

出國報告(出國類別：**考察**)

油污染場址緊急應變與復育技術之提升

服務機關：台灣中油股份有限公司油品行銷事業部工安室

姓名職稱：吳龍泉(環境保護師)

派赴國家：法國巴黎

出國期間：98 年 11 月 29 日至 12 月 06 日

報告日期：99 年 02 月 22 日

摘要

國內自「土壤污染防治法」公布實施以來，管制或整治污染場址累計高達兩千兩百餘處，除遭受重金屬污染之農地被管制之場址（迄九十八年止 2004 筆遭列管，公告解除控制場址 1342 筆），其餘公告之管制或整治污染場址藉由驗證程序後，解除列管之比例數偏低（11.8%），更弔詭的是目前其中受列管最多的場址及解除比例最低不及 10%，的是許多必須全年 365 天每日 24 小時營運的油品煉製、輸儲與加油站業（迄九十八年止 76 處遭列管，僅 7 處解除列管）。近期，油公司與相關從業飽受法令與相關環保標準逐漸嚴峻與執法管制日愈頻繁的壓力，擁有油污染場址緊急應變能力與提升疑似受污場址復育技術，已成為相關企業永續經營的重要課題。歐洲環保意識、法令規章與污染整治技術，因為人文與科技的重視而不斷提升，透過技術研發、推陳出新，向來居世界領導地位。此次參訪是透過參加全法國最重要的國際環保議題研討會議與觀摩，普遍收集該區域與全歐盟應用於加油站或之地下環境疑似受污染後之整治、復育技術，與搭配的相關法規與措施。2009 年 12 月 01~04 日在法國巴黎舉辦之 Pollutec Horizons 2009 國際環保議題研討會及設備觀摩展，廣泛包括綠色新能源、健康風險防範與管理、污染整治、資源回收、再利用、能源生產、生物技術、溫室氣體效應等專業領域之研討。除關注高功能性技術創新、新穎設備與管理模式在歐洲地區及全球的成長性與發展趨勢外，與會議專家學者的歐洲區實績經驗，將有別於長久以來國內較熟悉的美國等區域的技術選用流程及計劃策略，參訪中除探索、解析其高性能技術及衍生的新穎設備與管理模式，關注歐盟國家乃至世界性脈動之發展趨勢，學習其在未來環保議題、生物技術（能源生產、污染整治）、能源效率、可再生能源、溫室氣體、城市移動污染源、污染除污與整治技術、法律規章與成本控制等策略的擬定與思維外，進一步與歐洲所在之專業處理顧問（或工程技術）公司進行互動，蒐集相關資料，參考其所建議之可行策略及方案，專注的主題含括：對油污染場址之緊急應變與污染土壤復育技術提升等項目，在增加視野與國際觀外，藉由實場專業經驗分享、法務策略相關辦法與處理能力等資源累積，能作為我國日後在處理類似案件及提供主管機關政策修訂時之參考。

目錄

壹、目的	4
貳、過程	6
參、心得	7
肆、建議	28

壹、目的

國內自「土壤污染防治法」公布實施以來，本公司相關業務與責任亦當同時加重，隨著相關環保標準逐漸加嚴，有關油污染場址緊急應變能力與復育技術之提升已成為本公司所面臨須精進的重要課題；本計劃係因應環保法案之實施與發展趨勢，而研擬的有效策略與因應作業之一。歐洲法令規章與污染整治技術，透過歐盟組織與其人民在政經上的重視及推動，科技不斷的研發創新，向來居世界領導地位。因此，本考察以普遍收集該區域與全歐盟應用於加油站或油品煉製、輸儲之地下環境疑似受汙染後之整治、復育技術，與相關法規，作為我國日後在處理類似案件時參考，特別的啓示與焦點是瞭解最重視環保的歐洲在執法與管制，特別是平衡經濟考量與健康風險，預期透過西方文明與現代化的世界觀，點出並避免政府與業者，不能只因在顯微鏡下，僅以單一的公告數字或標準進行管制，查察對象又是如加油站、煉油廠等矚目的營業體，有固定域所、容易被稽核等特質區域，因為遭受放大而嚴苛的管制，便必須負擔過大的成本，反而忽略不明場址的調查與新興污染物 (emerging contaminants)^註的關注。國內自 2000 年「土壤污染防治法」公布實施以來，管制或整治污染場址累計高達兩千餘處，除遭受重金屬污染之農地被管制之場址(迄九十八年止 2004 筆遭列管，公告解除控制場址 1342 筆)，其餘公告之管制或整治污染場址，藉由驗證程序後解除列管之比例數偏低(11.8%)，弔詭的是目前其中受列管最多的場址，則是許多必須 24 小時、全年 365 天無休營運的油品煉製、輸儲與加油站業(迄九十八年止有 76 處遭列管，十餘年僅有 7 處解除列管)，此一現象值得深思與重視。

早期，因土壤及地下水污染問題並非容易查覺而非主要之環保議題，當發生意外事故後，先實施以現場緊急應變工作，當完成階段工作後常會忽略衍生之土壤及地下水污染問題。近年來因已完成土壤及地下水污染整治之立法，所以土壤及地下水污染也漸次成為環保焦點之一，連續數年來，每年各級政府共計投入以億元計的經費執行調查與改善計畫，(加上民間投入與近期軍方展開的調查評估與處理費用，粗估約為 2~5 倍，因此，近年來累計耗費的金額是以十億元 (Billions) 為計算單位)。主管機關主要用於土壤及地下水污染調查工作、場址現場勘查，高土壤及地下水污染潛勢調查與場址篩選，尤其積極執行油庫、加油站地下環境相關檢測與查驗。油公司的另一威脅是目前能源價高，輸儲的管線屢遭外力盜油，因此衍生出不少意外事件造成油污染問題，使得油公司及相關加盟業者對油污染場址緊急應變與復育技術之提升的需求更加殷切，為提升油污染場址緊急應變與復育技術能力，全面性掌握污染事件所衍生之問題，進而瞭解並正確迅速的防止污染擴大，研習考察先進國家、區域的環境政策與防治能力有其必要性。

2009 年 12 月 01~04 日在法國巴黎北部會議中心及展覽場 (PARIS NORD VILLEPINTE) 舉辦之 Pollutec Horizons 2009 國際環保議題研討會及設備觀摩展，會中廣泛包括綠色新能源、健康風

險防範與管理、污染整治、資源回收、再利用、能源生產、生物技術、溫室氣體效應等專業領域之研討。除關注高功能性技術創新、新穎設備與管理模式在歐洲地區及全球的成長性與發展趨勢外，與會議專家學者的歐洲區環境保護實績，將有別於長久以來國內較熟悉的美國等區域的技術選用流程及計劃策略，將藉由了解美國以外的先進國家，如歐盟與法國的新能源政策、健康風險防範與管理模式、污染整治、受污回收資源化等專業領域，解析其高功能性技術及衍生的新穎設備與管理辦法之創新發展趨勢，同時與（歐洲）專業處理（顧問或公程技術）公司進行互動，蒐集相關資料並提出具體可行之策略及方案，尤其是歐盟國家乃至世界性的脈動，學習、了解其在未來環保議題、生物技術（能源生產、污染整治）、能源效率、可再生能源、溫室氣體、城市移動污染源、污染除污與整治技術、法律規章與成本控制等策略，特別關注的主題則包括：對油污染場址之緊急應變與復育技術提升等項目，在增加不同視野與觀點外，累積場址資訊、藉由實場專業經驗分享、法務策略相關辦法與處理能力等資源，作為我國日後在處理類似案件及提供主管機關政策修訂時之參考。

並於 2009 年 11 月 30 日前往 Longjumeau 拜訪 HORIBA Jobin Yvon 公司，瞭解原廠之感應偶合電漿分析儀（目前本室擁有壹部）與推廣中之碳/硫分析技術之發展，符合成本效益之 X 射線螢光 & 超低含硫燃料之紫外螢光法之油中硫分析儀等精密設備之應用實績，延續本公司（本事業部）對於油品低硫品質的重視，並作為未來研發專題硫物總應用於環境法醫學等領域之基礎。

