

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：考察)

法國都會區交通建設考察報告

服務機關：行政院經濟建設委員會

出國人員 職稱：簡任技正

姓名：蔡宗佑

出國地點：法國

出國期間：九十一年十月十九日至十月二十七日

報告日期：九十二年一月

H1 / 009105452

系統識別號:C09105452

公 務 出 國 報 告 提 要

頁數: 34 含附件: 否

報告名稱:

考察法國都會區交通建設

主辦機關:

行政院經濟建設委員會

聯絡人/電話:

/

出國人員:

蔡宗佑 行政院經濟建設委員會 都住處 簡任技正

出國類別: 考察

出國地區: 法國

出國期間: 民國 91 年 10 月 19 日 - 民國 91 年 10 月 26 日

報告日期: 民國 92 年 01 月 31 日

分類號/目: H1/交通建設 /

關鍵詞: 交通建設

內容摘要: 法國是世界捷運系統發展的先驅國家之一，巴黎第一條捷運通車迄今已超過百年，已興建捷運系統的法國大城市有九個，設置有軌或無軌電車運輸系統的城市則難已數計。這些交通運具多能融入當地環境，有助於都市景觀的改善與形象的提昇。藉由學習法國不同規模城市興建及營運大眾運輸系統的經驗，可作為國內後續推動都市捷運或輕軌系統建設之參考。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：考察)

法國都會區交通建設考察報告

服務機關：行政院經濟建設委員會

出國人員 職稱：簡任技正

姓名：蔡宗佑

出國地點：法國

出國期間：九十一年十月十九日至十月二十七日

報告日期：九十二年一月

目 錄

壹、考察目的	1
貳、考察行程	3
參、考察內容	5
一、法國都會區大眾運輸系統發展概況	5
二、法國大眾運輸系統管理組織	7
三、法國都市大眾運輸系統的財源籌措	8
四、法國都會區大眾運輸系統的營運狀況	10
五、TRANSLOHR 輪式輕軌電車	13
六、都市交通號誌安全技術	14
七、非接觸式驗票系統	15
八、快速行人輸送帶	15
九、法國都市交通系統發展經驗	16
十、都市大眾運輸系統自動化控制技術	19
十一、軌道系統零組件	19
十二、VAL 無人駕駛捷運系統	20
十三、IRISBUS 公司 CIVIS 系統	21
十四、里昂都會區大眾運輸系統	23
十五、魯昂都會區大眾運輸系統	25
十六、魯昂都會區大眾運輸系統之特許經營體系	26
十七、ALSTOM 公司 ALISS 地面供電系統	28
肆、考察心得與建議	30

壹、考察目的

法國在台協會經貿組根據第十屆中法雙邊工業合作會議之結論，經由法國交通部授權，邀請我國中央及地方交通主管機關以及工程主辦單位派員組團赴法國巴黎等地考察都會區交通建設，考察的目的在了解法國交通政策的策劃與執行，各類大眾運輸系統的特性與限制、技術演進與未來發展、以及營運管理技術等。同時藉著觀摩考察的機會與法國交通部官員、各交通設備的生產廠商、大眾運輸系統的營運商以及交通運輸管理委員會成員座談，作雙邊技術交流。

此次考察係由法國企業技術促進協會（UBIFRANCE）主辦。UBIFRANCE 係法國政府為促進國際間工業合作與貿易所籌組的非營利性財團法人機構，已成立五十餘年，受法國經濟、財政及工業部的監督，其成員包含三千多家法國民間企業，所涉及之領域包括交通、通訊、電腦、農業、食品、衛生等，資金來源為政府的補助及協會成員提供的贊助費。UBIFRANCE 與法國駐外單位合作，其運作方式包括：

邀請外國專業人員與決策者赴法訪問（一週），並與法國官方或專業廠商作技術交流（迄今已接待 35000 人次，其中台灣地區訪客約 3500 人）；

由外國政府推薦專家到法國，與相關技術人員就專業領域作深入研討。

◎在國外辦理專業研討會（1~2 日），介紹法國技術發展經驗，以接觸更多同領域的外國專業人士（2001 年即辦理 49 場次）。

經由駐外新聞代表處接待記者，提供法國科技最新發展資訊。

在外國設立專家俱樂部，持續提供資訊並作技術交流，同時瞭解各地市場需求（迄今已在全球各地成立 47 個俱樂部）。

◎協助法國企業與外國企業建立技術合作關係。

本次考察由 UBIFRANCE 基礎設施部經理 Sonia Morraglia 女士督導，由其助理 Christelle Ammann 女士負責安排行程。考察團成

員共十二人，分別來自各政府機關與民間機構，包括經建會都市及住宅發展處簡任技正蔡宗佑組長、交通部路政司劉孟翰技正、交通部高速鐵路工程局吳福祥副局長、許俊逸總工程司、王世典科長、高雄市政府捷運局鄭哲英副總工程司、台南市政府交通局魏文輝局長、中華顧問工程司林宏政副總經理、榮民工程公司歐來成副總經理、高雄捷運公司賴獻玉總經理、開發部郭世寧經理、以及大陸工程公司業務部的徐秋駿經理。因考察團成員的背景不同，每次座談時所關心的重點與提問內容也各異。正好讓團員能更周延的考慮問題，瞭解在促進民間投資交通建設的個案中，除了保障己方的權益外，對方會有哪些顧慮或考量，有哪些先決條件必須先取得共識，才能順利協商及執行合約。

法國是世界捷運系統發展的先驅國家之一，巴黎第一條捷運通車至今已超過百年，已興建捷運系統的法國大城市有九個，設置有軌或無軌電車運輸系統的城市則難已數計。這些交通運具多能融入當地環境，有助於都市景觀的改善與形象的提昇。藉由學習法國不同規模城市興建及營運大眾運輸系統的經驗，可作為國內後續推動都市捷運或輕軌系統建設之參考。

貳、考察行程

本次考察獲法國交通部陸地交通管理司亞太地區經理 Mr. Francois Bressy、法國在台協會經貿組洪佩晴專員、UBIFRANCE 基礎設施部經理 Sonia Morraglia 及助理 Christelle Ammann 協助安排，期間聽取法國政府交通部門、大眾運輸系統管理單位、特許營運公司及系統設備生產廠商的簡報，並實地參觀軌道系統營運相關設施，對法國都會區交通建設能有通盤性的瞭解，考察行程詳如下表：

日期	時間	參訪項目/單位	駐留城市
10/19 (六)	20:35	台北中正國際機場經香港轉赴法國	機上
10/20 (日)	06:30	抵達法國戴高樂機場	巴黎
10/21 (一)	上午 下午	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 拜會法國企業技術促進協會 (UBIFRANCE)，聽取業務簡報及考察行程安排，本局作台灣高鐵建設簡介 ◎ 法國的都市交通概況(法國交通部陸地交通管理司) ◎ TRANSLOHR 輪式有軌電車 (LOHR INDUSTRIE) ◎ 都市交通號誌系統安全技術 (CSEE TRANSPORT) ◎ 公共交通非接觸式驗票系統 (THALES E-TRANSACTIONS CGA S.A.) 現地參觀：快速行人輸送帶 (CNIM) 	巴黎

日期	時間	參訪項目/單位	駐留城市
10/22 (二)	上午 下午	<ul style="list-style-type: none"> ◎ SYSTRA公司業務簡介(SYSTRA) ◎ 法國都市交通系統開發經驗(SYSTRA) ◎ 現地參觀：巴黎14號線無人駕駛捷運 ◎ 都市交通自動化技術 (ALCATEL) ◎ CORUS RAIL公司業務簡介 ◎ VAL 無人駕駛捷運系統 (SIEMENS TRANSPORTATION SYSTEMS) 	轉赴里昂
10/23 (三)	上午 下午	<ul style="list-style-type: none"> ◎ IRISBUS公司業務介紹 (IRISBUS) ◎ CIVIS車輛介紹 (IRISBUS) ◎ 里昂都會區交通路網介紹 (SYTRAL) ◎ 現地參觀：里昂無軌電車路網 	返回巴黎
10/24 (四)	上午 下午	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 魯昂都會區公共交通路網介紹 (TCAR) ◎ 魯昂都會區公共交通特許營運體系介紹 (CONNEX) ◎ 現地參觀：魯昂都會區光導式電車路網 	巴黎
10/25 (五)		<ul style="list-style-type: none"> ◎ ALSTOM公司業務簡介 ◎ ALISS地面供電系統簡介 (ALSTOM) ◎ 總結會議 (UBIFRANCE) 	巴黎
10/26 (六)	14:00	自戴高樂機場啓程，經香港轉機返台	機上
10/27 (日)	10:30	返抵中正機場	

