

六、Morsang sur Seine 高級淨水處理場

Morsang Sur Seine 淨水場位於巴黎南方近郊約50公里緊臨賽納河旁（約300m），初建於1970年，佔地20公頃，由蘇伊士環境旗下之里昂水務（Lyonnaise des Eaux）負責營運管理，並由委由同樣為蘇伊士環境旗下之Degremont公司設計施工興建並負責後續營運操作。該場分三期設置，每期容量均為7.5萬CMD，總計22.5萬噸，並以美麗的三角星形配置，由空中鳥瞰非常漂亮（如圖6.6-1），可供應南巴黎50萬人飲用。

在大巴黎南部約計有 100 萬人口，共由 6 個水廠供應，其中 3 個較大的水廠分別為 Morsang Sur Seine、高級淨水處理場(22.5 萬 CMD)、Viry-Chatillon 及 Vigneux 淨水場(位於本場下游其產水量為 10 萬 CMD 及 5.5 萬 CMD，原水亦取自塞納河)，6 大水廠供水均可互相聯合運用，但各自獨立運轉及操作，總計設計產水量達 45 萬 CMD，然實際上平均供水量約為 20 萬 CMD，有當大的餘裕量，其中 Morsang-Sur-Seine 高級淨水處理場平均每天供水 10 萬 CMD，該場產水尚有餘裕約 1.2 倍（約 12.5 萬），所以可以很從容的進行設備維護，每期每年均有 1 個月的停機檢修（維護保養期間），如第 1 期為 4 月、第 2 期為 10 月、第 3 期為 8 月停機檢修。6 個水廠經由 3,848 公里管線供應 145 行政區，供應大巴黎南部地區的自來水，必要時亦可經由管網閘栓調節支援巴黎市用水（如圖 6.6-2）。原水來自塞納河上游，水量非常的豐沛水質大致良好，原水水質主要的問題為農藥的污染、春天及秋天落葉導致的有機物過高、夏天的藻類等問題，為確保原水品質，於 5 公里前 Montgeron 設有原水監測站（Nandy），該監測站設有 18 個原水水質檢項參數。如原水水質超出預警值，位於 Morsang 廠及 Montgeron 的遙控中心警報系統將同時發出警訊，並進行配水及原水的調配及各種緊急措施，以確保南巴黎供水及安全無虞。另廠內亦具有小型檢驗室，每禮拜完成 80 個項次的檢驗，作為查核及調整處理程序之用。

本場處理設備相當先進及嚴謹，其處理流程為：先於水廠 4 公里前的原水抽水站經粗篩（2.5mm）及細篩（1mm）前處理後，抽水加壓經由預臭氧後，送入進流中央控制中心（塔），再分配至各期處理流程。特別值得一提的是本場雖分為三期興建，但卻擁有一套共同的進流的中央控制中心（塔），除臭氧發生器放置

於此外，水量的分配、所有的加藥（如混凝劑、酸鹼的調整、粉狀活性碳等）均在此加入，並於其中心柱中利用各期的水躍池完全混合，本廠的混凝劑仍是利用聚氯化鋁（PACl），原水 pH 值約為 8.0，先加酸將 pH 值調降為 7.2，此一目的除為了增加混凝效率外，亦是為了避免殘餘溶解鋁過高（法國有法規限制為 0.2mg/L），此一作法值得國內參考。另如有需要也於此處一併加入粉狀活性碳（PAC），本次參訪時剛好該場添加 PAC 來去除水中有機物質，效果相當良好。而其臭氧發生器，其原料直接取自空氣，經過乾燥後進入臭氧發生器經由電弧作用產生臭氧，須非常注意其安全，該場有二種不同的臭氧發生器，圓桶型的臭氧發生器產量為每小時 8kgf，另一種為方型的新型箱體陶瓷發生器其產量為每小時 9.8 kgf。

應用之處理技術包括高速沉澱池（Pulsator、Superpulsator、Densadeg）、第一道顆粒活性碳吸附床、臭氧氧化、第二道顆粒活性碳吸附床及最新的 UV 處理等，分為三種不同處理程序（三期）的清水進入 2 萬 CMD 的清水池中，再加壓供水。各期處理流程如下（如圖 6.6-3）：