新興污染物（emerging contaminants）^註：廣泛定義為『新認定或尚未認定』，『未受法規規範』對人體健康及生態環境具有風險性的化學污染物。

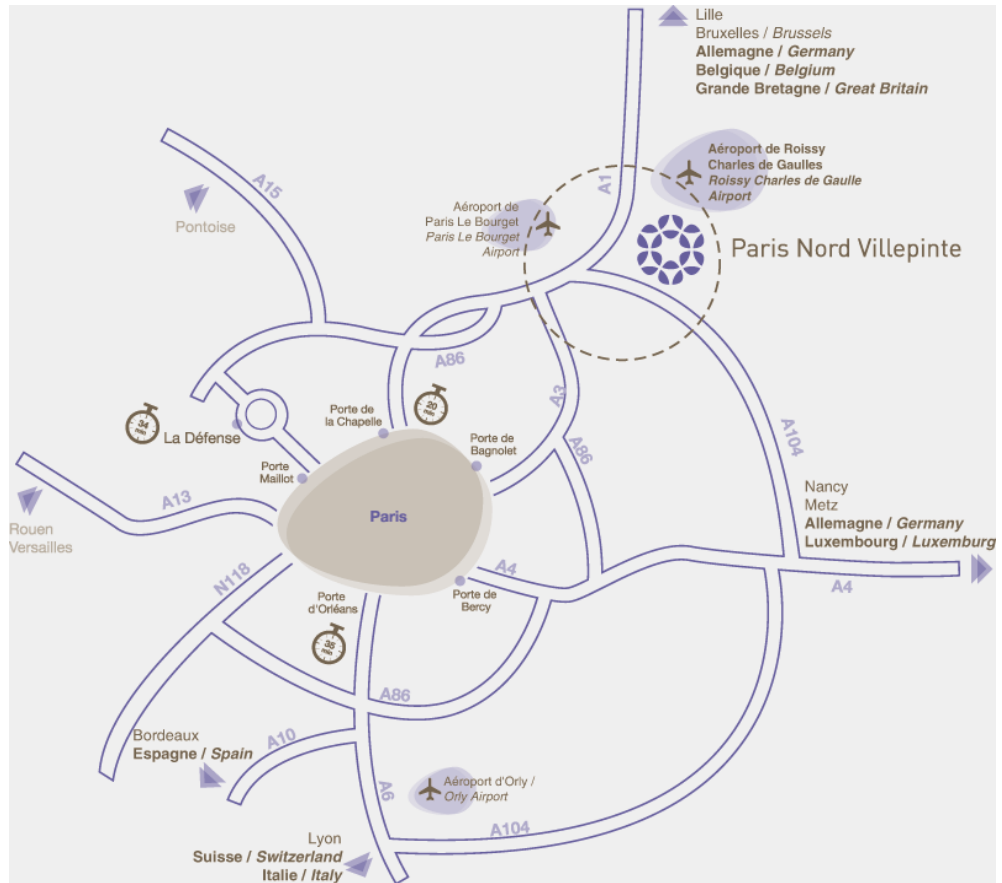
貳、過程

本次參訪九十八年冬季在巴黎舉辦的 2009 年國際環保議題研討會及設備觀摩展(Pollutec Horizons 2009)與 HORIBA Jobin Yvon 公司，收集有關健康風險管理、油污處理、復育與回收與其在未來環保議題，如能源生產、污染整治的生物技術發展、新能源策略、可回收及再生的物質與能源、溫室氣體、城市移動污染源、污染除污與整治技術、監控與自動化預警系統、現場處理經驗與實績、法律規章與成本控制等，特別是歐盟與法國等相關領域的法令、國家政策及科技發展趨勢。本次行程自民國九十八年十一月二十九日至十二月六日共八天，參訪內容如下：

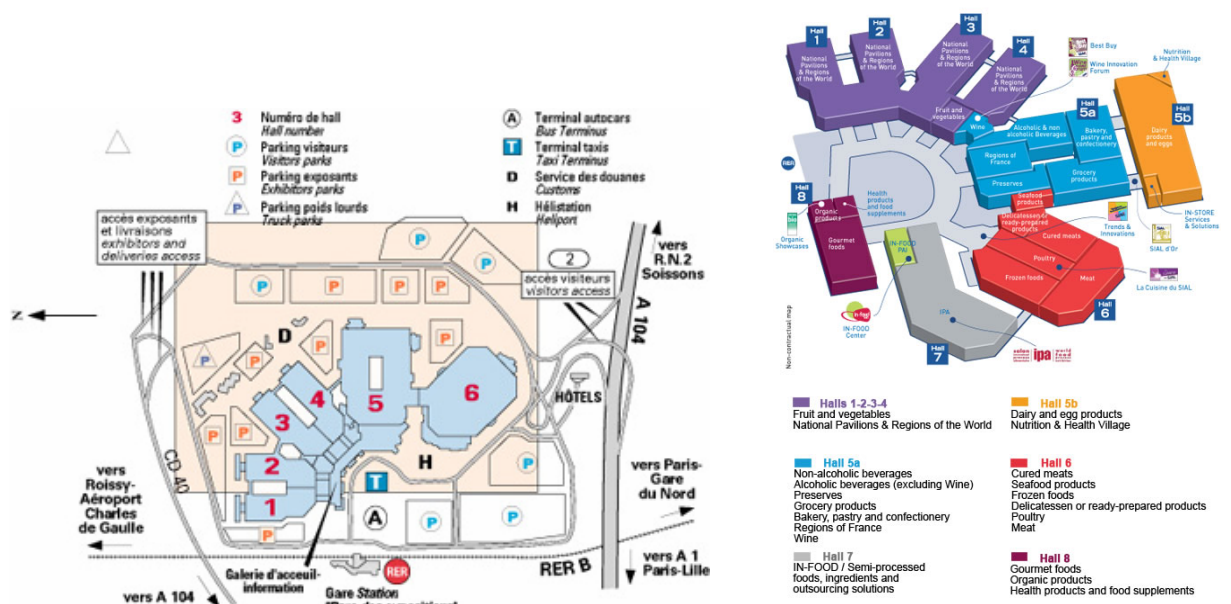
十一月三十 日(星期一)拜訪 HORIBA Jobin Yvon 公司，瞭解目前本室擁有原廠之感應偶合電漿分析儀與推廣中之碳/硫分析技術之應用與發展，並透過 Philippe AYASSE 經理與區域代表 Susumu HAYASHI 及 MiaoFeng CHOU 聯繫，蒐集有關 X 射線螢光 & 超低含硫燃料之紫外螢光法之油中低硫分析儀等精密設備的資料。

十二月 一 日至十二月四日參加巴黎舉辦的 2009 年國際環保研討會及設備觀摩展 Pollutec Horizons。該會程每兩年分別於巴黎與里昂 (Paris et Lyon ; Paris and Lyon) 舉辦，訪客人數每年均以 10% 的速度成長，許多訪客來自歐洲、美洲及亞洲，現今已發展成為世界最有影響力最重要的環保專業研討會及設備觀摩展之一，包括許多國家的部長級人士及各級環保部門的主要負責人和政府官員。多樣化的會議採分組分項的方式同時進行，Pollutec Horizons 2009 議程包括不同領域的 305 場專題研討會與演講、廠商儀器展示等。會場位於巴黎巴黎北部會議中心及展覽場 (圖一為巴黎北部會議中心及展覽場之地理示意圖、圖二為巴黎北部會議中心及展覽場之平面圖與入口大門、圖三為筆者造訪該中心時留影) (部份圖片資料來自：<http://www.pollutec.com/>)。2009 POLLUTEC 環保研討會及設備觀摩展涵蓋領域十分廣泛，主要的專業焦點是有關：生物技術 (能源生產、污染整治)、防爆、光催化、室內空氣品質、能源效率、可再生能源、城市移動污染源、溫室氣體、雨水回收、海洋污染。主題則有空氣分析/測量/監控、城市空污和流動性、溫室氣體防治、能源效率、環境管理、出口/國外市場、工業生產-自然和健康風險、可再生能源、責任採購、污染土壤與場址、可持續發展與生態設計、廢棄物/回收/清洗、水資源、未來技術、生物技術、超臨界流體與膜、光催化與表面處理 (Air Analysis/ Measurement/Monitoring、City and Mobility、Combating green house gases、Energy efficiency、Environmental management、Export/Foreign markets、Industrial, natural and health risks、