參、考察內容

一、法國都會區大眾運輸系統發展概況

法國位於歐洲中部，土地面積 54.9 萬平方公里，總人口 6100 萬，就業人口 1700 萬，其中 45% 從事商業或服務業，28% 在政府部門工作，工業 17%，建築業 6%，農業人口僅佔 4%。因為工商及服務業極為發達，約 75% 的人口聚居於都市。首都所在的大巴黎區（Ile-de-France）居民 1080 萬人，另加每年吸引的觀光客約 7000 萬人。因大巴黎區開發最早，人口密集且流動量大，大眾運輸系統所面臨的問題及其規劃管理也與其他地區不同。因此對法國都會區大眾運輸系統問題，得分「大巴黎地區」及「巴黎以外地區」來討論。

為解決都市交通問題，法國各都市很早即開始發展大眾運輸系統。最早的大眾運輸系統是公共馬車，再逐步演進為公車、有軌及無軌電車、以及捷運系統。巴黎位於賽納河畔，是法國首都也是歷史名城，自西元 987 年卡珮（Capet）王朝建都以來，歷經千餘年的建設發展，都市設計氣度恢弘，建築雄偉，園林瑰麗自不在話下。二次大戰期間，巴黎地區未受到重大破壞，戰後迅即成為歐洲政治、經濟與藝文活動重心。隨著國家經濟復甦與國民生活水準的提昇，自用車數量急驟增加，對大眾運輸系統的需求也曾一度萎縮。

自用車雖帶來個人行的便利，但同時在都市內帶來嚴重的交通與環境污染問題。1973 年世界石油危機發生後，法國政府體認到能源、環保與交通問題的嚴重性，除發展核能以減低對進口石油的依賴外，並積極推動大眾運輸系統建設，另藉各項補貼政策減輕公共交通業者的財務負擔，降低票價，以誘導居民回歸使用大眾運輸系統。據 1993 年的統計，法國各地的公共交通業者及其服務範圍如下：

	大巴黎地區	巴黎以外地區
服務區域的人口	1080 萬	2380 萬
營運中之公司數	85 家	182 家
營業車輛總數	14700 輛	12800 輛
員工數	61000 人	32000 人

各大都市除了公車與電車外，現有營運中的捷運及輕軌系統包括：

都市	軌道系統	路線數	路線總長	起始營運
Grenoble	LRT 系統	2 線	20.8 公里	1987.9
Lille	VAL 系統	2 線	29.0 公里	1983.5
Marseille	捷運系統	2 線	19.6 公里	1977.11
Nantes	LRT 系統	2 線	26.6 公里	1985.1
Rouen	LRT 系統	2 線	11.2 公里	1994.12
Strasbourg	LRT 系統	1 線	10 公里	1994.11
Toulouse	VAL 系統	1 線	9.7 公里	1993.6
Lyon	捷運系統	4 線	30 公里	2001.2
	LRT 系統	2 線	18.7 公里	
Paris	捷運系統	16 線	211 公里	1900
	快鐵	5 線	1397 公里	1969
	公車	1254 線	18218 公里	

此外最近即將營運的還有 Orleans 及 Montpellier 兩地的捷運系統。即將試車的新型運輸系統則有：Clermont-Ferrand 配備光導引系統的電車，Nancy 的單軌導引的輪式電車，以及 Mulhouse 的電車/鐵路銜接營運（tram-train）技術規劃。

二、法國大眾運輸系統管理組織

法國的行政組織從地方到中央可分為四個層級，即市鎮（commune）→省（department）→區域（region）→國家（the state）。各級政府對於大眾運輸系統的規劃、興建與營運各有不同的權限：

（一）市鎮（commune）：法國目前有 37000 個市鎮，是最小的行政機關，負責範圍如下：

- 界定大眾運輸系統服務的範圍
- 擬定大眾運輸系統服務的規範
- 與鄰近市鎮間大眾運輸計畫之規劃與執行

（二）省（department）：法國分為 100 個省，負責範圍如下：

- 界定非都市大眾運輸系統的服務範圍（含學校交通）
- 擬定非都市大眾運輸服務及學校交通服務的合約規範
- 省內主要交通運輸計畫之規劃與執行

（三）區域（region）：法國分為 22 個區域，負責範圍如下：

- 界定區域性鐵道及道路之服務範圍
- 擬定區域內鐵道及道路大眾運輸服務之合約規範
- 區域內主要大眾運輸計畫之規劃與執行

（四）國家（the state）：負責範圍如下：

- 擬定大眾運輸政策及執行
- 擔任國營公司（如巴黎大眾運輸管理局 RATP 與法國國家鐵路公司 SNCF）的託管人
- 規範都市及非都市大眾運輸系統的服務策略
- 界定並執行省級大眾運輸系統的財務補助策略
- 規範大眾運輸的安全標準並監督執行

- 擬定國家主要大眾運輸建設計畫
- 發展大眾運輸統計、分析、研究、評估及決策所需之工具
- 推廣大眾運輸相關事務之研究、實驗及創新
- 推動全國交通網絡的發展、整合及現代化

法國在 1982 年 12 月 30 日頒布國內運輸法 (Loi d' Orientation des Transports Interieurs, 簡稱 LOTI), 其重點在賦予各市鎮籌組都市交通管理委員會 (Urban Transport Authorities, 簡稱 UTAs), 管理與規劃大眾運輸系統的權利。UTAs 係由同一市鎮的民選代表組成, 或由鄰近幾個市鎮的民選代表合組而成, 獨立行使職權, 以辦理該地區大眾運輸系統的策劃、協調、管理與整合工作。

UTAs 的職責包括：

- 界定 UTA 所轄大眾運輸系統的服務範圍, 制定大眾運輸策略
- 核定大眾運輸計畫, 包括確定路線、選定營運者、營運技術規範、訂定費率、招標、與特許公司簽訂合約、制定補貼機制以及籌集資金等。
- 建造及管理公共工程基礎建設及交通運輸設施
- 制定大眾運輸規則, 並監督管理營運公司
- 發展與建立大眾運輸資訊系統與資料庫

三、法國都市大眾運輸系統的財源籌措

法國都市大眾運輸系統藉下列四種方式籌措財源：

(一) 票箱收入

票箱收入是大眾運輸系統的財源之一, 但不能也不應該承擔大眾運輸系統的全部成本, 否則票價過高將影響運量, 並造成自用車的增長、車道壅塞與環境

污染，反而失去發展大眾運輸系統的原意。因此法國大眾運輸系統的票箱收入只佔其營運成本的三分之一，而巴黎地區則在四成左右。

（二）企業主

法國認為大眾運輸系統便利員工準時上班提供勞務，所以企業主才是大眾運輸系統最大的獲益者，應作較多的貢獻。此一構想於 70 年代初期先在巴黎地區實施，現已遍及全法。凡位於 UTAs 所轄範圍內聘僱員工在九人以上的企業主，都須透過繳交通稅的方式資助大眾運輸系統，其繳納額在巴黎地區為其員工薪資總額的 2.5%，在居民 10 萬以下的城市則為 1.05%，在 10 萬至 2 萬之間的市鎮則為 0.5%；若為增建捷運系統，則短時間內稅率可增加 0.75%。這也是法國僱用員工在九人以下的小公司佔 92.7% 的原因。

（三）地方政府

在巴黎地區以外，因票箱收入及交通稅不足，地方政府可經抽取地方稅以投資大眾運輸系統的興建及營運。

（四）國家

中央政府為貫徹大眾運輸政策，支持大眾運輸系統的運作並更新既有路網，也有必要投資興建工程，但不投資其營運。中央政府將視計畫特性對新建交通建設作不同的補助，對輪式或軌道式電車系統（Tramways）最高可補助 35%（或每公里 450 萬歐元），對高架或地下式捷運系統則最高可補助 20%（或每公里 800 萬歐元）。另外針對居民 10 萬以上的都市，政府也鼓勵其提出都市機動力計畫（Urban Mobility Plan, PDU），包括減少自用車流量，延伸大眾運輸路線，促使道路作最有效的利用，開發停車設施及物流規劃等。

