

公務出國報告  
(出國類別：研究 )

·  
·  
·  
·  
·  
·  
·  
·

經濟部九十九年  
台法技術合作人員訓練計畫  
「臭氧及其他先進水處理技術」  
出國報告書

·  
·  
·  
·  
·

服務機關：經濟部台灣自來水公司  
姓名職稱：工程師兼廠長彭南弘  
派赴國家：法國  
出國期間：99年11月7日至99年11月23日  
報告日期：100年1月17日

系統識別號：C09903313

公務出國報告提要

頁數：42 含附件：否

報告名稱：經濟部九十九年台法技術合作人員訓練計畫「臭氧及其他先進水處理技術」  
出國報告書

主辦機關：經濟部國際合作處

聯絡人：言美玲（04-22244191-752）

出國人員：彭南弘

經濟部台灣自來水公司

出國類別：研究

出國地區：法國

出國期間：99年11月7日至99年11月23日

報告日期：100年1月17日

編號/研習類別：05/衛生與環保

## 摘要

參訪擁有七十年以上的水處理經驗的Degremont 公司總部及技術研發中心、採用臭氧及UV處理技術的Morsang Sur Seine淨水廠、巴黎下水道博物館等，與相關技術人員探討研習先進水處理技術的原理及應用，包括臭氧、UV、薄膜處理等，除尋求解決國內夏季常面臨的藻類問題外，該等技術未來在環保及法規要求日趨嚴格下，勢必將引進國內加以採用。以及了解國外水廠的管理操作模式，其優點可供國內水廠效法。

國外對於技術文物的保存方式，也值得我國相關單位學習。另與亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處相關人員探討將環保及水處理納入「台法工業合作會議」議題之可行性，期擴大雙邊技術交流。

關鍵詞：臭氧，UV紫外線，薄膜處理，藻類，工業合作。

## 目 錄

摘要 .....	II
目 錄 .....	III
壹、研習目的 .....	1
貳、研習行程 .....	2
參、研習過程 .....	5
一、造訪巴黎 .....	5
二、拜訪 Degremont 公司亞洲業務處長 Jean Marc Langard .....	7
三、參訪 Morsang Sur Seine 淨水廠 .....	8
四、參觀巴黎下水道博物館 .....	13
五、拜會亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處 .....	18
六、參訪 Degremont 總公司、拜訪 UV 行銷經理 Michel Forgeo、UV 計畫工程師 Vincent Pilmis .....	19
七、參訪 Degremont 技術研發中心、拜訪技術研發處主任 Sylvie Baig、技術研發處處長 Laurent Guey .....	24
八、拜訪淨水廠更新處處長 Laurent Dolleans 及計畫工程師 Michel Falcou .....	26
九、拜訪 Ozonia France 臭氧部經理 Gregoire Altounian、技術研發處處長 Laurent Guey .....	30
十、拜別亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處石心主任、吳嘯吟秘書、梁家珍秘書並感謝在法期間幫忙 .....	38
肆、研習心得及建議 .....	40
謝 誌 .....	42

## 圖 目 錄

圖 1 世界上最美的街道：香榭大道 .....	5
圖 2 巴黎街景：道路鮮少正交，多可兩邊停車.....	6
圖 3 四通八達的巴黎捷運與鐵路系統 .....	6
圖 4 Morsang 淨水廠必要時可經由管網閘栓調節支援巴黎市用水.....	8
圖 5 景色清幽的 Morsang Sur Seine 淨水廠及取水口 .....	8
圖 6 廠長與水利工程師簡介淨水設施 .....	9
圖 7 Superpulsator settler 脈動式污泥毯沉澱池.....	10
圖 8 DensaDeg 高密度沉澱池 .....	11
圖 9 杜樂麗花園(Jardin des Tuileries)：秋風掃落葉，滿地楓葉如詩如畫.....	12
圖 10 黃昏的塞納河：令人驚艷，卻不見因落葉而升高的濁度.....	12
圖 11 水管廊顏色管理 .....	13
圖 12 下水道博物館 cleaner ball 及參觀學童 .....	14
圖 13 斜風細雨下的凡爾賽庭園運河及噴泉.....	15
圖 14 拿破崙加冕式，羅浮宮，1806-07， 610 x 979cm.....	15
圖 15 埃菲爾鐵塔旁塞納河阿爾瑪橋墩上紀錄巴黎數百年來洪水位的騎兵.....	17
圖 16 拜會亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處 .....	18
圖 17 與梁家珍秘書討論台法工業合作議題.....	19
圖 18 Degremont 公司總部所在的 GAN 大樓.....	20
圖 19 拜訪 Degremont 公司總部.....	20
圖 20 UV 計畫工程師 Vincent Pilmis 簡報.....	21
圖 21 紫外線波長.....	22
圖 22 UV 消毒的基本原理.....	22

圖 23 UV 加入系統運作可能位置示意圖.....	23
圖 24 Aquaray SLP 特性.....	23
圖 25 Aquaray H <sub>2</sub> O 特性.....	24
圖 26 技術研發處主任 Sylvie Baig 簡報 .....	24
圖 27 技術研發處處長 Laurent Guey 簡報 .....	26
圖 28 淨水廠更新處工程師 Michel Falcou 簡報.....	27
圖 29 UCD 流程示意圖 .....	28
圖 30 PULSAPAK 透視圖.....	28
圖 31 AquaDAF 高速溶氧浮除沉澱池.....	29
圖 32 DensaDeg 高密度沉澱池 .....	30
圖 33 Ozonia France 臭氧部經理 Gregoire Altounian 簡報.....	31
圖 34 臭氧形成的原理 .....	31
圖 35 與技術研發處處長 Laurent Guey 合影.....	32
圖 36 藻類去除方式適用範圍圖.....	33
圖 37 Cristal 3G 代表 Clarification、PAC、Ultrafiltration 三個主要步驟 .....	34
圖 38 薄膜為淨水處理的最後步驟.....	35
圖 39 法國 Gouet 水庫夏季亦有藻類問題.....	35
圖 40 Cyanophyceae 所屬 Microcystis aeruginosa 為致命藻種圖 .....	36
圖 41 法國 Saint Briec Saint Briec 淨水廠 .....	36
圖 42 Saint Briec 淨水廠藻類去除率.....	37
圖 43 淨水廠技術研發處處長 Laurent Guey 的建議.....	38
圖 44 拜別亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處石心主任及吳嘯吟秘書 .....	39
圖 45 拜別亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處梁家珍秘書 .....	39

## 表 目 錄

表 1 研習行程.....	2
表 2 臭氧為目前可獲得的最強氧化劑.....	25

## 壹、研習目的

有鑒於台灣地區水源污染惡化日趨嚴重，且又屬水資源匱乏之區域，加上近年來國內生活水準普遍提升，民眾對水質、水量及服務品質等要求亦隨之增加。再者，因新水源開發日益困難，自來水處理設施工程及管理系統投資成本逐年提高。因此台灣自來水公司必須設法保護水庫原水免於污染以使處理後的飲用水符合飲用水標準，提供民眾質優且穩定的供水。

國內有些以飲用水為標的之水庫在特定季節常面臨藻類污染問題，致使淨水場處理更形困難，如何處理藻類問題，成為一重要課題，各國自來水事業在這方面已有許多處理成功的案例。

法國Degremont 公司，擁有七十年以上的水處理經驗，生產設施服務超過10億人口，一萬以上處理廠使用該公司技術，藉由與其技術部門的交流及淨水處理廠參訪，以尋求解決國內所面臨的問題，甚至將相關先進水處理技術，引為台灣淨水場採用之參考。



## 貳、研習行程

研習期間為自 99 年 11 月 7 日至 98 年 11 月 23 日共計 17 日（含例假日）。研習行

程如表 1 所示。

表 1 研習行程

訓練進修日期及時間 (Visiting Time)	訓練進修地點 (Location)	實際訓練進修機構及訪談對象 (Institutions & Persons to be visited)	訓練進修目的及討論主題 (Topics for discussion)
11/7-11/8	巴黎往程 Taiwan-Paris	Degremont 公司企業總部確定參訪行程及聯絡方式 Degremont S.A. Tour CB21(ex Tour GAN), 16 place de I Iris, 92040 Paris La defense	確定參訪行程及聯絡人員 Confirm all the details of the coming visits and the persons to be contacted.
11/9	Morsang Sur Seine 淨水場 15, Route de Saintry 91259 Morsang Sur Seine	拜訪 Degremont 公司亞洲區處長 Jean Marc Langard 並至 Morsang Sur Seine 淨水廠參觀，由廠長 Fabien Marlet 及水利工程師 Thomas VAN BECELAERE 帶領介紹淨水廠流程及運作。 Visit of Jean Marc Langard who drove me to Morsang Sur Seine where the processes were introduced by Fabien MARLET, Chef d' Usine and Thomas VAN BECELAERE, Chef de Projet Hydraulique.	了解該淨水廠設置沿革、處理流程，臭氧及 UV 在本廠之應用。 Discussion about the history, processes, Ozone and UV application of Morsang Sur Seine.
11/10	巴黎下水道博物館 Face 93, quai d' Orsay - 75007 Paris	參觀巴黎下水道博物館 Visit of Egouts de Paris	了解巴黎下水道歷史文物 Realizing of the cultural and historical relics of the sewer of Paris.
11/11	聖戰紀念日 Memorial Day of World War I	假日 Holiday 資料整理 Data arrangement	訪談準備 Preparation of coming visits
11/12	亞洲貿易促進會 駐巴黎辦事處 CAPEC, 75 bis, Av. Marceau	拜會亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處石心主任、吳嘯吟秘書、梁家珍秘書 Visit of Director Hsin Shih,	請求提供必要之翻譯及支援 Reporting of coming and asking for French translation or support if necessary.

	75116 Paris	Secretary Commercial Leon Wu, Attach Commercial Laura Lian of CAPEC Economic Delegation of Taiwan	討論台法工業合作議題 Discussion of Taiwan-France Industrial Cooperation.
11/13-11/14	假日 Weekend	資料整理 Data arrangement	訪談準備 Preparation of coming visits
11/15	Degremont S.A. Tour CB21(ex Tour GAN), 16 place de I Iris, 92040 Paris La defense	參訪 Degremont 總公司 拜訪 UV 行銷經理 Michel Forgeot 聽取 UV 計畫工程師 Vincent Pilmis 簡報 UV 在消毒上的應用 及成長 Visit of Degremont headquarters. Visit of Michel Forgeot, UV sales Manager and Vincent Pilmis, UV Project Manager and presentation of drinking water UV range, and growth of UV disinfection.	討論 UV 在飲用水的應用範 圍、原理及成長 Discussing of UV application in drinking water and its growth in the world.
11/16	Degremont S.A. 183 avenue du 18 juin 1940, 92508 Rueil-Malmaison Cedex	參訪 Degremont 技術研發中心 Visit of R&D Center of Degremont. 拜訪並聽取技術研發處主任 Sylvie Baig 簡報臭氧在飲用水 及廢水的應用 Visit of Sylvie Baig, Head of Scientific Innovation, Technical & Innovation Department and presentation of ozone application in drinking water and wastewater. 聽取技術研發處處長 Laurent Guey 簡報臭氧應用及討論 Visit of Laurent Guey, Director of Technology & Innovation Department and presentation of application and progress of ozone in water treatment.	討論臭氧處理在飲用水之應用 原理、進展及案例 Discussing of ozone reaction, application, progress and cases in drinking water.
11/17	Tour CB21(ex Tour GAN), 16 place de I Iris, 92040 Paris La defense	拜訪淨水場更新處處長 Laurent Dolleans Visit of Laurent Dolleans, Managing Director Rehabilitation and Package Plants Division. 聽取淨水場更新處計畫工程師 Michel Falcou 簡報其產品在世界	討論 Degremont 套裝水處理系 統在世界各地之應用 Discussing of the package water treatment system applied in the world.