Renewables、Responsible Buying、Sites and soils、Sustainable development and Eco-design、Waste/Recycling/Cleaning、Water、Focus Horizons/tomorrow's techniques：Biotechnologies、Supercritical Fluids and Membranes、Photocatalysis、Surface treatment）。圖四為會場部份花絮剪影，圖五則是統計參加者關注議題的分佈圖，經主辦單位市會彙整後公佈於其官方網頁 WEB SITE：（<http://www.pollutec.com/>），其中、能源問題廣受 39.7%參加者關注，自 2004 年以來，能源問題的討論便快速增長，分別圍繞在以下四個主題：可再生能源（19.5%），能源節約和效率（13.4%），防治溫室氣體（3.5%）和城市流動性（3.3%）上。筆者除了參加多場的政策及新技術發表會（表一）外；也與積極參與與會講者間的討論：主軸以各國在整治技術選用的流程及其所進行的專家（顧問）系統計劃實施機制與細節考慮。重點包括：工業的用地之復育作業（Réhabilitation d'un site industriel）、現地化學還原法（ISCR；pour in situ chemical reduction；In Situ Chemical Reduction）、土壤污染的生物修復過程與技術（Bioremediation des sols contaminés par procédés biotechnologiques；表二）、回收和開發材料（Recycling and exploiting materials）、超臨界流體與膜所帶來的綠色化學發展（Les fluides supercritiques et les membranes au service de la chimie verte；The supercritical fluid and membranes in the service of green chemistry）、歐盟的生態設計及清潔技術、美加環境管理政策案例。分別與歐盟法國的專業處理（顧問或公程技術）公司：ADVENTUS、ARCADIS、CEA Marcoule、HPC Envirotec 及 UPDS 進行互動，其中，特別感謝 CONSTANTIN, Hervé"（ARCADIS 專業經理）、Dr. Frank KARG（HPC Envirotec 總裁；CEO of HPC Envirotec）、Mike Mueller（ADVENTUS 資深經理）及 Philippe Denecheau（VALGO 資深工程師）等提供許多建議、案例資訊與簡報資料。



圖一、為巴黎北部會議中心及展覽場（PARIS NORD VILLEPINTE）地理示意圖



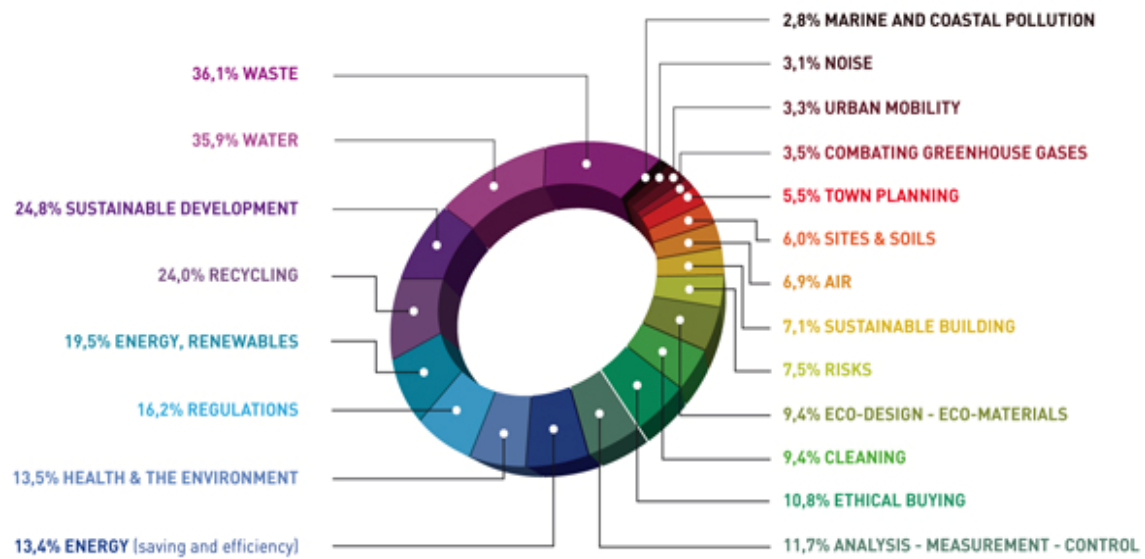
圖二、巴黎巴黎北部會議中心及展覽場（PARIS NORD VILLEPINTE）平面圖平面圖與入口大門
（參考自官方網站（<http://www.pollutec.com/>））



圖三、為筆者造訪巴黎巴黎北部會議中心及展覽場（PARIS NORD VILLEPINTE）時留影



圖四、Pollutec Horizons 2009 國際環保議題研討會及設備觀摩展會場部份花絮剪影



圖五、參經主辦單位市會後彙整公佈於其官方網頁的參加者關注議題之分佈圖
 (參考自官方網站 (<http://www.pollutec.com/>))

表一：2009國際環保議題研討會所參加的演講場次

演講題目	類別		演講者
Edmonton 廢棄物管理整合方法案例 A Canadian Approach to Integrated Waste Management - Edmonton's Experience	未來科技：廢棄物/回收/清潔 環境管理 Waste / Recycling /Cleaning Environmental management	加拿大國際貿易部和加拿大外交部駐法大使館	Jerry LEONARD
應用於污染場址整治的生物技術 Biotechnology for contaminated site remediation	未來科技：水處理/國外市場 Water Export/Foreign markets Focus Horizons : tomorrow's techniques	COLAS Environnement	Alexis PARROT
水中有機揮發性化合物之現場處理技術 EHC@ Technology for the in situ treatment of CVOCS in groundwater	未來科技：環境管理/污染場址土壤整治 Environmental management Sites and soils Focus Horizons : tomorrow's techniques	ADVENTUS	James MUELLER
處理現地修復地下水的波段(生物自然衰減的推動)的案件中苯系物的污染，多環芳烴等溶濟的經驗 Experiences de dépollution in-situ des Eaux souterraines par la BAND (Bio-Atténuation Naturelle Dynamisée) dans les cas des pollutions par des BTEX, HAP, HET et solvants.	環境管理/污染場址土壤整治 Environmental management Sites and soils Focus Horizons : tomorrow's techniques	HPC Envirotec	Franck KARG
加拿大污染場址整治計畫-環境管理責任 Canada's Federal Contaminated Sites Action Plan - Managing Environmental Liabilities	環境管理/工業衛生風險 Environmental management Industrial, natural and health risks	加拿大國際貿易部和加拿大外交部駐法大使館	Musto MITHA
生物質回收利用生物技術處理 Valorisation des biomasses par procédés biotechnologiques	環境管理/工業衛生風險 Environmental management Industrial, natural and health risks	加拿大國際貿易部和加拿大外交部駐法大使館	Adrien PILON
Plusieurs cas concrets de traitements biologiques、anaérobie des solvants、chlorés dans les nappes procédé bionappe® anaérobie	土壤復育 未來技術 Sites et sols Focus Horizons: les techniques d'aveni	Sita remediation	