四、法國都會區大眾運輸系統的營運狀況

1. 大巴黎區 (Ile-de-France) 以外的地區

巴黎以外地區現有 230 個交通管理委員會 (UTAs)，可依各市鎮的財力、合作意願、組織嚴密性(加入與脫離的難易程度)等不同而有不同的組合型態。其中由單一市鎮的代表組成者佔 40%，由鄰近幾個城鎮的代表合組而成者佔 55%，其他組合型態 (mixed syndicates) 則佔 5%。大眾運輸系統的財源來自：票箱收入 23%，交通稅 47.3%，國家補助 4.2%，地方政府預算 18.5%，貸款 6.8%。至於支出部分則為路網營運支出佔 80%，長期投資佔 20%。

各地區大眾運輸系統中，只有 10% 是由 UTAs 自行營運，其餘 90% 均由 UTAs 透過招標、評選、簽訂特許合約的方式委託民間公司營運。UTAs 與營運公司的合約重點包括：營運路線、時程、費率及其調整機制、財務條件、以及 UTAs 與營運公司對乘客的承諾等。合約期間不得超過資產的回收期。營運公司每年須提出報告，內容包括公司財務、服務品質、公眾需求等供 UTAs 審查，UTAs 也須持續監督大眾運輸系統的服務品質。

特許合約依風險(營運成本超支、票箱收入不足)分攤的方式可概分為三大類，即管理合約 (management contract)、淨成本合約 (net cost contract) 與總成本合約 (gross cost contract)。所謂管理合約是指 UTAs 按約定金額付費給營運者，營運者只負責管理，不擔負營運成本超支或票箱收入不足的風險。而在總成本合約架構下，營運者雖不擔負營運成本超支風險，但須負擔票箱收入不足的風險。至於淨成本合約架構，則是營運者須同時擔負營運成本超支與票箱收入不足的風險。目前各地 UTAs 與營運公司簽訂的合約中，採管理合約者佔 33%，採淨成本合約者佔 25%，採總成本合約者佔 33%。因參與大眾運輸系統營運的技術門檻很高，必須瞭解市場需求、具備營運維修知識與技術、行銷、品質管理、財務能力、人力資源管理等，所以只有少數集團能參加競爭。在大巴黎以外地區，主要提供大眾運輸服務的營運公司為 KEOLIS(約佔 38%)，TRANSDEV(約佔 15%) 和 CONNEX(約佔 13%)，其他小公司佔 24%，由 UTAs 直接營運的佔 10%。

2.大巴黎區 (Ile-de-France)

大巴黎區是由 8 省、1281 個市鎮所組成的區域，面積 1.2 萬平方公里，提供 500 萬個就業機會。總人口 1080 萬，每天有 670 萬人以大眾運輸系統作為交通工具，其中 61% 在巴黎城內，其餘則往返於大巴黎區。本區域內計有 98 家大眾運輸系統營運公司，包括巴黎大眾運輸管理局 RATP（員工 4 萬，提供 75% 的交通服務）、法國國鐵 SNCF（在大巴黎區內員工 2 萬，提供 17% 的交通服務）與 96 家私營公司（員工 5 千，提供 8% 的交通服務）。

大巴黎區現有捷運（地鐵）16 線，路線總長 211 公里；電車 2 線，路線總長 20 公里；區域性快鐵 5 線，路線總長 1397 公里；公車 1254 線，路線總長 18218 公里；另對私人運具提供 10.75 萬個停車位。大巴黎區內所有的大眾運輸系統票務系統均已作整合，採分區計費，除有月票、年票、員工退費（約 50%）等優惠外，對年輕人及失業者也有特別的優待。

在大巴黎區相當於 UTAs 的交通管理單位是（Syndicat des Transports de Ile-de-France, 簡稱 STIF），由地方代表（1 區域、8 省、1281 市鎮）與中央政府代表（交通部、財政部、內政部）所組成。委員會成員 34 名，其中 17 位係政府代表。委員會由大巴黎區域代表擔任主席，下設路網整合、費率及投資三個小組，分擔專屬業務。STIF 的任務包括：協調並整合大巴黎區各型大眾運輸系統路線與營運，選擇特許營運公司，訂定費率，審定新建基礎建設計畫以更新交通路網，投資改善服務品質（利用交通違規罰款），並維持大眾運輸系統的財務平衡。

大巴黎區大眾運輸系統 2000 年的營運成本達 59.6 億歐元，員工薪資就佔了一半，對大眾運輸系統的固定投資約 10.4 億歐元，其中 30% 用於延伸路網，40% 用於更新既有路網設施，其餘 30% 則用於購置各式車輛及列車組。營運成本中 RATP 佔 61%，SNCF 佔 61%，其餘 96 家民營客運公司只佔 6%。營運資金的來源為：票箱收入 17.6 億歐元（佔 29.6%），企業主的交通稅 25.3 億歐元（42.4%），政府補助 16.7 億歐元（28%）。

STIF 也設法修訂與國有運輸系統營運者的合約內容，刪除不合理的免責條款（不論營運者是否盡力改善，到年終均彌平其帳面虧損）。營運者必須保證達到約定的運輸能量及服務水準；

STIF 則擬定營運服務的評估標準，依合約規定作補貼，並依營運績效提供營運者適度的獎勵。營運公司的收益來自票箱收入以及 STIF 的各項補貼，包括票價差額補貼、績效獎金（約為營收總額的 6%）、員工退休金補貼、以及獎勵金等。

STIF 也負責規劃大眾運輸系統的新建計畫。在 STIF 與中央政府及大巴黎區所簽訂的合約（Contrat de plan Etat-Region，2000-2006）中，已釐定大眾運輸系統投資計畫的優先順序。STIF 也在中央政府、區域、省、及巴黎附近各市鎮的協助下，擬定都市機動力計畫（Urban Mobility Plan, PDU），明確訂定 2000-2005 年間大巴黎區的機動力改進目標如下：

- * 降低小汽車的流量（巴黎市區內環地區減少 5%，外環地區減少 5%，大巴黎區減少 3%），
- * 增加大眾運輸系統的運量 2%，
- * 增加步行人口（步行上下學的學生增加 10%）
- * 增加自行車流量（2 倍）
- * 公共空間優先提供低能源消耗且低環境污染的運具使用
- * 整合規劃以提昇貨物的輸運能力（水運及鐵路貨運增加 3%）

2000 至 2006 年間，大巴黎區投資興建中的大眾運輸系統建設包括：

- * 建立環繞巴黎市區的電車路網（3.9 億歐元）
- * 興建區域性直線鐵路（8.8 億歐元）
- * 延伸捷運路線至郊區（6.2 億歐元）
- * 改善綜合運輸（intermodal）（以鐵路車輛搭載汽車、貨車及拖車）的場站設施（1.9 億歐元）
- * 改善區域間的聯繫路網（1.0 億歐元）

綜上所述，歷經百餘年的發展與應用，法國對大眾運輸系統的規劃、建設與營運深具經驗，且對大眾運輸系統生產、行車控制與營運技術仍不斷創新求進，這有賴於嚴謹的法律規範、財力資源、政府提供強烈的誘因、以及中央與地方各級立法與執政者作強有力的政策支持，方能有成。

以下謹依考察時程順序，就參訪所見各都市大眾運輸系統的實際運作，以及新開發的車輛、供電、導引、控制、驗票等各式大眾運輸系統設備作一簡要的報告。

五、TRANSLOHR 輪式輕軌電車

軌道運輸系統的運量高、行車噪音低、準點率高、乘坐舒適、服務品質良好，且能融入城市環境，將是未來都市大眾運輸系統發展的主流。軌道運輸系統可分為輪式及軌式，前者以膠輪（充氣或實心輪胎）承載及驅動車輛，爬坡度可達 13%，行車安靜；後者則以鋼輪/鋼軌接觸承載及驅動，爬坡度在 8% 以下，噪音較大，但運量較大，且行車軌跡固定，不致侵入其他運輸工具的使用空間，安全性高。

LOHR Industrie 公司成立已 40 年，是法國重要的車輛製造廠商。為求兼得輪式及軌式車輛的優點以提高大眾運具的品質，乃開發出以中央導軌導引車行方向的膠輪式輕軌車輛“TRANSLOHR”。導軌截面呈山字型，沿路線埋設；車輛的每一對輪軸前後方各有一組導輪，每組兩只導輪呈 V 字型排列，並與山字型導軌中央軌面保持接觸，以確保車輛沿導軌行進不致偏離，但大部分車輛負荷仍由膠輪承載，以降低導輪與導軌的磨耗與行車噪音。這項創新的導引方式曾在測試場上以嚴苛條件歷經 25 萬公里的行車測試，尚無脫軌的紀錄。TRANSLOHR 的設計特點如下：

