

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

（出國類別：其他）

2025 循環經濟訪歐團

服務機關：環境部及環境部資源循環署
姓名職稱：彭啓明部長、賴瑩瑩署長、李淑芬簡任秘書、
陳俊融組長、王耀晟副組長、吳筱婷科長、
詹宛真特約環境技術師
派赴國家：法國
出國期間：114 年 6 月 17 日至 6 月 26 日
報告日期：114 年 9 月 12 日

摘要

環境部資源循環署為推動「2050 淨零排放」中「資源循環零廢棄」戰略目標，邀請 8+N 資源循環聯盟企業代表共同赴法參訪，參考法國在循環經濟方面的政策與實務作法，並尋求台法合作機會與可在台落地的技術。此行拜訪對象涵蓋 **Veolia**、**SUEZ**、萊雅集團、蘋果公司、紡織谷（歐洲創新紡織品中心 **CETI**），以及法國政府循環經濟推動單位及智庫單位 **CEA List** 等。

在廢棄物與能源轉化方面，**Veolia** 的 **Val'Pôle** 工業園區年處理逾百萬噸廢棄物，並透過沼氣發電、熱能回收、生質甲烷與綠氫生產，展示資源高度整合再利用的潛力。材料回收方面，蘋果推動 2030 碳中和，產品中大量使用回收金屬與稀土金屬，並開發手機自動拆解機器人。萊雅集團展示源頭減量措施及使用 PCR 塑膠（消費後回收塑膠）的決心，**CETI** 則展現紡織分選再利用等技術成果。此外，法國政府推行「維修度指數」、「維修獎勵金」與「產品數位護照」制度，強化產品生命週期管理。

歐盟的法規（如永續產品生態設計規範，**ESPR**）可發揮政策引導功能，產業也呼籲提升國際標準一致性。此次交流突顯政策引導、品牌影響與產業參與三者共構的重要性，臺灣也藉機分享修法方向與淨零願景，盼深化臺法合作，共同因應永續挑戰。

目 錄

摘要	i
圖 目 錄	iv
壹、 出國報告摘要	1
一、 出國計畫名稱	1
二、 前言及目的	1
三、 出國人員	2
四、 出國日期	2
五、 重要行程	2
貳、 行程內容及過程	4
一、 威立雅 Val'Pôle Plessis-Gassot 工業生態園區	4
二、 CEA List：產品數位護照、能源轉型、數位轉型	5
三、 萊雅集團：包裝減量、使用再生料、製程減廢	6
四、 威立雅集團 PlastiLoop Froissy：塑膠回收	7
五、 威立雅集團 SEDIF 水處理廠	8
六、 威立雅集團總部	9
七、 巴黎第五區維修咖啡館、巴黎維修咖啡館協會	9
八、 Boulanger、(Re)store 二手單品空間	11
九、 紡織谷：CETI、EuraMaterials 、Andritz 公司	12

十、 蘇伊士 CIRSEE 國際水與環境研究中心.....	14
十一、 法國生態轉型署(ADEME).....	14
十二、 法國蘋果公司	15
十三、 蘇伊士集團 Créteil 垃圾焚化發電廠	15
十四、 蘇伊士 Limeil-Brévannes 分選中心.....	16
參、 行程成果評估及建議事項.....	17
一、 行程成果評估	17
二、 心得及建議事項.....	33

圖 目 錄

圖 1 Val'Pôle Plessis-Gassot 工業生態園區 - 會議交流.....	5
圖 2 Val'Pôle Plessis-Gassot 工業生態園區 - 掩埋場.....	5
圖 3 Val'Pôle Plessis-Gassot 工業生態園區 - 巨大家具拆解場.....	5
圖 4 CEA List 介紹產品數位護照.....	6
圖 5 參訪團與 PlastiLoop Froissy 交流.....	7
圖 6 參訪法國威立雅公司營運之淨水場.....	8
圖 7 參訪團與威立雅集團總部交流.....	9
圖 8 維修咖啡館交流座談.....	10
圖 9 志工維修活動現場.....	10
圖 10 (Re)Store 二手單品賣場.....	11
圖 11 歐盟手機及平板能源標章(含維修度分數).....	12
圖 12 參觀紡織分選設備.....	13
圖 13 參觀紡織分選設備.....	13
圖 14 分組參訪 CIRSEE 實驗室.....	14
圖 15 於 Crêteil 垃圾焚化發電廠訪視加氫設備.....	16
圖 16 聆聽 Limeil-Brévannes 分選中心介紹	16

壹、 出國報告摘要

一、 出國計畫名稱

2025 循環經濟訪歐團

二、 前言及目的

為推動我國循環經濟轉型與實現「2050 淨零排放」目標，環境部資源循環署（以下簡稱「循環署」）持續參考歐盟相關策略與制度，並積極與國際接軌。此次循環署邀集「8+N 資源循環聯盟」企業代表一同前往法國，實地參訪法國在循環經濟領域的政策機關、研究智庫與指標性企業，藉由面對面交流與場域觀摩，促進國內企業掌握最新趨勢與技術，尋找具體可落地的應用機會。

本次出訪的核心目的，是對應循環署「2050 淨零排放」十二大關鍵戰略中「資源循環零廢棄」，參訪面向涵蓋廢棄物減量、塑膠回收、產品生命週期延長、廢棄物轉廢為能等重要面向。代表團拜訪的單位包括跨國環境業務威立雅（Veolia）集團之工業生態園區、塑膠回收與水處理設施，以及蘇伊士（SUEZ）廢棄物焚化製氫工廠與分選中心。也參訪蘋果公司、萊雅集團（L'Oréal）與紡織谷的歐洲創新紡織品中心（CETI），了解其在回收材料應用、永續設計與產品再製的創新實踐。

此外，團隊亦與法國中央原子能與替代能源委員會轄下專責智慧數位系統研究機構（CEA List）、生態轉型部轄下之公共機構生態轉型署（ADEME）等政策與研究機構進行深入交流，針對歐盟「維修度指數」、生態設計法規（Ecodesign）、產品數位護照（DPP）等制度進行學習，理解政策如何有效引導企業投入循環創新，並發揮環境治理與產業轉型的綜效。

三、 出國人員

環境部代表：彭啓明部長、賴瑩瑩署長、李淑芬簡任秘書、陳俊融組長、王耀晟副組長、吳筱婷科長、詹宛真特約環境技術師

四、 出國日期

114 年 6 月 17 日 (二) 至 6 月 26 日 (四) 。

五、 重要行程

日期	工作內容概要
6 月 17 日 (二)	啟程，出發至法國巴黎。
6 月 18 日 (三)	上午抵達巴黎、參訪威立雅 Val'Pôle Plessis-Gassot 工業生態園區，下午拜會 CEA List。
6 月 19 日 (四)	上午參訪萊雅集團，下午參訪威立雅 PlastiLoop。
6 月 20 日 (五)	上午參訪威立雅 SEDIF 水處理廠，下午拜會威立雅集團總部。
6 月 21 日 (六)	上午參訪巴黎第五區維修咖啡館，並拜會巴黎維修咖啡館協會。
6 月 22 日 (日)	上午參觀法國電子產品零售商 Boulanger，實訪法國維修度指數、耐用度指數及歐盟能源標章標示情形。下午移動至朗斯。
6 月 23 日 (一)	上午參訪歐洲創新紡織品中心 (CETI) 、EuraMaterials 、Andritz，下午參訪蘇伊士 CIRSEE 國際水與環境研究中心，爾後拜會法國生態轉型署 (ADEME)。

6月 24 日 (二)	上午參訪蘋果法國公司，下午參訪蘇伊士集團 Créteil 焚化爐，爾後參訪蘇伊士 Limeil-Brévannes 分選中心探討分選設備。
6月 25 日 (三)	移動至戴高樂機場，返回臺灣。
6月 26 日 (四)	抵達臺灣桃園國際機場。