表一：2009國際環保議題研討會所參加的演講場次

演講題目	類別		演講者
快速記錄美國創新環境技術：概述美國創新之生態產業 A Snapshot of U.S. Innovative Environmental Technologies / Un aperçu sur les Eco-Industries Innovantes Américaines	分析 - 測量 - 監控 環境管理 土壤復育 Analyse - Mesure - Contrôle Management environnemental Sites et sols	美國大使館	Everett WAKAI
利用注射碳水化合物以厭氧生物刺激方式處理地下水三氯乙烯和六價鉻 Biostimulation anaérobie in situ. Traitement d'un panache de trichloroéthylène et de chrome VI dans les eaux souterraines par injection d'hydrates de carbone	土壤復育 未來技術 Sites et sols Focus Horizons: les techniques d'aveni	ARCADIS	Laurent CLEMENT-ELLE
以現地化學還原法技術有效處理有機氯農藥，炸藥和金屬污染 La réduction chimique in situ (ISCR), une sérieuse alternative pour dégrader les chlorés, les pesticides, les explosifs et stabiliser les métaux	土壤復育 未來技術 Sites et sols Focus Horizons: les techniques d'aveni	VALGO	Philippe DENECHÉAU
工業應用超臨界流體 Les applications industrielles des fluides supercritiques	未來技術	法國超臨界流體創新與應用協會	Karine SEAUDEAU

表二、土壤污染的污染整治技術與生物復育過程的專題研討會

Bioremediation des sols contaminés par procédés biotechnologiques

(參考自官方網站 (<http://www.pollutec.com/>))

Thème	Dépollution des nappes	Dépollution des sols	Gestion des friches	
Date	Mardi 1er Décembre	Mercredi 2 décembre	Jeudi 3 décembre	Vendredi 4 décembre
10 h - 11 h		ENVIRON Pierre GUIBERT <i>Reconversion d'un site industriel pour un usage sensible et réutilisation sur site de terres excavées</i>	BREZILLON Claude CEDOU - Patrick EPARDEAU <i>Intégration des travaux de dépollution dans les travaux d'aménagement : étude de cas</i>	ANTEA Dominique RAMBAUD <i>Evaluer les contraintes et les optitudes de l'ensemble des friches d'un territoire pour proposer une revitalisation cohérente, raisonnée et ambitieuse...</i>
11h - 12h		UPDS Claude CEDOU <i>Avancement des travaux de certification des métiers de dépollution - Remise des labels QUALIPOL</i>	Secrétariat COMMON FORUM Dominique DARMENDRAIL <i>Point sur la Directive IPPC et sa révision</i>	ICF Environnement Véronique CROZE <i>Reconquête des friches urbaines : comment intégrer le risque sanitaire dans les projets d'écoquartiers. Est-ce acceptable pour le public ?</i>
12h - 13h				
13h - 14h	ARCADIS Laurent CLEMENTELLE <i>Biostimulation anaérobie in situ. Traitement d'un panache de TCE et de CrVI dans les ESO par injection d'hydrates de carbone</i>			
14h - 15h	COLAS Environnement Jérôme RHEINBOLD - Alexis PARROT <i>Biodégradation couplée à de l'oxydation chimique</i>	GRS VALTECH Jean-Michel BRUN <i>Réhabilitation d'un site industriel</i>	Invité d'honneur : CANADA Rick GERMAN <i>Le transfert de responsabilités sur les friches polluées</i>	
15h - 16h	HPC Envirotec Frank KARG <i>Dépollution in situ des eaux souterraines par la BAND (Bio Atténuation Naturelle Dynamisée) dans le cas des pollutions par les BTEX, HAP, HET et solvants</i>	ICF Environnement Véronique CROZE <i>Les phytotraitements, des techniques utilisables pour le reverdissement de la ville ?</i>	BURGEAP Christophe HUMBERT <i>De la friche industrielle à l'éco-quartier</i>	
16h - 17h	SITA Remediation Franck LECLERC - Erdogan AKTEPE <i>Plusieurs cas concrets de traitements biologiques anaérobie des solvants chlorés dans les nappes</i>	VALGO Laurent THANNBERGER - Philippe DENECHAU <i>La réduction chimique in situ (ISCR), une sérieuse alternative pour dégrader les chlorés, les pesticides, les explosifs et stabiliser les métaux.</i>	ARCADIS Hervé CONSTANTIN <i>Gestion de 100 ans d'histoire sur une friche industrielle</i>	

參、心得

本次參訪之 Pollutec Horizons 2009 國際環保研討會及設備觀摩展，專家學界結合最完整的研討會，也是歐洲乃至全球環保界最重要的展覽會之一，在目前新穎設備、成熟商業化系統與相關議題上具有領銜的地位。Pollutec Horizons 舉行已逾二十多年，分別由法國里昂（西元年次偶數；如 2008、2010）及巴黎（西元年次奇數；2009）輪流舉行，本次會場為距巴黎市北方，車程約 30 分鐘的巴黎北部會議及展覽中心，PARIS NORD VILLEPINTE 總展覽面積超過 43,860 平方公尺，本次展覽場共計有 1,412 個參展商參加，其中 30% 來自超過 36 個海外國家。吸引 32,978 位專業訪客蒞臨觀展，同時舉辦 305 場的專業研討會，提供參加者許多現今環境汙染問題及其相關的污染解決方案，其中，重要之主題包括：污染整治(POLLUTION TREATMENT)、資源使用最佳化(OPTIMIZATION OF RESOURCES)、分析、量測、監控(ANALYSIS, MEASUREMENT, MONITORING)、能源與氣候變化(ENERGY AND CLIMATE CHANGE)、風險預防和管理(RISKS PREVENTION AND MANAGEMENT)及服務和永續發展(SERVICES AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT)等。如風險預防和管理則又分別討論來自工業風險、自然風險與衛生風險，服務和永續發展則分成：生態設計及清潔技術、永續發展的推展及監督、諮詢和工程。若大的展場中還特別地規劃出 12 個主題聚落和論壇，方便參訪者進行專業學術討論及參觀諮詢，12 個主題聚落和論壇如下：

- 空氣品質聚落(Air quality Village)
- 防爆聚落(Atex Village)
- 生物科技聚落(Biotechnologies Village)
- 購買和服務維護論壇(Buy&Care Forum)
- 能源與氣候變化論壇(Energies et Climate change Forum)
- 光催化(Photocatalysis Village)
- 回收聚落(Recycling Village)
- 風險及環境管理論壇 (Risks et Environmental management Forum)
- 場址復育及土壤聚落(Sites and soils Village)
- 解決方案論壇(Solutions Forum)
- 永續發展聚落(Supercritical fluids and Membranes Village)
- 表面處理聚落(Surface treatment Village)
- 水與植物聚落(Water unit plants Village)

依主題聚落和論壇區隔出的動線與空間，除省去在廣大會場的摸索找尋外，對於參觀諮詢或是時間緊迫不同專業學術研討會場的移動，提供相當的便利性。因為是國際性大型會議與展場，所以處處可見主辦單位高效率的資訊管理能力，如專業學術研討會的時刻表與場次可以先行在網路上查

詢，並完成規劃及列印，十分便捷有效率。參加討論或是參觀諮詢不需使用名片或是書寫個人通訊資料，可以簡單藉由通行證上條碼資料的被讀取進行直接留下諮詢問題、或進行資訊交換，其中現場所使用之通行證換取方式，是參訪者於線上報名完成後，主辦單位直接以電子郵件送達（含條碼資訊），在現場僅需數秒掃描便能換得新通行證，管控效率極高。（圖六是大會專業學術研討場次與時刻表查詢、規劃介面及換取通行證之條碼信件）



Pollutec
HORIZONS

1-4 Dec. 2009
PARIS - NORD
VILLEPINTE
FRANCE

SEIZING THE FUTURE



PARIS-NORD
Villepinte

- ☒ Analysis - Mesurement - Monitoring
- ☐ Carbon
- ☐ City and Mobility
- ☐ Combating green house gases
- ☐ Energie efficiency
- ☒ Environmental management
- ☐ Export/Foreign markets
- ☒ Industrial, natural and health risks
- ☐ Renewables
- ☐ Responsible Buying
- ☒ Sites and soils
- ☐ Sustainable development and Eco-design
- ☒ Waste / Recycling /Cleaning
- ☒ Water
- ☒ **Focus Horizons : tomorrow's technique**
 - ☐ Biotechnologies
 - ☐ Membranes and supercritical Fluids
 - ☐ Photocatalysis
 - ☐ Surface finishing

This is your **electronic badge** for entry to **POLLUTEC HORIZONS** and **BUY&CARE** from 1st to 4 December 2009, Paris Nord Villepinte Exhibition center.