- (1) 車輛採模組化設計，車體分為車頭（駕駛段）、車廂及關節段三種單元，可視客戶需要組合不同單元而成不同的車輛型式。車廂長度、寬度可依運量高低、道路寬度限制等作適度調整。車寬在 2.2~2.65 公尺之間，車廂長度則在 18~39 公尺之間，還可聯結數節車廂組成列車。車廂高 2.95 公尺，車門寬大（1.3 公尺），並採低底盤（25 公分）設計以方便殘障者輪椅或推車進出。
- (2) 車廂與車廂之間以關節段相連，車廂下方沒有車輪，僅在車頭與關節段下方各設一對輪軸，車輛迴轉半徑可縮小至 10.5 公尺，且不論組合後的車身長度為何，迴轉半徑都不改變。在直線路段雙線路權寬度僅需 5.31 公尺；車輛作 360 度迴轉時，雙線的路權寬度也僅需 6.7 公尺。
- (3) 車輛造型設計簡潔，功能與美觀兼具，車廂壽期達 30

年。座椅低乘坐舒適，車窗低可擴大乘客視野、便於清洗並降低營運成本，駕駛室設計符合人體工學，車廂內外裝潢顏色均可配合地方特色自由選擇。

- (4) 車上裝有集電弓與蓄電池，平時藉電車線供電行駛，在特殊景觀路段不便架設電車線時，可改用蓄電池供電驅動，可進一步減低噪音與視覺干擾。
- (5) 可以雙向運行(前後方均設有駕駛台)，不需要迴車道(拖上線)調頭行駛。
- (6) 以中央導軌引導，採低底盤設計，車廂採用複合材料，車輛重心低可避免翻覆。
- (7) 軸重 7 噸，採用膠輪承載及驅動，可減少軌道磨損及維護工作。膠輪接地壓力僅 6bar，在混凝土路面或草皮路面及皆可行駛。
- (8) 自 2000 年開發成功以來，現已獲歐洲四座城市採用，預計 2004 年可通車營運。

六、都市交通號誌安全技術

大眾運輸系統的基本條件是提供安全、準點、高品質的服務，以建立乘客的信心與滿意度，才能爭取市場、提高運量。CSEE Transport 公司藉革新量測訊號的傳輸方式，運用速度感測器(車內監視系統)，軌道感測器(改善行車間距控制)，車站間光纖/無線電傳輸、影像傳輸等技術，發展出先進的行車自動化管理系統 CBTC，不僅提高大眾運輸系統的安全性，降低軌道維護成本，縮短行車間距，有效提高交通流量與系統運能，並因而提昇大眾運輸系統的投資報酬率。CBCT 技術發展已達相當的水準，如採用 CBTC 技術可配合市場需求提高運輸系統的營運容量，延緩運輸系統的擴建時程。

大巴黎區 A 線快鐵於 1989 年採用 CBTC 技術後，營運量提高 20%。法國高鐵 TGV 採用本系統後，行車時速自 250 公里提昇至 270 公里。行車安全間距已逐步自 5 分鐘縮減為 3 分鐘，將來還可能縮減為 2 分鐘。南韓高鐵與法國地中海線高鐵也相繼採用本技術，西班牙高鐵則將在 2003 年採用，以提高車速至 350 公里/小時。在捷運方面亦可採用自動監控，目前歐洲共同體正在研擬有關捷運系統監控之標準規範，CSEE Transport 也積極參與該項規範訂定作業。

七、非接觸式驗票系統

大眾運輸系統的收費方式從人工收費發展到自動收費系統，票證材質從錢幣、紙張、磁卡、演進到晶片，以非接觸方式驗票收費（如台北的悠遊卡）。票證製作成本提高，但系統設置及維護費用卻逐漸降低。

非接觸式驗票已逐漸成為大眾運輸系統驗票方式的主流，票卡內植入晶片，驗票機相隔一段距離即可讀取資料、檢核計算、再輸入新資料，可大幅所短驗票及停靠站所需時間，因票證與驗票機並無接觸磨耗，遂降低系統設備的維護成本。此外晶片有儲值功能，票證加值後能持續使用，可避免廢票隨意拋棄，有效改善車站附近的環境衛生。

非接觸式驗票系統的票證需搭配自動售票機、售票櫃檯、餘額查詢及加值機、驗票閘門、手持驗票器（抽查用）使用。在系統規劃時須根據車站設計、各系統轉乘需求、費率種類及人民習性作整體性考量。

八、快速行人輸送帶

陸上大眾運輸系統除了鐵路、捷運、電車、公共汽車等大型運具外，還包括電梯、電扶梯及行人輸送帶等小型定置式運送設備。CNIM Constructions Industrielles 公司是法國電扶梯及行人輸送帶等運送設備的主要製造廠商，其產品遍及全法，並外銷歐洲、北美、北非及亞洲。一般行人輸送帶時速約 3 公里（秒速約 0.8 公尺，與步行速度相當），多鋪設在機場、車站、展覽會場、百貨公司、購物中心等室內空間，可

在短距離範圍內提高旅客或觀眾的移動速度，減輕行人拖曳行李的負擔，很少用作長距離的水平運送。但大都市內捷運路線常上下交錯，有時路線並不共站，或是相鄰的路線其站間距離較遠，旅客要步行一段時間才能轉乘，在上下班交通尖峰時刻尤為不便。若增設路線銜接，基於成本考量又不划算。CNIM 公司有鑑於此，經多年研究開發完成新一代的快速行人輸送帶“GATEWAY”，其水平移動時速最高可達 11 公里，目前試用階段則設定為 9 公里。

巴黎 Montparnasse 地鐵車站已裝設完成“GATEWAY”快速輸送帶，現正進行測試及驗收。考察團於 21 日傍晚到該車站參觀及試乘，快速輸送帶鋪設於兩個捷運車站之間，輸送距離全長 185 公尺，兩端入口處設有警告標誌，請使用者小心避免絆跌。輸送帶分為三段，中間為快速輸送段，秒速約 2.5 公尺，兩端各有一小段低速段以及約 5 公尺長的加、減速段，加、減速率為每秒平方 6 公尺，185 公尺的距離旅客一分多鐘即可通過，令人印象深刻。快速輸送帶設計的重點在加、減速度段，因廠商並未提供細部資料可供參考，僅能就觀察所見推測係藉由輸送帶面板上下交錯振動的方式，一小段一小段逐步調整立定在面板上行人或物體的水平移動速度，以達到加速或減速的目的。經多次來回搭乘，發覺老人、殘障人士或肩負重物的人搭乘快速輸送帶時較容易跌倒，輸送帶上也不可推擠或嬉戲，否則容易發生危險。快速輸送帶為捷運車站間及機場各航站間的旅客轉運，提供另一種選擇。

九、法國都市交通系統發展經驗

法國在二次大戰以前都市公共交通工具還是公共汽車與電車，只有巴黎有地下鐵（捷運）。二次大戰以後，隨著經濟與商業活動發展，小汽車逐漸增加，大眾運具使用者漸減，都市交通問題逐步浮現。電車路線也隨著拓寬道路增加車道而被拆除，只剩下巴黎、馬賽與里耳還有電車系統。1973 年以阿戰爭後發生石油危機，環保意識也逐漸抬頭，法國政府才回頭再重新發展大眾運輸系統建設。

法國目前人口超過 16 萬的城市已達 36 個，都市交通問題甚受重視。輕軌系統自 1985 年在 Nantes 開始興建，因其建造成本較低，施工時程較短，迅即受到各都市的青睞。輕軌系統也採用 1435 公厘標準軌距、每公尺 60 公斤重軌，與捷運不同的是其大部分路段都在地面，以專用路權或部分路段共用路權方式鋪設，高架橋與隧道少，故用地與建造費用較省，是唯一可藉票箱收入與營運成本平衡的軌道運輸系統，且有利於沿線的都市發展。Lille、Rouen、Orleans、Strasbourg 與巴黎等地在隨後十年間陸續展開輕軌系統興建。有的城市利用舊有或已廢棄的鐵路線佈設，有的則將存留的電車路線更新為輕軌路線。

輕軌系統設計趨向人性考量，採用低底盤車廂，專用路權，惟在交叉路口仍須與其他運具共用路權。輕軌系統最新的發展是導引式公車與地面第三軌供電技術，Bordeaux 將設置第一條地面第三軌供電的輕軌系統，預定 2003 年通車。

