

出國報告（出國類別：實習）

智慧型電表基礎建設（AMI）  
通訊技術之實習

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：李信璋（電機工程監）

派赴國家：法國

出國期間：104.07.19~104.07.26

報告日期：104.09.04

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：智慧型電表基礎建設（AMI）通訊技術之實習

頁數 45 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司/陳德隆/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

李信璋/台灣電力公司/配電處檢驗計量組/主管計量

/(02)2366-6694

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：104.07.19~104.07.26 出國地區：法國

報告日期：104.09.04

分類號/目

關鍵詞：智慧型電表，智慧型電表基礎建設，AMI (Advanced Metering

Infrastructure)，智慧電網。

內容摘要：(二百至三百字)

行政院分別於 99 年 6 月 23 日及 101 年 9 月 3 日核定「智慧型電表基礎建設 AMI 推動方案」及「智慧電網總體規劃方案」，本公司已於 102 年 6 月完成全國高壓 AMI 布建，102 年度完成 1 萬戶低壓 AMI 電表安裝作業，103 年進行 1 萬戶低壓 AMI 通訊

調整、整合測試及效益評估作業，本(104)年進行滾動式檢討作業；由該 1 萬戶低壓 AMI 建置經驗，深深了解 AMI 對通訊網路依賴度高，能否結合或建構安全、可靠且便宜的通訊網路，更是系統成敗之技術關鍵。

國外各電業運轉環境及需求各異，且 AMI 通訊技術之國際標準尚未完備，故應衡量國內主客觀因素及配電環境需求，並參考國外電業成功建置 AMI 之經驗與技術，蒐集國內外相關資訊，完成我國 AMI 相關設備標準制定，以利國內廠商遵循，並與國際接軌。因此，為了解國際目前有關 AMI 發展趨勢，實有必要赴國外學習相關技術。

法國 ERDF 配電公司自 2011 年 3 月 31 日完成 30 萬戶低壓 AMI 試驗計畫，並於 2012 年 1 月 10 日公告改良式電表功能與規格規範，2013 年 7 月 9 日，法國首相宣布智慧電表招標且 ERDF 配電公司預計於 2015~2016 年間展開全國 300 萬具電表與 8 萬具集中器建置，2014 年 8 月 ERDF 配電公司宣布主要由 Landis+Gyr、Itron、法商 Sagemcom 與 MAEC、德商 Elster、西班牙 ZIV 等六家廠商得標；故為使本公司 AMI 推動能夠落實並順利建置，因此規劃至法國 ERDF 配電公司實習，了解其對於 AMI 及 SMART GRID 的推動規劃及布建經驗，並與 AMI 相關廠商

(SCHNEIDER ELECTRICS 公司、Sagemcom 公司、TBH ALLIANCE)

及法國能源環境部(ADEME)針對 AMI 及 SMART GRID 相關事宜進行

交流。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網

(<http://open.nat.gov.tw/reportwork>)

# 智慧型電表基礎建設（AMI）通訊技術之實習

## 目 錄

壹、實習任務 -----	1
貳、實習緣由及目的 -----	1
參、實習行程 -----	2
肆、實習經過及內容： -----	3
一、7月20日 -----	6
二、7月21日 -----	18
三、7月22日 -----	25
四、7月23日 -----	33
五、7月24日 -----	39
伍、實習心得 -----	43
陸、結論與建議 -----	45

## 圖 目 錄

圖 1	參訪 ERDF 交流過程照片 -----	7
圖 2	ERDF 在法國電力市場的定位 -----	10
圖 3	法國電力市場分工與定位 -----	10
圖 4	法國配電網路(一) -----	11
圖 5	法國配電網路(二) -----	11
圖 6	法國 Linky Project pilot(30 萬戶)時程規畫 -----	12
圖 7	ERDF 與廠商合作控管 linky 專案設備品質 -----	15
圖 8	Linky 測試實際室之測試工作示意圖 -----	15
圖 9	法國 Linky 電表功能說明 -----	16
圖 10	法國 G3 PLC 技術規畫及通訊層說明 -----	16
圖 11	法國 Linky G3 通訊晶片性能測試比較 -----	16
圖 12	法國 Linky 電表分 6 年完成全國規建規劃 -----	17
圖 13	法國 Linky 計量負責人 Mr. Marc DELANDRE -----	17
圖 14	施奈德工業/商辦及家庭節電技術展示 -----	19
圖 15	施奈德住宅節電技術展示 -----	20
圖 16	施奈德電動車充電系統整合展示 -----	20
圖 17	於施奈德公司合影 -----	21
圖 18	參訪 ERDF 智慧電網技術展示室 -----	23

圖 19	ERDF 說智慧電網之再生能源及自動化輸配電網概念-----	23
圖 20	智慧電表後續應用情境說明-----	24
圖 21	Marc Boillot 解說後與本團隊合影-----	24
圖 22	與 SAGEMCOM 討論現場-----	27
圖 23	TBH 交流討論過程-----	28
圖 24	ERDF Linky control center 討論現場實景-----	30
圖 25	ADEME 主要計畫發展方向整理-----	31
圖 26	ADEME 主要計畫發展方向整理-----	31
圖 27	ADEME 主要計畫發展方向整理-----	31
圖 28	ADEME 主要計畫發展方向整理-----	32
圖 29	ADEME 與我方交流討論過程-----	32
圖 30	ENERGY POOL 訪問現場-----	34
圖 31	ENERGY POOL 核心業務範疇-----	35
圖 32	ENERGY POOL 針對 C&I 用戶進行案例分析-----	35
圖 33	ENERGY POOL 針對不同用戶節電潛力進行分析-----	36
圖 34	ERDF Linky control center 討論現場實景-----	38
圖 35	ERDF Linky control center 討論現場實景-----	38
圖 36	Smart Electric Lyon 相關參與廠商及試驗規劃-----	41
圖 37	Smart Electric Lyon 提供用戶家庭相關服務-----	42

圖 38 Smart Electric Lyon 展示館活動會場 ----- 42

# 智慧型電表基礎建設（AMI）通訊技術之實習

## 壹、實習任務

赴法國實習「智慧型電表基礎建設（AMI）通訊技術」，深入瞭解法國 AMI 使用之通訊技術、運作情況及未來方針，以作為國內建設 AMI 之參考。

## 貳、實習緣由及目的

行政院分別於 99 年 6 月 23 日及 101 年 9 月 3 日核定「智慧型電表基礎建設 AMI 推動方案」及「智慧電網總體規劃方案」，本公司已於 102 年 6 月完成全國高壓 AMI 布建，102 年度完成 1 萬戶低壓 AMI 電表安裝作業，103 年進行 1 萬戶低壓 AMI 通訊調整、整合測試及效益評估作業，本(104)年進行滾動式檢討作業；由該 1 萬戶低壓 AMI 建置經驗，深深了解 AMI 對通訊網路依賴度高，能否結合或建構安全、可靠且便宜的通訊網路，更是系統成敗之技術關鍵。

法國已完成第 1 階段低壓 30 萬戶建置，並啟動後續大規模建置計畫，故安排法國智慧電表建置實習行程，以實地考察法國電力公司(ERDF)的 AMI 建置計畫及法國政府補助的智慧電網相關專案研究情形，深入瞭解法國對智慧電網、AMI 等應用現況，

以協助本公司進行我國智慧電網及 AMI 推動布建後續規劃參考。

### 參、實習行程

本次實習於 104 年 7 月 19 日(星期日)出發,7 月 26 日(星期日)返國,共計 8 天,期間拜訪台灣駐法經濟組賴組長、法國 ERDF 巴黎 AMI 測試實驗室、施奈德法國巴總部(巴黎)、ERDF 智慧電網 Linky 展示館、SAGEMCOM、TBH 協會、法國電力監管單位 ADEME、EnR Pool 專案計畫、GREENLYS 示範計畫、Smart Electric Lyon 示範計畫等,參訪 AMI 系統測試實驗室、技術展示館及政府部門等單位,透過雙方技術人員會談等方式進行雙方技術交流,以瞭解法國地區執行方式及經驗,作為本公司推動經驗參考。實習行程如下:

起始日	迄止日	實習機構	所在國家城市
1040719	1040720		往程
1040720	1040722	ERDF 配電公司 SCHNEIDER 公司 SAGEMCOM 公司 TBH ALLIANCE 法國能源環境部	法國巴黎
1040723	1040724	ERDF 配電公司	法國里昂
1040725	1040726		返程

#### 肆、實習經過及內容：

法國早期與台灣相同，屬於單一電力公司，經配合電業自由化政策，推動廠網分離，即發電廠與輸電網路切割成為 EDF 及 ERDF 等 2 間電力公司，境內第一大配電公司為 ERDF，目前已擁有 35 萬公里架空輸電網、27 萬公里地下電纜線、3,500 萬用戶、25 個供電區域、1,000 個營運據點，並為國有持股 95% 民營化公司，2012 年投資約 30 億元進行電網更新建設，已完成再生能源超過 1,500MW(相當於 1 座核能發電廠的容量)、AMI 後續建置案及 15 個智慧電網示範案等。