Pollutec **Buy&Care**

LC WU

CPC



PE134177

VISITOR /

If the above bar code fails to display, your registration number is sufficient for you to obtain your badge on site.

Instructions for use :

- Print this page.
- Present it at the «Electronic Badge» counters at the show entrance.
- Scan your e-badge to obtain your badge printed on card.
- Take advantage of the **25%** discount on the catalogue price.

Please note, only one badge per electronic badge will be printed (no photocopies allowed).

Opening times :
Tuesday 1, Wednesday 2 and Thursday 3 december : 9:00 am - 6:30 pm
Friday 4 decembre : 9:00 am - 5:30 pm
To plan your visit, [click here](#)
To register an other person, [click here](#)

In partnership with
BFM RADIO
LA RADIO DE L'ÉCO

圖六、大會專業學術研討場次與時刻表查詢、規劃介面及換取通行證之條碼信件

專業學術研討會外，Pollutec Horizons2009 國際環保研討會及設備觀摩展，也提供一個技術和服務資訊交換平台(Buy & Care)，幫助與會企業人氏與技術專家間有一最佳的交易商機和整合交流的機會，展示內容千羅萬象，除了一些基本的環保清潔用品外，現場展示油污現場所使用的除油設備，工安緊急應變基本設備(如圖七所示)，也有色塑膠瓶分類機、回收機械等設備，展覽場也吸引環保領域有實際經驗的廠商與國際大廠參展(如圖八所示在歐洲牛耳的西門子公司)，當然含有世界知名的分析檢驗技術公司，環保袋、環保餐具等具環保概念的生活用品。參展廠商無不使盡看家本事使自己成為焦點，吸引前來參觀者的矚目，相對現場氣派的擺設及搭配精心設計的裝潢，貼心招待處更以強烈對比色系佐以專業的燈光，及強調環保的周邊佈置，爭取得參觀者到訪的信任及認同感。此外，現場產品展示也配合解說服務，儘管大多數的法國人仍以法語溝通，但是詳盡的資訊與文件也稍稍補足其缺憾。官方統計資料（參考：<http://www.pollutec.com/>）每日數以萬計的專業人士蒞臨觀展，由主辦單位的資料檔中也可以瞭解在設備觀摩展場上，為何顯得如圖九所示人潮洶湧、磨肩擦踵。為了展示產品，若干大型的機具設備也成了重要的擺設品，因此可以在現場會看到各型的工作車輛、概念車與大型機械設備（如圖十所示），甚至其週邊零件及維修商都一併參加展出，例如有專門進行有色塑膠瓶的分類機，也展示許多新型標榜清潔能源的機具車輛。



圖七、現場使用之除油及工安緊急應變設備

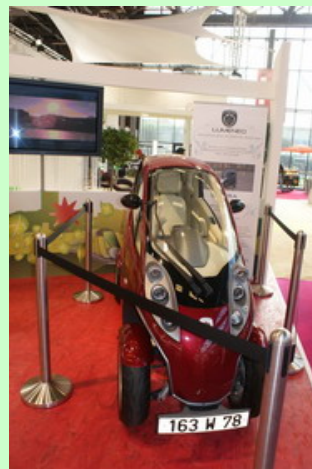


圖八、國際大廠西門子公司參展



圖九、環保研討會與設備觀摩展場上人潮洶湧磨肩擦踵

(參考自官方網站 (<http://www.pollutec.com/>))



圖十、現場會上各型的大型機械設備、監控系統與節能減碳之新型概念車

(部份參考自官方網站 (<http://www.pollutec.com/>))

既然是技術維護和服務資訊交換平台(Buy & Care)，因此在此展覽會參展的不僅僅是硬體設備的廠商，許多大型的顧問（工程）及檢測業、監控系統設計安裝公司等等也利用此一機會積極拓展業務，觀察到現場有不少訪客是在此尋求技術支援與工程計畫的協力廠商。或許正因為有此平台提供產業之間，有機會形成了緊密鏈結或交流，直接或間接的促使環保產業中關鍵性的環節得以打通。事實上，環保產業之所以複雜是因為必須由許多的不同單位，不同專才集思廣意面對問題，雖然傳統觀念中的環保產業是因應解決污染問題的需求上，但是現今投注在環保產品（設備，操作，工程與顧問）上的商家，是極盡所能擺出各自的看家法寶，尋求與會的訪客到此爭取合作機會。此外藉由不同參展公司的間互動與技術支援，在軟體與儀器、程式與機械等各方面進行上下游廠商間整合。在此絕佳機會下許多的交易活動或結盟在參展廠商之間儼然形成。本次設備觀摩會場的特色與一般儀器設備展或是單純貿易展有極大差異，除展出內容多樣化外，其中參與的訪客來自全球，其中，更吸引為數極多的技術工程人員與專家學者，可見與現場實務緊密結合度。

綜合觀之，在 2009 歲末的精彩設備觀摩展場上，顯示物質再利用與清潔生產之綠色環保概念已逐漸形成，配合符合民生需求的科技精進，同時間一種自我反省的機制，不斷地藉由新思考和搜尋，尋求可在各種不同領域可以發揮的新商機。

國際環保專家於 Pollutec Horizons2009 的專題研討會，屬於官方政策及國際性重大影響，值得提出的專論有以下 A1~A4：

A1. 「A Canadian Approach to Integrated Waste Management - Edmonton' s Experience」由加拿大國際貿易部和加拿大外交部駐法大使館的官方部門所提出的報告，「加拿大埃德蒙頓垃圾處理中心堆肥場案例探討」，該報導是少數可以提供完整下載的專文。

(http://lb7.reedexpo.fr/Data/kmreed_pollutec/invitation/...)。揭諸埃德蒙頓垃圾處理中心（EDMONTON WASTE MANAGEMENT CENTRE）是一座生活垃圾綜合處理廠，不僅要處理埃德蒙頓市居民的生活垃圾和汙水處理廠的汙泥，而且也是提高全體市民環保意識的思想教育基地。處理設備包括有堆肥廠、填埋場、轉運站等 17 個廠（場），其中，堆肥廠是目前世界上處理規模最大的現代化堆肥廠，於 2000 年建成投產，年處理垃圾 28 萬噸（日處理垃圾 1000 噸），處理城市生活垃圾量更高達 18 萬噸，處理城市汙泥 10 萬噸。採用動態加上半動態的高溫堆肥工法，堆肥時間為 28 天，最終腐熟約 60 天。該處理中心的作業單元環環相扣，除有節能的功能外，進料調度與運輸一貫作業互相配合。此外，該工廠作業期程中也特別重視廢棄物分類、尾氣回收再利用的機制，及控制滲出液的收集等二次防污作為（如圖十一所示），企業化的有效經營與重視垃圾減量的環保素養，使得加拿大埃德蒙頓垃圾處理中心成為優質典範，國內現況與其相較下：缺乏對垃圾或廢棄物回收再利用的綠色科技發展有長遠妥善的規劃，也缺少國家級的大規模計畫與政策（至少視之為大型企業用心經營）。