貳、行程內容及過程

「循環經濟」已成為全球永續發展的趨勢之一，我國近年也逐步從「資源開採、製造、使用、丟棄」的線性經濟模式，轉向追求資源極大化循環利用，以平衡社會需求、環境保護與經濟成長。本次環境部率領「8+N 資源循環聯盟」業者代表前往法國參訪，即是在此背景下籌畫，以深化國際交流，並探索可在台灣推動的先進技術與合作模式。以下依據活動內容逐項陳述要點：

一、威立雅 Val'Pôle Plessis-Gassot 工業生態園區

Val'Pôle Plessis-Gassot 位於法國巴黎北郊，由 Veolia 旗下公司 REP 營運，佔地約 325 公頃。園區從 1970 年代的採石場，逐步轉型為掩埋場，並於 2016 年起升級為循環經濟導向的工業生態區，目標減少廢棄物掩埋，強化材料與能源回收，成為法國北部再生能源與廢棄物處理的典範。

園區每年處理超過 100 萬噸非有害廢棄物，涵蓋採石、掩埋場沼氣發電、滲濾水處理、木材與廢棄物回收、受污染土壤修復及固體再生燃料生產等作業。掩埋場透過鋪設防滲層及碎輪胎管理滲濾水，並抽取沼氣轉換成約 23 萬兆瓦時電力與 3.6 萬兆瓦時熱能，部分沼氣升級為生質甲烷注入天然氣網。滲濾水經生物與熱處理後，95% 轉化為可再利用水資源，有效降低天然水使用。

多元回收方面，園區推動項目包括營建廢棄物再利用、受污染土壤生物降解修復、固體再生燃料年產約 15 萬噸、木材回收用於板材及燃料、廢棄物堆肥及輪胎回收等，並設有焚化爐底渣處理平台。此外，Val'Pôle 兼具技術創新與生態保育功能，設有研發平台，推動氫氣、生物氣體、二氧化碳捕捉及建築替代材料等技術。園區生態豐富，記錄 1500 多種動植物，納入法國鳥類保護聯盟保育計畫，展現環境與經濟共榮。



圖 1 Val'Pôle Plessis-Gassot 工業生態園區 - 會議交流



圖 2 Val'Pôle Plessis-Gassot 工業生態園區 - 掩埋場



圖 3 Val'Pôle Plessis-Gassot 工業生態園區 - 巨大家具拆解場

二、 CEA List：產品數位護照、能源轉型、數位轉型

CEA List 隸屬法國原子能與替代能源委員會（CEA），為智慧系統領域的科技研究機構，擁有約 1,000 名研究人員，年預算達 2 億歐元，多數來自歐盟、國家資助及企業合作。其研究涵蓋模擬、網路安全、機器人與數據分析，重視研發成果保護與產業轉化。循環經濟方面，CEA List 強調生態設計的重要性，認為產品約 95% 的環境影響在設計階段已決定，因此推動永續設計工具與生命週期評估，以降低環境負荷。

機器人應用方面，CEA List 曾與企業開發自主螺旋推進管線機器人，具備高解析度影像回傳功能，應對檢測人力不足與水流干擾問題。另在視覺與機器學習領域，CEA List

開發紅外線與可見光混合系統，提升廢棄物組成即時辨識能力，並參與 15 項以上大型合作案，取得多項專利。在數位轉型上，CEA List 參與歐盟推動的產品數位護照(DPP)計畫，致力於建立安全且可擴展的資訊平台，揭示產品材料與製程資訊，支持回收與永續決策。CEA List 整體研究策略展現對永續、數位與產業應用的高度整合，為我國未來技術合作與政策規劃提供重要借鏡。

三、 萊雅集團：包裝減量、使用再生料、製程減廢

萊雅集團 (L'Oréal) 為全球最大化妝品企業，致力於永續發展，以「L'Oréal for the Future」為核心策略，推動減量、替代、重複使用與回收 (4R) 原則，涵蓋研發、生產、包裝與零售。2030 年目標包括 95% 配方成分來自生物基或循環流程、100% 包裝塑膠使用回收或生物基材料、以及 100% 營運場域產生之廢棄物全部回收或再利用。

萊雅在包裝設計上推動輕量化及重複填充策略，與法國 Carbios 合作開發化學回收技術，將 PET 塑膠分解回收再製。PET 回收率達 86%，整體回收材料使用率 37%。旗下產品 49% 具可回收或重複使用設計，Valentino 唇膏採用可替換內芯，香水推行瓶裝填充，高端護膚品使用可重複膠囊容器，並透過瓶蓋減厚、結構簡化及非塑包材替代降低材料使用。

產品包裝塑膠來源部分含海洋廢棄物，萊雅與合作夥伴建立回收體系，克服小包裝回收難題並持續優化設計。公司積極參與 WBCSD、CGF 與聯合國塑膠公約，全球 40 國設有延伸生產者責任系統，歐洲推行 eco-modulation 生態費率調節鼓勵回收材料應



圖 4 CEA List 介紹產品數位護照

用，未來將納入 PCR 第三方認證提升透明度。此外，內部設有 30 人永續包裝團隊，協助品牌策略與技術支援。面對技術與成本挑戰，市場接受度與消費者行為轉變為最大阻礙，高端品牌需平衡奢華感與永續設計。整體以產品生命週期為切入，強調跨部門合作，適應各地回收體系差異。

四、 威立雅集團 **PlastiLoop Froissy**：塑膠回收

PlastiLoop Froissy 為 Veolia 集團在法國的旗艦塑膠回收基地，年處理量達 35,000 噸，專注農業、汽車與食品包裝等複合塑膠，涵蓋 HDPE、PP、PET、PS 等材質。透過清洗、分選、熔融與再製，生產高品質再生塑膠（rPM），廣泛應用於包裝、汽車內裝及建材。回收原料多元，包括老冰箱與塑膠廢料，經雜質去除與配方調整，依需求製成合規格的塑膠，並取得 ISO 9100 追溯認證，確保品質穩定。

由於加工複雜且供需不平衡，部分回收料價格高於新料，成為推廣瓶頸，市場面臨原生塑膠價格競爭，且客戶多以價格為導向，政策與法規支持關鍵。回收塑膠應用廣泛，須符合抗衝擊與耐熱等標準，醫療廢棄物回收技術仍待發展。PlastiLoop 建議制定穩定長期策略與回收標準，並強調大型設施需 3 至 5 年建置，布局需有 20 至 30 年遠見，塑膠回收再生效益部分，使用回收料大幅減碳，如與汽車業合作案已減少約 80% 二氧化碳排放。



圖 5 參訪團與 PlastiLoop Froissy 交流

五、 威立雅集團 SEDIF 水處理廠

位於巴黎北郊的 **Méry-sur-Oise** 飲用水處理廠，是法國 **SEDIF** 管轄下的重要供水設施之一，日供水量達 **14.5** 萬立方公尺，服務瓦爾德瓦茲省約 **88** 萬人。該廠設有兩套互補的淨水流程：一為傳統多重重工藝（含預臭氧、絮凝沉澱、砂濾、活性碳過濾及紫外線消毒），另一為自 **1999** 年起運行的納濾膜系統，可有效攔截農藥及微量有機污染物，並搭配脫氣與 **UV** 加強處理。上游設有 **37** 萬立方公尺的調節池，作為原水澄清與流量穩定之用。

該廠為因應新興污染風險，如 **PFAS**，規劃於 **2027** 年底前建置高通量過濾系統，以符合法規升級。廠方也持續提升 **UV** 消毒能力，強化水質保障。配水管理方面，供水效率達 **93%**，網路中部署約 **3,000** 組感測器，建構高密度監測網，異常可即時通報處理。資料匯入中央控制系統，結合水表數據進行即時調度與決策。