輕軌系統目的在解決都會中心的交通問題，不是作城際間的運輸。其要求重點不在於行車速度，而在其可靠性，而且須與其他運具銜接整合，才能提高運量。但由於共用路權，輕軌系統所需面對的問題並不少於捷運系統，政府在推動輕軌運輸系統時必須下定決心，盡力協調以消除民眾阻力，化解爭端。

在法國鐵路、捷運及輕軌系統發展過程中，SYSTRA 工程顧問公司一直扮演極重要的角色。SYSTRA 公司資本額 1560 萬歐元，其中法國國鐵 (SNCF) 與巴黎大眾運輸管理局 (RATP) 持股共 72%，其餘 28% 股權由 BNP Paribas 等八家銀行持有。員工 1300 人，2001 年營業額達 1.8 億歐元。SYSTRA 曾參與法國 Lyon、Lille、Toulouse、Rennes 等地捷運與 Orlyval 機場捷運建設，以及 Nantes、Rouen、Lille、Orleans、Bordeaux、巴黎等地輕軌系統的規劃建設。在國外方面 SYSTRA 曾協助墨西哥市 (墨西哥)、聖地牙哥 (智利)、開羅 (埃及)、廣州 (中國大陸)、卡拉卡斯 (委內瑞拉) 等地的捷運規劃建設，經驗豐富。SYSTRA 可提供的專業知識 (know-how) 包括：大眾運輸系統的功能界定、建設計畫對社會經濟層面的影響

評估、特許合約架構（法律及商務層面）、工程規劃、設計、計畫管理與管制、工程驗收與系統啓用準備、以及大眾運輸系統的營運管理等。

SYSTRA 公司現正研發鐵路/電車 (Train-Tram) 銜接營運技術，意即將現有的城際軌道運輸系統與都市內的捷運、輕軌或電車路線銜接，旅客不必換車轉乘，即可自鄰近城鎮直接抵達都市內各車站。因歐洲的軌道系統均採標準軌距，只要供電及號誌系統可相容，路線銜接不是太大的問題，重點在於各系統行車控制的整合以及營運調度的調整。SYSTRA 自 1995 年擬定此一構想，已完成相關問題研究與技術分析，即將步入實證階段。目前正對 Mulhouse、Strasbourg、Tours、Lyon、Geneva、Marseille、Nimes、Montpellier 及巴黎 Petite Ceinture 等地軌道運輸系統的銜接與整合作初步規劃研究。

離開 SYSTRA 公司後，考察團即轉往 Madeleine 車站參訪巴黎捷運 14 號線系統運轉、中央監控以及末端站調車實況。14 號線是新通車的路線，故充分運用最新的捷運技術。採全自動化行車控制，無人駕駛，各車站裝設月台門，車站各處及車廂內裝設多組監控設備（錄影保存一段時間，並可自中控室即時監看）以策安全。使用 ALSTOM 公司生產的 MP 89 型車輛，以 6 輛車廂編組，車長 90 公尺，寬 2.45 公尺，高 3.47 公尺，採 750V 第三軌直流供電，鋁合金車身，車廂每側有三扇滑動門，便利通勤旅客。整列車座位 144 個，立位 578 個。

14 號線車站設計均具特色，有的車站設置地下花園，以人為光線照射培育植栽，以緩和旅客在密閉空間轉乘的緊張氣氛。Chatelet 車站與 Gare de Lyon 車站為重要轉運站，可分別銜接八條或四條捷運與快鐵路線，站內走道四通八達。Mitterrand 車站是末端站，站內大廳通道裝潢富麗堂皇，以間接燈光投射照明，顯得高雅大方；轉乘大廳的階梯成扇形排列，可兼供藝術表演之用。14 號線中央監控室佈置柔和幽靜，舒適怡人，有點像劇院的舞台音響、燈光調控室，與其他行控中心的緊張氣氛大相逕庭。

十、都市大眾運輸系統自動化控制技術

因 22 日的參訪行程非常緊湊，當日下午各項簡報與討論時程都被壓縮。ALCATEL 公司僅有二十分鐘時間簡介法國大眾運輸系統的自動化控制技術。

國內大眾對 ALCATEL 公司的瞭解僅限於手機產品，其實該公司在運輸系統通信技術的發展有舉足輕重的地位。德國高鐵（ICE）即採用 SIEMENS 車廂與 ALCATEL 公司生產的自動化行車控制系統，可提高準點率，並縮短行車間距（Headway），並視不同季節、時段的需要增加行車班次，可提高系統營運容量。ALCATEL 公司現有員工 2200 名，年營業額達 5 億歐元，在鐵路號誌、通信方面的業務量每年增加約 15%，成長十分迅速。

十一、軌道系統零組件

CORUS RAIL 為法、英兩國廠商聯合投資之公司，生產鐵路及捷運系統所需之鋼軌、道岔、扣件等零組件，為軌道系統零組件市場佔有率最大的鋼鐵集團。CORUS RAIL 每年供應法國鋼軌 15 萬噸，佔法國市場 25%；另供應英國鋼軌 35 萬噸，年產量超過 50 萬噸。CORUS RAIL 對產品的檢驗標準很高，每 3 公尺長鋼軌的平直度誤差要求在 0.03 公厘以下，表面硬度則在 BHN380~400 之間，其生產技術已通過 ISO 的檢驗規定。中國大陸測試中的秦瀋線高速鐵路（秦皇島至瀋陽）即採用 CORUS RAIL 公司的產品作為測試軌。CORUS RAIL 仍不斷加強研發工作，現正研究在鋼軌表面以不銹鋼覆面，以利傳輸電子訊號，減低阻抗。另還進行多項研究，設法消滅鋼輪行駛在鋼軌上所產生的噪音。

十二、VAL 無人駕駛捷運系統

現代的大眾運輸系統都採用自動行車控制系統（ATC）以提高行車安全性及運輸功能，自動行車控制系統包括自動行車保護（ATP）、自動行車運轉（ATO）與自動行車監控（ATS）三項次系統。行車控制技術的演進可分為三代，VAL 中運量捷運系統屬於最新一代的產品，其行車、靠站、車門啓閉、行車故障排除與重新啓動等均由行控中心負責監控執行，車上不需設置任何乘務或機務人員。由 SIEMENS Transportation Systems 公司於 90 年代設計生產，是全世界最早開發成功的無人駕駛大眾運輸系統。

SIEMENS 是歐洲最大的商業集團，2001 年全球營業額達 870 億歐元，現有員工 48 萬人。在行車自動控制、運輸系統設計施工總包合約等方面均為世界翹楚。VAL 設計以兩節車廂為一組，可以聯掛，採中央集中調度的行車自動控制系統，配合月台門與各項監控設備，可提高行車與靠站之安全性、縮短行車間距（Headway）、靈活調度車輛、提高生產力、降低營運成本、並儘早回初期收投資。VAL 系統早於 1983 年即為法國 Lille 市所採用，目前該市搭乘 VAL 系統通勤者已達總交通量的 58.3%，年運量達 5000 萬人次，足見其安全性及服務品質已被市民普遍接受（台北市木柵線也採用 VAL 系統，以四車編組行車）。

與其他大眾運輸系統相比，VAL 系統的特性如下：

	捷	運電	車 V A L 系統
單向每小時運量	10,000~50,000 人	2,000~7,000 人	3,000~30,000 人
尖峰行車間距	2~4 分鐘	4~6 分鐘	1~2 分鐘
離峰行車間距	10 分鐘	23~30 分鐘	6 分鐘
營運時速	25~35 公里	10~20 公里	30~40 公里
生產力 (運量/員工數)	50,000~100,000	50,000~100,000	150~20,000
安全性 (車輛及站內)	偶而受軌道問題所影響，安全性高	常遭路上汽車、行人的干擾，安全性中等	藉月台門、監控器與旅客線上諮詢服務的幫助，安全性極高
系統與場站投資 (百萬歐元/公里)	60~120	15~40	30~60

目前採用 VAL 無人駕駛捷運系統的都市及其營運狀況如下表：

	使用狀態	路線長	車輛數	車站數	啓用
法國 Lille 市 1 線	營運中	13.2 公里	108	18	1983 年
法國 Lille 市 2 線	營運中	31.8 公里	178	43	1989 年
法國 Orly 機場線	營運中	7.2 公里	16	4	1991 年
美國芝加哥機場線	營運中	4.3 公里	13	6	1993 年
法國 Toulouse 市 A 線	營運中	12.5 公里	86	18	1993 年
台北木柵線	營運中	10.8 公里	102	12	1996 年
法國 Rennes 市	營運中	9.4 公里	32	15	2002 年
義大利 Turin 市	營運中	9.6 公里	92	15	2005 年
法國戴高樂機場 1 線	建造中	3.4 公里	14	5	2005 年
法國 Toulouse 市 B 線	建造中	16 公里	68	20	2007 年
法國戴高樂機場 2 線，3 線	洽商中	1.5 公里	14	5	2005 年