圖十一、加拿大埃德蒙頓垃圾處理中心尾氣回收再利用的機制及控制滲出液的二次防污作為

A2. 「Canada's Federal Contaminated Sites Action Plan - Managing Environmental Liabilities」, Musto MITHA 報告「加拿大污染土地管制政策與趨勢」：由加拿大政府協助成立的立案法人機構－聯邦污染網站行動計畫(Federal Contaminated Sites Action Plan, FCSAP), 負責評估和撤銷或管理人及生態健康風險。長遠來說, 以有組織、重視成本效益的基礎上, 為環境責任進行經濟成本核算, 導入污染分級(類)和最終處理, 或實施清潔或減輕污染、減少暴露的風險, 提高實用性作為和改變受影響的土地的價值, 最終使行政必須性減輕及改善運作的義務降低。整套程序括分為階段式的調查、評估, 和設計、修復(或風險評估)及監察, 初步鑒定過程和分類的分類後的保管機構, 由環境工程顧問公司和聯邦政府的工務部門及政府服務供應協定項下負責, 並充當保留部份的專案經理, 專門修復, 配合協力商通力合作進行以上規劃所涉及的程序操作與維護。本文的目的針對大部分座落於較偏遠區或是困難造訪的地方, 提供遭受污染後土地與土壤的管理政策, 並討論引用的標識、量化程序和執行辦理。

A3. 「A Snapshot of U.S. Innovative Environmental Technologies / Un aperçu sur les Eco-Industries Innovantes Américaines」是快速記錄美國創新環境技術：概述美國創新之生態產業的專文, 美國大使館提出由 Everett WAKAI 先生進行簡報, 文稿提供一個鳥瞰美國環保技術產業和一些最新穎技術。生態技術產業的案例研究在這一過程中被廣泛討論, 如題是份美國新穎環境技術的發展快照。

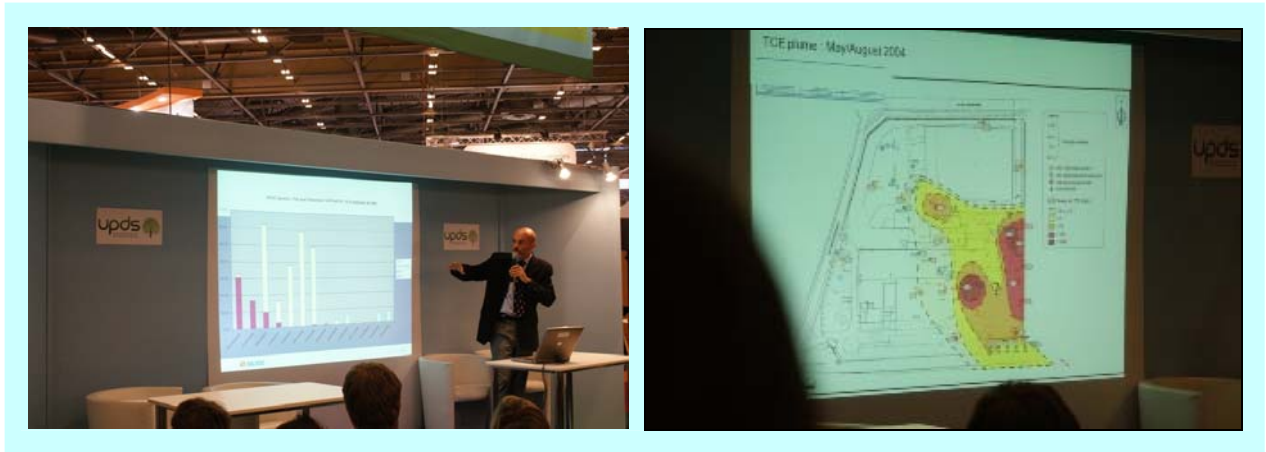
A4. 對應日常所採買的化學品、導入的物質材料或製程添加劑、生產的化學品、使用的化學物質, 歐盟新 REACH 法規是認定人人有參與責任。REACH 自 2007 年以來已漸次取代歐盟現行的 40 項法規, 成為一套統一的化學品註冊、評估、許可和限制的管理法規, 內容詳細而龐大, 但是十分複雜, 甚至還沒有完全被翻譯成法文。REACH 法規擁有一套完善的註冊及評估體系, 涉及約 3 萬種化學物質, 要求年生產量或進口量達到或超過 1 噸的所有「現有」或「新」的化學物質都要進行註冊, 以提供相關的使用安全性資訊。REACH 的規範幾乎涉及所有(除食品、藥品、農藥)出口到歐盟的產品。本討論針對 REACH 的應對方案, 試圖深入解釋法規的若干要求, 並提出如何面對挑戰? 如何應對 REACH 的註冊、通報、許可和限制要求? 預估未來幾年, 將面對大量的物質安全資料表(SDS), 怎樣判斷 SDS 是否符合 REACH 要求? 等等愷切議題。歐盟實施的 REACH 制度的重要理論依據, 是以“一種化學物質, 在尚未證明其安全之前, 它就是不安全的”為準則, 因此, 如果事先不提交資料進行註冊, 也就不能在歐盟內製造或進口該化學物質及含有該化學物質的產品。國內因為外銷歐盟經濟市場的須求, 始終對此歐盟新化學品政策十分重視, 有趣的是在法國看歐盟成員討論此新法規的具體措施與因應方式, 或有語言上很大隔閡, 但是態度與策略是令人尊重的。

對於專題討論中有許多精彩已成熟、及研發中的新興污染處理技術介紹，除部份來自學界研究人員（以生物處理技術研發居多）外，在污染整治與土壤復育等領域的專題報告，多數由實場經歷豐富的專家擔綱。筆者也特地藉此次機會與這些歐洲的專業處理（顧問或公程技術）公司進行交流，包括：ARCADIS 專業經理 Hervé" CONSTANTIN 先生、HPC Envirotec 總裁 Frank KARG 先生、母公司在美國的 ADVENTUS 之資深經理 Mike Mueller 先生及 VALGO 資深工程師 Philippe Denecheau 先生等，在部份現場聆聽報告與討論外，以上先進更於會後分別透過信函往返提供許多建議、案例資訊與簡報資料，本報告啓筆時，也就與會主題內容概分，作為資料整理之次序，包括：B1 生物處理篇（自然生物處理法(intrinsic bioremediation)，自然衰減(natural attenuation, NA)與 B2 化學處理篇（chemical treatment）特別是現地化學還原法(Reducing chemical in situ, ISCR)的應用。其次，筆者也注意到超臨界流體與膜結合的新發展趨勢，與其所帶來的 B3 綠色化學篇（Green Chemistry）在此受到之矚目。

B1. 生物處理篇

生物復育是一藉由管理方式或是透過自然發生的程序，利用微生物將污染物降解或轉移成較低毒性或無毒性的型態，降低或移除環境污染物。生物處理法的特殊處在於(1)可以將污染物轉化成毒性較小的產物，而非將污染物僅僅進行相的轉移；(2)所須整治成本較具經濟性。生物復育相較於其它傳統的處理方法有許多優點，包括可在現地（in situ）進行、成本相對低廉、對營運中的場址干擾低、可以有效分解污染物種並且可與其他物理或化學的處理技術串連或結合使用。常見的現地生物復育，在不需挖掘土壤及或抽取地下水之前提下，能於地表下將污染物分解去除，該技術發展始於 1970 年代，當時主要利用以處理受汽油、柴油、及其他油類碳氫化合物之場址。至 1980 年代中期，由於此技術之效率有顯著的提昇，因此漸漸被應用於整治上。而新進的處理模式是可接受自然生物處理法或自然衰減，透過環境中自然發生（或是誘導反應）的一種過程，評估經過此過程可以減少環境中污染物之重量、毒性、移動性、體積、或濃度。以土壤及地下水污染整治為例，自然性生物處理過程可能有：生物分解、擴散、稀釋、吸附、及揮發等。對污染整治與復育而言，自然衰減應是一種被監測的自然衰減程序，常常以人體健康風險評估為基礎。ARCADIS 公司的資深工程師 Laurent CLEMENTELLE 在本次研討中發表，利用注射碳水化合物以厭氧生物刺激方式處理地下水中三氯乙烯和六價鉻之污染，藉由注入的碳氫化合物作為電子供應者誘導微生物使形成反應網絡中將污染物以電子受體角色存在（Biostimulation anaérobie in situ. Traitement d'un panache de trichloroéthylène et de chrome VI dans les eaux souterraines par injection d'hydrates de carbone），該場次內容相當吸引人（如圖十二所示）。進一步使含氯化溶劑分解，並將有毒六價鉻轉移成安定的三價鉻，處理場址屬汽車業別，處理技術的設計