此外，水廠具備先進實驗室與多層次監控系統，並依老舊管線狀況訂定定期維修計畫，確保供水穩定。對於極端氣候或水資源緊縮風險，已建構備援與補償機制；用水優先順序如農業與醫療調度問題，亦被提出為未來規劃重點。



圖 6 參訪法國威立雅公司營運之淨水場

六、 威立雅集團總部

本次參訪 Veolia 總部，代表首先說明該公司致力於提供生態解決方案，全球員工約 4.5 萬人，在台灣約 250 人，業務涵蓋能源、資源再生與未來成長三大領域。能源業務為其在台最早布局，涵蓋 8 座廢棄物轉能源設施與飛灰回收，並與中油合作管理煉油廠廢棄物。資源再生聚焦於製藥產業溶劑回收與電池回收等高值應用。未來發展面向則以 AI 為底層支撐，投入脫碳、再生與資源管理等創新應用。

Veolia 以「Plasti-loop」平台推動塑膠回收，並掌握全球 18% 海水淡化能力。針對 PFAS 等新興污染物，具備完整處理解決方案。創新方面，公司設有十座研發中心與八個資源再生創新據點。台灣環境部則分享我國在資源循環與淨零策略的推進，包括成立資源循環署、推動產品數位護照、高值回收技術。雙方討論風機葉片、PFAS 等處理挑戰，並肯定未來在水資源、循環材料與碳捕獲等領域合作潛力。



圖 7 參訪團與威立雅集團總部交流

七、 巴黎第五區維修咖啡館、巴黎維修咖啡館協會

維修咖啡館（Repair Café）起源於 2009 年荷蘭阿姆斯特丹，巴黎分會為全球網絡成員，推動「維修代替丟棄」文化。巴黎第 5 區與第 9 區維修點設於文化中心與區政廳，由志工協助修理小家電、3C 用品及服飾。2015 年成立的「Hello Friends」協會，與 Cyber

Society 合作制定法國「維修指數」與「耐用性指數」，響應《反浪費循環經濟法》，聚焦延長產品壽命及推動維修行動，並由大學與非營利組織合作進行消費者維修行為研究。



圖 8 維修咖啡館交流座談



圖 9 志工維修活動現場

維修咖啡館強調與消費者互動，提升保養與維護意識，志工傳授拆卸及電路檢測技巧。疫情前每年舉辦多次技術培訓，現於市中心每週工作坊開放參與。常見維修品為微波爐與烤麵包機，服務免費，耗材與小零件由場地提供，特殊零件則由使用者自購，但須留意高壓電器維修需專業知識與安全規範，技師持續培訓應對設備複雜性。

研究發現維修動機多非經濟因素，年長者更傾向維修，關鍵在於「維修可行」信念，政府透過補貼降低維修成本、推動普及維修文化，並要求產品設計納入可維修性，資助專業維修服務。2020 年法國推出「維修指數」，2022 年增設「耐用性指數」，評估產

品可維修性並促使製造商優化設計，法國「維修獎勵金」補貼維修費用，但因民眾認知與申請流程限制，實際參與有限。

八、 Boulanger、(Re)store 二手單品空間

2021 年起，法國以反浪費循環經濟法推動維修度指數／耐用度指數，特定類別的電子產品必須在銷售時標示其維修度指數。2025 年開始，電視跟洗衣機須標示耐用度指數。另歐盟手機及平板能源標章於 2025 年 6 月 20 日正式實施，其中也包括維修度指數以及多樣可靠度級別，可在法國最大的電子產品零售商之一 Boulanger 實際瞭解標示制度的推動情形。二手單品空間(Re)Store 位於拉法葉百貨 3 樓，提供二手單品、復古服裝及具有環境意識的品牌聚集地，可延續產品壽命。



圖 10 (Re)Store 二手單品賣場



圖 11 歐盟手機及平板能源標章(含維修度分數)

九、 紡織谷：**CETI**、**EuraMaterials** 、**Andritz** 公司

紡織谷（Textile Valley）是由法國北部 Hauts-de-France 地區約 450 家紡織與服裝企業 組成的區域品牌，涵蓋 13,500 個直接就業機會，年均創造約 250 個新增職位，是法國第二大紡織-服裝產業區域。其建立了聯合業界生態系統：將工廠、設計商、研究單位、學校與博物館等整合成一個協力平台，實現產業鏈生態的協同合作。

歐洲創新紡織品中心(**CETI**)為私營研發機構，座落在紡織谷，與國際設備商 **Andritz** 合作，建立結合回收與氣流成網技術的工業生產線，廢棄紡織品依顏色分選回收再利用。**CETI** 成立於圖爾奈，員工 25 人，提供機械回收、紡織技術、測試與顧問服務，機械回收平台能處理消費後與工業紡織廢料，優質纖維可重紡成紗線。旗下自動化中心 **CTA** 開發結合攝影機與 X 光的「**Sensor App**」分選系統，提高材料分類效率，推動循環經濟。多項歐洲合作專案涵蓋回收壓克力紗線、棉聚酯混紡紗線及嬰兒服飾系列，並利用煉油廢料、麥稈、羽毛等生物質原料強化再生纖維。

EuraMaterials 提供多項服務，包括創新項目支持、材料與製程技術專業知識、國際發展協助，以及透過其孵化器「**Un Cube Axel**」支持新創企業。**EuraMaterials** 積極參與多個歐洲合作計畫，如 **RE-APS**（聚酯紡織品熱機械回收）、**REFIL'ON**（多材料回收紡紗）。



圖 12 參觀紡織分選設備



圖 13 參觀紡織分選設備

會中討論歐盟 **ESPR** 政策及稅賦機制，含回收成分產品享減稅優惠，與會者認為永續發展需結合政策、品牌與技術，歐盟政策具全球指標性，年輕消費者願為永續商品付

溢價，支持循環經濟，針對紡織部分，持續發展「紡織品對紡織品」與「瓶對瓶」回收體系。

十、 蘇伊士 **CIRSEE** 國際水與環境研究中心

CIRSEE 國際水與環境研究中心專注於在飲用水生產、廢水處理、廢棄物回收、公共衛生和環境風險管理以及數據分析等領域開發面向未來的解決方案。該中心包括多個實驗平台，包括：**PLAST lab**（塑膠回收與再生技術）、**MEM lab**（膜處理、超濾、奈米過濾、逆滲透）、**PIPE lab**（水質與管材壽命關聯研究）、**BIO PROCESS lab**（廢水生物處理）、**SENSOR lab**（耐用性水質感測器研發）、複合材料回收實驗室（太陽能板、風機葉片、電池等高複雜性材料拆解與回收）。



圖 14 分組參訪 **CIRSEE** 實驗室

十一、 法國生態轉型署(**ADEME**)

法國於 2020 年通過「反浪費及循環經濟法」，推動包括逐步淘汰一次性塑膠製品、要求生產者揭露產品環境資訊（如維修度指數）、減少浪費等多項制度，展現強勁循環經濟政策推動企圖心。**ADEME** (*Agence de la transition écologique*)隸屬於法國生態轉型部，負責推動全國性的能源轉型、循環經濟、減碳與氣候調適政策執行。**ADEME** 聯合中央與地方政府，提供資金補助、技術指引、政策評估與創新試驗平臺，涵蓋領域包括建築節能、再生能源、工業脫碳、產品生態設計、生活廢棄物管理、氫能與交通永續轉型等。**ADEME** 也是法國在歐盟 **Green Deal**、產品數位護照(DPP)、**ESG** 監測等政策推進上的重要技術與資金執行機構。