就 AMI 推動而言，法國自 2007 年 7 月開放能源自由化後，電力公司面臨強大競爭，除需提升本身經營效能，更需提供客戶更多服務。法國配電公司 ERDF (Electricité Réseau Distribution France) 推動 AMI 建置計畫，主要緣由 2007 年法國能源監管機構(CRE)要求 ERDF 開始進行智慧型電表規劃，故 2008 年在 CRE 支持下與相關利益團體(電力供應商、當地政府、業者、用戶代表等)進行研商，並對 AMI 的功能及配套方案進行研擬，最後在 2010 年 2 月 CRE 通過推動法國 AMI 系統的決議，並於 8 月頒布法令施行，預計至 2018 年完成 90% 電表更換(電表總數約 3,700 萬個)，就推動時程上亦可配合 2009 年歐盟指令

要求在 2020 年 AMI 覆蓋率達到 80%的目標。

實際上法國已於 2012 年完成 30 萬戶 AMI 建置，經 2013 年效益評估後預計推動後續 AMI 建置工作，規劃 2016 年前建置 300 萬戶、2021 年完成 3,500 萬戶建置。據悉參與廠商包含 Switzerland's Landis+Gyr（蘭吉爾電表公司）、Germany's Elster（德國電表公司）、Spain's Ziv（西班牙電表公司）、French group Cahors' unit Maec（法國電表公司）及 Sagemcom(法國通訊商)，協助 ERDF 測試 AMI 通訊及系統效能，以提供發電機組備轉、排程等參考，進而研究高度資訊化之衍生配套方案研究(如資訊安全、法規調整及操作制度)。因此，法國 ERDF 在 AMI 的推動經驗非常值得台灣前往考察與學習。

另外，法國的智慧電網示範案已有 15 個示範案在推動中，包含 Linky projects(AMI 系統建置)、Issy Grid(智慧電網、智慧水網、智慧停車管理系統及系統整合等)、Infini Drive(電動車整合應用)、Smart Electric Lyon(能源管理系統標準與技術測試)、Smart Grid Vendée Project(再生能源及能源管理系統)、SOGIRD(智慧電網通訊試驗專案計畫)、Greenlys projects(再生能源、AMI 及電動車之技術整合)、IGREENGrid projects(義大利、法國、西班牙、德國、奧地利、希臘等國之

255MW 再生能源整合)等。其中智慧電網相關專案主要由法國能源主管機關 ADEME 補助推動，且由民間業者共同投入資源，合作研究，並洽尋國際市場機會。

由於法國在 AMI 及智慧電網的投入較我國多元化，有較多的企業投入共同研究，因此，在推動策略與步驟、技術面臨問題及建置等已有相關經驗，故至法國 AMI 及智慧電網參與單位實習，並建立相關連繫窗口及增加相關互動機會，將有助於我國 AMI 後續推動規劃及智慧電網整合情境參考。

為讓國內發展 AMI 及智慧電網推動工作更加完善，特別安排訪問法國電力監管機關(ADEME)、ERDF 配電公司(AMI 測試實驗室及智慧電網展示室)、施奈德公司、SAGEMCOM、TBH 協會、Energy POOL 專案計畫、GREENLYS 示範計畫、Smart Electric Lyon 示範計畫等，參訪系統測試實驗室、技術展示館及政府部門等單位，透過雙方技術人員訪談等方式進行技術交流，以瞭解法國地區執行方式及經驗，作為本公司推動經驗參考。

實習行程由 7 月 20 日至 7 月 24 日共計為期 5 天，由能源局電力組、工研院綠能所及本公司等 5 員參與。主要針對 AMI、智慧電網相關技術及試點計畫進行考察，整體過程重要事項茲以彙整說明如下。

一、7月20日

(一)實習行程

1. 地點：ERDF 公司（巴黎）

2. 交流議程摘要：

- ERDF 公司簡介
- Overview the Linky Program(Linky 計畫)
- Equipment and lab(實驗室規模及測試重點介紹)
- The meter functionalities(電表功能討論)
- A Smart Metering System - The Linky Architecture
- IT Security
- Focus - G3 - PLC (國際 PLC 技術討論及 G3 PLC 測試比較)
- 意見交流

(二)實習簡介

為瞭解法國配電網路現況、AMI 及法國電業環境之近況更新，故訪問 ERDF 公司計量部門(metering department)，討論法國電力系統架構、智能電表建設及發展現況、系統效能討論及後續服務交流等。法國配電公司(ERDF)是實際負責民眾用電的供電單位，透過電業觀點瞭解法國 AMI 現形制度及相關問題，如圖 1 所示為雙方交流過程照片。



圖 1 參訪 ERDF 交流過程照片

法國的電力市場中發電與供電是屬於開放市場，如圖 2~3 所示輸電與配電則是屬於管制市場，分別由法國電力集團 EDF (Electricite De France) 100%轉投資的子公司 RTE 與 ERDF 所掌控，而法國政府又持有 85%的 EDF 股權，因此法國的電力公司類似台灣電力公司。ERDF (Électricité Réseau Distribution France)為法國最大的配電公司，擁有法國 95%的配電網路(120 萬公里)與 3,500 萬個用戶。

目前法國電業自由化後之電力市場架構可劃分成發電業(Producer)、輸電業(Translator)、配電業(Distributor)及售電業/供應商(Retailer/Supply)等 4 部分，其略述如

下：

1. 發電業：主要為 EDF 公司，電廠總裝置容量占全國 85%，其餘 Suez 等 4 家公司占 6%，餘 9% 為工業大用戶自發自用。
2. 輸電業：僅有 1 家 RTE (Reseau de Transport d'Electricite) 公司，屬 EDF 集團。
3. 配電業：主要為 ERDF (Electricité Réseau Distribution France) 公司，屬 EDF 集團，配電業務占全國 95%，其餘約 157 家地區公司，配電業務總和僅占全國 5%。由於電表業務歸屬配電業負責，故 ERDF 推動 AMI 設置，幾可代表全法國 AMI 推動狀況。
4. 售電業/供應商：包含 EDF Blev Ciel 公司 (售電業務占全國 98.1%，屬 EDF 集團)、GDF Suez、Direct Energy、Poweo 等約 20 家。

如圖 4~5 所示為法國輸配電網之架構圖，法國輸電部份超過壓為 400kV、特高壓為 225kV、90kV、63kV，而配電就是 20kV/220V 等。目前 ERDF 公司在主變電站(HV-MV)大都自動化，惟二次變電站(MV-LV)僅 15%自動化，而法國電表數為 3,500 萬個用戶將近台灣的 3 倍，且近年來法國完成 30 萬戶之 AMI 建置後，現在又啟動 300 萬戶建置並計畫於 2016 年完成，後續再推動 3,500 萬戶全國建置計畫預計 2021 年

完成。

法國的 Linky project 源自於 2009 年歐盟要求其成員國在 2020 年之前智慧電表的覆蓋率須達 80% 以上，於是 ERDF 於 2009 年 4 月成立智慧電表推動規劃 Linky 專案(Linky project)，如圖 6 所示為第一階段推動 30 萬個電表的技術驗證建置(約總用戶數的 1%)，第一階段測試都會區與鄉村兩種型態進行測試，試點分別選定 Lyon (20 萬用戶)與 Touraine (10 萬用戶)進行。在 Lyon 都會區建築較密集，所以只要 1400 個集中器可以達到測試效果，在 Touraine 需要 3220 個集中器，所以 PLC 技術因為電力線分佈狀況而影響集中器的數目。另外就建置經驗，法國集中器建置一般沒有什麼問題，只是在電表建置經驗上，因為用戶自由選擇的情況下有 10% 的民眾拒絕安裝，因此，法國對 AMI 的宣傳上已有相關規劃，如 Linky 教育展示館的建置。

而本次接待我們的 Mr. Marc DELANDRE，他是 ERDF 計量中心主任，提供許多法國 AMI 做法及經驗。就法國推動 Linky 的執行面作法，法國採用自行建置的方向及時程規劃，所以 ERDF 已參與 G1 及 G3 PLC 的規範訂定，並指定選用 G1 及 G3 PLC 通訊方式採購招標，並已有 6 家廠商供貨，

某方面而言，與我國選擇性招標規定有部份相似之處。法國已有 SAGEMCOM、Landis+Gyr、Itron、Elster、Cahors、ZIV 等六家廠商提供單相電表、三相電表、集中器等設備供應。