		各國之應用 Visit and presentation of Michel Falcou, Sales and Proposals Engineer, Rehabilitation and Packaged Systems Division.	
11/18	183 avenue du 18 juin 1940, 92508 Rueil-Malmaison Cedex	聽取 Ozonia France 臭氧部經理 Gregoire Altounian 簡報臭氧在世界的應用及討論 Visit of Gregoire Altounian, Area Sales Manager Ozone, Ozonia France and presentation of advantages of ozone and worldwide application. 聽取技術研發處處長 Laurent Guey 簡報藻類去除及討論 Visit of Laurent Guey, Director of Technology & Innovation Department and presentation of algae removal.	討論臭氧團隊在世界各地推動情形及在處理藻類上的應用條件 Discussing of ozone application in the world and how to treat the problem of algae.
11/19	亞洲貿易促進會 駐巴黎辦事處 CAPEC, 75 bis, Av. Marceau 75116 Paris	拜別亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處石心主任、吳嘯吟秘書、梁家珍秘書 Farewell to Director Hsin Shih, Secretary Commercial Leon Wu, Attach Commercial Laura Lian of CAPEC Economic Delegation of Taiwan.	歸還借用法國手機並感謝在法期間協助幫忙 Return of cell phone using in France and acknowledgement of help during this period.
11/20-11/21	假日 Weekend	資料整理 Data arrangement	整理報告 Report arrangement
11/22-11/23	賦歸 Paris-Taipei		

## 參、研習過程

### 一、造訪巴黎

2010年11月8日清晨，抵達戴高樂機場，從現代化的機場，逐漸來到人文薈萃的花都巴黎，建築多在百年以上，任何一棟普通房屋都頗具特色。街道不寬，鮮少正交路口，多呈放射狀，因此路口多為斜交，不像現代化都市多為硬梆梆的90度，平添視覺上的美感。譬如以凱旋門（Arc de Triomphe）為中心，展開12條放射狀道路，其中正對凱旋門正門的，就是號稱世界上最美的街道：香榭大道（Avenue des Champs Elysees），她的美尤其在夜晚街燈映照，法國人身材纖細高挑、穿著時尚搭配之下，顯得格外亮眼。

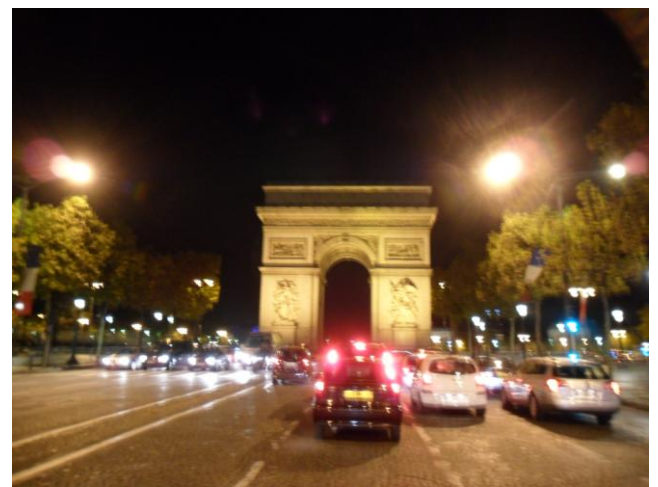


圖 1 世界上最美的街道：香榭大道

清晨上班尖峰時刻，也有塞車問題，雖然司機不講英文，但卻擁有相當先進的衛星導航，由於單行道相當多，再窄的巷道都可兩邊停車，有些大道甚至分為三車道，各自兩邊停車，可停多排車，幾乎沒有空間臨停，更不要說逆向行駛。無怪在地的司機加上先進的衛星導航，也花了好大功夫才到達旅程的第一站：下

榻的客棧。計程車表跳 90 餘歐元，但好心的司機仍依原議價收費 70 歐元。



圖 2 巴黎街景：道路鮮少正交，多可兩邊停車

巴黎上班族其實一點都不用擔心上班塞車的問題，四通八達的捷運系統，與鐵路系統連通，市區內一票到底，幾乎可以在 20 分鐘到達任何想去的地方，更不用說另外還有巴士系統了。



圖 3 四通八達的巴黎捷運與鐵路系統

旅店空間狹小，電梯古老的伸縮門，僅能容一人，勉強二人緊密擠入。由於室內擺放行李後寸步難行，遂決定另覓「豪華」些的，幾經探詢，凱旋門附近

價位從 100、200、300 歐元一晚都有，最後還是幸運地找到價位較原來低，房間卻大很多的旅館，才安頓下來。

巴黎的旅館，每一間旅館，甚至據說全歐洲都一樣，浴室均無排水孔。浴缸、馬桶、洗手台均為明管排水。或許是因百年建築之故，但因此可能省卻不少自來水使用，因為防止地板濕滑，自然減少大量沖洗揮霍無度的用水習慣。

## 二、拜訪 Degremont 公司亞洲業務處長 Jean Marc Langard

法國每人每日平均用水量約 120lpcd（英國 108lpcd、荷蘭 126lpcd），不到台灣 250lpcd 一半，據 Jean Marc Langard 稱，他們多喝葡萄酒，以致自來水使用較少。雖是半開玩笑，但正式法國餐一定少不了葡萄酒。在法國什麼東西都較台灣貴，一個大麥克漢堡 3.5 歐元，約台幣 150 元左右，唯獨紅酒價格與台灣相仿，因此到法國一定少不了喝紅酒。

法國自來水使用少的原因，還有水價因素。每噸 4 歐元，其中扣除 2 元污水代收費、0.7 元水源回饋費，自來水費約 1.3 元，折合新台幣 50 元左右，較台灣 10 元價格高出許多，以價制量，減少浪費。

供水管線以 DIP 為主，PAM 為法國最大也最悠久的 DIP 生產公司。漏水率約 15%，也就是 85%的售水率。巴黎市的自來水多為抽取地下水消毒後使用，週邊的自來水廠，如 Morsang Sur Seine 等則供應巴黎大區（Ile de France）自來水，必要時亦可經由管網閘栓調節支援巴黎市用水。



圖 4 Morsang 淨水廠必要時可經由管網閘栓調節支援巴黎市用水

### 三、參訪 Morsang Sur Seine 淨水廠

在 Langard 的帶領下，來到了巴黎南方近郊的 Morsang Sur Seine 淨水廠。

風景秀麗環境清幽，仿若一座私人公園。在台灣，宜蘭深溝淨水場或差可擬。

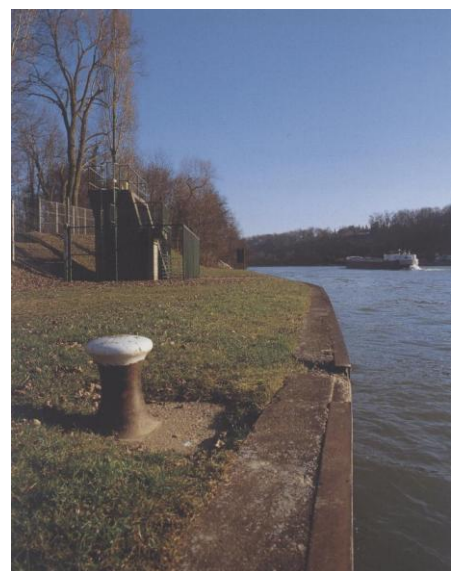


圖 5 景色清幽的 Morsang Sur Seine 淨水廠及取水口

該廠員工 12 人，廠長 Fabien Marlet 不擅於英文，特地請來水利工程師 Thomas VAN BECELAERE 負責翻譯及介紹淨水廠流程及運作。夜間無需人員值班，設於上游 5 公里 Nandy 的取水口監控中心自動偵測超過 18 項水質參數。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啟動。此時危機處理程序、備載容量以及替代供應系統等各種方案都可加入運作以避免用戶缺水。



圖 6 廠長與水利工程師簡介淨水設施

Morsang Sur Seine 淨水廠位於塞納河巴黎上游 50 公里處，分三期設置，每期容量 75,000 CMD，由 Degremont 公司設計施工。第一期設立於 1970 年（脈動式沉澱→粒狀活性碳過濾→臭氧處理），1975 年擴建為二倍的處理容量

（Superpulsator settler 脈動式污泥毯沉澱→砂濾→臭氧處理→粒狀活性碳過濾），在 1988 年第三期擴建（快混→反應槽→DensaDeg 高密度沉澱池→砂濾→臭氧處理→粒狀活性碳處理）讓它成為美麗的星形狀。二個月前始加入 UV 處理運作（全法國 55 個給水廠，大巴黎區有 3 個廠使用 UV 處理），出水容量 450,000CMD，



佔地 20 公頃，目前出水 225,000CMD 經由 3,848 公里管線供應 145 行政區，聯合 Viry-Chatillon 及 Vigneux 淨水廠供應 100 萬人口。最初建造時即考慮未來可將最先進的處理技術加入運作以適應逐漸改變的用水需求，最終處理容量可達 1,000,000CMD。

所謂 Superpulsator settler 脈動式污泥毯沉澱池，結合基本化學原理及經證實的沉澱技術於單一高速固體接觸沉澱池內，因此可獲極佳效率。膠凝和沉澱作用結合於單一槽中將使用空間最佳化，真空引起的脈動，可產生均質的污泥毯，以較低成本生產較佳水質。其優點為：(1) 沉澱後濁度 $<1-2\text{NTU}$ ；(2) 可處理高濁度 ( $2,000\text{NTU}$ ) 原水；(3) TOC 去除率高達 60%；(4) 低耗能（每 10,000CMD 小於 3HP）。