十三、IRISBUS 公司 CIVIS 系統

IRISBUS 公司(總部設在里昂)係由法國 RENAULT 集團與義大利 IVECO 集團合組的車輛製造廠商，也是 SIEMENS 公司之關係企業，員工 7800 人，資本額 3 億歐元，年營業額 13.6 億歐元。IRISBUS 公司每年生產約 9500 輛各型客車，在歐洲客車市場佔有率為 26%。2001 年銷售量為客車廂(coach)4025 輛(佔 43%)，小巴士及其衍生型車 1569 輛(佔 16%)，大客車 3923 輛(佔 41%)，合計 9517 輛。所有零組件均由 IRISBUS 公司自行研發、生產與銷售(但發電機與輪胎除外)。

IRISBUS 是個跨國性公司，為求生產與銷售相結合，IRISBUS 將其製造廠及銷售據點分散設置在西歐與中歐各

地。八家製造廠分別位於法國 Rorthais 與 Annonay、西班牙 Barcelona、義大利的 Modena 與 Valle Ufita、奧地利 Vysoke Myto、以及匈牙利的 Budapest 與 Szekesfehervar。銷售據點則分設在巴黎、里昂、馬德里、都林、布達佩斯、雅典、莫斯科、墨爾本、新澤西（美）、Aylesbury（英）等都市。十所研發中心分布於法國、義大利、西班牙、匈牙利、奧地利等國。因此員工包括上述各國籍人員，因員工文化背景不同，公司內部須不斷作協調與溝通，才能順利推展各型車輛設計、生產與行銷業務。IRISBUS 所生產的車型包括 CNG（天然氣）客車、藉路面標線以光線導引的 CIVIS 電車與未採光導設備的 CRISTALIS 客車。

CIVIS 系統是採用膠輪（MICHELIN）、電力驅動（ALSTOM）、光線導引（SIEMENS）、車廂以鉸接方式連結之低底盤車輛。駕駛台前方或上方裝設攝影機，可搜尋路面的標線而引導車輛循線前進。標線是用普通油漆沿路線或分段繪製，通常繪在進站路段以控制車輛停靠車站時之月台間隙（約 4 公分）。雖然可藉標線自動導引，但只要駕駛員觸及方向盤，即解除自動駕駛，所以駕駛員仍可隨時掌控行車方向。CIVIS 的另項特點是以電力驅動，電動馬達與減速齒輪箱同軸裝置在輪轂內（wheel motor），車身高度可降低，且行車運轉安靜。電力則可來自車頂的集電弓、電瓶組、柴油發電機、或是燃料電池；也可用兩種以上的電源組合，在不同路段採用適當的電源驅動，更進一步減輕噪音與廢氣污染。不過燃料電池仍在開發階段，目前巴黎、馬德里及義大利都林正在試用燃料電池驅動的 CIVIS 車輛，惟每 7000 公里即須更換燃料電池，還不具市場競爭力。

都會區大眾運輸系統中，採專用路權的高運量捷運系統每小時單向運量約為 15000~40000 人次，中運量捷運約為 5000~20000 人次，電車則為 3000~7000 人次。非專用路權的電車及大客車每小時單向運量則在 800~1500 人次之間。CIVIS 系統的路權則具有彈性，可彌補兩者間之缺口；路面標線也不影響其他運具的使用，故能兼有高運量及與其他運具相容的優點。

考察團在 IRISBUS 公司的環行試驗場觀察 CIVIS 車輛操控狀況，包括以集電弓供電、及以柴油引擎發電時的驅動狀態，也觀察在進出標線路段前後駕駛員的操控動作及行車狀態。路面的標線除引導車輛行進方向外，還能可控制橫方向的加速運動，因此乘坐舒適性也獲得改善。除光導系統外，車頂也裝有攝影機，駕駛員從嵌在儀表板上的螢幕即可觀察集電弓與電車線的接觸狀況。23 日下午考察團並搭乘 CIVIS 車輛沿里昂市區的公車路線（包括公車專用道及一般道路）試乘。里昂是法國中部大城，市區交通流量大，但並不顯得壅塞。各型大眾運具可共用路線及電車線，資源的運用甚具彈性。CIVIS 車上座椅數量不多，除大面積車窗、滑動車門外還有天窗，車內光線明亮，視野廣闊，車輛外觀及內裝都相當吸引人。據 IRISBUS 公司陪同人員稱，載客量每平方米 4~6 人，每輛車（兩節車廂）容量約 150 人。不過實地觀察似有誇大之嫌。

十四、里昂都會區大眾運輸系統

里昂（Lyon）位於法國中部 Saone 河與 Rhone 河的交會口，風景優美。里昂都會區面積 606 平方公里，包括 62 個市鎮，人口 132.5 萬。本區的行政管理分屬里昂市及羅內省（Rhone），各由民選議員所組成的議會監督。里昂都會區公共交通管理委員會有 20 個成員（含里昂市議員 10 位與羅內省議員 10 位），再從其中選出 8 位成員組成執行委員會（也是里昂市及羅內省各半）。交通管理委員會負責制定地鐵、公車、停車場等大眾運輸系統興建、營運相關政策，再開放競標，以簽訂特許合約方式委託民間公司經營。目前獲授權營運里昂都會區大眾運輸系統的是 SYTRAL 公司。SYTRAL 負責辦理里昂都會區大眾運輸系統的發展、營運規劃、融資、及投資管理等工作，內容包括車輛採購、捷運與電車路線的新建及延伸、以及輕軌系統的興建營運等。每次簽約授與的特許期為六年。

里昂都會區大眾運輸系統包括 4 條捷運（路線長 30 公里，成井字型相連接），2 條輕軌電車（總長 19 公里），2 條

纜車線，100 條公車及電車路線。另在市區外圍的九個路線端點設有 3600 個停車位，一張票兼顧乘車與停車（park-and-ride），以激勵旅客轉乘大眾運具進出市區。運具則包含 945 輛大客車、31 輛小型公車、15 輛殘障旅客用公車、87 輛電車、39 組輕軌電車及 184 輛捷運車廂。2001 年載客里程總數已達 5040 萬延人公里。各系統的市場佔有率為捷運 52%、公車 36%、輕軌 6% 與電車 6%。各系統載客里程數比率則為捷運 28%、公車 62%、輕軌 3%、電車 5%、其餘 2%。

里昂市早期推動大眾運輸建設時，也朝地下化方向規劃，現在觀念已改變，以人性為本位，以地面運輸服務為主，使大眾運輸系統能更普遍化、為大眾所接受。服務時間自清晨五時至午夜零時。建置這麼多大眾運輸系統的目的在提供更多的公共交通服務，同時減少私人運具之使用，以改善交通狀況，減輕污染。

里昂市現有兩條輕軌系統路線長 19 公里，沿途設 39 座車站，由 SYTRAL 負責規劃，僅四年即完工(二年規劃、二年施工)，於 2001 年 1 月通車，總經費 26 億法郎，約為捷運建設成本的三分之一。建造成本中 19.75 億法郎（76%）係 SYTRAL 提供，法國政府補助 4 億法郎，里昂都會區提供 2.15 億法郎，其餘 0.1 億法郎則由各市鎮提供。輕軌系統採用 ALSTOM 公司生產的 CITADIS 車輛，750V 直流供電，車寬 2.4 公尺，車高 3.3 公尺，採五節編組，全長 32 公尺，車廂地板高僅 35 公分，與月台同高，每側有 6 扇滑動門，上下方便。因里昂自古為絲綢業中心，ALSTOM 乃將車頭設計成蠶頭形狀，以凸顯其地方特色。為促使輕軌系統融入都市環境，SYTRAL 設計在軌道鋪設後，對共用道路的路段在軌條間與兩側鋪上面石，對其餘路段則種植草皮，因此輕軌路線所經之處，不僅交通便利，都市景觀也獲得明顯改善。

里昂都會區大眾運輸系統業已完成票證整合，使用持儲值型電子卡，刷卡後一小時內可自由轉乘捷運、輕軌、電車、公車或纜車五種運具，票務系統電腦會自動分帳處理，非常方便。都會區內的主要交通路線採用 IRISBUS 公司生產的