該署特別分享法國設有一個循環經濟基金，主要用於支持法國的循環經濟發展。該基金的年度預算為 3 億歐元，提供地方政府（更新廢棄物相關設施）和企業，幫助企業改進產品的生態設計（*eco-design*），並將回收材料融入新產品中。這不僅限於塑膠公司，也包括鋼鐵等。**ADEME** 會每年發布項目徵集，根據項目的相關性和環境影響來篩選並資助最佳項目。

十二、 法國蘋果公司

蘋果公司力求在 2030 年前實現全球供應鏈碳中和。蘋果公司自 2015 年起與全球製造合作夥伴合作推動「供應商清潔能源計畫（Supplier Clean Energy Program）」，旨在協助合作夥伴轉用 100% 再生電力生產的蘋果產品。

在材料循環與回收材料使用方面，蘋果公司已設定目標，在 2025 年底前，在其設計的電池中使用 100% 回收鈷，電路板中使用 100% 回收金，磁鐵中使用 100% 回收稀土元素，並大量投資鋁的清潔和去污染技術，也在產品中使用回收塑膠。蘋果公司也投入拆解機器人 **Daisy**，其可處理 36 種不同型號的 iPhone，將其拆解成獨立的零件。

十三、 蘇伊士集團 **Créteil** 垃圾焚化發電廠

Créteil 垃圾焚化發電廠是大巴黎地區重要的都市固體廢棄物（*Municipal Solid Waste, MSW*）能源回收設施之一，服務人口超過 30 萬。由 **Valo'Marne** 地方垃圾聯盟委託蘇伊士集團與 **TIRU** 營運。該廠每年處理約 29 萬噸都市固體廢棄物（*MSW*）。配有 19.2 MW 涡輪機組，年發電量約 137 GWh，並將蒸汽餘熱導入區域熱網，供應逾萬戶家庭熱水與暖氣。設有專線處理醫療感染性廢棄物（*DASRI*），也導入煙氣脫硝與微藻碳捕技術，有效控制氮氧化物、戴奧辛與二氧化碳排放。

Créteil 廠處理的是未完全加工的 **MSW**，並未作為替代燃料外銷，而是就地轉化為可再生能源。鄰近的 **H2 Créteil** 計畫將利用焚化電力每日生產高達 2 公噸綠氫，預計用於供應大巴黎地區的公車與清潔車輛。



圖 15 於 Créteil 垃圾焚化發電廠訪視加氫設備

十四、蘇伊士 Limeil-Brévannes 分選中心

Limeil-Brévannes 分選中心是法國重要廢棄物處理設施，結合可回收物分選、轉運與有機廢棄物處理，年處理量約 6 萬噸。中心採用旋轉篩、彈道分離、磁選與光學分選技術，搭配人工質檢，確保分選效率與品質，其有機廢棄物處理線，則將有機物轉化為甲烷氣體或能源。中心全年五天、三班制運作，員工約 100 人，每班處理 80 至 90 噸廢棄物，生產壓縮料塊送回收場，另由於家庭廢棄物品質不一，須機械與人工結合處理。

分選流程包含尺寸分選、彈道分離、渦流分選及光學分選，產出多類塑膠與紙類。中心由多城市聯合擁有，處理費約 240 歐元/噸，回收材料銷售價每噸 600 至 800 歐元。法國實行黃色垃圾桶單一策略，鼓勵集中回收包裝物，但部分居民仍誤投，故現場導入 AI 視覺監控系統監測分選純度，提升管理效率。



圖 16 聆聽 Limeil-Brévannes 分選中心介紹

參、 行程成果評估及建議事項

一、 行程成果評估

本次赴法國參訪循環經濟推動成果，除安排政策單位座談與法國交流，亦實地拜訪法國重要企業與處理設施，包含 Veolia、SUEZ、萊雅集團、蘋果公司、紡織谷 CETI 等，聚焦塑膠再生、紡織品回收、產品綠色設計、維修度、產品數位護照等議題。另與法國生態轉型署 (ADEME) 及科技應用研究機構 CEA List 深入探討循環經濟政策與技術趨勢。

(一) 威立雅 Val'Pole Plessis-Gassot 工業生態園區

實地導覽介紹該工業生態園區重點包括分選垃圾與處理廢木材、掩埋場沼氣轉為電力與熱能、95%滲濾水轉為可用資源、生物降解處理受污染土壤，打造出一個整體的資源循環園區，可作為我國循環經濟園區之借鏡。

1. 廢棄物處理與資源回收

- (1) 每年處理超過 100 萬公噸非有害廢棄物，主要作業包括採石作業、掩埋場沼氣發電、滲濾水處理、木材與綠色廢棄物回收等。
- (2) 固體再生燃料 (RDF) 年產 15 萬公噸，並將廢棄物轉換為可再利用能源，支持區域供熱系統。

2. 沼氣與能源回收

- (1) 掩埋場的沼氣經過冷卻與過濾，經熱電聯產系統轉換為電能與熱能，年產 23 萬兆瓦時電力與 3.6 萬兆瓦時熱能。
- (2) 部分沼氣被升級為生質甲烷，注入天然氣網，並開發生物過濾技術以降低活性碳消耗。

3. 水資源回收與環境

- (1) 園區滲濾水經生物與熱處理後，95% 轉為可再利用的「綠水」，5% 為有害濃縮物。
- (2) 每年回收約 20 萬立方公尺水資源，有效減少對天然水資源的依賴。

4. 生物多樣性與技術創新

- (1) 園區擁有超過 1,500 種動植物，並被納入法國鳥類保護聯盟(LPO)保育計畫。
- (2) 設有實驗與半工業規模平台，開發新型綠色氣體、CO₂ 捕捉礦化技術及建築替代材料，推動技術創新。

(二) CEA List

透過參訪 CEA List 進行交流，其強調產品約 95% 的環境影響源於設計階段，藉由生命週期評估與永續技術導入，推動晶片的生態設計，並參與歐洲減廢計畫。在產品數位護照 (Digital Product Passport, DPP) 方面，產品數位護照是一個由歐盟委員會資助的專案，CEA-List 正在參與其實施，旨在測試最佳的產品數位護照實施方案，旨在透過標準化的數據共享機制來延長產品壽命並最大化回收率。適用於多種產品，初期提及電池、紡織品等。法規預計在 2027 年開始要求紡織品及電池必須遵循 DPP 規定，這將適用於所有出口到歐盟的相關產品，該組織運營重點如下。

1. 資金運作與外部資源整合

- (1) 年預算約 2 億歐元，僅約 15%–20% 來自政府補助，其餘來自歐盟計畫與產業合作。
- (2) 執行中專案逾 500 項，涵蓋政府委託、法人合作與企業研發，展現高效專案管理能力。
- (3) 具備產學研多元籌資能力，有效支撐前瞻技術長期投入與成果轉化。

2. 永續設計導入技術研發

- (1) 主張產品約 95% 的環境影響於設計階段決定，故在研發初期即納入生態設計原則。
- (2) 數位系統與晶片設計中全面應用生命週期評估工具 (LCA)，作為環境績效量化依據。