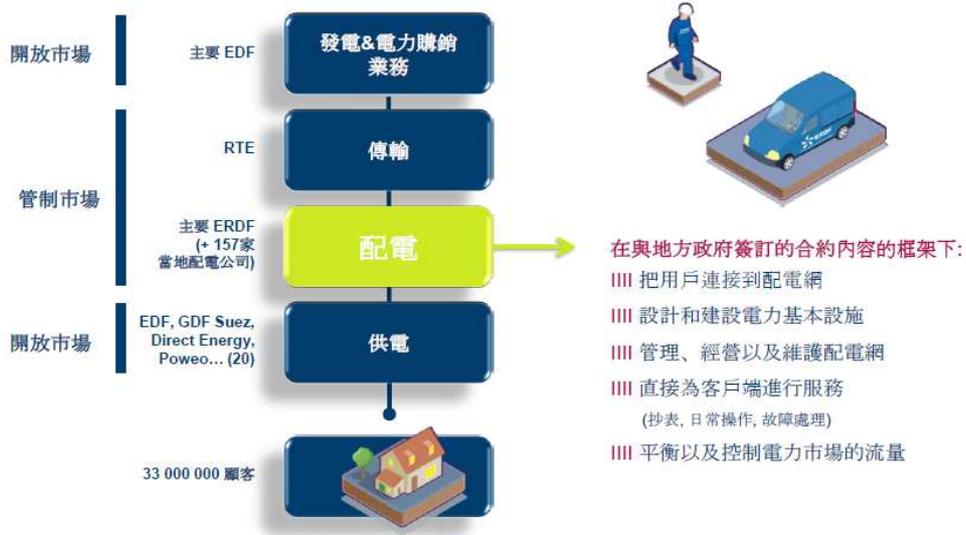


圖 2 ERDF 在法國電力市場的定位

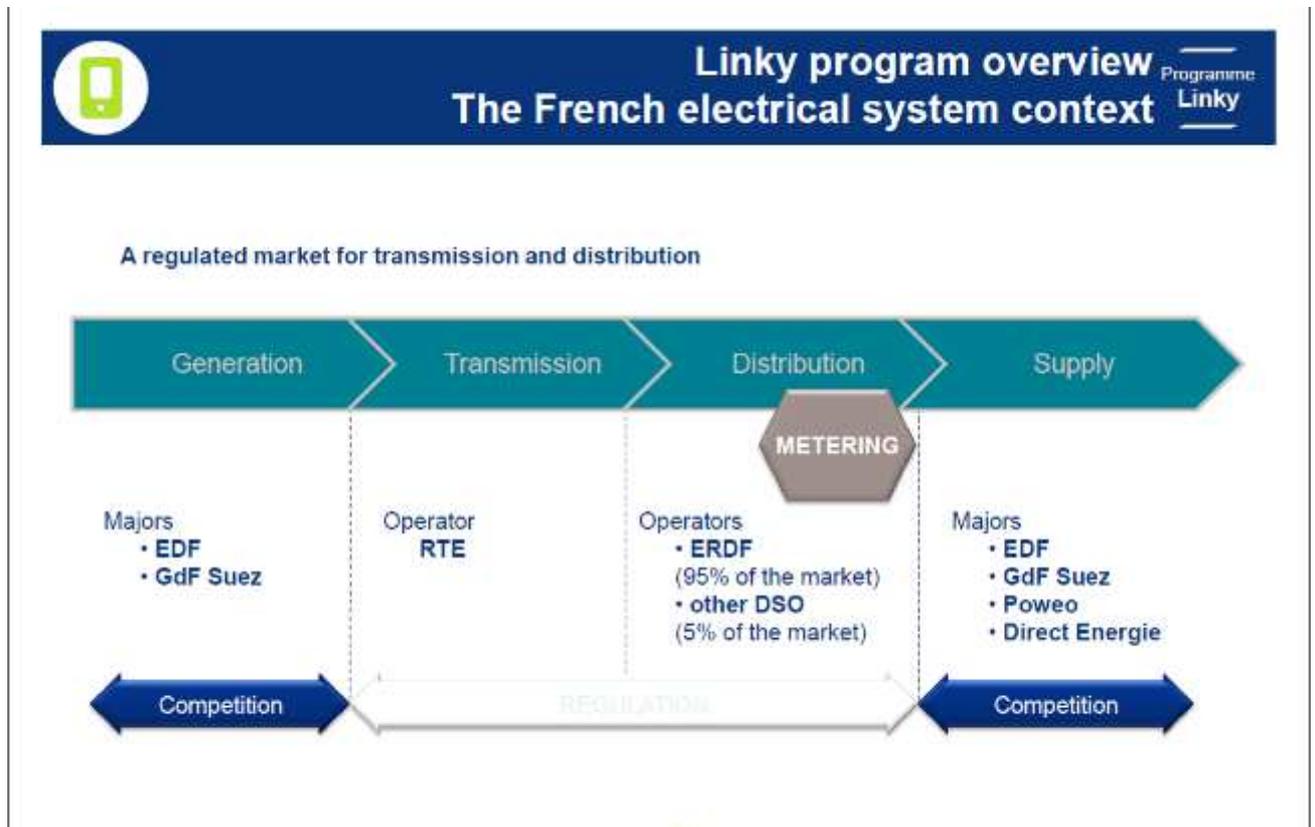
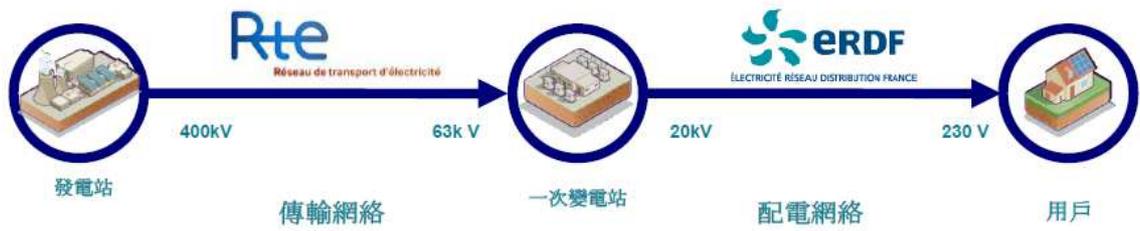


圖 3 法國電力市場分工與定位



ERDF is the main Distribution System Operator in France (95%)

100% owned by EDF Group (subsidiary since January 2008)

- ▷ 36.000 employees
- ▷ 1,3 million kilometers of MV/LV distribution lines
- ▷ More than 35 million residential (and small C&I) customers and 500.000 C&I
- ▷ 13.8 B€ total income (2013)
- ▷ 3.2 B€ investments (2013)
- ▷ Guarantees non-discriminatory access to the network for suppliers

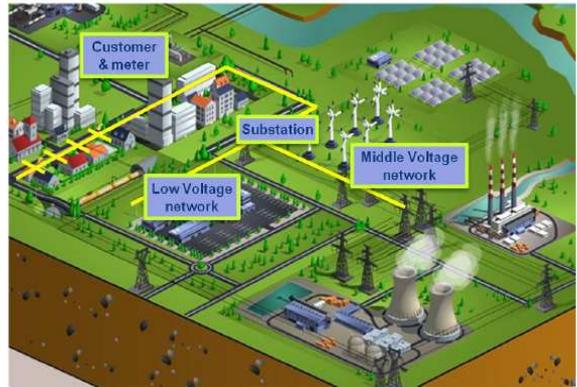


圖 4 法國配電網路(一)

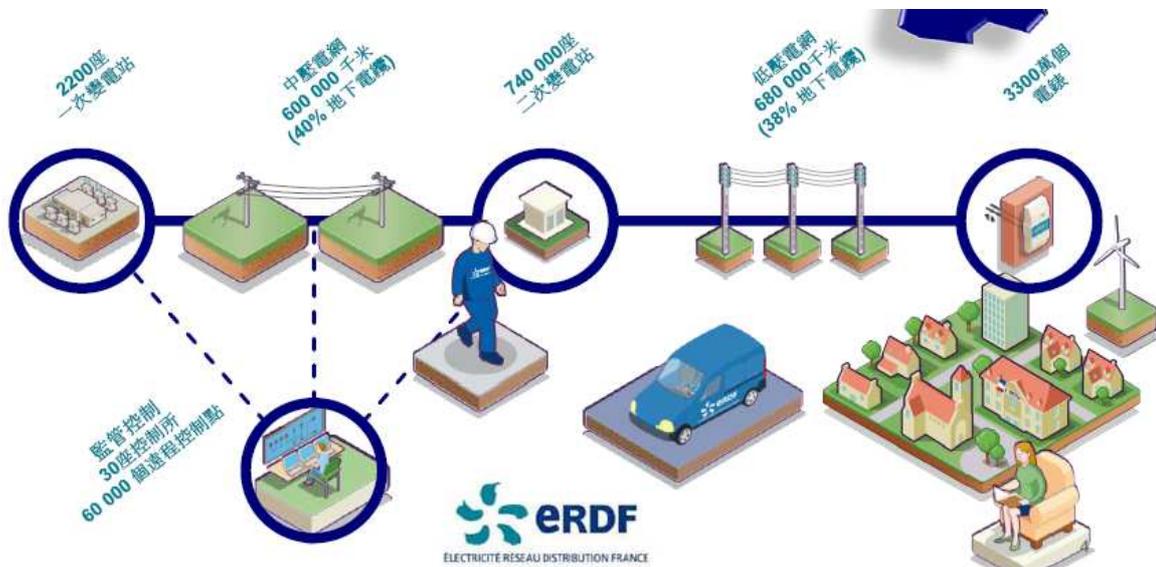
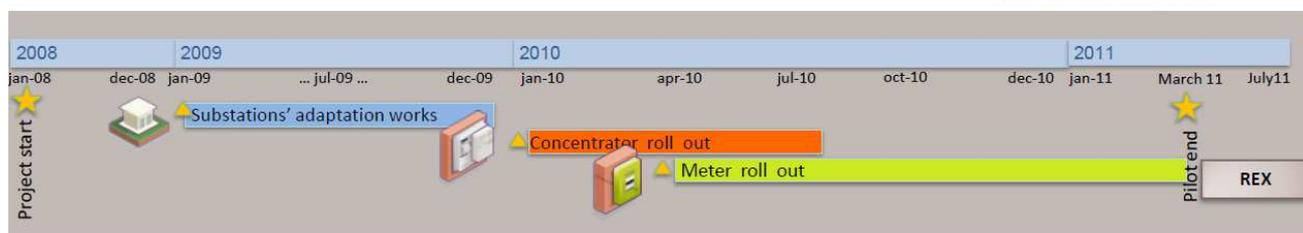