第一期設立於 1970 年，處理能力 7.5 萬 CMD，處理流程為：脈動式沉澱池 Pulsator → 第一道顆粒活性碳過濾床 → 臭氧處理粒 → 第二道顆粒活性碳過濾床 → UV。

第二期於 1975 年擴建為二倍的處理容量（再增加 7.5 萬 CMD），其處理流程為：Superpulsator settler 脈動式污泥毯沉澱池 → 第一道顆粒活性碳過濾床 → 臭氧處理粒 → 第二道顆粒活性碳過濾床 → UV。

第三期於在 1988 年擴建，再增加 7.5 萬 CMD，其處理流程為：快混 → 反應槽 → DensaDeg 高密度沉澱池 → 第一道顆粒活性碳過濾床 → 臭氧處理粒 → 第二道顆粒活性碳過濾床 → UV。

該廠廠長 Fabien 先生帶我們參觀第三期生產線，處理流程的安排並非由控制中心向外依順序排列，而是以將混凝沉澱單元移到最後，第一道活性碳過濾床則最靠近控制中心，主要考量是因為臭氧的添加位置於控制中心地下室。第三期處理流程的 Densadeg 高密度沈澱池，可分三階段，第一階段為開放式的快混池（因春天及夏天有機物高，參訪時恰巧有添加粉狀活性碳故呈水體呈黑色細膠羽），而

第二階段膠凝池及第三階段沉澱池均以蓋子蓋住，避免污染及藻類滋生。其中各期的第一道顆粒活性碳過濾床，原為砂濾床，2006年三期全部改為活性碳濾床，靠中央控制中心的為第一階段活性碳過濾（以不鏽鋼蓋子蓋住，活性碳深1M，粒徑1~1.2mm）；第二段活性碳過濾床用藍色蓋子蓋住(活性碳粒徑0.5~0.6mm)。反沖洗頻率為第一段GAC床每天乙次，第二段GAC床每星期乙次；另臭氧的添加有二個位置，第一個位置在進入中央控制中心（塔）前的原水，主要功能是去除原水的臭味及顏色，第二的位置則為第二段GAC床前，其主要功能為再次去除水中的臭味及顏色，及具有消毒的角色。最後單元為2010年於出水端加入UV處理單元（位於地下管廊處），以去除剩餘難處理微生物之活性，並降低前端的臭氧使用量及後端的餘氯添加量（如圖6.6-4），且在現場各動要單元，均有詳細的處理解說看板，可使參觀及操作者易於了解。相關處理設備在前面蘇伊士Degremont公司介紹時已簡介過，故此不再重復介紹。

Morsang Sur Seine高級淨水處理場為保證提供安全無虞且優質的自來水水質，於2005年9月取得ISO22000驗證，並依按照ISO22000標準採取預防性的風險分析措施，施行HACCP（Hazard Analysis and Critical Control Points）危害分析重要管制點制度。HACCP是ISO22000認證的一個組成部分，為一個國際認證標準，其中定義了食品安全從食品鏈至最後消費點的食品安全管理體系要求。另Fabien廠長很自豪的表示，該場因臨近塞納河僅300m，故其防洪能力非常的好，即使洪水上升至平面1米，該廠也可以正常運轉，並早於2004年即通過防洪測試，並在2010年慶祝巴黎大洪水滿100週年時，採取實廠測試模擬河水暴漲，在無電力狀態依靠本身的大型發電機自行發電，測試結果仍可正常的供水無虞。

另該場具有高度的自動化監控操作，所有的操作皆可依靠自動儀器來監控，人員的設置主要設定在維護儀控上，該場人力僅有 12 人（且多數為行政人員）。場站所有監控資料傳送至地區監控中心，當有事故發生，場站警報系統可將訊息自動傳送給備勤人員，相關人員就可透過網路系統，就近於線上進行問題處理，主控室與 Montegeron 監控中心連通，晚上淨水場無需人員值班，如果有問題發生時由 Montegeron 監控中心先行分析問題，來決定是否通知鄰近人員進行緊急處理。負責營運管理的里昂水務也投資經費，建構先進的數據資料處理系統，促進