(3) 設計工具除技術性強外，亦重視使用介面的易理解性，以利跨部門應用。

3. 循環經濟與產品數位護照（DPP）實踐

(1) 參與歐盟針對數位法規與循環經濟的旗艦計畫，協助建立 DPP 相關標準與架構。

(2) DPP 系統可揭露產品材料來源、生產過程及使用壽命資訊，支持製造端與消費端資訊對接。

(3) 配合歐盟電子錢包法案，提升跨平台資料管理效率與備份安全性。

4. 智慧廢棄物識別與即時分析系統

(1) 建構結合紅外線與可見光的即時成分分析系統，用於廢棄物流分類線監控。

(2) 系統可即時辨識材料類型，提高分選準確率與資源再利用率。

(3) 為實現高效率分類，導入即時數據處理與 AI 判別模型，強化應變能力。

(三) 萊雅集團

與萊雅集團代表進行會議交流，該集團推行多元循環策略以減少包裝資源消耗，透過重複填充，洗髮乳、彩妝、香水及護髮油等產品可降低塑膠、金屬、玻璃與紙板使用量，並結合每年 6 月 16 日世界補充日（World Refill Day）、優惠券及影響者合作推動消費者習慣改變。產品重新設計則持續優化包裝重量、材料與回收便利性，如減薄瓶蓋、移除難回收組件、調整包裝尺寸。替換策略包括用紙板替代聚乙烯、改善回收障礙及高比例使用消費後回收塑膠（PCR），並創新來源，例如海洋回收塑膠。化學回收技術則可將塑膠分解為原生品質聚合物，實現無限次再製造，萊雅集團已與 Carbios 合作成功應用於產品瓶身。

1. 永續願景與策略架構

- (1) 制定「L'Oréal for the Future」企業策略，導入 4R 原則 (Reduce, Replace, Reuse, Recycle)，全面整合於產品研發、生產、包裝與銷售流程。
- (2) 設定 2030 年具體目標，包括配方中 95% 原料為生物基、豐富礦物或循環來源；包裝中塑膠 100% 來自回收或生質來源；營運場域產生之廢棄物 100%回收或再利用。
- (3) 於全球 40 國推動延伸生產者責任 (EPR) 制度，並積極參與 WBCSD、CGF、聯合國塑膠協議等國際組織，推動制度落地與標準一致化。

2. 包裝創新與材料減量設計

- (1) 強化重複填充與模組化設計，例如 **Valentino** 唇膏採用可替換芯設計，減少 91% 的金屬與塑膠；香水產品自 1990 年起提供填充服務。
- (2) 推出膠囊式容器、簡化內部結構、調整瓶蓋厚度、移除非必要配件(如鏡面)，降低材料用量並提升回收便利性。
- (3) 採用可回收非塑材質（如紙、玻璃）取代內包裝，並將鋁泵頭改為塑膠材質，以提升整體包材單一化與回收率。

3. 回收材料導入與技術協作

- (1) 全球 PCR (消費後回收) 材料使用率已達 37%，其中 PET 包材回收使用率高達 86%，部分原料甚至來自海洋塑膠廢棄物。
- (2) 合作夥伴 **Carbios** 開發的化學回收技術，可將塑膠分解為單體，並再製為高品質新塑膠，降低對原生塑膠的依賴。
- (3) 同步改善設計，使新材料與包裝系統匹配，克服化學回收材料在加工與質量穩定性上的技術挑戰。
- (4) 持續投入新型回收技術對小型與複雜包裝（如 2 吋以下產品）的適用性研究，提升回收普遍性。

4. 生命週期評估與內部治理

- (1) 所有產品均完成生命週期評估（LCA），並持續追蹤碳排放、資源使用與回收潛力等關鍵指標。
- (2) 總部設有約 30 人永續包裝工程團隊，負責各品牌與部門的永續包裝策略與路徑規劃。
- (3) 透過大數據與模型預測工具支持決策，依品牌特性設定具體目標，如五年內實現包裝全數可重複使用。
- (4) 部分市場導入內部審核與資料交叉核對機制，確保供應商回收數據符合申報標準。

5. 政策回應與費率制度適配

- (1) 歐洲多國導入 eco-modulation 調節費機制，根據材料可回收性與包裝重量調整繳費，作為 EPR 制度下的政策誘因。
- (2) 使用高回收性材料（如 PCR）可獲得費率優惠，反之則提高費率；目前以企業自我申報為主，惟歐盟新法規（如 PWR）預計導入第三方驗證。
- (3) L'Oréal 部分市場已推動簽署數據查核協議，提升供應鏈透明度與合規準確性。

6. 消費者接受度與市場調整

- (1) 調查發現，多數消費者仍以產品為主選擇依據，包裝可替換設計若未被理解，反而不利銷售，顯示人性因素的重要性。
- (2) 透過產品教育、門市體驗與情境行銷方式，提升消費者對永續包裝的理解與認同。

7. 在地化策略與回收適配性設計

- (1) 各國回收體系差異大，L'Oréal 推動包裝模組化與材料統一化設計，以配合在地回收規範。
- (2) 特別針對混材包裝（如 PET 與 PP 複合材料），調整結構與黏接技術，以提升實際回收率。

(四) PlastiLoop Froissy 塑膠回收中心

PlastiLoop Froissy 場內導覽介紹及交流，廠方說明其塑膠回收處理程序包括塑膠收集與分類、清洗與粉碎、分離純化、熔融過濾造粒，以及最後的質量控制，意即生產再生塑膠顆粒會經過嚴格的質量控制，確保其符合工業標準和客戶要求，例如熔融指數、密度、顏色和雜質含量等。這些再生顆粒隨後可以作為原料，用於製造新的塑膠產品，如新的包裝瓶、管道、汽車零件、家具等，從而實現塑膠資源的循環再利用，減少對原生塑膠的依賴。

1. 品質控管與製程管理

- (1) 材料來源廣泛，包括老舊冰箱、箱體與生活廢棄物等，透過雜質去除與配方調整達成客製化品質。
- (2) 具備 ISO 9100 認證，追溯每批原料流向，並導入多層檢測程序以應對回收原料標準化挑戰。

2. 市場挑戰與政策期待

- (1) 回收料價格常高於原生料，因清洗與加工成本高，成為推廣應用的主要障礙。
- (2) 回收商傾向與政策結合推動回收料使用，包括政策規定需達導入最低回收比率、標準制定與財務誘因。
- (3) PET 料需求日增，供應將趨緊；醫療塑膠仍受限於污染與處理成本，短期內應以其他系統處理為主。

(五) SEDIF 水處理廠

廠方帶領參訪團依序參觀 SEDIF 水處理廠所有淨水程序，特別提及導入高通量的 PFAS 過濾系統，以因應新興微污染物（如全氟及多氟烷基物質）日益嚴格的監管要求與潛在健康風險。

1. 系統監測與數位管理機制

- (1) 部署 3,000 個感測器與 10,000 支麥克風，建構高密度監控網絡，連結中央平台進行即時監測與異常反應。

(2) 水網執行效率達 93%，高於穩定營運的基本門檻（90%），並搭配智慧控制系統與月度維護計畫進行管網更新。

2. 新興污染物因應策略

(1) 計畫於 2027 年前，在包含 *Méry-sur-Oise* 等三座主要水處理廠全面導入高通量 PFAS 過濾系統，以符合法規趨嚴與健康風險控管。

(2) 紫外線消毒設備亦同步升級，以提升病毒與微生物控制能力，維持水質穩定。

3. 供水中斷與危機應變制度

(1) 日常供水中斷極少，若需維修停水，將即啟用備援與調度計畫，並有懲罰與補償機制確保服務水準。

(2) 針對極端缺水事件，曾討論用水排序議題（農業、醫療、工業等），反映水資源分配將是未來治理重點。

(六) 威立雅集團總部

於威立雅總部進行會議交流，雙方交流強調該公司與台灣本地企業建立深層合作的重要性，例如與會的台灣產業聯盟代表（包括塑膠、電子廢棄物、營建廢棄物處理等），共同壯大生態系統。此外，雙方共同關注的環境議題包括 PFAS (全氟化合物) 的處理、風力機葉片回收、碳捕獲利用與封存 (CCUS) 以及地熱能發展，這些都是台灣面臨的環境挑戰和潛在的解決方案。期待透過國際合作，特別是與威立雅這樣具有全球領先技術和經驗的企業，共同實現資源永續和淨零排放的目標。