CRISTALIS 型電車，並計畫採購有光導系統的 CIVIS 型電車，以提高服務品質，並縮短發車間距。車輛由交通管理委員會購買，交特許營運公司使用。在特許合約中訂定服務品質要求及獎勵標準，若特許公司達成設定之營運目標，可獲得實質獎勵；若運量低於預期，也可獲得適度的補貼。

SYTRAL 公司計畫在 2002 至 2007 年間持續推動路網延伸及設備更新計畫，主要的工作包括：

- * 延伸三段輕軌路線，總經費 4.28 億歐元，預定 2005 年起陸續通車。
- * 延伸兩段捷運路線，總經費 2.16 億歐元。
- * 增設兩條電車線，採用 CRISTALIS 型電車，總經費 0.76 億歐元，預定 2006 年通車。
- * 在市區 500 座車站建置旅客資訊系統，顯示車輛預定到站時間。
- * 更新自動售票機，開發新票種。
- * 購買新車，包括 60 輛公車及 67 輛 CRISTALIS 型電車。

十五、魯昂都會區大眾運輸系統

魯昂 (Rouen) 都會區位於法國西北的諾曼第地區，在巴黎西方約 120 公里，面積 286 平方公里，包含 33 個市鎮，人口 39 萬，都會區跨越賽納河兩岸，北岸山丘環繞，是歷史古城也是文化中心，南岸則為工業區、碼頭及石化產品的煉製重地。魯昂雖是工業城，但層巒疊翠，溪流清澈見底，街道整潔，路邊停車有序，環境維護良好。魯昂最早的公共交通系統是公車，1994 年底輕軌系統啟用，之後才推動 TEOR (Transports Est- Orest de Rouen) 公車專用道計畫。

魯昂現有 2 條輕軌路線，大致呈南北走向，全長 15.1 公里，設 31 站 (包括 5 座地下車站)，現有車輛 28 組，最小行車間距為 3 分鐘。北岸大部分為隧道段 (約 1.7 公里)，過賽納河後分為兩線，均屬平面路段。系統自 1994 啟用。

TEOR 係從魯昂市中心到市郊間的專用路權公車路線，3 條線均呈東西走向，自 2001 年 2 月起陸續啓用。在 Mont Riboudet Avenue 設轉運中心，有 2 條 TEOR 線與 5 條公車線在此交會。轉運中心還設有可容 1000 輛汽車的室內停車場，以鼓勵居民搭乘大眾運具進出魯昂市區。2002 年底時 TEOR 路線長達 26 公里，並逐步以 IRISBUS 公司製造的 CIVIS 低底盤設計鉸接式車輛（兩節車廂相連結），以柴油機發電，以驅動車輪軸內的電動馬達（wheel motor）前進，行車安靜無聲。車前方還裝有光導系統，靠站時車廂與月台的間距很小，以方便旅客進出。

公車路網係補輕軌系統與 TEOR 專用路權之不足。魯昂地區共有 212 輛公車行駛 36 條路線，路線全長 487 公里，設 1606 站。公車中 48 輛係鉸接式公車，6 輛中型公車。自輕軌系統通車後，公車路線已作調整，另隨 TEOR 與 LISOR 的啓用，也曾再次調整以配合旅客轉運需求。LISOR 則係從魯昂市中心到南方的快速道路興建計畫，不僅提高行車速度，且能促成沿線四座市鎮的發展，更新市容。

十六、魯昂都會區大眾運輸系統之特許經營體系

魯昂都會區輕軌系統係由交通管理委員會與私營公司簽訂合約，以委託經營的方式辦理；交通管理委員會負招標、簽約及監督的責任。招商時競標的原則是：在相同的服務水準條件下，競標者計畫投資最多，要求政府補貼最少者得標。1994 年 SOMETRAR（The Greater Rouen Metro Company）公司獲得特許權興建二條輕軌系統路線，特許經營期 30 年，政府並將公車路線的營運權、車輛等營運設備一併折價委託其經營（即 Metrobus network 路網）。

簽約時政府將特許期間總成本的一半（含建設費用及預估 30 年之營運成本）給特許公司，並作運量保證。票價由交通管理委員會訂定，若營收超過預期，多出部分應與政府均分；若營收不足，則由政府酌予補貼。特許合約內根據旅客搭乘率、準點率、及車廂清潔等服務品質訂定適當獎勵標準，

同時也規定雙方風險分擔的範圍。交通管理委員會須擔負的風險包括：計畫變更、通貨膨脹與利率變動、法令變更、稅率（交通稅除外）變更、費率變更、運量（部分）、系統設備汰換更新等；特許公司負擔的風險則為：交通稅率、營運成本、定額建造成本（full fixed price for construction）、融資、技術及營運風險（包含運量、定額營運成本、公司預算、維修、旅客惡意破壞、罰款）等。

SOMETRAR 聘請計畫管理顧問 SMM 與技術顧問 SOCOTEC 協助推動輕軌系統建設，總經費約 31 億法郎，其融資部分由 PARIBAS 代表的銀行團協助（利息約 1.54 億法郎），設備供應與土建合約則委交 CEGELEC Consortium 辦理。CEGELEC Consortium 再將土建工程（約 12.64 億法郎）、軌道工程（約 2.5 億法郎）、機電設施（約 4.63 億法郎）與車輛（約 4.18 億法郎）分包給各承包商設計建造。系統營運部分則委由 TCAR 公司辦理。

TCAR 係 CONNEX 的子公司，自 1976 年起即參與魯昂的公共交通系統的營運。CONNEX 係歐洲客運服務集團，藉競標方式受託辦理世界各地大眾運輸系統的營運業務，本身並不投資興建新路線。CONNEX 公司四分之一的營業額係在法國，其餘都在國外。目前在英國、德國、西班牙、瑞典、奧地利及法國特許經營四十多條都會區捷運路線，也有興趣參與台灣運輸市場的經營。

TCAR 自始即參與魯昂 Metrobus network 運輸路網的整合規劃。從特許公司的持股數量可看出參與者在計畫各階段風險分擔能力的改變。在興建階段，建設集團、營運商與銀行團的持股分別為 60%、20% 與 20%；到興建末期與營運初始，三者間的持股為 42.5%、42.5% 與 15%；至正常營運時則再轉為 34%、56% 與 10%。

魯昂地區大眾運輸系統已完成票證整合，採用磁卡，各系統的票價一致。乘客上車後 1 小時內可自由轉乘任何運具，惟轉乘時須刷卡重作確認（依魯昂都會區範圍及交通狀況而言，任何地點均可在 1 小時內抵達）。因 TCAR 是私營公司作公眾運輸服務，必須用人精簡，財務管理嚴格才能創造

利潤。目前公司僱用 929 位員工（575 位駕駛及 143 位維修人員），負責營運 2 線輕軌，36 線公車，營運路線總長 502 公里，營運車輛 240 輛，每年稅前營業額已達 3.23 億法郎。自 1994 年通車營運以來，營運里程已增加 13.55%，載客量增加 51.41%，票箱收入增加 53.28%，績效相當顯著。且因運量超過預期，政府並未提供運量補貼。

CONNEX 公司評估世界各國大眾運輸系統營運已有委託民間經營的趨勢。全球大眾運輸系統每年營運額達 3000 億美金，目前只有 10% 係以授權方式委託經營，未來仍有極大的發展空間。由於投資參與大眾運輸系統營運所需的技術及財力門檻甚高，因此各大營運集團莫不卯足全力，以爭取這塊市場大餅。

十七、ALSTOM 公司 ALISS 地面供電系統

24 日傍晚原訂飛往法國西海岸的 La Rochelle，準備隔日參訪 ALSTOM 公司，並實地觀摩該公司新發展的 ALISS 地面供電系統。然因巴黎地區持續大雨，考察團自魯昂返回巴黎的路上塞車近五小時，趕到 Orly 機場時最後一趟班機已離場。ALSTOM 公司乃改派代表 GOLLOT 先生到巴黎來作業務介紹，遂錯失觀察捷運系統最新供電技術的機會。

ALSTOM 公司是全球最大的運輸及能源(輸配電)設備生產廠商，每年營業額 234 億歐元，僱用 70 個國家 11.8 萬員工。2001 年交通運輸設備（包括車輛、號誌、供電、行車控制、系統建置及維修服務）產值為 44 億歐元，佔其生產總額的 27%。產品遍及歐洲（64%）、美洲（18%）、亞洲（16%）及其他地區（2%）。ALSTOM 的鐵路車輛產值為世界第二，僅次於加拿大的龐巴迪集團。每年投入研發經費高達 5.75 億歐元，最近的成就是協助新加坡建設世界最長的全自動無人駕駛捷運系統，以及協助歐盟開發歐洲標準鐵路交通管理系統（ERTMS）。