操作系統最佳化，可預知供水系統之需水變化，適時修正供水操作，以避免操作模式的急遽改變。

整體廠區相當重視景觀規劃佈置，該廠環境非常的幽美，感覺像是到了風景區，論景觀的優美台灣淨水場大概只有深溝淨水場可以比擬，且管線及操作動態設計非常重視景觀及人性化，地面上看不到任何的管線，所有管線置於地下管廊中，地下管廊非常寬大且明亮，並利用顏色進行管線區分，如深藍表示清水、淺藍色表示反洗用清水、上方淺綠色表示空氣管（過濾池氣洗使用）、乳白色表示臭氧管、灰色表示雨水收集管線。中央控制中心地下設有展示廳，除有 Morsang 高級淨水場相關供水調配與支援圖示外，也有供近距離觀察的臭氧與水接觸槽，亦將塞納河原水與為處理過的清水直接作一比較，讓人可清楚了解處理前後的水質差異，並設有一清水生飲台，可直接飲用（相關淨水場照片如圖 6.6-4）。

在廢水處理部分，以分流為處理原則，活性炭濾床的反沖洗用水（第1道GAC床每天反沖洗乙次，第2道GAC床每星期反沖洗乙次），反沖洗水流至廢水池後靜置2小時，待上澄液乾淨後，再回收至中央控制中心（塔），全場廢水量約占進水量之2~3%，採全量回收方式處理；另第一期及第二期的脈動式沉澱池所產生的沉澱底泥需添加陰離子polymer進行再濃縮，而第三期的DensaDeg高密度沉澱池其底泥濃度固含量很高，不需再濃縮，三期的污泥先排至污泥儲存槽存放，再以石灰調理後送至壓濾式脫水機進行脫水，污泥餅含水率平均約65%，固含量約佔35%，其中約25%為來自河中的泥砂、10%為添加的石灰或粉狀活性炭，本次參訪時因為有添加PAC所以污泥由原來的土黃色變為黑色。本場脫水機有二台，一台為壓濾式污泥脫水機，另一台為新設的離心式脫水機。壓濾式污泥脫水機濾餅呈塊狀，二樓的脫水機脫水後，直接由輸送帶送至外面儲車送清運，污泥採不落地方式處理，進入機脫前固含量4%，不加藥操作，每批次2小時，可產生5噸溼污泥餅（溼基含水率60~72%，平均約65%），每天8小時產能為20噸，濾布清洗時尚有添加次氯酸鈉藥劑；另小型新型離心壓濾脫水機Dehydris TWIS，目前正在測試中，需添加陰性高分子聚合物，污泥餅較為粉狀，含水率僅60%，並可完全自動化，無需人員操作，每2小時1.25噸，目前測試階段每天操作8小時可產5噸污泥餅，未來可24小時操作。

每年產生約5,000噸泥餅提供農業培養土或土地改良使用，該廠每年將污泥處理委由同樣蘇伊士的子公司進行處理，再利用費用每年費用約需200萬歐元，每噸成本費用高達40歐元，約新台幣1600元。（如圖6.6-4）