圖 5 法國配電網路(二)



### TOURAINE

- |||| Rural area, 33 customers/km<sup>2</sup>
- |||| 150 towns
- |||| 100 000 meters
- |||| 3 220 concentrators



### The business objectives for the experimentation assigned to ERDF by decision-making authorities have been met :

- |||| Concentrator completion rate : ~100%
- |||| Meter completion rate : ~90%.
  - |||| The less 10% was caused by customer refusal, customer absence, etc.
  - |||| Average time to replace a meter : 30mn – conform with our objective
- |||| 92% of customers were satisfied or very satisfied with the operation of meter replacement
- |||| Less than 1% of customer claim

### LYON

- |||| Urban area, 1760 customers/km<sup>2</sup>
- |||| Underground network
- |||| 11 towns (N & E of Lyon) + 4 districts in Lyon
- |||| 200 000 meters
- |||| 1 400 concentrators

VIP Visit



July 20th, 2015 14

圖 6 法國 Linky Project pilot(30 萬戶)時程規畫

法國 AMI 電表測試實驗室主要管控 ERDF 所建置之 Linky 系統品質問題，因此已與廠商合作討論一個品管流程的合作模式如圖 7 所示，主要是 ERDF 訂定規格，而委由廠商生產離型後供 ERDF 確認規格，經調整後製作一定的批量(即第二版  $\beta$ -test)，確認預量產的產品品質後，再做大規模量產，以減少 AMI 推動後，因產品品質的關係而影響 ERDF 後續運維的困擾。但經過這樣的過程 ERDF 需要對測試的功能很深入的瞭解，並需要相關對應的測試設備，以利進一步驗證廠

商交付的產品品質問題及功能是否正確無疑，另 ERDF 公司也了解通訊技術是 AMI 所有技術項目中，最為重要的一個項目，所以該公司投入研發窄頻 PLC “G3” 通訊技術，並自行成立 “G3 Alliance ”，使其於布建 AMI 時，充分掌握通訊情況，且 ERDF 公司於布建及運轉 AMI 系統時，也明白 PLC 通訊技術深受環境、用戶用電習性及家庭電器特性影響，也深知電表、集中器互通性測試的重要性，故 ERDF 已在巴黎建置 Linky 專案測試實驗室，如圖 8 所示。而執行面可由 ERDF 採購 Linky 設備，經 Linky 測試實驗室實際進行環境測試及互通性功能整合測試，以使測試過之電表及集中器至現場即可組網通訊，降低通訊不良之機率。

如圖 9 所示主要介紹法國 AMI 電表的功能需求及未來支援，基本上含顯示、操控、時間電價控制開關、用戶資訊輸出介面(IHD 輸出介面)、保險絲等基本功能。細部功能如電表計量暫存器數目(supplier 模式有 10 組、producer 模式有 20 組)、負載紀錄檔(load profile)可為 10/15/30/60 分鐘等設定值、支援電力品質(停電、電壓紀錄等)，其他遠端功能包含斷/復電控制功能、時間電價開關操控、最大額定功能控制(當用電量超出設定值，電表將採斷電處理，用戶

須向 ERDF 申請遠端復電，為執行此功能，ERDF 派員與用戶深入溝通，並簽訂契約以維雙方權利)等。法國之 AMI 電表使用年限為 20 年，且法國檢定制為新表抽樣檢定，裝設滿 10 年再對現場電表進行抽樣檢定，抽樣檢定合格可持續在現場使用至第 20 年。

如圖 10 所示為 G3 電力線通訊技術比較及通訊層規劃，該技術主要為窄頻 PLC 通訊技術標準之一，依法國針對國際上常見的窄頻 PLC 技術做比較可以看出 G3 PLC 應用 FCC 調變技術且頻寬選擇性較佳，因此法國採用這種通訊技術，且 Linky 針對讀表也定義了一套 IPv6 的通訊層定義，包含實體層、網路層、IP 層、應用層等，由於是歐規 IEC 電表因此，採用 DLMS 等歐規讀表規範，整體而言算相關完整。經 30 萬戶建置及系統測試等已有初步測試結果如圖 11 所示，主要由 Sagemcom 代為測試比較 2 種 G3 PLC 晶片之系統效能，比較起來 maxim 晶片之響應較快。

Linky 系統為節省 WAN 端(GPRS)通信費用及避開通訊瓶頸，每日 0 時~8 時進行讀表作業，且 Linky 系統採前一~二天的讀表資料及其他相關資訊，判斷當日可能之尖峰負載，進而通知用戶配合執行需量反應。

如圖 12 所示為法國後續全國 3,500 萬具電表布建規劃情形，以區域型多點布建進行，規劃 6 年內完成，先推動 300 萬戶，再進行後續 3,500 萬戶電表建置工作。感謝 Mr. Marc DELANDRE 協助解說法國 linky 經驗，本團贈送小禮物表示感激，如圖 13 所示。