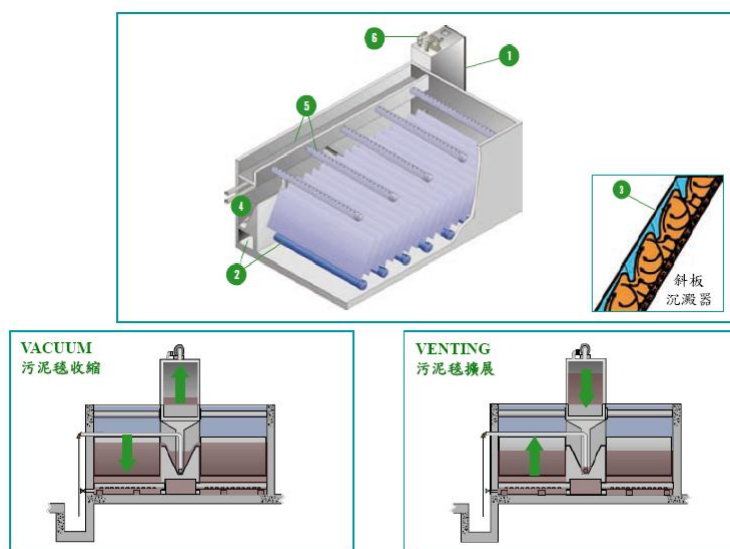
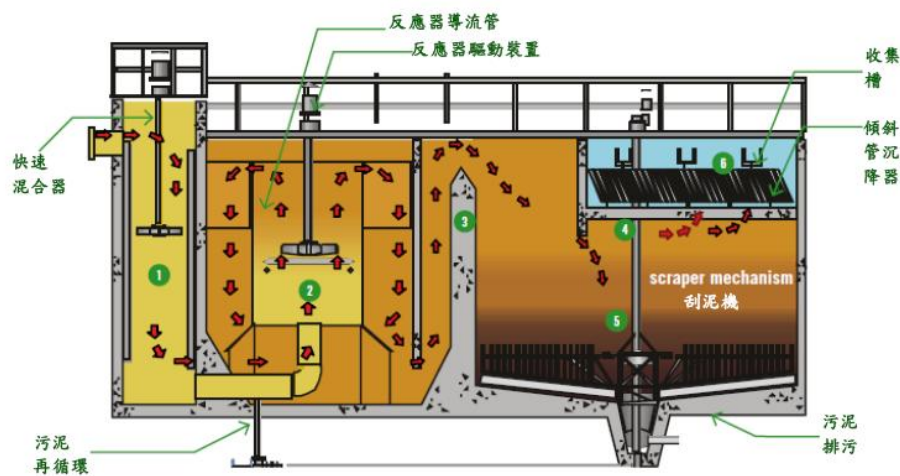


圖 7 Superpulsator settler 脈動式污泥毯沉澱池

DensaDeg 高密度沉澱池，在兩聯結槽內結合了最佳化膠凝、內外部污泥再循環及濃縮、傾斜管沉澱，可達極佳水力負荷及處理效能。不僅可減少廢水體積、快速沉澱，還可獲高品質處理水。污泥迴流為膠羽形成的最重要關鍵，在相同空間條件下，可產生一般沉澱池 10 倍的出水量。Morsang Sur Seine 可以說是使用 DensaDeg 高密度沉澱池技術世界第一廠。



- (1) **快速混合階段**：使原水流進快速混合區帶，並在此加入混凝劑。混凝可藉由混凝劑，如明礬、氯化鐵等的注入，來幫助不穩定的懸浮粒子聚集。
- (2) **反應區**：混凝過的水接著流進第二個反應區域，並藉由軸流式渦輪進行劇烈的內部再循環和混合。水與固體是以進、出柱型導流管的方式進行再循環，可促進固體的接觸與顆粒增長。將混凝劑-聚合物注入反應器導流管內，使其與來自沉澱區帶再循環的濃縮污泥作用。此再循環的污泥具有加速膠凝製程和確保有均質尺寸的密集膠凝粒子產生的作用。
- (3) **過渡區**：可藉由通過向上流動的活塞區，達到過渡至沉澱階段的目的。當密集的微粒向上過渡並超過內部堰壁時，會有額外的膠凝作用在此區發生。
- (4) **沉澱&分離區域**：膠凝的固體在超過水下的堰壁時，會隨即進入沉澱區域，在此區域，密集、懸浮的物質會沉澱至沉澱池的底部。而被淨化的水，則會在通過傾斜管沉降器時，藉由向下移動的泥漿，被向上置換出來。對於那些較輕、低密度的固體而言，這些管道模組扮演著研磨的角色。
- (5) **污泥濃縮**：沉澱的污泥被旋轉式的刮泥機刮除後，會在沉澱池的底部逐漸增厚。這些濃縮的污泥會有一小部分再循環至反應區，而剩下的污泥會定期的由自動排污閥排出。
- (6) **放流水收集**：被淨化的水，可藉由沉降管道上方的放流水洗滌槽均勻地收集之。

圖 8 DensaDeg 高密度沉澱池

Morsang 廠原水取自的塞納河，春天有藻類發生，秋冬則因大量樹葉飄落產生濁度問題。秋風掃落葉，滿地楓葉如詩如畫，除影響原水濁度外，堵塞雨水排水溝而使街道遇雨則漫地流（overland flow）四處流洩。Morsang 使用高科技設備及操作技術，以免受原水水質改變而影響處理。



圖 9 杜樂麗花園(Jardin des Tuileries)：秋風掃落葉，滿地楓葉如詩如畫

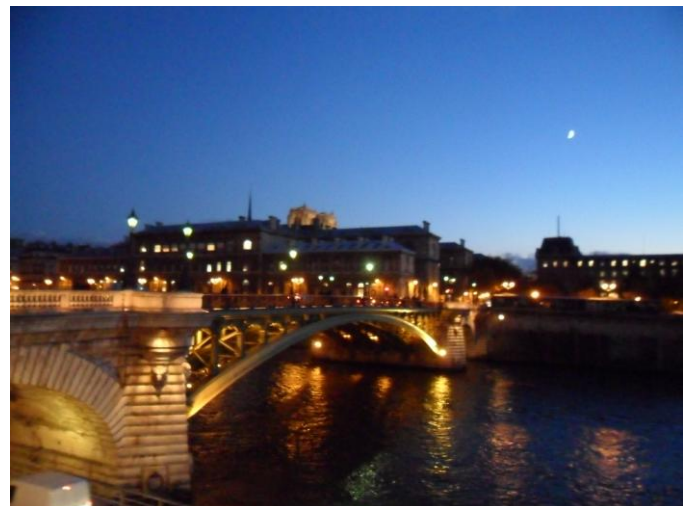
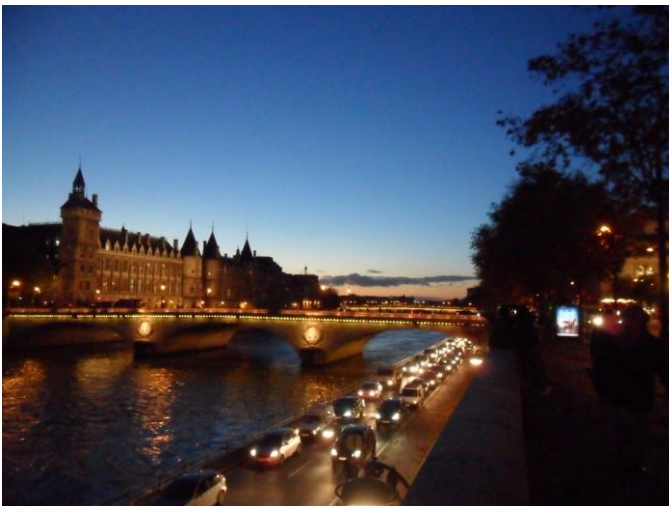


圖 10 黃昏的塞納河：令人驚艷，卻不見因落葉而升高的濁度

水管廊寬大舒適，顏色管理非常嚴謹。深綠色代表原水；淺藍色代表清水；灰色代表經臭氧處理水、深藍代表維生系統、白色代表逸出臭氧須加以捕捉毀滅、紅色代表消防用水、紫色代表未加入水之臭氧。

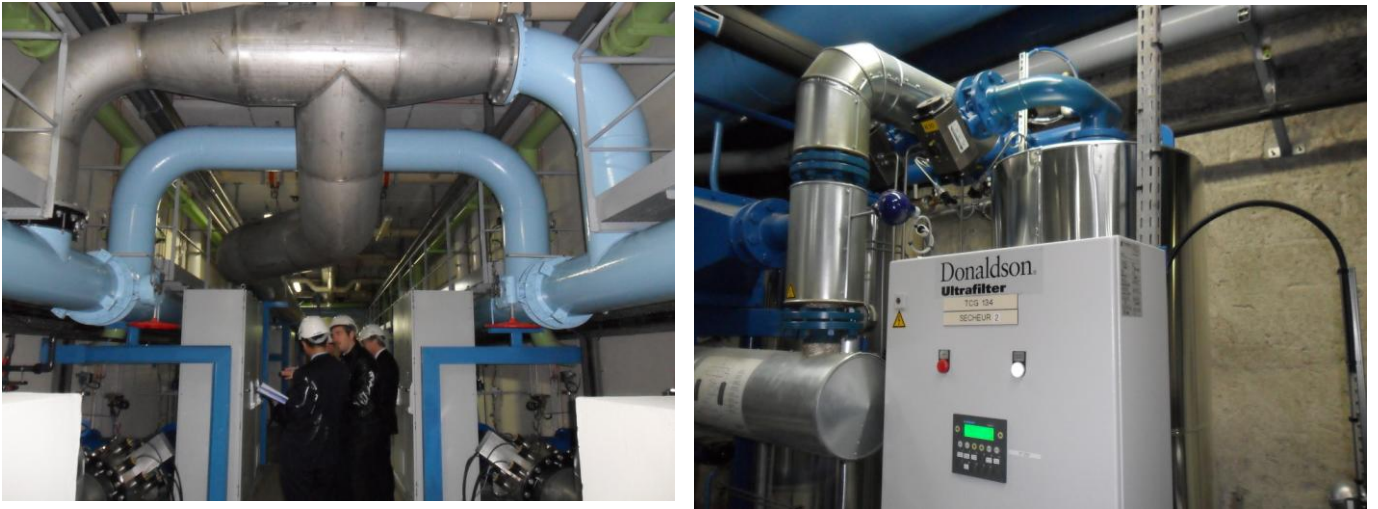


圖 11 水管廊顏色管理

洗砂廢水全部回收，沉澱池污泥以板框式脫水機處理，每年產生約 5,000 噸 3 公分厚泥餅提供農業培養土使用。

#### 四、參觀巴黎下水道博物館 (Egouts de Paris)

中世紀（西元 476-1453 年）之前，巴黎的飲用水取自塞納河，廢水則注入田野及未鋪面街道，經天然過濾最終回流至塞納河。

西元 1200 年左右，奧古斯都 (Philippe Auguste) 將巴黎街道加鋪，並在街道中央加設污水排水。



圖 12 下水道博物館 cleaner ball 及參觀學童

西元 1370 年，巴黎市長 Hugues AUBRIOT 在 reu Montmartre 建造拱形石牆下水道。這條下水道收集污水放流至 Menilmontant 溪，但仍以開放式排水。