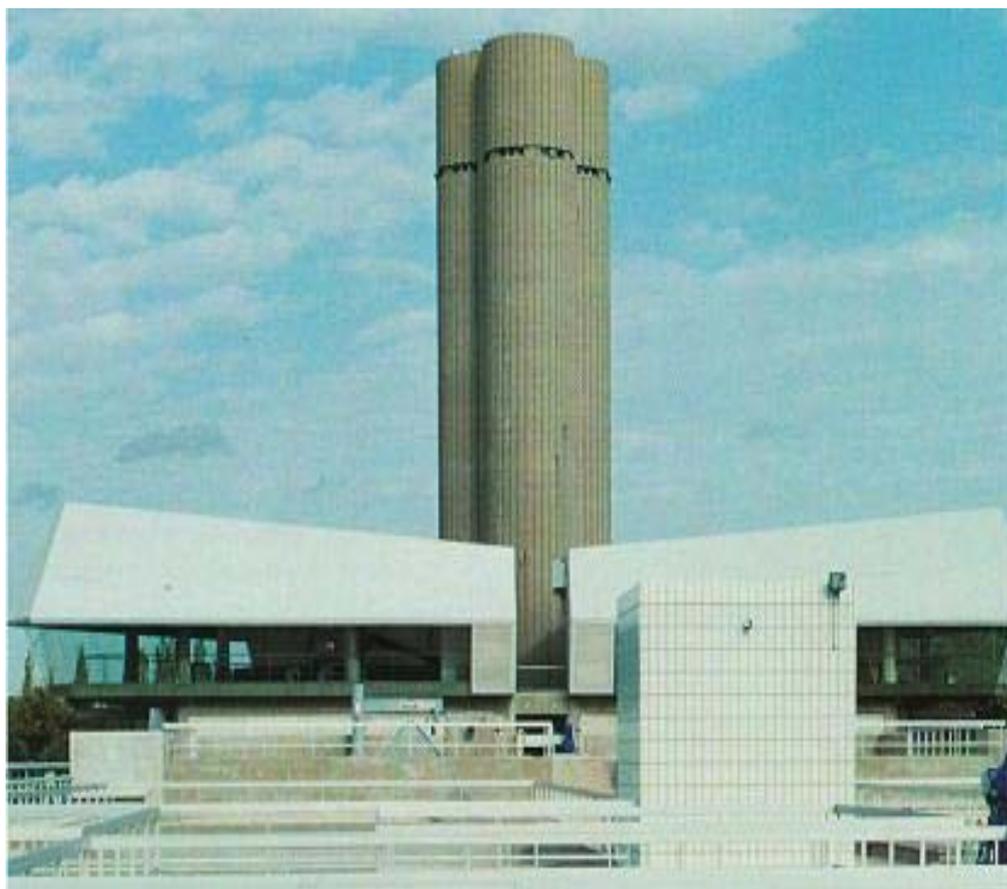
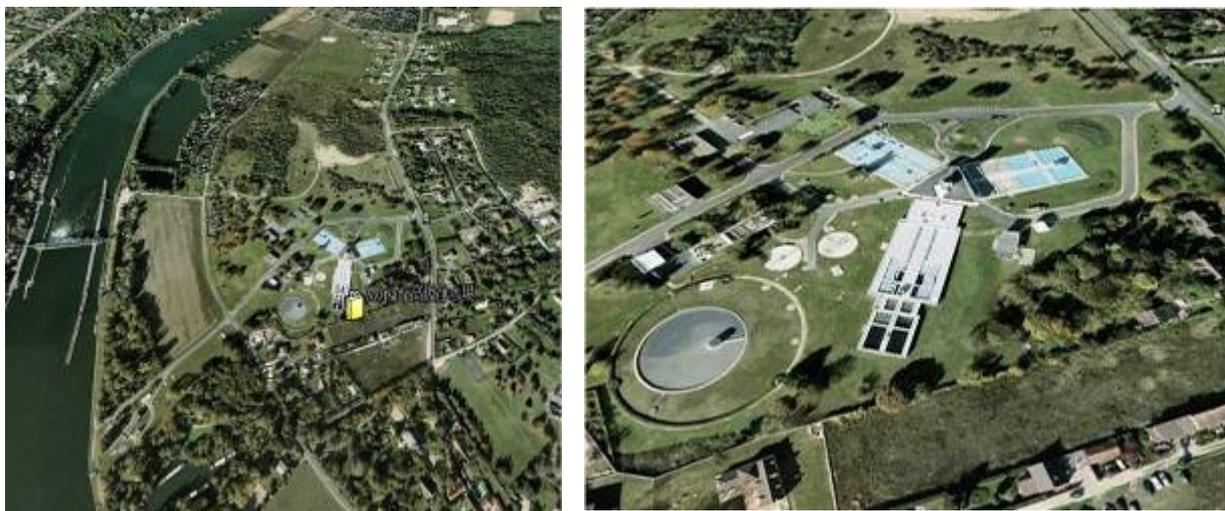