1. 三大核心技術主軸

(1) 「脫碳」(Decarbonation)：推動甲烷回收轉氫、低碳供熱網與廢棄物氣化，目標十年內投入 16 億歐元，捕獲並利用掩埋場 60–80% 的甲烷排放。此類脫碳策略呼應歐盟與美國對甲烷治理的強化規範，也為高碳產業轉型提供可行路徑。

- (2) 「再生」（Regeneration）：涵蓋塑膠、電池、EEE、風機葉片等回收應用。**Plasti-loop** 平台整合橫跨三洲、具高度可追溯性之回收鏈，亦對應全球品牌對循環原料來源透明化的要求。電池回收則聚焦濕法冶金，為歐盟《電池法規》新規定下的關鍵回應。
- (3) 「資源管理」（Devolution）：聚焦微污染物與微塑膠等新興污染物處理，掌握全球約 18% 海水淡化能力，能以 2.9 kWh/m^3 能效進行淡化。此處理能力對應中東、南歐等乾旱地區水資源策略，也展現 **Veolia** 作為氣候調適解決方案供應商的角色。
- (4) 各業務均嵌入 AI 技術，如營運數據監測、預測維運、智能決策支援等，符合當前 ESG 報導準則中對資料可驗證性與營運智慧化的要求。

2. 研發與創新投入

- (1) 擁有 10 座全球研發中心、4,800 項專利與超過 2 億歐元研發預算。特別針對電池回收、水資源再利用等具高度增長潛力領域設置八個創新中心。此類投入與《歐洲綠色協議》中強調的氣候技術自主發展方向一致。
- (2) 採開放創新策略，與國際大學及新創合作，構成全球創新生態網絡。此舉回應國際上對公私協作加速綠色轉型的政策訴求。

3. 台灣政策現況與資源循環目標

- (1) 為達 2050 淨零排放目標，台灣推動十二項策略，其中「零廢棄物資源循環」由新設立之資源循環署主責。主軸包括再設計、價值化與處理能力平衡管理，反映全球循環經濟從「回收處理」走向「系統重構」的新階段。
- (2) 措施涵蓋產品數位護照試行、物質流整合平台、高價值回收與再利用推廣，並聚焦於塑膠、電池、再生燃料等戰略資源。此與歐盟 CEAP 所列「優先材料」完全對應。

4. 公私協作與潛在合作領域

- (1) 針對 PFAS、風機葉片回收、低階核廢料處理等議題，台方指出 Veolia 經驗具高度參考價值，應納入後續政策工具箱。PFAS 管制已列入台灣國家級治理優先事項，將是雙方關鍵合作切點。
- (2) 地熱、碳捕獲與氫能等新興氣候技術亦屬政府鼓勵領域。

(七) 維修咖啡館及巴黎維修咖啡館協會

巴黎第 1-20 區都有各自的小型維修點，本次實地參訪第 5 區（位於文化中心）跟第 9 區（位於區政廳）維修活動，現場可看到志工在與民眾討論並維修，透過維修延長產品使用壽命減少廢棄物產生。

1. 維修咖啡館運作與理念

- (1) 維修咖啡館的核心價值不只在於修復物品，更重視與使用者對話、提升保養與維護意識，進而建立對產品的責任感。此點反映出國際永續趨勢中「消費者賦權」與「延長產品壽命」的轉向。
- (2) 志工以實作方式互相傳授技能，如拆卸、電路檢測等操作；並透過定期工作坊培訓與知識傳承，使維修成為一種「社會性學習」的文化實踐。

2. 維修咖啡館的資源運作與安全規範

- (1) 維修服務免費，支出多用於工具與耗材。現場可提供簡易電子零件，如電容器，若需特殊零件則由民眾自費。部分據點接受自由捐款支應運作。
- (2) 高電壓設備（如微波爐）維修需特別留意安全規範，並要求志工具備專業知識。此也凸顯隨設備複雜化，維修人員需持續接受新型產品訓練，是維修文化制度化的重要挑戰。

3. 從個人行為到制度誘因

- (1) 民眾選擇維修往往不只是出於經濟動機，年長族群更傾向維修；其關鍵在於是否相信「維修是可能的」，而此信念深受家庭經驗與社會文化影響。

(2) 維修咖啡館以教育與實作互動提升此信念，並建立起修復能力的文化環境，與永續發展倡議中的「行為轉型」目標一致。

4. 法國政策導向與制度設計

(1) 法國《反浪費與循環經濟法》支持維修文化成為主流，透過設計可維修的產品與提升零件可得性，建立以修復為核心的永續產業模式。

(2) 政府已推動「維修指數」(2020) 與「耐用性指數」(2022)，納入可拆解性與零件取得便利性等評分標準，促使企業改善產品設計。

(3) 需採取「生命週期」思維，要求產品從設計階段就考量最終處置與資源再利用，符合國際產品永續設計趨勢。

(4) 設立「維修獎勵金」制度，實質補貼維修費用，鼓勵商店營運；但實施效果有限，因為民眾對方案認知不足，申請程序複雜，顯示在制度設計與溝通機制仍有優化空間。

5. 循環經濟與研究導向

(1) 「Hello Friends」協會推動社會團結與循環經濟，與 Cyber Society 合作創設指數，並參與消費者行為研究計畫。

(2) 當前研究關注消費端維修行為，與大學與 NGO 合作進行田野觀察與行為實驗，旨在強化民眾修復行為、延長產品壽命並減少資源消耗；該研究導向凸顯國際間關注點已由單純的「資源回收」轉向「使用端修復行為」的轉變，強調社會學與心理學介入對消費模式轉型的重要性。

(八) 紡織谷

實地參訪歐洲創新紡織中心 (CETI) 及其所在的生態系統，深入了解其為材料相關產業提供創新、轉型和產業競爭力的服務，使此處變成創新和產業發展的基地，擁有技術平台、原型製作設施和創新展示空間，匯集了約 40 家年輕的創業公司，並能為新創公司及其他企業提供服務，協助它們測試和進入歐洲市場。提供研發與諮詢：每年管理超過 200 個專案，其中許多是合作性研究

與開發 (R&D) 專案，例如評估其在工業生產線上的可行性，總體來說中心功能包括技術轉移與市場推廣、製程優化、協助與法規及標準連結、連結製造商等。

1. 紡織循環經濟技術實踐與國際鏈結

- (1) 回收成果涵蓋：專案開發含 60% 回收壓克力紗線、棉/聚酯混紡廢料再製。
- (2) 多項專案反映歐洲正從「試驗室規模」推進至「市場應用」，並導入 ESG 驅動、材料透明化與生命週期設計等原則。

2. 智慧分選與生物基材料創新應用

- (1) CETI 紡織自動化中心開發「Sensor App」系統，結合影像與 X 光感測技術，實現依顏色與纖維分類的高效率分選流程。
- (2) 國際趨勢顯示，回收原料正逐步擴展至生物轉型領域，創造附加價值並對接新興市場需求（如防護衣、永續包裝）。

3. 歐洲政策與稅制設計對產業的影響

- (1) 研究顯示，回收成分達 10–20% 時，製造成本可能增加約 10%，突顯在技術精進與市場價格間仍需政策支撐。
- (2) 歐洲透過政策工具創造市場拉力，並逐步形成對品牌端的責任壓力，驅動其導入回收材料與產品可追溯標示。

4. 品牌導入與市場面趨勢觀察，回收材進入「高價值應用場域」為歐洲政策重點，年輕消費者願意為永續價值付費亦提供潛在市場動能。

(九) 蘇伊士 CIRSEE 國際水與環境研究中心

參訪中分享奧運塞納河水質改善經驗，其運用模擬系統預測降雨造成的污染風險，協助奧運主辦單位判斷賽事是否適合舉辦，巴黎 30 年來加強塞納河水質管理，分流污水與雨水工程顯著改善水質，現已監測到 30 多種魚類。奧運期間游泳賽因暴雨延後，非污水污染。CIRSEE 透過模擬與排水方案協助維持奧運水質安全，展現其先進水環境管理能力，其提出之洞見如下：