路易十四雖奢華無度，但從凡爾賽宮與庭園（Chateau et les Jardins de Versailles）的展示，卻可看出其對現代科學的熱衷，由其為凡爾賽庭園運河及噴泉設置長達 20 公里專用水道泵取塞納河水可見一斑。其當政時，在塞納河右岸建造大規模環狀下水道；Bievre 河則充當塞納河左岸污水排水道。



圖 13 斜風細雨下的凡爾賽庭園運河及噴泉

拿破崙（NAPOLEON）時代，建造了巴黎第一條拱形地下污水管網，長 30 公里。



圖 14 拿破崙加冕式，羅浮宮，1806-07，610 x 979cm

一直到了 1850 年，塞納河地方行政長官 HAUSSMANN 及工程師 Eugene BELGRAND 始設計目前巴黎污水下水道及自來水管網。

於是在一百多年以前的 1878 年，完成了雙供應系統（飲用水及非飲用水）及污水下水道管網計 600 公里。

BELGRAND 的設計理念是：將污水排放至巴黎下游遠處。為達此目標，必須建造以重力為主，小型加壓站為輔的污水管網。每條街道都有其污水道，大到足以容納自來水幹管且人員可以進入其中走動及施工。並在 1894 年立法強制所有污水進入下水道。

BELGRAND 的接班人持續推展巴黎下水道管網，從 1914 到 1977 年，新建了 1,000 多公里下水道。

全世界再也找不到另外一個城市的下水道系統，像巴黎一般，擁有 2,100 公里的隧道，除容納了飲用水及非飲用水幹管外，更包容電信及氣體管線等。每天收集 1,200,000CMD 污水，每年還需移除 15,000M<sup>3</sup> 固體廢棄物。

在第一次世界大戰結束後，5,000 公頃的廢水場已不足以保護塞納河。污水處理 50 年計畫起草並於 1935 年通過，此為工業廢水處理的先驅。目的是將廢水經由放流渠道網引至 Acheres 處理廠。從那時起 Acheres 處理廠持續擴建，至 1970 年底它已成為歐洲最大的污水處理廠之一，每日處理 2,000,000CMD 廢水。這一計畫不斷更新，如 Acheres 處理廠及上游小廠 Noisy-le-Grand 設施的現代化、新廠 Valenton 的興建，以及 Colombes 實驗室的擴建等。

1991 年，開始 20 年現代化計畫，更新既有下水道，處理暴雨水以保護塞納河，改善工作條件及操作方法現代化。在此計畫架構下，營運及更新下水道系統

技術部門SAP( section d' assainissement de Paris ),致力於環境管理系統並取得 ISO 14001 認證，以確保此部門任何作為均能符合環評需求並將環境影響減至最低。

根據國際 OHSAS 18001 及 ISO 9001 標準，下水道部也致力於員工安全衛生的改善及品質管理系統的建立。

2007 年，此一現代化程序已讓下水道部成為第一個同時獲得「品質、安全、環境」三大認證的市政機關。

巴黎下水道博物館裏展示著這張圖，顯示位於埃菲爾鐵塔旁，塞納河阿爾瑪橋墩上屹立不搖的騎兵，紀錄了巴黎數百年來的洪水位，也見證了法國歷史的更迭。



圖 15 埃菲爾鐵塔旁塞納河阿爾瑪橋墩上紀錄巴黎數百年來洪水位的騎兵



## 五、拜會亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處

在拜會亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處石心主任、吳嘯吟秘書等尋求在法期間協助、法文翻譯及當地行動電話支援後，並討論自來水業在國內發展情形及法國技術引進的可行性。一般均認為台灣方面往往基於成本考量，未積極投資先進水處理科技，致水處理方面的技術尚難與其他已開發國家並駕齊驅。



圖 16 拜會亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處

「台法工業合作會議」係台法兩國政府工業官方之高層會議，由法國經濟、工業暨就業部(MINEFE)工商業暨服務業總局(DGCIS)與我國經濟部工業局共同召開，每年於台北及巴黎輪流舉行。本(第 17)屆台法工業合作會議於 11 月 3 日(星期二)上午假巴黎舉行，由經濟部工業局杜局長紫軍率「98 年赴法工業合作訪問團」赴法與會。團員除經濟部工業局、中小企業處代表及台電公司外，尚包括資通訊、航空、能源業者。會議議題計有資通訊、生物科技、航太工業、能源、設計、紡織及電動車等產業合作議題。藉著本會議建立之台法溝通平台與對話機制，我方特別向法方提出紡織及電動車等 2 項新增之建議合作領域；雙方並於會

中相互簡報最新產業政策。雙方對各領域在過去一年之合作進展深表滿意，同時期望未來繼續合作並發掘新的合作領域。

梁家珍秘書認為環保及水處理亦為未來可考慮納入「台法工業合作會議」之議題，藉由雙方建立窗口持續推動台法相關產業人員互訪及資訊交換，進而共同研發、引進技術，並合作生產及行銷。

如果未來納入本項議題，則台水公司及相關水處理業者將納入成為「赴法工業合作訪問團」團員，期與法國業者建立交流管道，進一步發掘雙邊合作機會。



圖 17 與梁家珍秘書討論台法工業合作議題

#### 六、參訪 Degremont 總公司、拜訪 UV 行銷經理 Michel、ForgeoUV 計畫工程師 Vincent Pilmis

在亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處吳嘯吟秘書陪同下，參訪 Degremont 總公司。位於 La defense 的 GAN 大樓，該公司號稱全世界第 12 大上市公司，2009 年 7、8 月，總公司才移到此新辦公室，70%的員工留在 Rueil-Malmaison Cedex 目前成為該公司的研發中心。擁有七十年以上的水處理經驗，生產設施服務超過 10

億人口，一萬以上處理廠使用該公司技術，全世界各分公司員工總計超過 4,000 人。



圖 18 Degremont 公司總部所在的 GAN 大樓



圖 19 拜訪 Degremont 公司總部



圖 20 UV 計畫工程師 Vincent Pilmis 簡報

UV(ultraviolet)紫外線消毒在世界各地應用逐漸增加導因於都市人口成長、地表水及地下水污染、水資源分佈不均、枯旱頻仍，愈來愈嚴格的消毒標準及放流水標準。優點為可抑制抗氯病原、不會產生三氯甲烷等消毒副產物、無化學物運送儲存安全顧慮、技術成本低。

UV-C 波長 200-280nm 被認為是破壞微生物核酸(DNA 或 RNA)以遏止其複製的最有效波長。

UV 消毒的主要參數為劑量(Dose)=強度(Intensity)\*接觸時間(Contact time)，其他影響型式尺寸的參數尚有溶解性有機物、鐵、錳、腐植酸等，即使在清澈透明的水中，這些物質也會限制 UV 的放射。此外，懸浮固體物也會將細菌包覆並阻礙 UV 的排放。

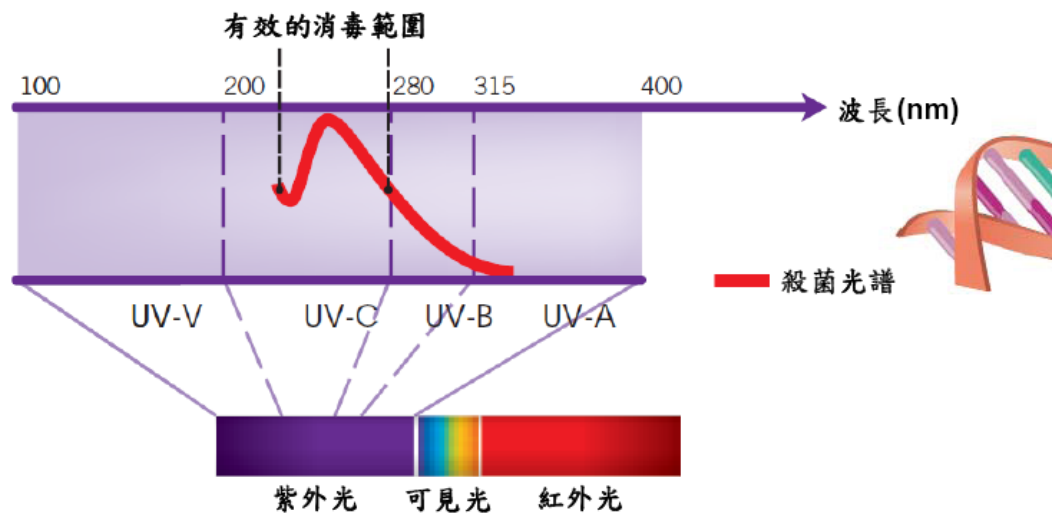
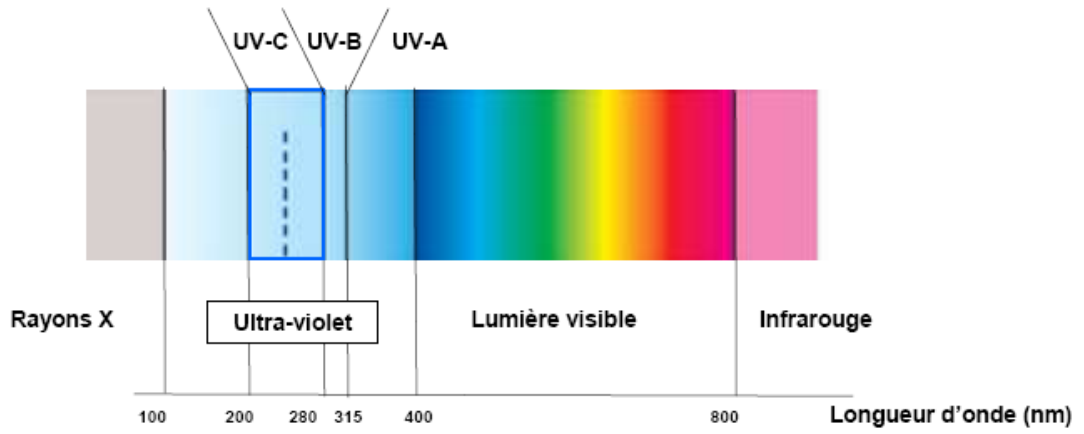