圖6.6-1 Morsang-sur-Seine 高級淨水處理場處理流程及全場三期佈設情形

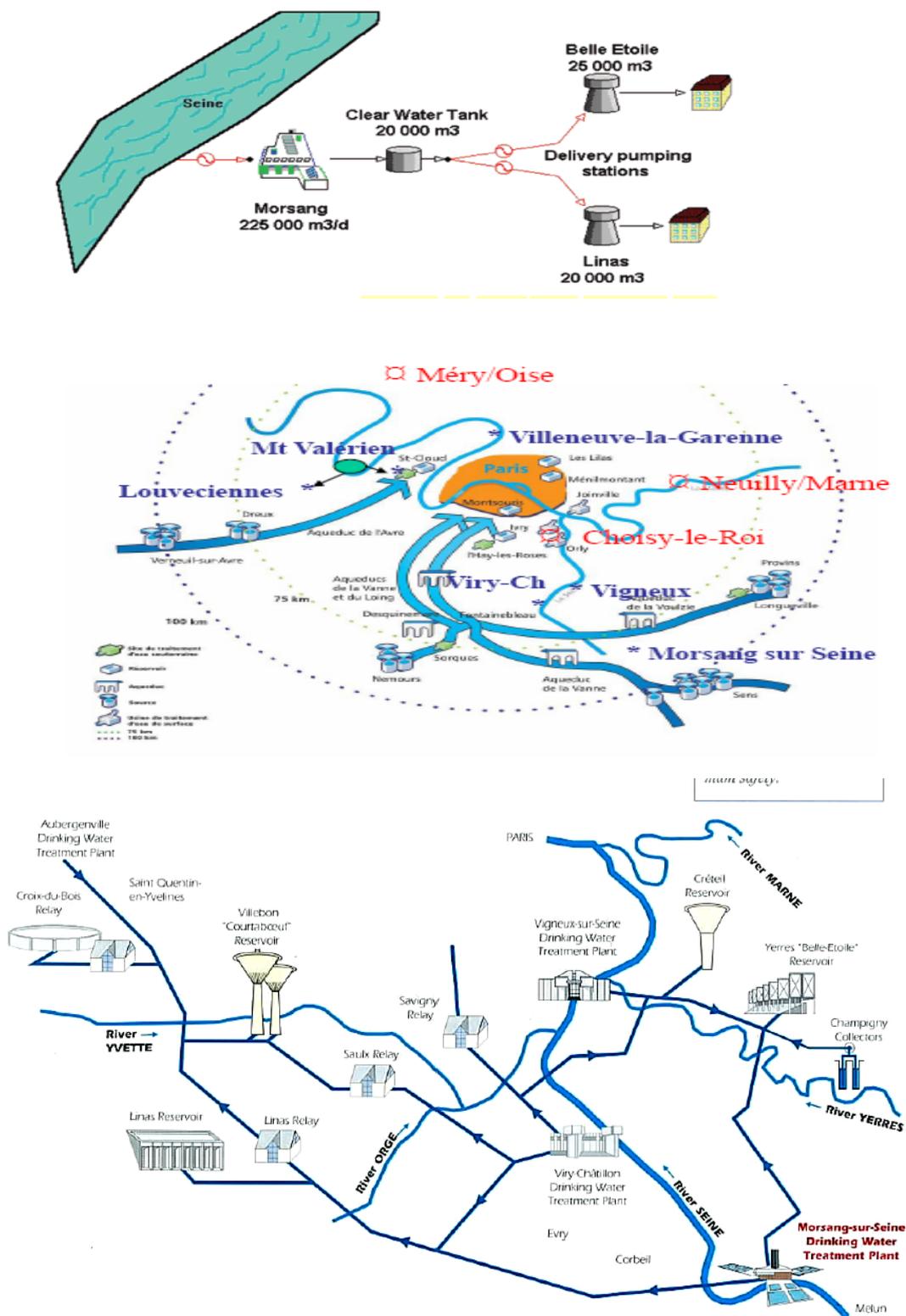


圖6.6-2 Morsang Sur Seine淨水場供水，必要時可經由管網閘栓調節支援巴黎市用水

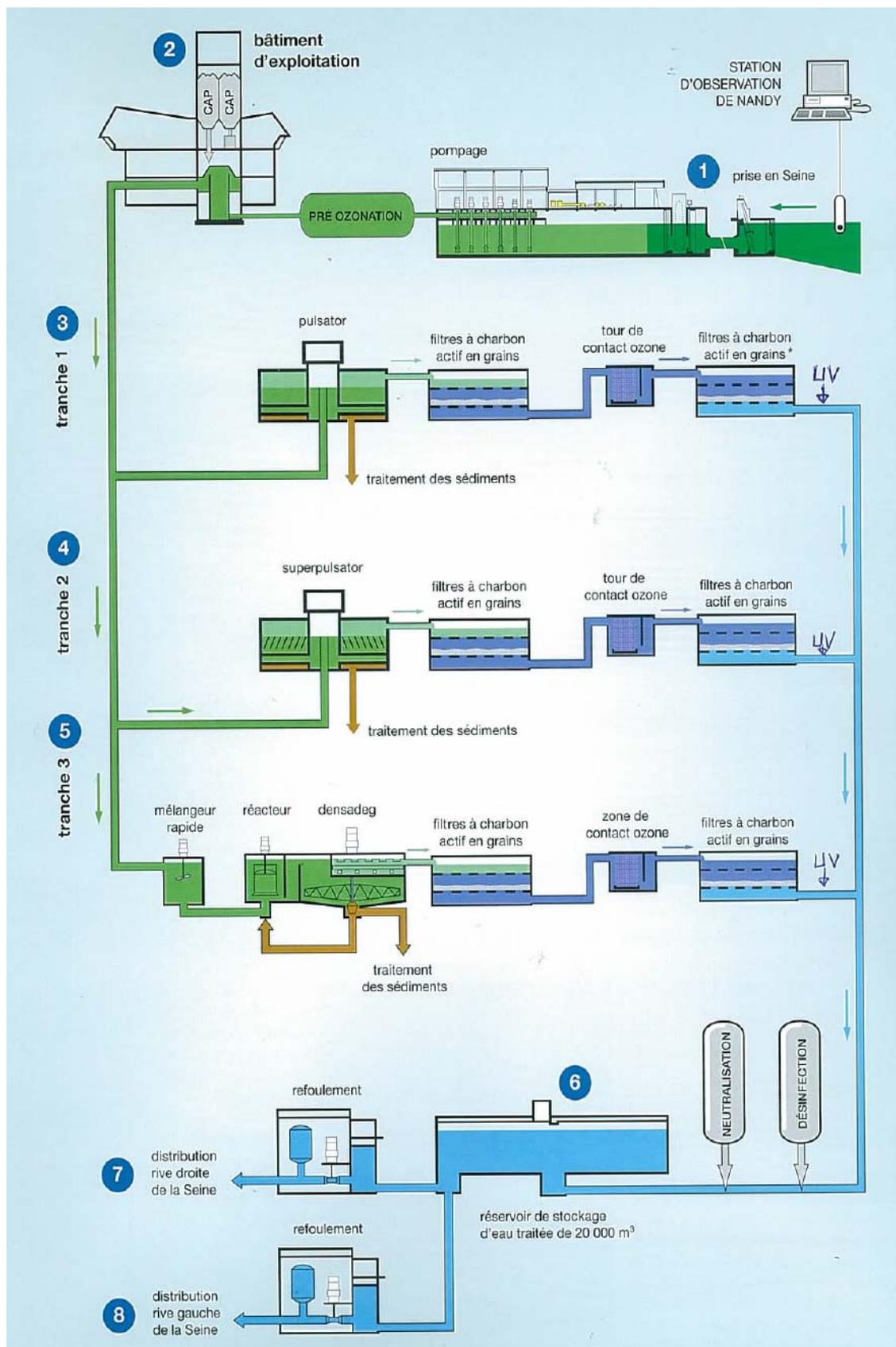


圖 6.6-3 Morsang Sur Seine 淨水場處理流程

	
<p>Morsang 高級淨水場與 Degremont 的 Jean-MARC LANGARD 處長及該廠廠長 Fabien MARLET 暨太太合影，並贈送台水公司簡介及小禮品給廠長。</p>	
	
<p>廠長 Fabien MARLET 解說南巴黎相關供水及其管網分布</p>	<p>Morsang 高級淨水場由蘇伊士里昂水務集團所擁有，並由 Degremont 設計興建與操作管理</p>
	
<p>淨水場自設分析實驗室</p>	<p>Morsang 高級淨水場的環境相當的優美</p>

圖6.6-4 Morsang sur Seine 高級淨水場相關照片(a)