1. 隨著氣候變遷帶來極端天氣，水質風險管理與即時模擬系統成為全球城市環境治理關鍵，尤其在大型活動與人口密集區域應用日益重要。
2. 從塑膠回收、生物處理到複合材料拆解，透過跨領域實驗室協同促成環境科技創新，強調多材料循環利用與數據驅動的資源管理。
3. 透過長期水質改善經驗及多重技術整合，為其他國家都市水治理提供可借鑑的典範，亦反映國際上趨勢重視永續水環境與智慧環控。

(十) 法國生態轉型署(ADEME)

實地了解法國能源轉型署 (ADEME) 在循環經濟推動中的角色與職責，該機構是法國負責循環經濟的國家級機構，擁有約 250 名專責人員，並設有年度 3 億歐元循環經濟基金，透過公共補貼、技術支持與政策監督，推動法國產業與地方政府的減碳與循環轉型。ADEME 不僅聚焦於供應端的生態設計與回收材料導入，也透過需求端的環境標籤與消費者教育，推廣永續消費及再利用模式。

1. 法國循環經濟政策藍圖與制度設計
 - (1) 「反廢棄物循環經濟法」為核心，設定 2040 年全面淘汰一次性塑膠，並以五年規劃滾動更新塑膠「減量、再利用、回收」目標。
 - (2) 延伸生產者責任制度 (EPR) 為基石，涵蓋範疇由 11 項擴大至 20 項 (含建築廢棄物、車輛、專業包裝)，每年引入約 20 億歐元資金，未來預計成長至 60~80 億歐元，並強制設立再利用基金支持新商業模式
 - (3) 其他政策亮點包括禁止銷毀未售出產品 (特別是紡織、電子與食品) 以及塑膠袋付費使用制度。
2. ADEME 循環經濟基金與產業支持
 - (1) 基金年度規模 3 億歐元，屬於經常性預算，相較於 EPR 資金雖較小，但定位於「額外補助」角色。

- (2) 對市政當局：支持有機廢棄物管理系統部署與基礎設施更新，但若措施已屬法律強制規範，則不再補貼。
- (3) 對企業：資助改善產品生態設計、導入回收材料，涵蓋塑膠及鋼鐵等重工業；ADEME 透過年度徵案，選擇具高環境影響力的專案進行資助。

3. 消費端驅動與環境標籤推廣

- (1) 已建立電子產品「可修復性指數」(Repair Index)，並推向歐洲層級，
- (2) 將在食品、紡織品和家具等產品上推廣環境標籤，預計 2025 年秋天開始。
- (3) 產品標籤基於生命週期分析，揭示產品環境成本，雖然目前僅有 15% 消費者積極關注，但已形成市場壓力，驅動品牌提升生態設計競爭。
- (4) ADEME 透過電視與大眾宣傳推廣「足夠性」(sufficiency) 概念，鼓勵維修、回收與降低消費。

4. 國際合作與挑戰

- (1) 法國積極推動全球塑膠公約談判，ADEME 提供談判技術專業。
- (2) 挑戰包含 NGO 與公眾壓力、執行面差距（如有機廢棄物分類成效不足），以及特定廢棄物（建築塑膠）回收率低落。
- (3) 台法合作具潛力，台灣在塑膠袋付費政策領先亞洲，雙方可在專業數據交換、產業對話及市場連結上加強合作。

(十一) 法國蘋果公司

實地了解蘋果公司 (Apple) 在產品設計、材料回收與環境永續方面的政策與實踐。Apple 積極回應歐盟與法國環境標籤規範，強調耐用性、回收材料應用及供應鏈碳中和，並呼籲國際法規協調，以降低管理成本。其環境策略聚焦於氣候變遷減緩、資源效率提升，並透過創新技術與法規結合，推動有效的環境衝擊減量。

1. 法規遵循與國際協調訴求

- (1) 支持歐盟及法國可維修性標籤制度，但強調「耐用性與安全性」應優先於維修性。
 - (2) 呼籲國際間標準協調，降低管理與合規成本。
 - (3) 台灣代表觀點認同「溝通與信任」是法規推動關鍵，Apple 則認為唯有創新與法規結合，方能有效減少環境衝擊。
2. 產品設計與材料回收
 - (1) 2024 年多項關鍵金屬回收率達 45% – 99%，並計畫 2025 年前實現電池與電路板 100% 採用回收材料。
 - (2) 產品設計兼顧耐用性與可維修性，提供免費軟體升級與多元維修通路。
 - (3) 研發回收機器人與材料回收實驗室，提升材料回收效率與再利用能力。
 3. 氣候策略與碳中和目標
 - (1) Apple 環境政策聚焦減緩氣候變遷、提升資源效率。
 - (2) 目標於 2030 年達成供應鏈碳中和，其中 75% 透過減排，25% 透過自然碳移除。
 - (3) 自 2020 年起，全球營運已碳中和；主要排放來自設備製造與電力需求。
 - (4) 積極推動供應商使用再生能源，降低空運比例，碳足跡較 2015 年減少 60%。
 4. 耐用性與壽命延長的政策立場
 - (1) 蘋果認為延長產品使用壽命是節省資源最有效方式之一。
 - (2) 法規應更重視「耐用度」而非單純「維修度」，因為易壞產品即使容易維修，也不易被長期使用或轉售。
 - (3) 支持統一國際標準（如歐盟標準），有助國際品牌一致管理與落實永續目標。

(十二) Créteil 垃圾焚化發電廠

現場參訪討論聚焦於氫氣生產、運輸、成本與推廣挑戰。綠氫多在地生產，適合設於高速道路節點，但若需長距離運輸（300–500 公里），仍仰賴柴油卡車，削弱其環境效益。歐盟與法國對氫能計畫提供約 600 萬歐元補貼，佔投資的三分之一，其餘由私人資金支應，僅限於生產端。氫氣價格約每公斤 12 歐元，可行駛百公里，但車輛成本高昂，例如氫能垃圾車約 90 萬歐元，遠高於一般車輛 25 萬歐元，因產業規模仍小。此外，氫

氣具高度危險性，設施需嚴格安全設計，並涉及冷卻裝置、風扇及水回收等技術，以提升效率與安全。

1. 垃圾焚化排放控制與技術導入

(1) 設有專線處理醫療感染性廢棄物 (DASRI)，確保高風險廢棄物處理安全合規。

(2) 採用煙氣脫硝與戴奧辛控制設備，降低氮氧化物與有毒污染物排放。

(3) 引進微藻碳捕技術，探索創新減碳途徑。

2. 綠氫應用前景 (H2 Créteil 計畫)

(1) 預計利用焚化發電每日生產高達 2 噸綠氫，支援區域能源轉型。

(2) 規劃供應大巴黎地區公車與清潔車輛，加速運輸部門去碳化。

(3) 展現都市廢棄物處理設施與氫能技術整合潛力，為循環經濟示範案例。

(十三) Limeil-Brévannes 分選中心

參訪介紹該中心分選處理廢塑膠、有機廢棄物及紙板等，回收流程包含分選與壓縮，約 25 名員工運作，巴黎則將垃圾處理費納入稅金，部分郊區以「額度制」限制丟棄次數，垃圾分類上，法國常見分類方式分為包裝、玻璃瓶罐、有機廢棄物等。