ALSTOM 對捷運與輕軌系統研發著力甚深，已開發出車體、車門、車窗、轉向架（bogie）、門機、號誌、集電、行控

等多種標準型（模組化）零組件，只有車頭形狀須依個案從頭設計，因此可配合不同客戶的需要（例如運量、發車頻率、路權寬度、能源供應及回收、車輛外觀、內裝等）而組合成各式具有特色的產品。所生產車輛尺寸、內裝、外觀等具有相當大的調整空間，從下表可充分顯示 ALSTOM 公司軌道車輛規格的變化彈性：

特性	規格或尺寸範圍
列車編組	2 節至 9 節車廂編組
車體材料	不銹鋼、鋁合金
行車操控方式	有人駕駛、無人駕駛
車廂長度	16 公尺至 25 公尺
車廂寬度	2.6 公尺至 3.2 公尺
車廂地板高度	1.06 公尺至 1.20 公尺
載客量（6 節車廂）	1200 人至 1900 人
供電電壓	750V 直流，1500V 直流，3000V 直流
集電方式	集電弓供電、第三軌供電
車門數（單側）	2 至 5 扇
車門型式	滑動門、滑塞門（sliding plug）、推拉門
座位排列	直列、橫排、混合排列
電氣煞車型式	電阻式、再生式

以模組化組件組合生產車輛，不僅大幅縮短系統的開發時程，降低車輛購置及維修成本、而且各式零組件業經多年研發測試、系統成熟可靠、維修備品容易補充，必要時還可配合系統運量的成長，作小幅度改裝，在發車間距不能縮短的限制條件下，仍可有效提高運能。ALSTOM 除產製並銷售車輛外，也可應客戶需求提供維修管理或維修服務，以提高系統的可用率。

軌道車輛傳統上是以電車線透過集電弓供電，或在路線旁架設第三軌供電。架設電車線將影響都市景觀，採第三軌供電則有誤傷行人的顧慮。ALSTOM 為解決這問題，研發出 ALISS 地面第三軌供電技術，鋪設在地表面的第三軌平時並無電流通過以保護行人，當列車通過時才藉磁頭汲取電力，這會遇到區段式供電技術及防止下雨積水漏電兩大問題。據

ALSTOM 簡報人員稱在 La Rochelle 測試場的試驗結果，這兩項問題都已解決，未來將先裝設在 Bordeaux 市行駛。Bordeaux 位於法國西南，是著名的波爾多葡萄酒鄉。Bordeaux 輕軌系統路線總長 20 公里，其中 7 公里路段採用 ALISS 地面第三軌供電，預定 2003 年通車。

肆、考察心得與建議

- 一、本次考察係由法國政府及民間公司協助，短短五天獲安排拜訪及觀摩十九個單位並聽取簡報。期間雖因時間緊湊，部分議題未能充分溝通；或因天候因素，少數機構未能到訪，但整體而言由於事前規劃周詳，考察團成員遂能在短時間內對法國大眾運輸系統架構及運作、各式大眾運具及新交通技術得有通盤性的瞭解，對法國的工業實力也留下深刻印象，應已獲得相當的果效。
- 二、法國人口都市化非常明顯，巴黎、馬賽、里昂等大城都已有千百年的發展歷史，大眾運輸建設與都市發展齊頭並進。隨著技術的演進，各種型式的交通運輸系統沿著都市發展的軸線佈設，不斷更新替代。例如舊有電車的路權、電車線可供後來的輕軌系統使用，路線線型相近，用地與架線費用節省，有助於新系統的引進及財務平衡。
- 三、法國於 1982 年底頒布國內運輸法（LOTI），賦予各市鎮籌組交通管理委員會（UTAs），管理與規劃大眾運輸系統的權利。因有適當的法源基礎，交通管理委員會成員有當地的民意支持，能從整體利益考量，協商溝通以執行大眾運輸系統的規劃與監督，故能獲得各級政府組織與社會大眾的接納與尊重。此外交通管理委員會藉由特許合約將大眾運輸系統交由特許公司經營，授權經理人基於專業考量作正確的判斷及運用，才能充分發揮大眾運輸系統的功能。
- 四、在國內公共建設民營化的呼聲中，法國都市大眾運輸系統委託特許公司經營的方式值得參考。不過我國是由政府機關負責辦理招標、甄審、議約與簽約，並負責特許合約的執行監

督。每項民間參與公共建設案的特性與配合條件不同，發生的時空背景不一，主辦機關雖竭盡心智，力求公平周延，仍常遭到民意機關及競標者的質疑。如由具民意基礎的地方代表組成非營利機構，在專業幕僚的支援下主導並監督大眾運輸系統的規劃執行，或可減少爭議，加速地方公共建設的推動。

- 五、穩定的秩序是發展公共建設的必備條件。除了有形的資材、技術能力與金錢外，和諧穩定的社會秩序是國家最大的財富。萬貫家財須經長時間的積攢，大眾運輸系統是國家基礎建設，也需要參與的單位互信、包容，才能消除歧見，終砥於成。如果社會群體相互猜疑、彼此攻訐，則只有拆毀，不會有建造。歷經千餘年的持續建設與維護，才成就巴黎這座歷史名城，如果歷代君王只圖一己之名，不斷拆舊城、建新都，今天的巴黎可能像雅典或羅馬舊城一樣，只是一座廢墟。
- 六、法國對高速鐵路、傳統鐵路、捷運、輕軌各系統的規劃、設計、建造與營運都有耀眼的成績，軌道運輸系統的發展歷史久遠且遍及各大城市。各類產品的零組件早已標準化，可以較短的時間、較低的價格與更高的可靠度組合成新產品，以供應各地方的需求。憑藉其雄厚的工商業實力，法國有能力持續開發各種新技術、新系統，且因其發展較早，經驗豐富，產品的研發、製造與銷售據點四佈，已穩據歐洲軌道系統產品市場，現正與日本競逐亞洲市場。台灣的軌道運輸系統剛受重視，軌道工業產品市場小，產能也未建立，要發展國內軌道工業開創新局，還需作相當程度的努力。
- 七、國內台北、高雄等大都市的生活環境已逐漸接近國際水準，但城鄉之間仍有相當的差距。各國人民習性不同，選用新的運輸系統設備前須作審慎考量，最新的技術產品引進後不見得都適用。例如光導電車或輕軌系統，在國內大都市或作機場航站轉運都很合用，至於其他地區因都市道路維護及標線品質不易確保，可能難以發揮當初設計的功能。此外國內機車數量眾多，且常與汽車爭道行駛，在共用路權路段鋪設的軌道，對機車騎士將構成潛在的危險。
- 八、國內許多城市都計畫發展輕軌系統，以其能在較短時間完成

建設，及早發揮運輸功能。發展新型運輸系統以提供高品質的運輸服務，可改善都市交通問題，抑制私人運具的成長，減低能源消耗，減輕環境污染，當然是件好事，但須顧及輕軌系統的特性係解決都會區內的交通問題，不宜賦予太多的任務與寄望。與捷運系統相較，其路線短、車速慢、服務範圍較小，但班次密、採平面車道，旅客進出容易，可及性佳。輕軌路線不宜超越都市的範圍，輕軌的低成本與捷運的大運量長距離服務難能兼顧。

九、輕軌系統的技術發展趨勢：

- * 採用低底盤車廂，增加車門數量以便乘客快速出入。
- * 採大面積車窗，擴大乘客視野，減低壓迫感。
- * 路線與車站設計須與周邊環境融合，沿線盡量不設隔離，避免阻礙行人視界，以增加輕軌系統的親和力與可及性。
- * 須與其他運具的票證整合，並採用非接觸式驗票系統，縮短停車時間，提高乘客流動速度。
- * 採用全自動行車控制系統，提高系統安全性，縮短行車間距，且可依每日不同時段之運量需求調整發車頻率，避免空車行駛浪費資源，提高營運績效。
- * 採混合式能源供應，在都心地區改以電瓶驅動，避免架設電車線破壞都市景觀（但車輛購置及維護成本也跟著提高）。
- * 在都市外圍的路線端點站須增設停車位，以鼓勵郊區旅客利用及轉乘輕軌系統進入市區。