圖 21 紫外線波長

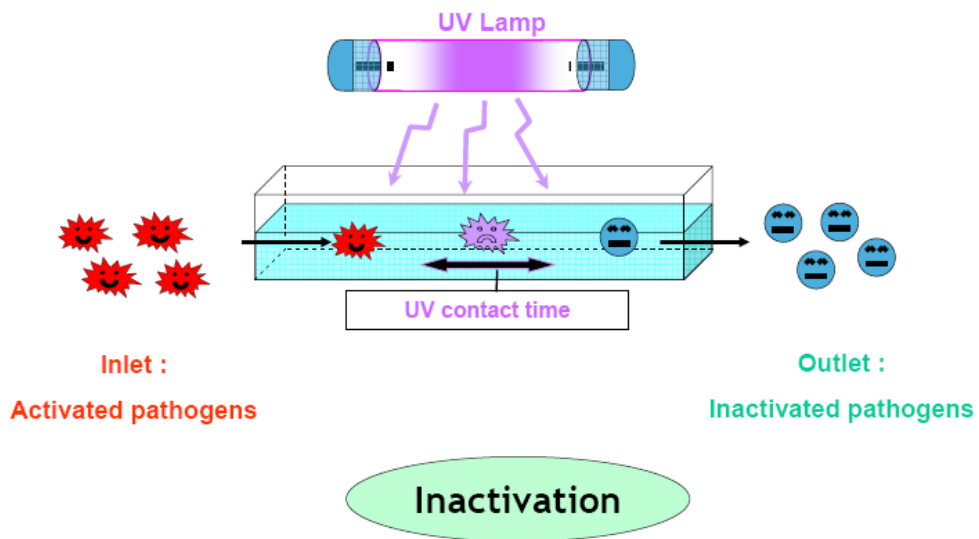


圖 22 UV 消毒的基本原理

由於 UV 消毒系統的結構輕巧緊密，可以輕易地加入現有設備的運作。

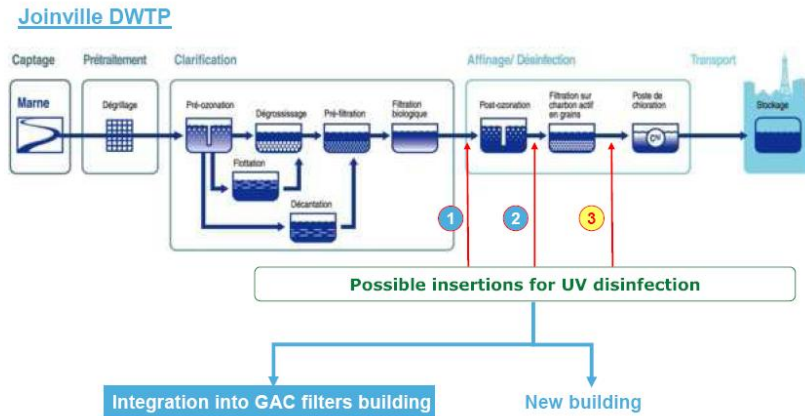


圖 23 UV 加入系統運作可能位置示意圖

UV 消毒劑量已獲 DVGW 認證，且經由水力分析驗證其操作有效性。在法國，以非常緊迫的施工期限內完成了 2 座 300,000CMD 的 UV 反應槽(2008 年 Orly 和 Joinville)，Aquray SLP 使用低壓照射器適用於每槽處理 14,400CMD 以下的中小廠；Aquray H<sub>2</sub>O 使用中壓照射器適用於每槽處理 168,000CMD 以下的大廠。未來法國即將加入 UV 消毒運作的淨水廠包括 Febregues, Cantonille, L’ Horn 等。

<p><b>最佳化的性能</b> Aquray® SLP 可藉由 CFD 模擬化軟體達到最佳化，使其 UV 劑量達最大、水頭損失達最小。</p>	<p><b>節省空間</b> 與標準的 LPHO 反應器相比，Aquray® SLP 可提供 2-3 倍的功率。</p>	<p><b>燈管使用壽命長</b> Aquray® SLP 採用新型低壓超高輸出汞齊燈管，此高效率燈管的平均壽命可達 16,000 小時</p>
<p><b>“L”形</b> SLP inline 入口和 offline 出口的 L 形設計，不僅可使通過反應器的水力性能達最佳化外，還可減少水頭損失、使 UV 的劑量達最大。</p>		

圖 24 Aquray SLP 特性

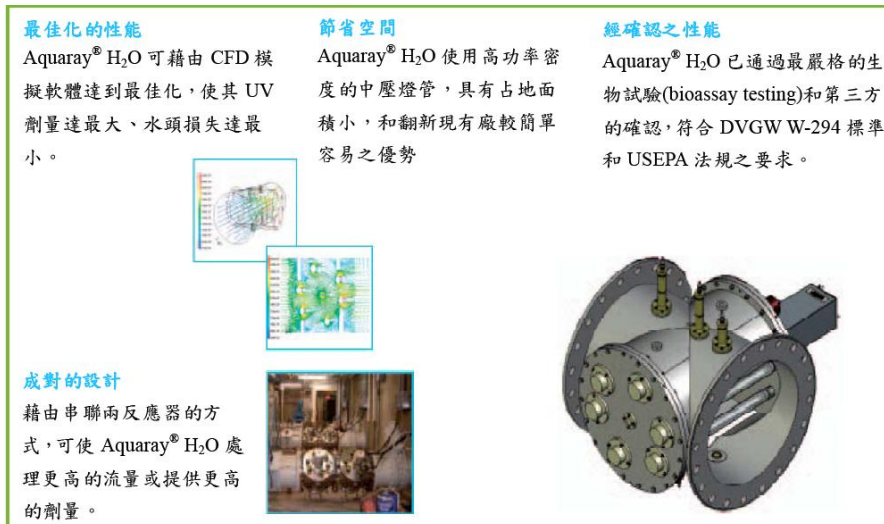


圖 25 Aquaray H<sub>2</sub>O 特性

七、參訪 Degremont 技術研發中心、拜訪技術研發處主任 Sylvie Baig、技術研

發處處長 Laurent Guey

臭氧在水處理的應用上甚為廣泛，舉凡飲用水、瓶裝水、地下水整治、家庭污水、工業廢水、製程用水、冷卻水、廢水回收及遊憩用水等。



圖 26 技術研發處主任 Sylvie Baig 簡報

在飲用水的應用，則包括預氧化、主氧化、消毒。

(一)預氧化：可提高地表水沉澱效果，降低濁度、色度、藻類、有機物、三鹵甲烷等，以及減少膠凝劑使用量；去除地下水鐵、錳。

(二)主氧化：消除天然有機物、除色、除臭，去除殺蟲劑、苯、有毒藻類、PPCP(Pharmaceuticals and Personal Care Products 藥品和個人護理產品的污染物)、EDCs(內分泌干擾物)，降低毒性，提高生物分解性(Biodegradability)。

(三)消毒：對於頑強的寄生蟲而言，臭氧是最強的消毒劑。

臭氧為目前可獲得的最強氧化劑，無論在理論或工程應用上，均已相當成熟，設計上運用動力學、質傳、水力學及流體力學，並與其他技術結合，在水處理領域已廣泛應用，為水處理業帶來經濟、社會及環境效益。

表 2 臭氧為目前可獲得的最強氧化劑

<b>Parasites 寄生虫</b>	<b>Cl<sub>2</sub></b> (mg.min.L <sup>-1</sup> )	<b>ClO<sub>2</sub></b> (mg.min.L <sup>-1</sup> )	<b>NH<sub>2</sub>Cl</b> (mg.min.L <sup>-1</sup> )	<b>UV</b> (J.m <sup>-2</sup> )	<b>O<sub>3</sub></b> (mg.min.L <sup>-1</sup> )
<i>Encephalitozoon intestinalis</i> 脑内原虫	24 - 114	-	-	40 - 60	0,3 - 0,4
<i>Acanthamoeba cysts</i> 阿米巴	5 - 6	18 - 20	-	400 - 700	1,6
<i>Naegleria gruberi cysts</i>	10 - 14	5 - 15	-	-	4 - 5
<i>Giardia cysts</i> 贾第鞭毛虫	18 - 45	10 - 15	1000 - 1400	20 - 30	0,5 - 1,5
<i>Cryptosporidium parvum</i> <i>Oocysts</i> 隐孢子虫	1700 - 4000	140 - 341	> 7200	70 - 100	5 - 24



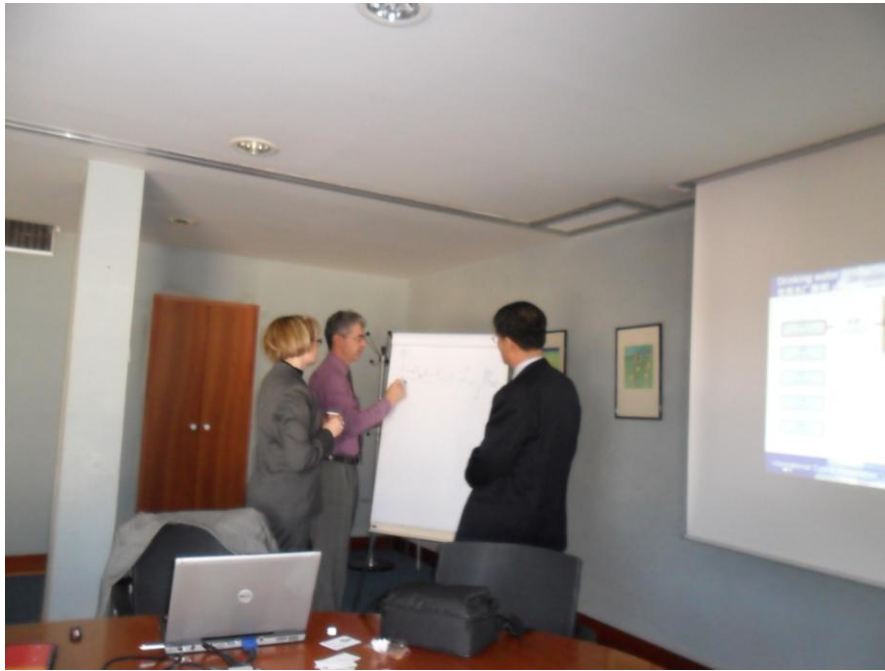


圖 27 技術研發處處長 Laurent Guey 簡報

AquaDAF 藉由氣泡在浮除區形成的密集氣泡床，流經底部水頭損失產生垂直流，增加膠凝水和 PAC(Powered Activated Carbon)接觸時間。特色為可翻新現有沉澱池，去除 TOC、色度、低密度固體物及藻類，不需 polymer 的薄膜預處理。使用案例包括芬蘭、美國紐約、加州、法國、巴西、中國等。其中法國 Hte Vallee de la Vie 薄膜預處理為 Aquasource 的產品，加州 San Joaquin 薄膜預處理為 Zenon 的產品。