相當值得學習。COLAS Environnement 公司則報導生物降解搭配化學氧化技術的整治列車，序列技術互補並應用於現地處理（Biodégradation couplée à de l'oxydation chimique），包括因應生物降解在氧化程序實施（注入藥劑使接觸污染物）後修改環境條件，以增加自然生物降解過程。



圖十二、ARCADIS 公司的資深工程師 Laurent CLEMENTELLE 在本次研討中報告

其次，以微生物處理含氯化合物的討論中，指出含氯物質被廣泛用在工業製程中的去油脂步驟，也是乾洗處理及化學合成中的常用之含氯化溶劑，因為影響到地下水，目前已嚴重威脅全球的衛生安全和經濟繁榮。已知許多的地下水高污染或高危險區都是由氯化物的溶劑處置不當所衍生，加上含氯化物具極毒性、高比重及高溶於水相的特性，預計自地下環境中進行清理移除，通常必須付出昂貴成本及冗長工期。目前 Sita remediation 的研究團隊發現某些微生物，如 Dehalococcoides 可以成功進行去除水中含氯化合物，觀察到微生物生長顯然是藉由脫氯過程的能量有效達成，已運用於五個場址中都得到相當的績效。因此生物除氯化物是具潛力的技術發展方向，其中一個商業化產品（絕對厭氧菌，混合多種 Dehalococcoide 菌種），在文中被證實可以有效地去除水中含氯污染物。研究報告中也了解去氯有機污染物的微生物遺傳與生理差異，以及種間的交互的作用，預期在未來可以更成功的找出關鍵的生物標誌，提高成功率。（PLUSIEURS CAS CONCRETS DE TRAITEMENTS BIOLOGIQUES、ANAÉROBIE DES SOLVANTS、CHLORÉS DANS LES NAPPES PROCÉDÉ BIONAPPE® ANAÉROBIE）

HPC Envirotec 的總裁 Franck KARG 先生提出之論文，說明在生物科技基礎下推動自然衰減，修復現地地下水受污染的經驗，污染物種為苯、甲苯、二甲苯及乙苯等苯系污染物，及多苯環芳烴等溶劑：Experiences de dépollution in-situ des Eaux souterraines par la BAND (Bio-Atténuation Naturelle Dynamisée) dans les cas des pollutions par

des BTEX, HAP, 解析案例與現地收集參數, 影響因子等的考量, 可以作為以後處理或是設計整治計畫時的參考。依據 Franck 會後的表示 HPC 曾服務的對象, 包括 TOTAL, SHELL, ESSO-EXON 等等大企業, 相當具有經驗, 其中完成之報告與論文產出也相當多, 會場提供的資料期刊中便能查詢到多篇。

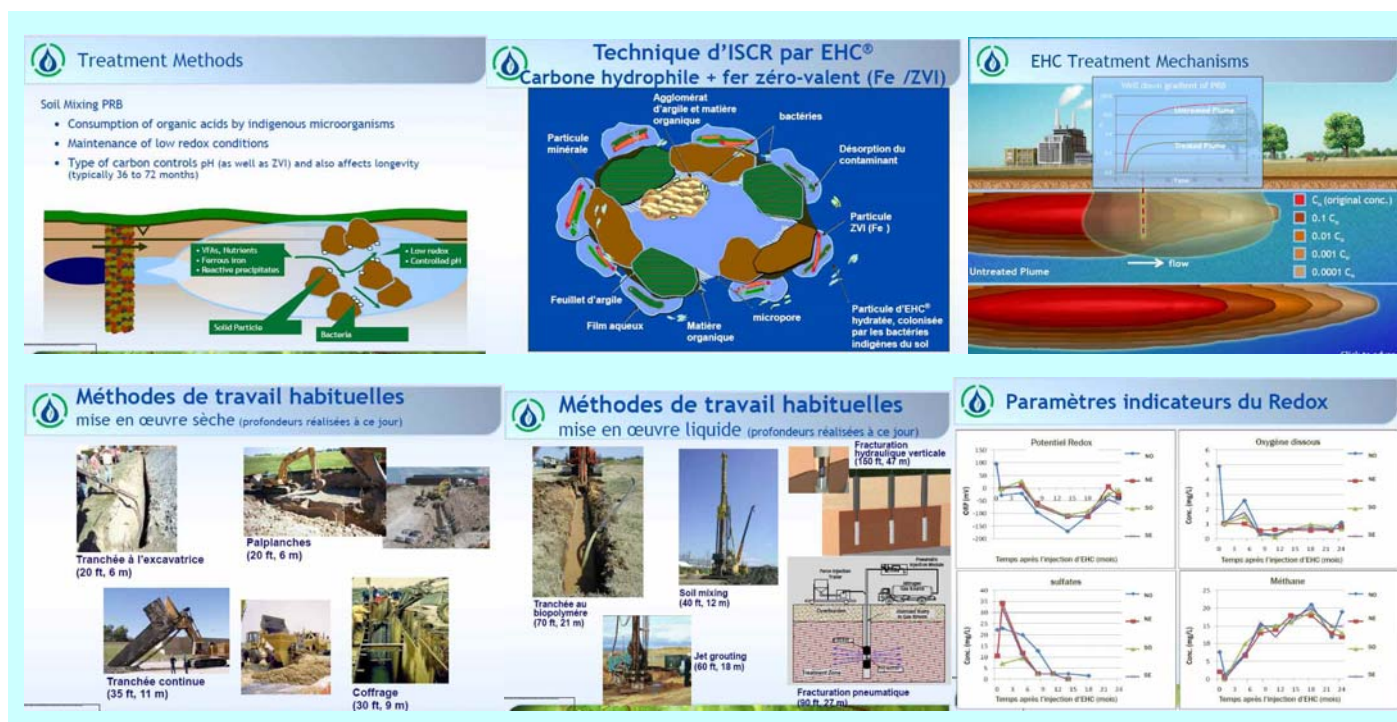
此外, 在生物技術處理的論壇中, Adrien PILON 代表加拿大 (NRC) 相關單位提出新興技術的研發趨勢與工業化的進程, (生物質回收利用生物技術處理; Valorisation des biomasses par procédés biotechnologiques), 由加拿大國家科學管理委員會配合發展之增值性高的生物製品, 用來處理含可再生之生物質廢物和木質纖維材料, 此一策略促使生態材料、生物能源與綠色化學相結合, 而開發產製成功的新工業酶、微生物, 証實具有相當的經濟價值與實用性, 最重要的是, 此一方式能成功減少使用石油及減少溫室氣體排放, 是環保企業可以在節能減碳中轉換廢料與廢棄物為新興能源的優質實例。

B2. 現地化學還原法

目前國內常見的化學藥劑注入法, 在技術施作上是藉由外力傳送化學藥劑 (或注入、或流入) 到地下環境, 利用化學藥劑與污染物接觸, 產生反應 (如物理或化學作用), 將污染物移動性質改變、毒性降低、分解、或重新分配其在介質間作用關係、或轉變、或固定化無毒化的方式, 依使用的藥劑總類不同, 概分有氧化法、還原法及沖洗法等三類。其中, 目前在台灣許多疑似已發現污染之場址, 最普遍的是利用過氧化氫、臭氧等物質的添加, 進行現地化學氧化, 或處理含氯碳氫化合物不當處置的後續、或處理石油系化合物滲漏之地下環境, 預期當注入氧化氫、臭氧於污染場址中, 可以使污染物氧化成二氧化碳或其他自然環境中常見的無害性化合物。而還原技術則是創造地下環境使該區域中轉變成為還原狀態, 當污染物流經該處時可被降解成二氧化碳、或較低毒性物質、或者形成沉澱析出。現地沖洗法常是使用藥劑, 並配合下游抽取、或是水力控制的方式, 增加污染物在地下環境中之移動性, 以增溶或其他機制將含污染物及沖洗劑回收處理。許多常見沖洗劑如界面活性劑 (有陰離子、陽性離子及非離子型)、共溶劑或泡沫, 用於之無機物處理的藥劑則有酸液或是螯合劑。