	
<p>淨水場的進流中央控制中心</p>	<p>廠長詳細的說明三期的運作與進流分配</p>
	
<p>水力攪拌及水源分配（依三期各自水源分配）</p>	<p>所有藥劑均在此添加（調 pH 值由 8.0 加藥降至 7.2，添加 PAC1 及粉狀活性炭）</p>
	
<p>預臭氧及臭氧接觸池</p>	<p>臭氧發生器構造說明</p>

圖6.6-4 Morsang sur Seine 高級淨水場相關照片(b)



圖6.6-4 Morsang sur Seine 高級淨水場相關照片(c)

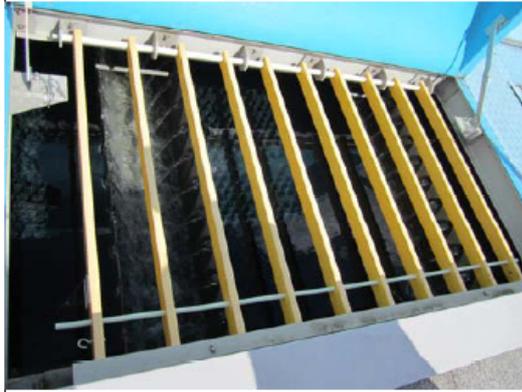
	
<p>第三段沉澱上澄液非常乾淨，平常以蓋子蓋住，避免污染及藻類滋生。</p>	
	
<p>第三期的 Densadeg 高密度沈澱池說明</p>	<p>活性炭過濾池說明</p>
	
<p>第三期的二個活性炭過濾單元（粒徑不同），靠中央控制中心的為第一階段活性炭過濾（以不鏽鋼蓋子蓋住，活性炭深 1M，粒徑 1~1.2mm，本單元原使用砂濾，後來全改由 GAC 過濾床）；以藍色蓋子蓋位者為第二段活性炭過濾(粒徑 0.5~0.6mm)。反沖洗頻率為第一段每天乙次，第二段每星期乙次。</p>	

圖6.6-4 Morsang sur Seine 高級淨水場相關照片(d)



管線非常明亮，且管線排列相當的整齊，管線均以各種顏色加以區分，如藍色表示處理後的淨水管線、淡藍色表示反沖洗用的清水管線、綠色表示空氣管、乳白色表示臭氧回收管、灰色表示雨水收集管線。



UV 紫外線消毒模型說明



UV 紫外線消毒左右各乙套

圖6.6-4 Morsang sur Seine 高級淨水場相關照片(e)

	
<p>從 4 公里外的原水監測站及預臭氧至各期分配的流程簡介</p>	<p>Morsang 高級淨水場相關供水調配與支援（位於中央控制中心地下展示廳）</p>
	
<p>中央控制中心地下展示廳中，後方小型水槽為塞納河原水，中間水槽為處理過的清水，讓人可清楚了解處理前後的水質差異</p>	
	
<p>處理後的清水可以生飲</p>	<p>廢水池（沉澱 2 小時後後全量回收）</p>

圖6.6-4 Morsang sur Seine 高級淨水場相關照片(f)

	
<p>脫水機房外觀，污泥不落地（污泥餅因有添加粉汰活性炭，故呈黑色）</p>	<p>壓濾式污泥脫水機簡介（污泥餅呈土黃色）</p>
	
<p>壓濾式污泥脫水機，濾餅呈塊狀，進入機脫前固含量 4%，不加藥操作，每批次 2 小時，污泥餅 5 噸（溼基含水率 60~72%，平均約 65%），每天 8 小時產能 20 噸。</p>	
	
<p>小型新型離心壓濾脫水機 Dehydris TWIS，目前正在測試中，需添加陰性高分子聚合物，污泥餅較為粉狀，含水率僅 60%，可完全自動化，無需人員操作，每 2 小時 1.25 噸，目前每天操作 8 小時可產 5 噸污泥餅，可 24 小時操作。</p>	

圖6.6-4 Morsang sur Seine 高級淨水場相關照片(g)



圖6.6-4 Morsang sur Seine 高級淨水場相關照片(h)