#### 八、拜訪淨水廠更新處處長 *Laurent Dolleans* 及計畫工程師 *Michel Falcou*

淨水場更新處計畫工程師 Michel Falcou 簡報 UCD、PULSAPAK、AquaDAF、DensaDeg 等不同套裝水處理系統。



圖 28 淨水廠更新處工程師 Michel Falcou 簡報

(一)UCD 套裝沉澱過濾系統：為結合沉澱及過濾的套裝水處理產品，可現場組裝傳統處理流程，包含膠凝、沉澱、砂濾、消毒於金屬容器中，自動或半自動操作。從 5CMH 至 720CMH(120 至 17,280CMD)共 14 種模組。適用於多數地表水及地下水，原水濁度 500NTU 以下處理後清水可達 0.5NTU，可自動排泥及反洗，具快速組裝、節省土建工程空間及工期短(3-6 個月)的優點，使用案例有土耳其 UCD540、UCD720、法國 UCD100、阿爾及利亞 UCD50、尼加拉瓜 UCD180、伊拉克 12 組 UCD200。

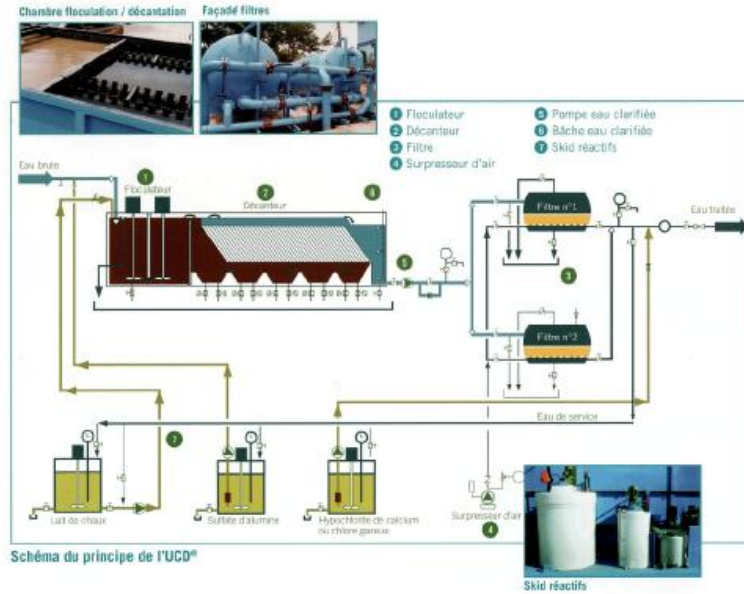


圖 29 UCD 流程示意圖

(二) PULSAPAK 套裝沉澱過濾系統：流程為污泥毯膠凝、沉澱、雙層過濾(砂及無煙煤)沉澱及過濾的套裝水處理系統產品。從 30CMH 至 115CMH(720 至 2,760CMD)共 6 種模組。適用於濁度 500NTU 以下原水，沉澱水可處理至 2NTU 以下，過濾後可達 0.1NTU 以下。特色為污泥毯應用技術已廣泛使用、易維護、快速組裝、節省土建工程空間及工期短(4 個月)。

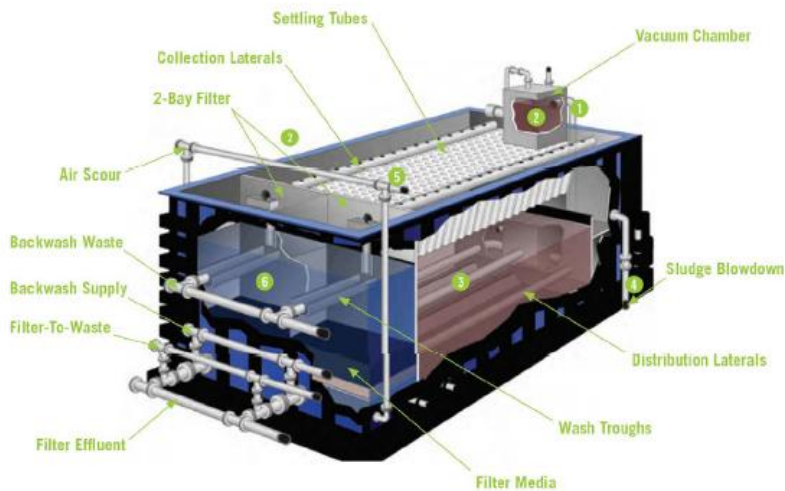
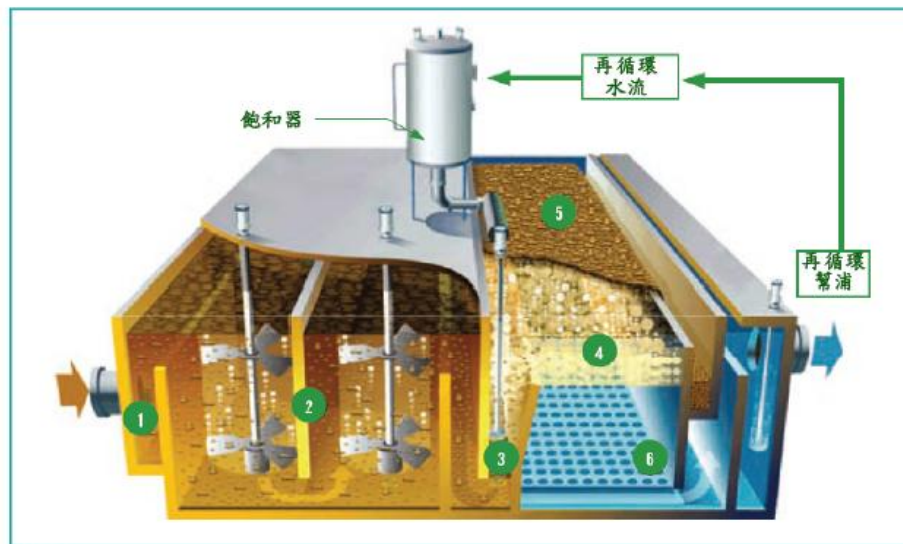


圖 30 PULSAPAK 透視圖

(三) AquaDAF 高速溶氧浮除沉澱池：適用於低濁度含藻類地面水。獨特的放流水收集系統，搭配傳統的浮除技術，可增加操作速率，對現有或是新的處理廠而言，不需額外的空間，即可增加其容量。沉澱水可處理至 1NTU 以下，去除 90%以上藻類，膠凝時間少於 10 分鐘，含磷物質去除使少於 0.1mg/l TP，污泥濃縮 2-4%。



AquaDAF®

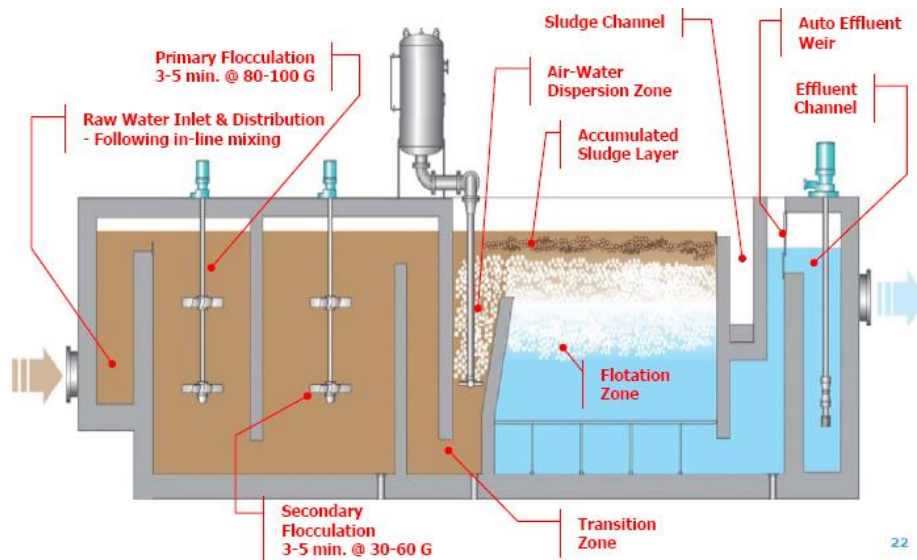


圖 31 AquaDAF 高速溶氧浮除沉澱池

(四) DensaDeg 高密度沉澱池：如前所述，DensaDeg 結合快混、固體迴流、沉澱、濃縮於緊密單元。可使用於沉澱、快濾反洗水及薄膜反洗水的處理。具高速沉澱、節省空間(傳統一半)、反應槽中高污泥濃度可應付極端原水濁度變化、高污泥濃度及減少成本等特色。此技術已使用 20 餘年且為全世界廣為接受。

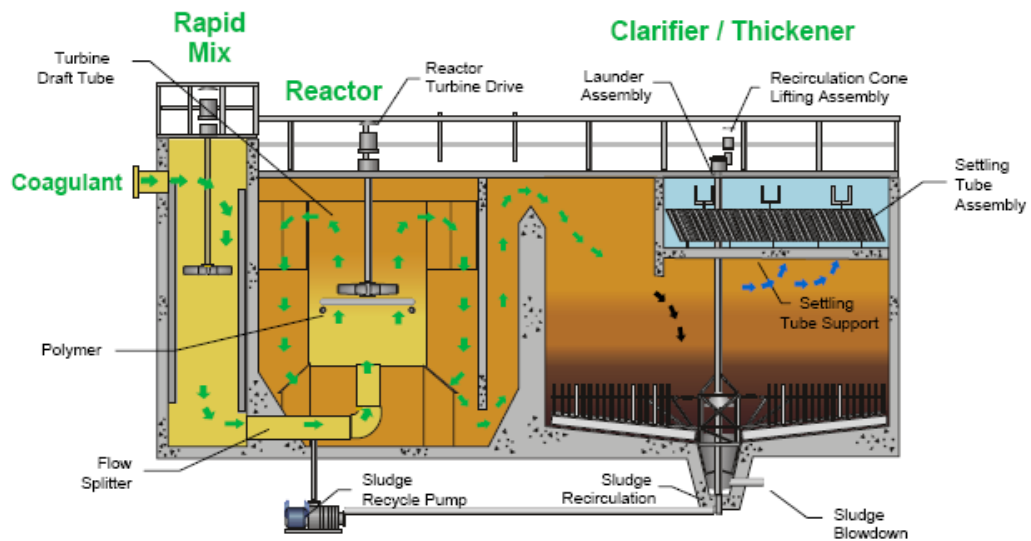


圖 32 DensaDeg 高密度沉澱池

#### 九、拜訪 Ozonia France 臭氧部經理 Gregoire Altounian、技術研發處處長 Laurent

*Guey*

臭氧產生器以空氣或氧氣饋送，經由介電層(dielectric barrier)與放電間隙所隔開的兩電極間，以高壓交流電場打斷氧分子( $O_2$ )，使其變成氧原子(O)，再與其他氧分子結合，即可形成臭氧分子( $O_3$ )。



