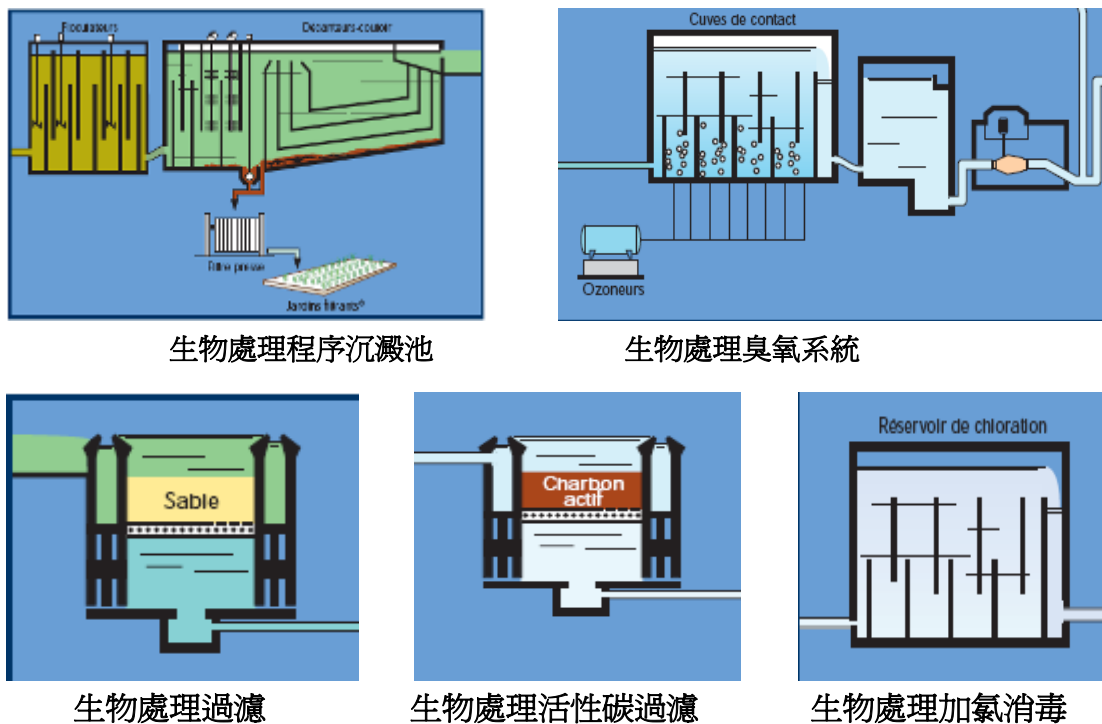


圖 6.5-11 第一套生物處理各單元圖示

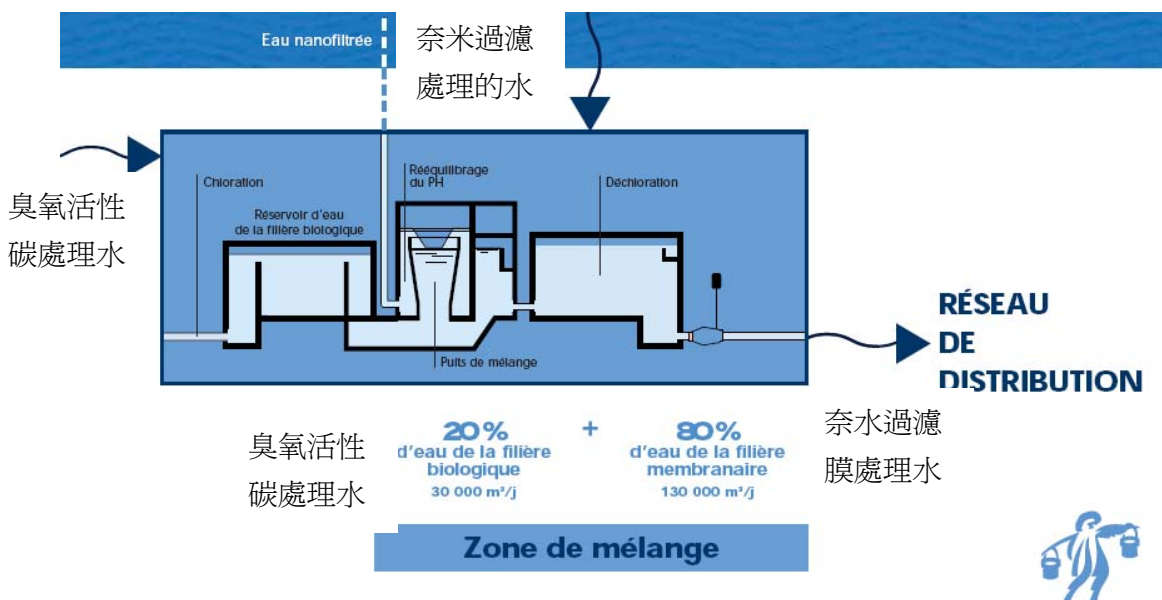


圖 6.5-12 處理後二股水依比例混合