本次大會許多單位提出現地化學還原施作的案例探討, 其中, VALGO 公司 Philippe DENECHÉAU 以現地化學還原法技術有效處理有機氯農藥, 炸藥和金屬污染為題 (La réduction chimique in situ (ISCR), une sérieuse alternative pour dégrader les chlorés, les pesticides, les explosifs et stabiliser les métaux), 指出過去的現場使用經驗已確認化學還原法可以用於受有機氯農藥, 炸藥和金屬污染的土壤。使用的專利

配方已十分成熟。施作方式可依現場現有的結構調整，例如在一般地面可以耕作法均勻的在廣大的表面注入，可以以反應牆方式存在（如圖十三，資料由 Philippe DENECHÉAU 先生提供），也可以施放在特定的地下井（監測井、或回收井）中，充分配合現場。其原理是先利用一小部分微生物以降低氧化還原電位，整體作業更結合了直接化學作用（處理）和間接（通過氧化還原電位）和強大的刺激土壤微生物還原（還原反應），案例以以降低氯化溶劑，農藥，炸藥，和穩定以非不穩定形式存在之重金屬代表。此外，現地化學還原法在還原電位（Eh）狀態下，理論上可以將含氧化合物（oxidized compounds）可以快速降解，在現地直接破壞污染物，但是，不可否認的是現地化學藥劑添加法，最大瓶頸在於如何透過有效傳輸，使藥劑與污染物接觸。與其他整治技術比較，現地化學還原法整治期程較短，更有低成本的高競爭優勢。



圖十三，現地化學還原法技術部份施工方式

(Philippe DENECHÉAU 先生提供)

ADVENTUS 公司則利用生物耗氧效應的刺激結合零價鐵（zero-valent iron, ZVI；最早被使用的還原劑）或其它具有強還原能力之化學物質（例如零價金屬 Zn⁰），使反應環境產生相對強的熱力學效應以分解污染物（EHC® Technology for the in situ treatment of CVOCS in groundwater），EHC®是該公司調製的配方。特別是當污染物種為受含氮有機物(cVOCs)影響時成果顯著，未來在國內土壤與地下水的現地整治上，應有極大發展的空間。會後 Dr. James Mueller 先生也特別請亞洲區代表送來有關該系列已商業化產品的資料。事實上，新近的技术發展，將零價鐵奈米化（nanoscale zero-valent iron；奈米

鐵)成功應用於實場整治之應用,藉由其粒徑小、比表面積大等特性,使其有效接觸位址增加,正比於反應點的增多,確實可以提昇氧化或還原反應速率。此外,現地化學法對須短期程的作業環境,在適當條件下,可以由單一去除機制達到某程度的效果,工程設置可以簡易,適合搭配傳統建築工法施作於反應區域,反應區不會發生累積、堵塞或是共代謝中間物,與適用於高濃度的熱區等等優點。

B3.綠色化學 (Green Chemistry) 是近幾年依據污染預防思維所發展出的新興領域,希望藉由新的化學技術減少對人類健康有害的原料、產物、副產物、溶劑或試劑等的產生或應用。基本上是從源頭作起,避免對環境的污染及影響,以事前預防為最高原則。超臨界流體與膜技術搭配之綠色化學是門新穎的技術學門,目前國內相關的研發十分有限,商業化程度更低,但是在本次研討會上自成一專題論壇,也有十餘篇論文報導成功躍上國際舞台。單獨應用超臨界流體技術或膜技術,會出現一些難以克服的缺點,而將兩者結合在一起的耦合過程,正好可以發揮各自的優勢,符合綠色化學過程的要求,因此有廣闊應用的前景。現今有機溶劑的使用時,員工有遭受職業傷害之虞,工作場所有工安顧慮及使用後廢液有待處理的高成本、或是不當處理的威脅,因此,延續傳統化學工業發展,繼續產製與使用常用有機溶劑(如:甲醇、二氯甲烷、二氧環己烷、氰化甲烷、甲醛、四氫弗喃等),對更重視環保議題的未來,最大的衝擊是衍生出許多需耗費資源與成本的工安與污染問題,其次,新興技術領域中超臨界二氧化碳已可以用於做為生物催化劑,具有抑制細菌生長功效,也有殺菌的附加的效果,超臨界二氧化碳操作時,在高壓下的二氧化碳可滲透穿過細菌的細胞壁,與水結合形成低酸鹼值的碳酸,阻斷細菌的新陳代謝而死亡。另類應用,如作為不適合高溫滅菌的醫療器材如內視鏡、心律調整器、血液透析管、導尿管、人體植入物等物的滅菌與洗淨。法國也組超臨界流體創新與應用協會,主要以工業應用超臨界流體 (Les applications industrielles des fluides supercritiques) 為題,描繪超臨界流體技術或膜,作為目前重要未來技術發展的重點。或許,許多加、法等國家級研發單位所重視,在綠色化學推波助瀾下,開創的除無毒少害物情境,所代表的是另一場跨越單純化學工業與傳統產業的新穎(材料、製程、消費)革命。

肆、建議

- 一、 本次參訪過程除既定之行程外，在從機場到旅館與旅館到大會會場的過程中，感受到巴黎市之生活環境，便捷的公共運輸系統（地下鐵、輕軌電車、公車及世界首創便利的腳踏車租借系統），公車、輕軌電車、地鐵採一票制，便於不同交通運輸間轉換。市區幾乎看不見不當排放、不易控管的（大量）機車。此外，幾乎所有車輛駕駛對於行人與路權都十分尊重，沒有過多的車鳴聲加上友善的生活及充足遊憩空間、完善之下水道系統、潔淨的河川，及對於古蹟的保護，細膩的公共工程施工，發揮十足的巴黎的特色與吸引力，也深深感受到法國在城鄉規劃、文化與及環境保育上成效卓著。
- 二、 Pollutec 環保展是一國際性的展覽，參加的國家高達100國以上，與會國外專家學者中有許多位在土壤及地下水污染場址管理、健康風險管理及環境法醫實務經驗上十分豐富，曾參與國際溢油、或污染個案處理、或緊急應變系統，在本次大會中因受限於時間安排，並未能詳細了解其過程，未來有機會可邀請前來國內作經驗交流，以借重其知識與專業。
- 三、 在法國也許沒有高額度的專款基金用於整治復育土壤及地下水污染（如美國之有超基金 Superfund），但是由專業處理顧問（或工程技術）的業務與服務對象，政府與大眾所關注的議題（如重金屬、含氯溶劑等污染），可以理解高危害與高風險，才是這個高度科技化、高收得的社會以為須緊急優先投入整治處理的目標。
- 四、 國內過去土壤及地下水污染場址管理仍停留在整治達標準方面著手，也因此造成相當大的人力、物力及財力的耗費，在歐盟國家，並沒有統一的法規或政策，「風險評估」是管理廢棄物的主要考量之一；因此將層次性風險評估架構融入污染場址整治實有必要。
- 五、 新興技術與應用市場的結合，不可避免。但是充份瞭解世界的脈動是科學家（或執法者）行動時的標線，也是企業經營、管理者設定策略的動力，參與帶領全球風的趨勢的研討與觀摩確有其必要性。另人印象深刻的是在本次會場中擦肩相逢很多亞洲人，包括來自日、韓與大陸等地，其中，韓國的與會者於諮詢與討論時，都以團體方式有計畫的行動，值得日後有相同機會時參與單位學習。
- 六、 在新能源開發緩慢的情況下，生態技術產業與回收再利用，甚至綠色化學所代表的新工業，將扮演重要的角色，先進國家已十分重視（由本次大會中美、加、法頃國家級研發單位的積極投入可證），值得國內有關單位及大型企業體關注此一新興市場。