圖 33 Ozonia France 臭氧部經理 Gregoire Altounian 簡報

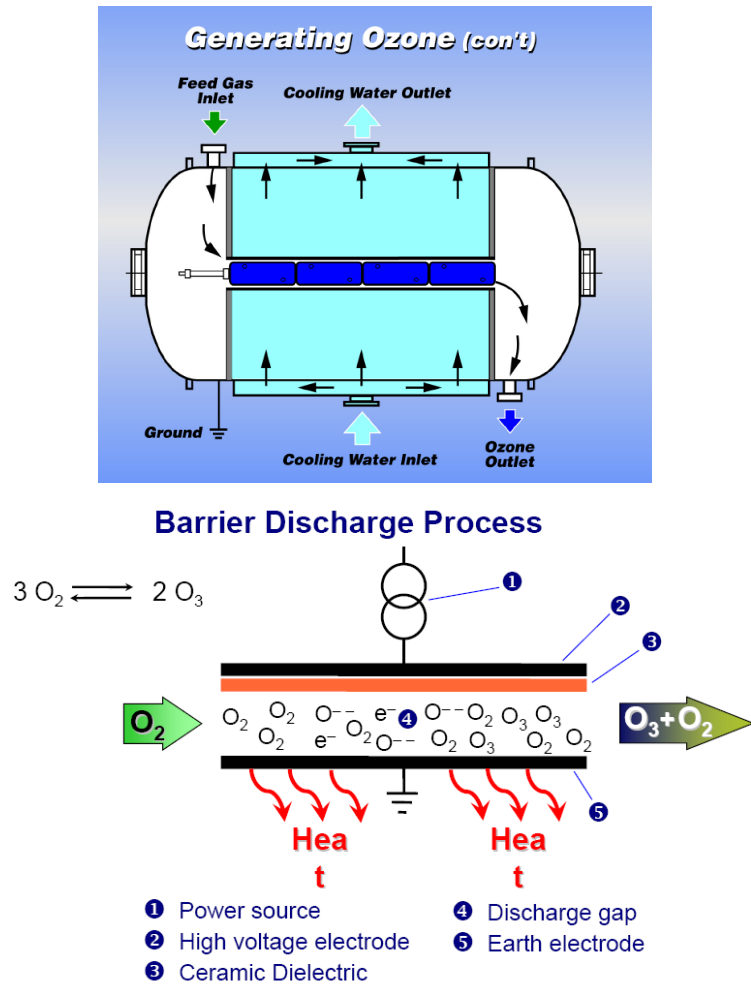


圖 34 臭氧形成的原理

臭氧的優點為可氧化有機物及無機物、色度去除或降低、臭味去除、消毒、鐵錳去除、將無法生物分解的有機高分子轉化成可生物分解之化合物、可去除如洗潔劑、酚、殺蟲劑、螯化物(chelating agents)、對環境有害之化合物等；加強沉澱效率、減少廢水污泥產生量、以 OH-radicals 加強氧化等。

為目前工業可得的最強消毒劑，經濟、安全、經驗成熟、環境接受性高，不會產生三鹵甲烷等副產物。



圖 35 與技術研發處處長 Laurent Guey 合影

在了解來意後，Laurent Guey 介紹了 Degremont 在處理世界各地藻類問題的案例及方法。

藻類產生臭味(如 Geosmine、2-MIB)、毒性、有機物、DBOC、AOC、PF-THM 等副產物，因此有必要加以去除。去除的方式有：1.篩除(惟對微小藻類效果有

限)；2.膠凝過濾（只適用低藻濃度，但有貫穿風險）；3.膠凝浮除沉澱過濾；4.以氯或臭氧預氧化（不建議上游使用 RO）；5.超過濾 UF 或微過濾 MF 處理（只適用低藻濃度，但有貫穿風險）。

### Algae removal: Overview

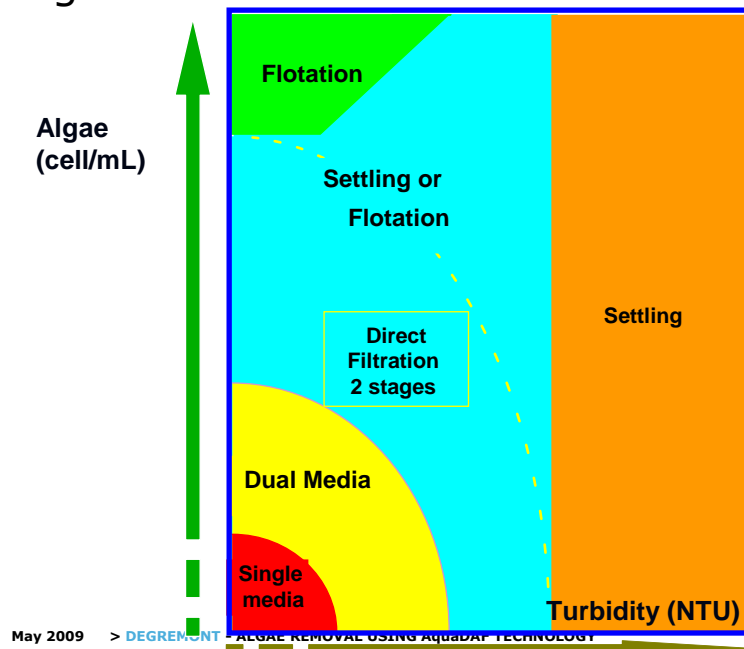


圖 36 藻類去除方式適用範圍圖

處理技術包括：直接過濾、簡單 Cristal、擴充 Cristal 以及 Cristal 3G。其中 Cristal 3G 之流程為澄清（AquaDAF 浮除或 DensaDeg 沉澱）→PAC（Powdered Activated Carbon 粒狀活性碳）反應槽→超過濾 Ultrafiltration。



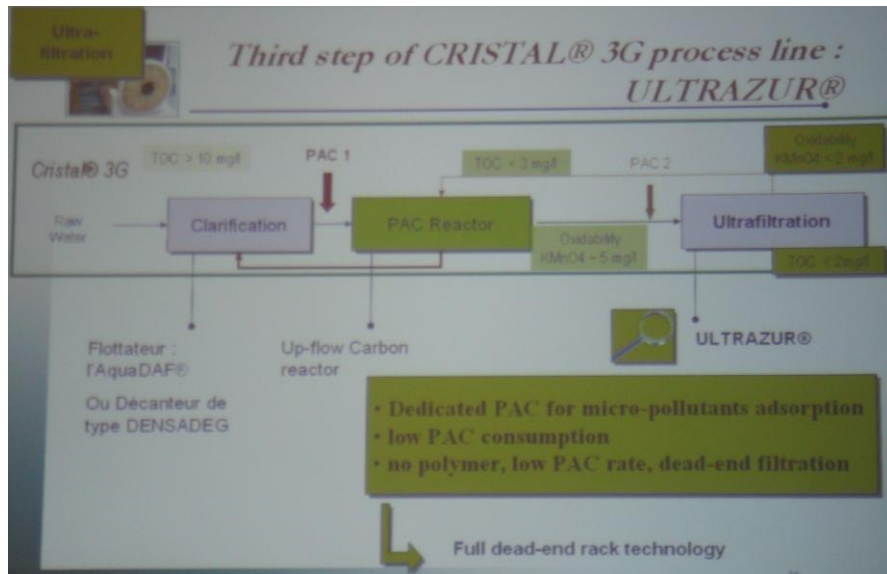


圖 37 Cristal 3G 代表 Clarification、PAC、Ultrafiltration 三個主要步驟

AquaDAF 高速溶氧浮除沉澱技術已使用超過 10 年，較傳統 DAF (Dissolved Air Flotation) 的優點為可產生 8,000 至 9,000ppm 的氣泡濃度，經由回流比的控制可產生 150 至 900 倍的膠羽體積。

逆滲透 RO 多用於海水淡化，超過濾則最常應用於飲用水。Aquasource 為 Degremont 位於里昂子公司，專事超過濾產品生產，本次參訪在亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處吳嘯吟秘書協助安排下，原擬變更行程飛往里昂的工廠參觀，惟因該行程未事先報准而作罷。薄膜為淨水處理的最後步驟，其型式可分為浸沒式 (Submerged) 及壓力式 (Pressured)，而後者又分為由內而外 (inside/out) 及由外而內 (outside/in)，世界上使用較廣泛者為 outside/in 型式，如 Toray 的產品即是。Aquasource 的產品則屬 inside/out 型式，由中空纖維所組成，將這些纖維聚集成束後，放入一複合管 (compositetube) 內部，利用樹脂使這些成束的纖維聚集在一起，以提供完美且永久性的密封組件，使其在病毒的滯留上有很高的效率。

地表水處理-以作為飲用水或製程水之使用

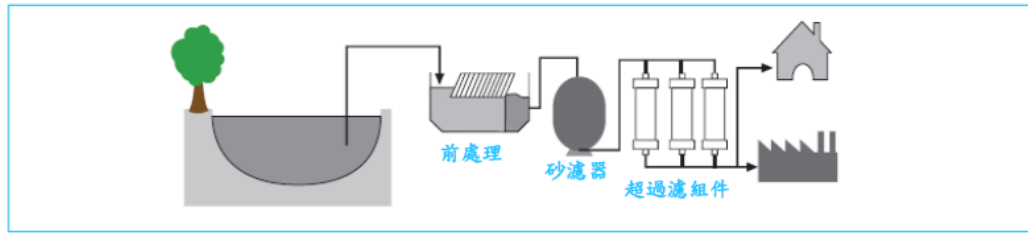


圖 38 薄膜為淨水處理的最後步驟

以法國 Gouet 水庫為例，Saint Briec 淨水廠的處理原水，雖然溫度只有 5 到 17 度，夏季仍有藻類問題，在 2006 年 6 月 19 日曾出現 2,472cell/ml 的藻類含量。原水水質 pH 在 6.6-7.4，濁度 1-60NTU，鹼度 20-24(mg CaCO<sub>3</sub>/l)，硬度 65-75(mg CaCO<sub>3</sub>/l)，TOC 3-6mg/l，高錳酸鹽 4-10(mg O<sub>2</sub>/l)。



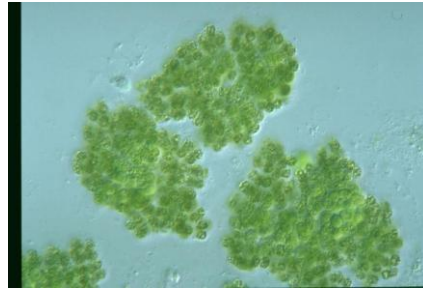
圖 39 法國 Gouet 水庫夏季亦有藻類問題

藻種包括 Cyanophyceae、Diatomophyceae 及 Chlorophyceae 等種類。其中 Cyanophyceae 所屬 *Microcystis aeruginosa*(銅綠微囊藻)為致命藻種，法規限定值為 50 $\mu$  g/l，超過 20 $\mu$  g/l 則停止供水。

## Le Gouet Raw Water: Cyanophyceae



*Anabaena* sp.