1. 排分選技術與流程設計

(1) 結合滾筒篩、彈道分選、磁選、渦電流、光學分選與人工質檢，提升分選純度。

(2) 人工操作人員進行二次分選，確保不符規格物料退回重分。

(3) 平均每班處理 80–90 噸，產出約 70 塊壓縮「料塊」(如 PET、鋁罐、紙類等) 供回收使用。

2. 智能監控與數據應用

(1) 實驗性導入結合 AI 視覺分析之攝影監控系統，監控純度與員工操作。

(2) 安裝於傳送帶終端，可即時辨識材料種類與不合格項目，提升後續分選效率。

3. 財務機制與回收誘因設計

- (1) 城市須支付每噸約 240 歐元處理費，回收物售價部分，如塑膠每噸 600–800 歐元。
- (2) 依「污染者付費」原則對產品業者課徵包裝費用，作為城市補貼來源。
- (3) 法國多數城市將垃圾費納入稅金，部分地區試行依袋計費、鼓勵源頭減量。

4. 政策與市民參與制度

- (1) 推行「黃色垃圾桶單一政策」，統一收集所有可回收包裝物，提高民眾參與便利性。
- (2) 有機廢棄物需送至指定據點；錯誤投放仍時有發生，須仰賴人工與設備修正。
- (3) 大型廢棄物（如家具、家電）可由民眾預約政府免費收運。

二、心得及建議事項

本次赴法國參訪以「資源循環與永續發展」為核心，聚焦塑膠循環、紡織循環、包裝設計、產品維修、循環技術與數位治理等六面向，透過與政府機關、研究單位及國際企業之交流，實地了解法國推動循環經濟的政策架構、技術整合與產業實踐方式，對我國邁向資源循環零廢棄目標具重要借鏡與參考價值。

一、政策層面方面，法國中央與地方協同推動資源循環，除訂定明確階段目標與產品責任制度外，亦透過如 **ADEME**（法國生態轉型署）等政策推動單位整合資訊平台、技術導入與資金補助，落實生產者責任與回收補貼機制。特別是在產品數位護照（**DPP**）推動上，已結合物聯網與監測技術導入供應鏈溯源與再利用場域，未來將逐步擴及所有具碳足跡與回收潛力的產品，形成「製造-使用-回收」的全循環監管體系。建議我國可結合既有循環材料標章制度，規劃導入 **DPP** 機制於特定產品類別如包裝、電子電機與紡織品，強化源頭資訊透明與消費者參與。

二、技術層面方面，透過參訪 **Veolia**、**SUEZ**、**CETI** 等場域，可見法國已發展出高度自動化與模組化的廢棄物處理體系，包含混合塑膠分選、醫療廢棄物能源化、綠氫生產、紡織再生技術等。其中，**Créteil** 焚化廠結合煙氣脫硝、微藻碳捕捉與區域熱網輸送，實現能源化與碳中和雙軌整合，為都市廢棄物能源回收設施之典範；而 **Limeil-Brévannes** 分選中心則展現回收分選與 **AI** 視覺辨識的高度結合，可即時回饋物料純度與人工作業表現，協助提升整體回收品質，顯示數位科技在循環治理的實質應用價值。此外，**CETI** 紡織創新中心展示紡織品材質偵測、機械解纖與纖維再製的完整流程，並與品牌合作進行材料循環測試，將創新研發直接對接品牌端應用，形成有效的研發並進行技術落地應用。此與研究機構、品牌等多方合作最終導入市場之作法，以及該中心以材料為主軸、鏈結時尚、運動與醫療等跨領域需求，對我國現行紡織回收與再利用系統建置具重要參考。

三、合作與國際連結方面，透過與 **ADEME** 與 **CEA List** 等單位交流，法方除表達認同臺灣在循環經濟發展的努力外，亦提出具體合作意願，包括技術分享、示範計畫共構及資料共享機制建構。**CEA List** 作為科技應用研究法人，在 **AI**、感測器與廢棄物追蹤技術上已有多項部署，未來可結合我國在智慧製造、資通訊與材料研發優勢，共同探索智慧回收、再生料品質辨識與循環材料數據平台等議題。

綜上所述，本次參訪展現法國在政策引導、技術創新與產業實踐之間的緊密連動，也凸顯臺灣在資源循環推動上仍有提升空間，以下提出幾點具體建議：

- (一) 借鏡法國循環經濟推動經驗：借鏡法國循環經濟立法、目標設定、策略推動，以及設立循環經濟基金等作法，並仿效法國廢棄物源頭減量、減塑措施，作為我國政策推動參考，另可持續交流維修度/耐用度指數及維修獎勵，作為我國推動維修制度之依據
- (二) 導入數位治理機制：透過與法國交流歐盟產品數位護照規定，協助我國產業接軌國際最新制度，建議優先研議產品數位護照導入架構，擇定試點產業啟動規格設計與驗證，並盤點物聯網、回收平台、碳足跡資料庫等可用資源，逐步建構可溯、可查、可回收的數據治理機制。
- (三) 加速示範場域布局：建議選擇具條件之地區推動資源循環示範園區，促進資源在地循環、重複循環、高值循環，動靜脈產業合作打造循環產業鏈，以及新創循環技術落地，引進自動化分選與 AI 應用技術，強化設施效能，並提升再生料品質穩定性，透過提升循環技術及建立區域循環商業模式，提高物料循環度。
- (四) 整合公私部門資源推動回收經濟：借鏡法國由公部門訂定制度與補助架構，私部門投入技術與營運的推動模式，法國建立循環經濟基金補助地方政府及企業，建議我國運用回收基金加速驅動循環經濟模式之形成，補助獎勵創新循環技術及擴大發展循環商業模式。
- (五) 促進國際合作專案落地：可結合 8+N 聯盟企業，擬定台法技術對接清單，並透過雙邊 MOUs 或平台機制深化技術合作，並串接我國辦理之國際循環經濟論壇等國際交流機會。
- (六) 加強與國際環保領域具國際規模之企業合作：與國際企業合作提高我國循環經濟產業產值，且提升臺灣循環技術，強化我國循環產業競爭力，並促使國際企業與大學產學合作，培養循環產業人才。

公務出國期間國外人士個人資料彙整表

會議／活動名稱	姓名	單位及職稱	會晤日期	電子郵件	交流內容
拜訪 CEA List	Frédéric Colledani	CEA List	6 月 18 日	frederic.colledani@cea.fr	生態設計、產品數位護照
拜訪萊雅集團	Punjanit LEAGNAVAR	萊雅集團	6 月 19 日	punjanit.leagnavar@loreal.com	化妝品包裝減量
拜訪巴黎維修咖啡館	Cyprien Gay	巴黎維修咖啡館	6 月 21 日	cyprien.gay@ouvaton.org	維修權
拜訪歐洲創新紡織品中心(CETI)	Andrea Celli	歐洲創新紡織品中心(CETI)	6 月 23 日	andrea.celli@ceti.com	循環紡織
拜訪 EuraMaterials	Sévrine Dievart	EuraMaterials	6 月 23 日	sevrine.dievart@ceti.com	循環紡織
拜訪 Andritz 公司	Thomas Wallert	Andritz 公司	6 月 23 日	thomas.wallert@andritz.com	機械回收技術

會議／活動名稱	姓名	單位及職稱	會晤日期	電子郵件	交流內容
拜訪生態轉型署(ADEME)	Marie D'ADESKY	生態轉型署(ADEME)	6 月 23 日	marie.dadesky@ademe.fr	循環經濟、能源轉型政策
拜訪生態轉型署(ADEME)	Aurélie BERNARD	生態轉型署(ADEME)	6 月 23 日	aurelie.bernard@ademe.fr	循環經濟、能源轉型政策
拜訪蘋果法國公司	Clément Lelong	蘋果法國公司	6 月 24 日	lelong.c@apple.com	環境策略
拜訪蘋果法國公司	Frank Lenderink	蘋果法國公司	6 月 24 日	lenderink@apple.com	環境策略