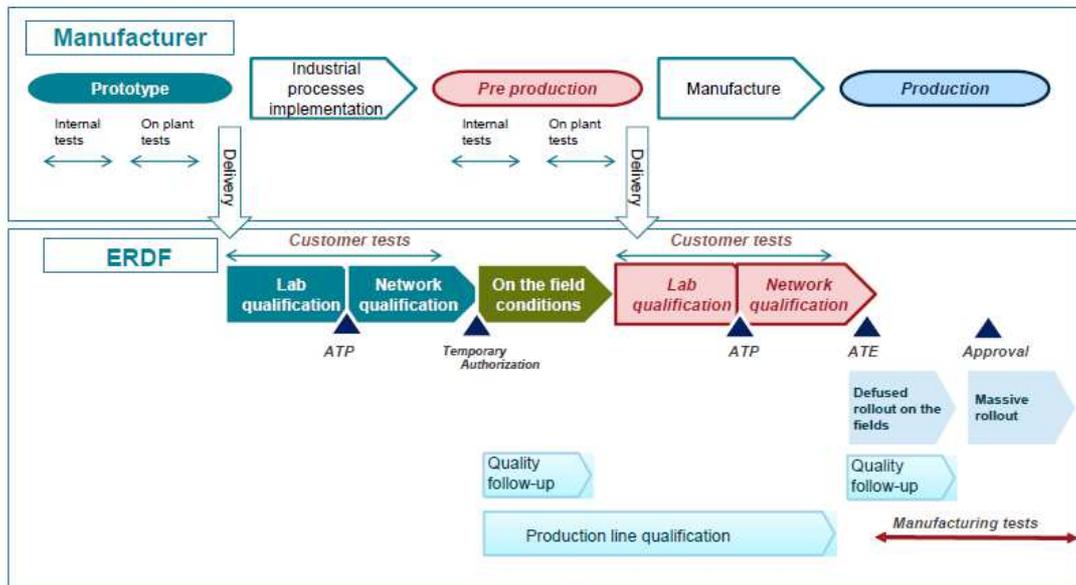


圖 7 ERDF 與廠商合作控管 linky 專案設備品質

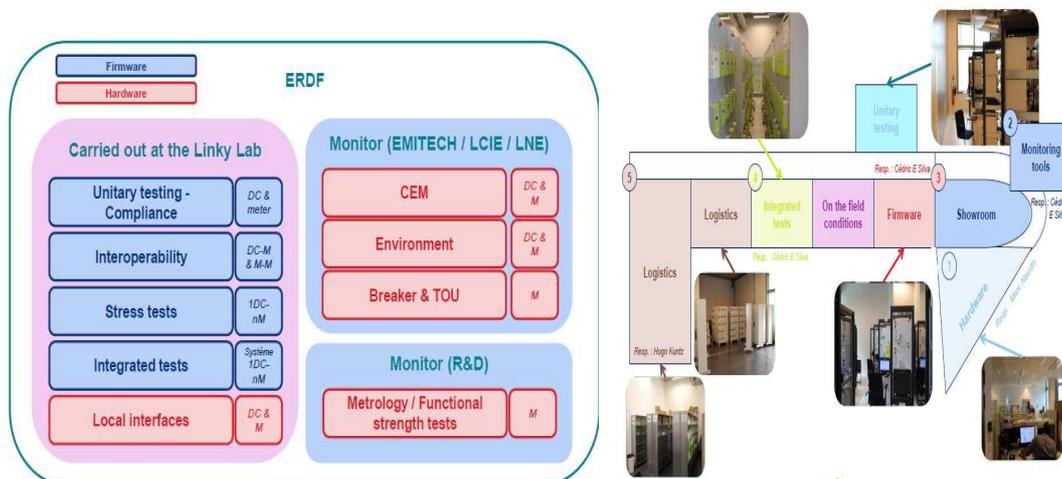


圖 8 Linky 測試實際室之測試工作示意圖

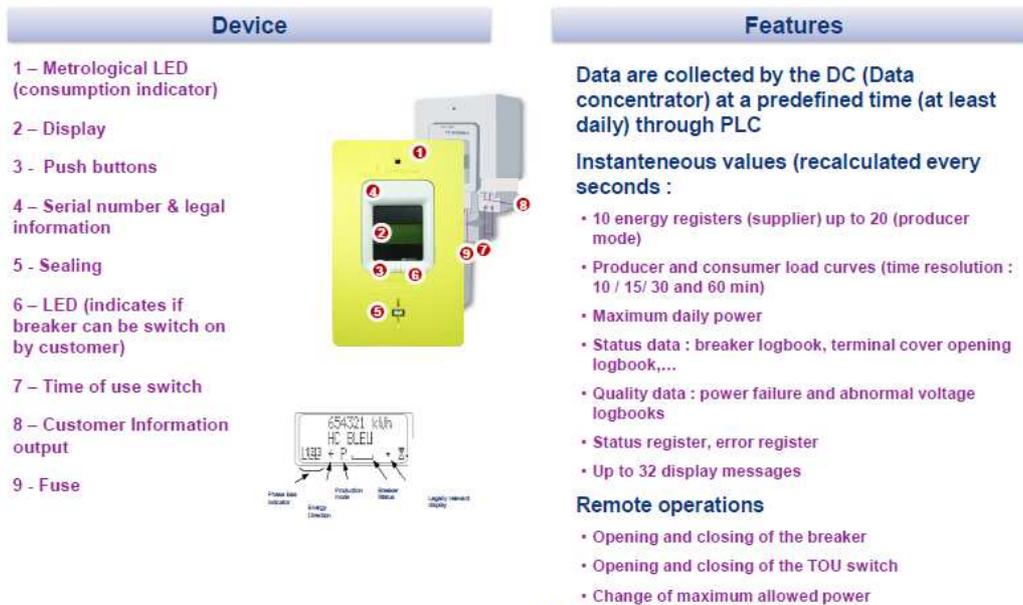


圖 9 法國 Linky 電表功能說明

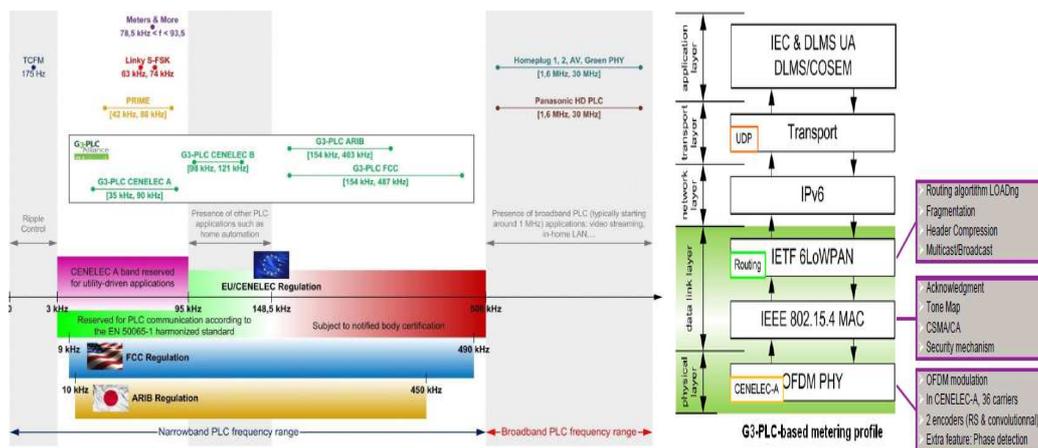


圖 10 法國 G3 PLC 技術規畫及通訊層說明

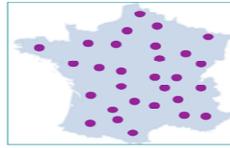
	Sagemcom-Maxim	Sagemcom-TI
Ping	2,1s	3,1s
Alarm notification	2,8s	7,0s
Index Reading	6,5s	13,2s
Periodic collection	38,7s	35,59s
Firmware downloading	4,7mn – 13,4mn	5,4mn – 27,2 mn
Average flow	4,17kb/s	3,73kb/s

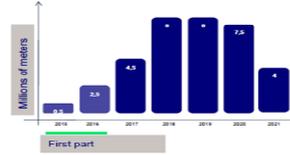
Configuration	Sagemcom & Maxim integrated	Sagemcom & Texas Instruments
Smart meters	1 690 smart meters	157 smart meters
Data concentrators	28 data concentrators	3 data concentrators
Location	Lyon (1008 SM + 7 DC) Tours (682 SM + 21 DC)	Tours (157 SM + 3 DC)

圖 11 法國 Linky G3 通訊晶片性能測試比較

We chose widely a strategy of « leopard patterns ». It was a consensus between every stakeholder, be it the government or the regulatory authority..



This progressive deployment will be **equally distributed** in each region of France.



The target is to install 35 million meters within 6 years.

ERDF後續電表布建採區域多點布建(建置優先順序為各區處與地方政府共同討論決定)



圖 12 法國 Linky 電表分 6 年完成全國規建規劃



圖 13 法國 Linky 計量負責人 Mr. Marc DELANDRE

二、7月21日

(一)實習行程

1. 地點：Schneider 施奈德電機(巴黎總部)

ERDF Linky 教育展示館(巴黎)

2. 交流議程摘要：

- Schneider 施奈德電機
  - Schneider 業務簡介
  - 智慧電表相關應用(家庭與配電)
  - 自動化業務介紹
  - 智慧化系統介紹(智慧家庭及電動車充電器)
- ERDF 巴黎 Linky 教育展示館
  - ERDF 智慧電網介紹
  - Linky 專案展示室介紹
  - Linky 未來應用介紹(家庭應用及電動車充電資訊應用)

(二)實習簡介

施奈德公司目前已轉型為能源管理公司，該公司主要接待窗口為國際業務主任 Isabelle ZHANG 小姐，除介紹該公司主要發展業務外，並帶我們參觀施奈德技術展示室，其中看到許多施奈德就配電自動化、工廠節能、商辦節電等技，

如圖 14 所示，主要透過展牆將施奈德的工控設備及其開發監控系統於大展牆上說明，充份說明從工業/商業服務一直到家庭服務的 X-Box(能源閘道器 Home Gateway)。

再來介紹如圖 15 所示家庭能源節電控制系統，如圖右所展示為施奈德公司開發之 Zigbee 模組可支援 Linky 電表之家庭(對內)通訊埠，且與 X-BOX(Home Gateway)互連後，進而控制家庭電器設備，達到家庭自動化之能源管理目標。

最後，施奈德亦配合法國政策在推動電動車政策上也有投入相關開發，如圖 16 所示施奈德與電動車商合作開發了一套電動車充電管理系統等軟、硬體設備，可支援 GPS 之配電系統圖資，清楚的瞭解市區電動車充電站的數目及是否有閒置的充電樁可用，另也開發了電動充快充技術，一併於本展示館共同呈獻。



圖 14 施奈德工業/商辦及家庭節電技術展示



圖 15 施奈德住宅節電技術展示



圖 16 施奈德電動車充電系統整合展示



圖 17 於施奈德公司合影

在法國推動 AMI 屬於大型重大投資，且改變民眾生活息息相關，並由原來人工抄表改由自動讀表機制，縮短計費週期，增加電業的現金流。ERDF 在推動過程中相當重視客訴指標的產生，故 ERDF 除了重視廠商交付的電表需要經過嚴格的品管程序外(如 ERDF 測試實驗室參訪介紹)，更注動民眾的認知及使用觀感，以減少民眾對陌生的未來有所誤解，同時也建立民眾未來 Linky 建置完成後，對家庭用電的生活便利性及增值服務性(智慧家庭自動化應用)都便利性的幫助，因此建立了 Linky 智慧電表及智慧電網教育展示館，如圖 18 所示為 EDF 的資深副總 Marc Boillot(ERDF 國際關係主任及 EDF Senior Vice President, Regional Action, 及

G3 Alliance 主席)為我們介紹 Linky 智慧電表教育展示館。

在參訪的過程中，我們可以深切的感受到 ERDF 的民眾教育及生活改變上做出許多積極的努力，目的在於強調現在電網與未來電網的差別說明，如圖 19 所示在解說未來智慧電網與再生能源及配電網自動化的關係，提供電業維護人員更先進的工具，提民眾更高供電品質。如圖 20 所示為 Linky 智慧電表專案介接民眾智慧生活(物聯網)的使用概念介紹，在圖中可以看到 Marc Boillot 說明 Linky 電表中有預留一組通訊介面(如圖 9 電表規格第 8 項)與家庭能源管理系統(HEMS)之 Home Gateway 互通(每 30 秒送一筆總用電量資訊)，可供民眾自行選擇/自行建置家庭自動化介面，該介面亦可採用施奈德所開發的家庭自動化(能源管理系統)解決方案或其他能源管理服務公司之解決方案，可向民眾推廣智慧家庭的概念以增加 Linky 專案的效益。同時，Linky 專案也可以搭配法國的電動車政策，所以在展示館中一併介紹與小型電動車及電動自行車等法國政府之推動政策說明。