*Microcystis aeruginosa*

May 2009 > DEGREMONT - ALGAE REMOVAL USING AquaDAF TECHNOLOGY

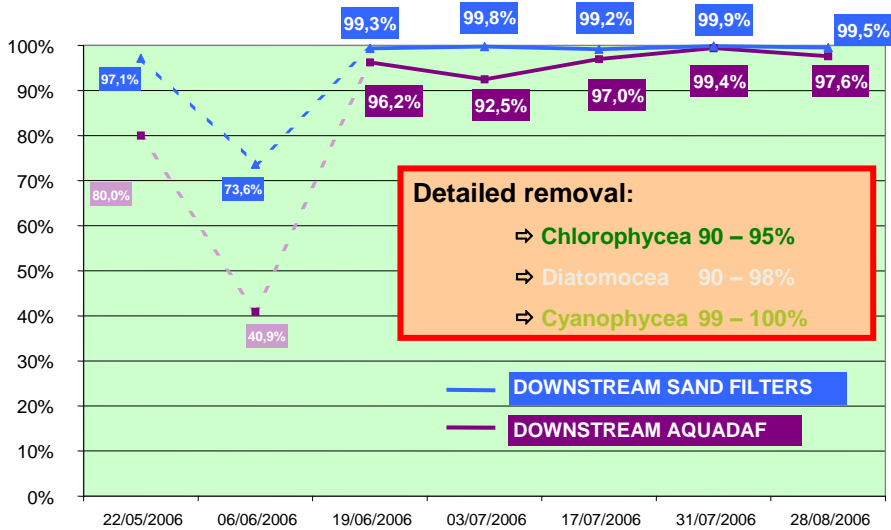
圖 40 Cyanophyceae 所屬 *Microcystis aeruginosa* 為致命藻種

Saint Briec 淨水廠處理水量 145,000CMD 與新山淨水場相仿，流程為預臭氧  
→沉澱（AquaDAF）→砂濾→後臭氧。預臭氧濃度約 1ppm，接觸時間少，在此  
階段並不殺藻，沉澱後濁度在 0.5 至 1.8 NTU 之間，AquaDAF 藻類去除在 90 至  
99%之間，經砂濾後 Cyanophyceae 去除率更高達 99%以上，後臭氧接觸時間長，  
劑量為 30mg/l/min，在此階段殺除藻類。



圖 41 法國 Saint Briec 淨水廠

## Plant Algae removal



May 2009 > DEGREMONT - ALGAE REMOVAL USING AquadaF TECHNOLOGY

圖 42 Saint Brieuc 淨水廠藻類去除率

新山水庫在 98 年亦曾出現藻華現象，5 月間 *Microcystis aeruginosa*(銅綠微囊藻)出現高峰為 38,000cell/ml，而 6 月測得含微囊藻細胞量最多的 station 3，LR+RR 總計 4,000ng/l，相當於 4 $\mu$  g/l，距離法規限定值 50 $\mu$  g/l 尚有一段差距。

Degremont 日本分公司 Philippe Cachia 曾於 98 年夏季前來協助本公司提出方案，建議在水庫現場抽取高含藻濃度原水以臭氧將藻類撲殺後清水放流回水庫。惟因價格、操作維護及產生污泥最終處置問題未能有效解決而未採取進一步行動。

澳洲 Phoslock Water Solutions Limited 的 David Garman 亦曾於 98 年 10 月前來介紹鎖磷劑工法從源頭固磷以控制藻類所需營養鹽，惟因鎖磷劑-鏷的來源有限

及固磷於庫底的安全性尚未有相關研究支持而未予冒然採用。

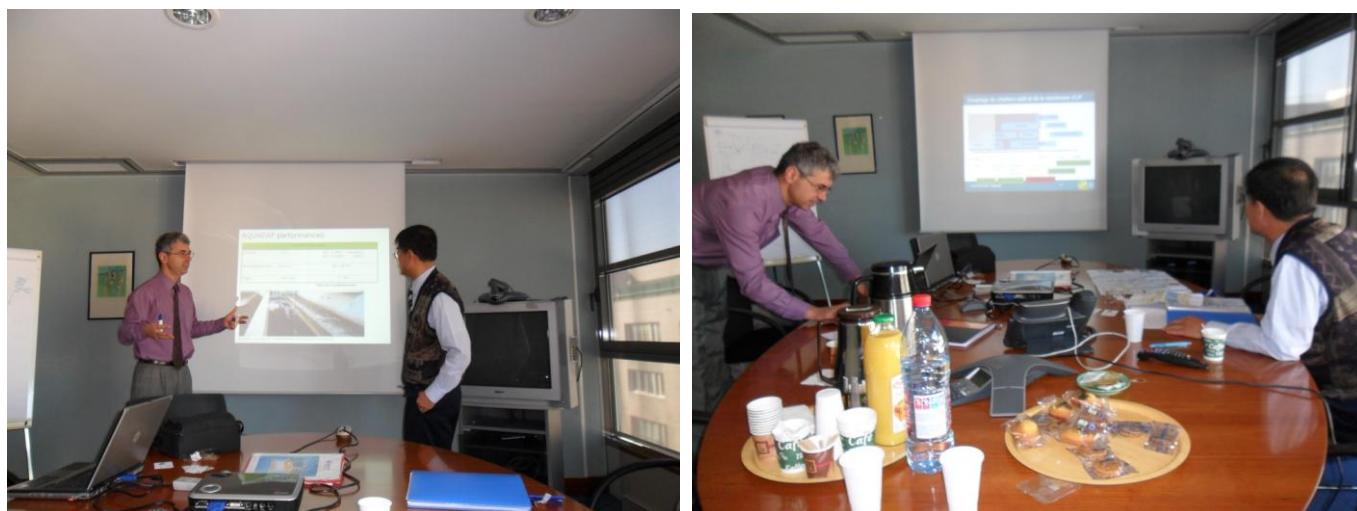


圖 43 技術研發處處長 Laurent Guey 的建議

Degremont 法國總公司研發處處長 Laurent Guey 建議以新山水庫的案例而言，不應殺藻於水庫現場，而是循法國 Gouet 水庫的模式，將含藻類原水導入淨水場以適當的先進水處理技術加以去除。

#### 十、拜別亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處石心主任、吳嘯吟秘書、梁家珍秘書並

##### *感謝在法期間幫忙*

離開法國前，再次拜會亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處，感謝在法期間參訪陪同及協助法文翻譯、當地手機支援及行程討論安排。其服務熱忱，確實令人印象深刻。唯駐外人員生涯的艱辛，也讓人唏噓感佩。



圖 44 拜別亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處石心主任及吳嘯吟秘書

駐外人員一般每六年輪調一次，國內外互相輪調，每次可能調往不同國家，而人生有幾個六年？三個輪回之間，已屆退休年齡。「妻離子散」往往是這些駐外工作人員的一生寫照。尤有甚者如偶有跨國聯姻者，則兒女教育、居無定所及未來國家認同，都是必須面臨的課題。然而話說回來，在世界已逐漸形成地球村的今天，國家意識或許已經不是那麼地該被強調。相反地，愈早接觸不同文化，亦即愈早具備國際觀，或可愈能發現各不同文化間的差異而找到自己的機會。



圖 45 拜別亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處梁家珍秘書

吾人如能更早來到這些截然不同文化的國家參訪研習，拓展眼界，或許會有完全不同的生涯規劃。建議未來如有類似參訪機會，期待可讓更多年輕的優秀人才參與，提早接受不同文化的洗禮衝擊，對國家應有更大的貢獻度。

#### 肆、研習心得及建議

- 一、國外發展多年的先進水處理技術，包括臭氧、UV、薄膜處理等，在國內使用尚不普遍，主要係國內自來水事業，尤其台灣自來水公司財務狀況並不理想，在能符合法令規定之情形下儘量擲節開支所致。未來如配合更嚴格法規及環保要求而採用較先進的水處理流程，則可更進一步提高供水品質。
- 二、本次參訪的法國水處理公司，對台灣的水處理案(淨水或污水)均有參與興趣，惟往往因為價格問題而未能進一步合作。除建議其在價格方面較具彈性以提昇競爭力外，也希望相關單位在編列預算時可考量較優質產品。
- 三、台北人的平均餘命較高雄人長。台北翡翠水庫原水水質得天獨厚，如能以先進水處理技術改善先天不良的原水水質，進而增進整體國民健康，則其效益恐非價格因素所能衡量。
- 四、Degremont 公司號稱全世界第 12 大上市公司，不因參訪人單勢孤、官卑職小而有所怠慢。安排十餘人接待，及多場次簡報及現場參觀，宛如為個人特別舉辦的一場小型研討會，不失大國及大公司應有的風範，其敬業態度由此可見一般。惟此次參訪未能趕上到達前幾天甫舉辦的研討會，否則應可有更多

專業知識的收穫；但一對一的簡報研討方式，卻也更能針對吾人所面臨的問題，更深入詳實地暢然探討。

五、此次參觀的淨水廠幾乎全自動化，夜間無需人員值班。反觀國內重要淨水廠均須 24 小時輪班操作，各類報表繁多，未能電腦化自動記錄，增加操作人員工作負荷。如何自動化及工作簡化為吾人應思索的方向。

六、亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處積極推動「台法工業合作」，未來期能將水處理及環保議題納入合作會議討論，擴大雙邊的交流，拓展本國自來水從業人員的視野。

七、本次參訪在亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處吳嘯吟秘書協助安排下，原擬變更行程飛往里昂的工廠參觀，惟因該行程未事先報准而作罷，殊為可惜。建議未來在參訪人員有臨時變更行程必要時，可有相關規定或機制供依循迅速報准成行。

八、新山水庫藻類問題，目前在國內外專家共同診斷後，於採取台大環工所吳先琪所長及中央研究院吳俊宗教授的建議下獲得解決。惟國外的處理經驗仍值得引為借鏡，未來如環境改變或有派上用場的一天。

九、愈早接觸不同文化，即愈早具備國際觀，或愈可能發現各不同文化間的差異而找到不同的機會。建議未來如有類似參訪機會，期待可讓更多年輕的優秀人才參與，提早接受不同文化的洗禮，對國家或可有更大的貢獻度。



## 謝 誌

本次行程感謝經濟部國際合作處張玉燕小姐及葉士嘉先生、總翔企業股份有限公司胡絢賢總經理、Degremont 日本分公司 Philippe Cachia、Degremont 法國總公司 Jean Marc Langard，及亞洲貿易促進會駐巴黎辦事處石心主任、吳嘯吟秘書、梁家珍秘書之大力協助，讓這次參訪得以圓滿順利成功。在國外人生地不熟的情況下，多虧國內外友人熱忱鼎力幫忙，予人有賓至如歸之感。受訪單位精銳盡出，誠摯接待及不厭其詳的解說討論，讓人印象深刻且獲益良多。同事林美安小姐行前英語會話不間斷地陪同練習，使在國外得以溝通無礙，助益匪淺，在此一併致謝。此外，若非已退休陳茂雄經理的知遇推薦，則更無此次參訪機運，筆者永銘在心。