雖然只有短短半天的交流，但我們已瞭解了許多 ERDF 在推動 Linky 專案的過程對民眾投入的努力值得台灣學習。最後如圖 21 所示本團隊為感謝 Marc Boillot 為我們細

心的解說，故與 Marc 合影留念，同時我們也表示如果未來有機會將邀請他訪問台灣，而 Marc Boillot 也表示他 9 月份有訪問亞洲(中國)的計畫，因此可以再安排順道訪問台灣的行程，以建立雙方持續溝通交流的機會。



圖 18 參訪 ERDF 智慧電網技術展示室



圖 19 ERDF 說智慧電網之再生能源及自動化輸配電網概念



圖 20 智慧電表後續應用情境說明



圖 21 Marc Boillot 解說後與本團隊合影

三、7月22日

(一)實習行程

1. 地點：SAGEMCOM (巴黎郊區)

TBH 協會辦公室 (巴黎郊區)

ADEME 能源與環境署 (巴黎總部)

2. 交流議程摘要：

- SAGEMCOM
  - G3 PLC 技術介紹
  - ERDF G3 PLC Experiment
- TBH 協會
  - 智慧計量
  - 推動工作
- ADEME 能源與環境署
  - ADEME 簡介
  - 智慧電網相關計畫討論

(二)實習簡介

SAGEMCOM 向我們作公司業務簡報如圖 22 所示，其重點包含兩大點 G3 PLC 技術介紹及 SAGEMCOM 參與 ERDF 之 Linky 測試經驗說明，該公司參與法國 30 萬戶的採用 2 種晶片應用於法國 Linky 專案測試中，包含 TI 及 MAXIM 等 2 種晶片

在 G3 技術上的應用，經過交流我方也報告台灣低壓 1 萬戶經驗，在聽取我方報告後，雙方針對 PLC 的實務應用經驗深入技術交流(包含通訊傳輸率、組網、應用情境等);SAGEMCOM 表示推動智慧電表的過程資訊安全也很重要，未來推動時需要考量。

針對 AMI 的推動效益議題，SAGEMCOM 表示可針對 AMI 與配電自動化整合進行討論，如法國 Linky 經驗需整合配電資訊系統，以加速停電復電檢修時效，才較有實質效益，並且後續資訊安全問題，宜及早研擬相關策略，SAGEMCOM 也表示未來若有合作機會，該公司樂於提供相關合作機會。另外就本公司反應沒有相關標準議題，該公司表示在 IEEE 上應該有一些針對 AMI 組網的規範可以遵循參考。



圖 22 與 SAGEMCOM 討論現場

經駐法協助聯絡已取得 ADEME 專案補助的 TBH 組織，雖該組織規模不大，但也取得法國政府計畫補助執行，因此特別協同駐法單位一同訪問，該組織目前主要從事 Linky 未來應用推廣之民眾教育工作，並自 2014 年 10 月起為期 2.5 年，測試 3,200 戶之有 IHD 系統之用戶節電效果與無裝 IHD 用戶之節電效果差異分析，目前系統測試中。如圖 23 所示為 TBH 組織討論現場交流過程，其中也展示該公司提供用戶 IHD 的功能與服務。同時該組織也有發展一般傳統機械表透過光學計數器改良傳統機構電表做為過渡型電子表計，但這些設備可能無法較精準做為用戶計量(費)工具使用，且無法

提供後續應用功能，因此在執行面法國還是以 Linky 智慧電表專案為主要推動方向。

經交流該公司主要成員多為 ERDF 或 EDF 退休員工或長程與電力公司合作之伙伴組成，故瞭解 ERDF 及 ADEME 發展方向，因此透過組織協會方式進行提案申請取得該計畫，以促進 Linky 專案的推動。



圖 23 TBH 交流討論過程

ADEME 為法國能源與環境署，包含 1000 個員工、3 個直屬總部、26 個區域分部，主要負責法國能源議題之研究計畫整合委託研究工作，如圖 24 所示為國際公關主任 Dominique Campana 為我們說明 ADEME 組織及政府研究議題，包含電動車、再生能源、資源再利用及智慧電網等議題，而細部議題整理如圖 25 所示，含括海洋能、太陽光電、太陽熱能、混合能源、儲能、地熱能、生植能、軌導系統、智慧城市、智慧電力系充、電動車充電系統基礎建設等。

其運作模式主要由 EDF 或 ERDF 等公司單位提出研究主題需求，供 ADEME 協調整合相關研議議題，並公告辦法由廠商籌組團隊投標參與，經委員會評選後確認執行團隊，包含 TBH 組織 IHD 試驗計畫、EnR Pool 需量反應計畫、GreenLys 及 Smart Electric Lyon 等專案計畫等皆為 ADEME 補助範圍內。

如圖 26~27 所示為 ADEME 特別針對智慧電網部分相關計畫及規劃之法國經驗說明，ADEME 在 2015 年計畫預算約 5 億 9 千萬歐元，整體 2010~2020 年的投資計畫約 23 億歐元，包含能源效率、再生能源、資源再利用、空氣品質、噪音防制等議題。整體輸配電、能源傳輸、電網合約制度、電網建

設(智慧電表、儲能、電動車等)等高度資訊化電網的方向，皆列為智慧電網發展範疇，目前已有超過 100 個智慧電網專案在執行，包含 20 個技術展示或示範計畫在推動，為歐洲發展智慧電網最多元化的一個國家，法國將智慧電網列為未來新興產業發展之一。

如圖 28 所示為細部示範計畫內容依各區域之特點發展不同的智慧電網示範項目，如里昂已建置 20 萬戶之智慧電表專案(Linky)，所以在里昂推動的 GREENLYS 及 Smart Electric Lyon 皆以智慧電表為主，一個強調與電網整合議題，另一個強調與用戶整合議題，並建置相關示範展館以利推動說明。最後，如圖 29 所示我方亦禮貌性介紹我國電網概況，以利雙方經驗交流。

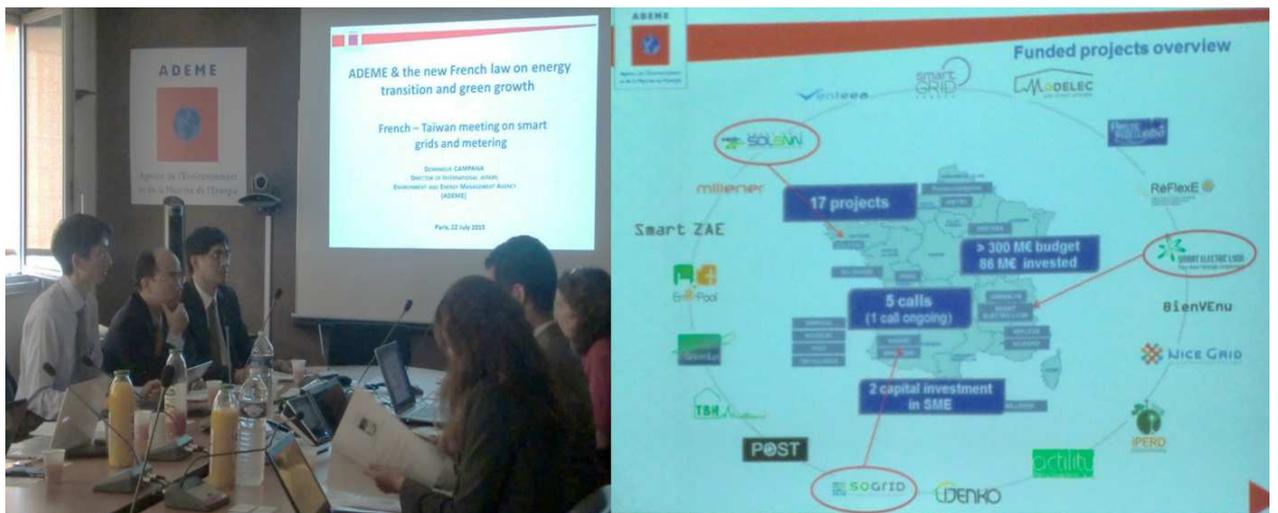


圖 24 ERDF Linky control center 討論現場實景

### Themes of roadmaps realized by ADEME by main programme

#### Sustainable production and renewable energy

- Renewable Marine energy
- Photovoltaic electricity
- Solar thermodynamic energy
- Hydrogen energy and fuel cells
- Energy storage systems
- Industrial Wind
- Geothermal energy
- Rail Systems
- Eco-designed products, processes and services
- Solar Thermal Energy
- Capture, transport, geological storage and re-use of CO<sub>2</sub>
- Waste collection, sorting, recycling and recovery

#### Agriculture, forests, soils and biomass

- Advanced biofuels
- R&D in plant chemistry
- Integrated management of soils, ground water and sediment

#### Sustainable cities, towns and territories

- Smart electricity systems
- Ships of the future
- Private vehicle – fuel combination
- Low GHG-emitting road vehicles
- Positive Energy and low carbon Buildings and building clusters
- Plug-in electric and hybrid vehicle charging infrastructure
- Mobility systems for passengers and freight
- Integrated approaches to logistics chains and personal mobility systems
- Challenges and prospects for efficient sustainable cities: climate, energy, environment

圖 25 ADEME 主要計畫發展方向整理



**ADEME - The French environment & energy management agency**

- A public Agency under the joint authority of the French Ministries for Ecology, Sustainable Development, Energy / Higher Education and Research
- **ADEME's Objective** : Be the point of reference and privileged partner for central and local authorities, professionals and the general public
- **Main fields of activity**: energy efficiency and renewable energy, waste management, soil conservation, air quality, noise abatement
- **Budget 2015**: 590 M€ for actions ; 2 300 M€ for the Investments for the future Programme (2010-2020)
- Around 1000 staff (3 headquarters and 26 regional branches in France)

**4 main modes of action:**

- ✓ **Acquiring knowledge and Developing innovations** (R&D and demonstration programs, roadmaps)
- ✓ **Providing expertise** (advising public authorities, Providing studies, tools & guides..., supporting decision making)
- ✓ **Convincing and mobilizing** (communication campaigns, advising citizens - notably through Energy information centers -, Informing and training professionals)
- ✓ **Financial support for project development** notably : renewable heat (221M€ in 2015), Waste and circular economy (188M€), polluted sites and brownfields (24M€)...

圖 26 ADEME 主要計畫發展方向整理

### Main characteristics of the French Smart Grids industry

**Smart grids**: the result of the convergence of electrical systems technologies with information and communications technologies

**Smart Grids make it possible to address different challenges such as:**

- Adapting electricity transmission and distribution grids to the energy transition, i.e. more renewable energy, more energy efficiency ;
- Implementing innovative grid management tools and ways to get more value from renewable electricity;
- Developing synergies between commercial offers for consumers and mechanisms to develop and exploit decentralized flexibility, thereby transforming the consumer into a "consum'actor";
- Resolving today's technological bottlenecks, for example energy storage or deployment of EV and the associated recharging infrastructure
- ...

**World leaders, SMEs and mid-cap companies specialized in all of Smart Grid technologies**: operators of electrical and telecommunications networks, equipment manufacturers, component producers, ICT companies...

**Over 100 Smart Grids projects** are ongoing in France and many projects are led at the international level

**R&D and innovation: over 20 demonstration projects** underway in the framework of the Investments for the Future program

**France ranks first in Europe** for investments in Smart Grids projects

Smart Grid is one of the strategic industrial priority of the "New industrial France" initiative

圖 27 ADEME 主要計畫發展方向整理



四、7月23日

(一)實習行程

1. 地點：ENERGY POOL(里昂)

ERDF GREENLYS 示範展館(里昂)

2. 交流議程摘要：

- ENERGY POOL
  - ENERGY POOL 示範計畫
- ERDF GREENLYS 示範展館
  - GREENLYS 示範計畫

(二)實習簡介

在巴黎訪問 ADEME 時已有簡單提到 ENERGY POOL 專案計畫，而接待我們是業務經理 Benoit Duret 如圖 30 所示，整體交流過程，由 ENERGY POOL 的 Benoit 先為我們簡報該組織與發展方向，如圖 31 所示為核心業務範疇，主要提供高壓用戶用電諮詢服務，如用電契約容量簽定、節電排程管理及相關顧問服務等。該公司主要與 EDF、ERDF 等電力公司之調度單位合作，爭取負載需量供調度員可調度之需量管理，其主要強項為負載管理演算法的規劃。因此，如圖 32、33 所示，該公司已將工商業大用戶需量反應(C&I Demand Response)做基本類型分析，探討相關類型公司可行效益及

彈性整理出調度彈性比較表，以利向用戶說明。

就實務應用面討論，ENERGY POOL 與施奈德技術合作，推動工商用戶節電服務，協助精算用戶節電策略及推動再生能源系統發展。該組織的推廣模式類似台灣的 ESCO 服務商的合作模式，但由於法國電價比台灣高，所以推動節電服務較具誘因，交流過後 Mr. Duret 表示如果台灣未來有要做需量反應相關議題，願意再洽工研院討論雙方後續交流事宜。



圖 30 ENERGY POOL 訪問現場

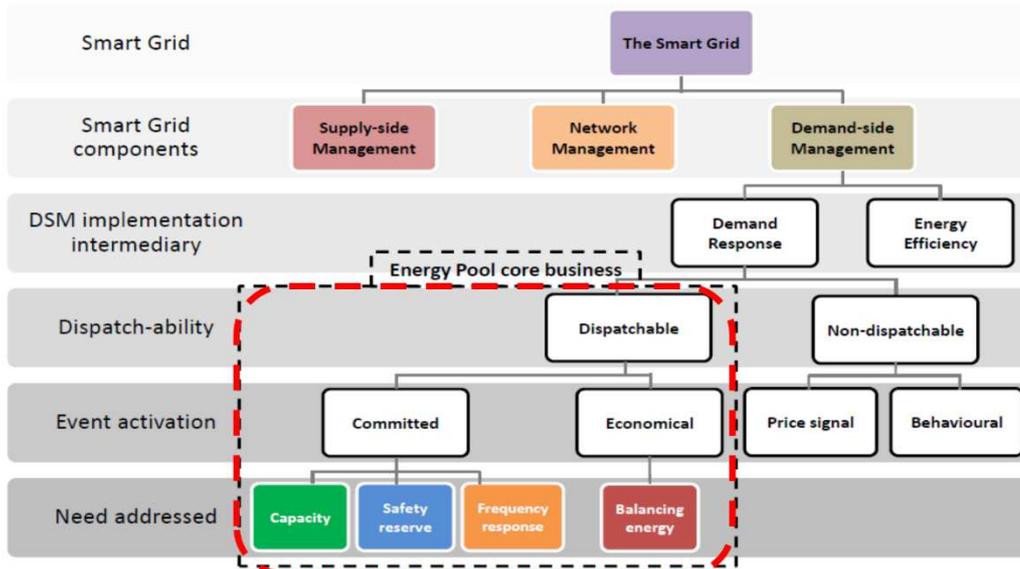


圖 31 ENERGY POOL 核心業務範疇

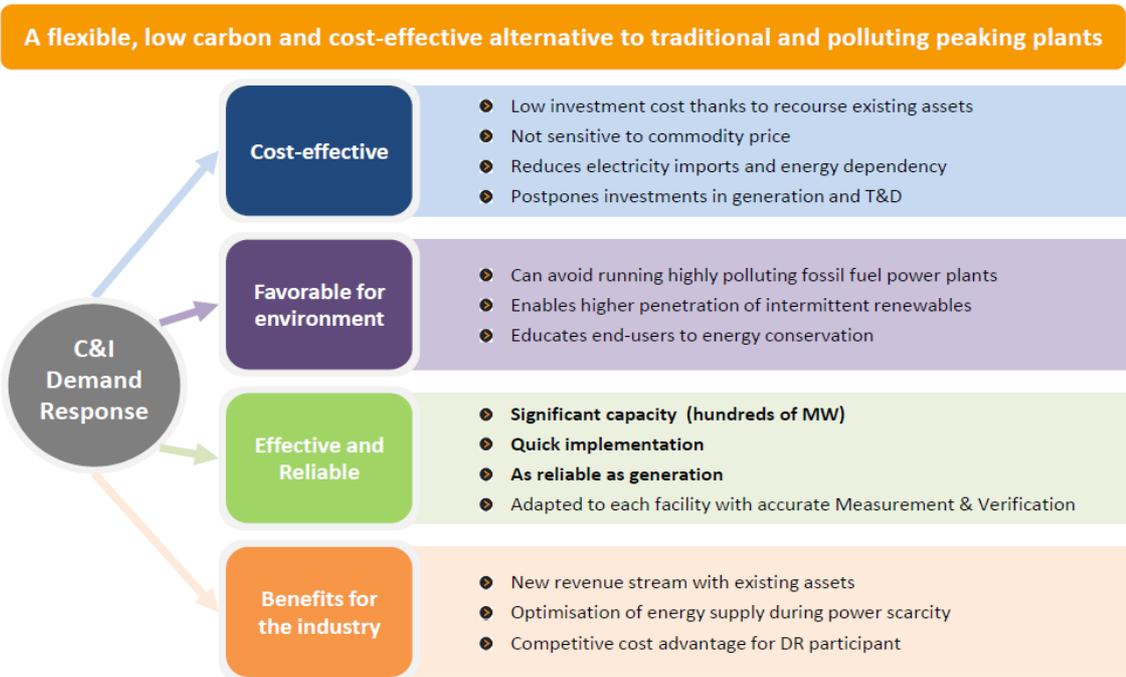


圖 32 ENERGY POOL 針對 C&I 用戶進行案例分析

## Benefits of C&I Demand Response for the electric system Comparison of Demand Response resources

	Industry 	Commercial / Buildings 	Residential 
Individual curtailment capacities	Large	Small	Very small
Speed of implementation	Fast	Medium	Slow to medium (Private vs. Meter roll-out)
MW acquisition cost	Low	Medium	High
Annual availability	8000 h/ year	1000-8000 h/year	Less than 1000 h/ year
End-user priority	Production schedule, orders	Customer service	Comfort, health
Curtable process complexity	High	Low	Low

© Energy Pool Développement SAS

圖 33 ENERGY POOL 針對不同用戶節電潛力進行分析

GREENLYS 的參訪行程排在週四下午第二個訪問點，雖然有點時間緊湊，但智慧電網專案經理 Paul Morel-Bury 先生還是細心的和我們討論 GREENLYS 在里昂的試驗計畫，如圖 34 所示為 GREENLYS 示範系統主要由 ERDF 主導，系統架構主要內容包含先進配電網路(操作與監控)、智慧電表建設、電動車充電、分散式電源、聚集型需量反應、新費率及負載管理研究等，主要參與團隊以 ERDF 為主，其他包含施奈德、GDF 電力供應商、當地通訊業者等、ALSTOM、ATOS 等；

另參與的研究機構包含 Grenoble Scientific university、CEA 等。自 2012~2016 年總投入 4 千 3 百萬歐元(不含智慧電表計畫)，由 ADEME 補助。目前研究重點包含用戶參與反應、聚集型需量反應、配電網路最佳化調度(加入再生能源研究)等。

如圖 35 所示為 Paul Morel-Bury 為我們寫說 GREENLYS 展示館之智慧電網宣導模型，其中主要介紹 Linky 加入後可加速智慧電網遠端斷復電的控制，並可透過後台系統整合二次變電所(MV-LV)自動化，以縮小停電區域的範圍，並加速派員搶修的時效性，其中也可以透過電價制度改善歐洲較明顯的雙尖峰負載特性問題(如圖 35 右下所示)。更深入了解後，發現由於 Linky 系統使用 G3 PLC 通訊，當斷電時並不會主動產生斷電告警，須至少一個停電用戶電話通報後，再由 Linky 系統去確認(PING)停電戶週遭電表是否斷電，方能確認停電區域。



圖 34 ERDF Linky control center 討論現場實景



圖 35 ERDF Linky control center 討論現場實景

五、7月24日

(一)實習行程

1. 地點：EDF SMART ELECTRIC LYON 展示室
2. 交流議程摘要：
  - SMART ELECTRIC LYON 示範計畫

(二)實習簡介

關於 SMART ELECTRIC LYON 示範計畫主要為 EDF 主導規劃，如圖 36 所示主要參與者包含 ERDF、Schneider、hager、Panasonic、PHILIPS、orange 等公司，EDF 主要和廠商合作的發想包含三個議題智慧城市、智慧電網、智慧家庭等，而廠商主要提供用戶節電解決方案(含智慧家庭能源管理系統、家庭自動化系統及物聯網…)，由 EDF 提供測試電價配套方案及用戶用電分析，以提高用戶參與誘因，規劃測試規模 2.5 萬戶進行家庭能源可視化服務，並採用分群試驗比較不同使用情境之節電量分析，EDF 用電分析將提供鄰近用電比較(在近端 1km 附近的鄰近 20 戶用電平均/基線比較)，測試期現在 2013 年到 2016 年，用戶可由帳單獲取歷史用電資訊，以更精確計算用電量及更即時瞭解自身用電資訊，可達自發性節電效益，未來全面推廣後更可提供用戶即時更多彈

性電價選擇方案。

目前在吸引用戶參加 Linky 專案項下之 Smart Electric Lyon 試驗計畫，故建置如圖 37-38 所示之智慧電網展示館，以利向民眾說明未來 Linky 專案完成後，可提供用戶的各種服務能源可視化服務、家庭自動化服務及用電保護機制設定等用戶端應用服務，EDF 協同廠商已將各種廠商可提供之服務，建立成技術展示牆以利向民眾說明，更可讓用戶親身體驗，未來 Linky 專案推動後，為民眾生活帶來的方便及好處，目的也是在於 EDF 或 ERDF 在意的用戶客訴率的降低，依目前官方數據指出目前客訴率小於 1%。

在交流過程就 Smart Electric Lyon 展示館中提供許多用戶增值服務的展現，提供廠商另一種造勢活動，廠商主要在於未來 Linky 專案推動後，民眾有大量的家庭自動化服務可以使用，可帶動智慧城市、智慧家庭及物聯網的概念落實，訪談的過程中我們也發現了一個 KNX 標準，KNX 為居家及建築控制的世界標準，該標準已發展多年主要在做大樓空調控制的歐洲標準，目前國際上已有許多家庭自動化標準採用這個標準為基礎下發展訂定的，包含 CENELEC 項下的 EN 50090 歐洲居家建築電子系統標準 (HBES)、CEN 項下的 EN

13321-1 - 歐洲建築自動化協定 (European Standard for Building Automation)、ISO / IEC 項下的 ISO/IEC 14543-3 - 居家建築電子系統標準(HES)、中國的 GB/Z 20965 - 中國居家建築控制系統標準、美國的 US Standard (ANSI/ASHRAE 135)等皆與 KNX 相關，表示智慧電表的推動需要預留一組與用戶家庭互通的介面，才能啟發後續衍生服務的可能性，如智慧電網、智慧家庭、智慧城市的基礎等。因此，如果要大規模推動需要電力公司、相關業者(廠商)、配套措施及相關準備整合皆需納入考量。

**partenaires**

**coordination**  
EDF

**investissements d'avenir**

**soutiens**

**Mon suivi électricité**

**25000 expérimentateurs**

- Etre informés sur sa consommation et son budget
- Situer sa consommation par rapport :
  - ✓ A une centaine d'habitations semblables à moins d'1km
  - ✓ Aux 20 habitations voisines les plus économes
- De bénéficier de conseils ciblés son profil et ses équipements

Smart Electric Lyon      COPYRIGHT EDF

30 mars 2014      10€      10€

圖 36 Smart Electric Lyon 相關參與廠商及試驗規劃



圖 37 Smart Electric Lyon 提供用戶家庭相關服務



圖 38 Smart Electric Lyon 展示館活動會場

## 伍、實習心得

- 一、法國電業雖已自由化，惟政府仍為 ERDF 公司最大股東(持股 95%)，但為確保該公司技術自主性，自行投入研發 AMI 及智慧電網相關技術，在 AMI 技術中，ERDF 公司也了解通訊技術是 AMI 所有技術項目中，最為重要的一個項目，所以該公司投入研發窄頻 PLC “G3” 通訊技術，並自行成立 “G3 Alliance ”，使其於布建 AMI 時，充分掌握通訊情況，不假手於通訊廠商。
- 二、ERDF 公司於布建及運轉 AMI 系統時，也明白 PLC 通訊技術深受環境、用戶用電習性及家庭電器特性影響，也深知電表、集中器互通性測試的重要性，故該公司自行建置了 AMI 通訊試驗場，實際進行環境測試及互通性功能整合測試，以使測試過之電表及集中器至現場即可組網通訊，降低通訊不良之機率。
- 三、目前法國推動 AMI 以自動讀表為主，將來 G3 取代 G1 主要原因係在增加頻寬，探尋更多服務與應用模式(如 EV、配電資訊整合等)。就能源局 1,000 戶 AMI 示範系統測試經驗也是 FCC BAND 的技術效果較佳，而依法國 G3 測試報告指出 FCC BAND 其頻寬較佳也符合台灣測試結果。
- 四、由於法國係自由化市場，在配電部分由 ERDF 公司寡占，ERDF 公司在主變電站大都自動化，惟二次變電站(MV-LV)僅 15% 自動化，其 SAIDI 約 40 分鐘，為協助判斷故障區間，並為提供用戶更準確之用電資訊，故進行全國低壓 AMI 布建。
- 五、經由這一次實習，充分了解到法國 ERDF 公司對智慧型電表基

礎建設 AMI 及智慧電網的重視，且該公司充分掌握相關技術，是值得本公司建置規劃智慧電網及 AMI 的參考。

## 陸、結論與建議

### 一、持續關注國際上 AMI 通訊技術選用情況，以作為我國後續遴選適合之通訊技術參考：

依 101 年美國實習、103 年義大利實習及 104 年法國實習之經驗，各國依其環境選擇主要之通訊技術，各通訊技術皆有技術聯盟在推動優化，台電公司應持續關注其結果，以便後續遴選出適合之通訊技術。

### 二、擴大 AMI 測試場域規模：

ERDF 為確保大規模建置之廠商供貨品質，廠商生產之電表交貨需進行抽測電表/集中器，故 ERDF 已於巴黎近郊建立 linky 測試實驗室，進行電表、集中器功能測試、環境測試及品質管控，除可測試廠商交付功能驗收外，更可對用戶安裝前的品質把關，以減少與用戶間不必要的計費紛爭。本公司雖已在綜合研究所樹林場區建置 AMI 測試場域，惟僅建置至電表端，倘本電公司經費足夠或政府研究機構願意投資，建議應擴大測試場域規模，且包含確認通訊技術穩定性及建物環境影響程度測試，以供實際布建之參考。

### 三、AMI 建置為長期建置工作，故可參考法國建置宣導展示館等，協助用戶更瞭解 AMI 的貢獻，並強化用戶的參與性的宣導，畢竟改變用戶用電習慣不容易，須要溝通與教育才可達成。