

(出國類別： 其他)

參加 EUROSAFE 2006 論壇及訪問 法國國家放射性廢棄物管理局報告

服務機關：行政院原子能委員會放射性物料管理局

姓名職稱：劉文忠薦任技正

派赴國家：法國

出國期間：95 年 11 月 10 日 至 95 年 11 月 17 日

報告日期：96 年 01 月 17 日

摘 要

放射性廢棄物之安全管理，一向為社會大眾所關心，放射性廢棄物之最終處置，更是民眾關注之焦點，亦為政府當前積極推動之重點工作。為加速推動放射性廢棄物最終處置，以徹底解決低放射性廢棄物問題，有必要參酌歐、美等先進國家的經驗，以期順利推展國內放射性廢棄物最終處置，並確保其安全。

EUROSAFE 論壇每年提出一個核能相關的重要課題，召開會議共同尋找可行的解決方案。今年 EUROSAFE 選定主題為「放射性廢棄物管理」，非常值得前往參加，俾益國內放射性廢棄物管理之推展。今年論壇在法國巴黎舉行，就近前往法國放射性廢棄物管理局(ANDRA)進行交流訪問，以了解核能先進國家最新之放射性廢棄物管理發展，期強化我國放射性廢棄物處置計畫，並提升相關安全審查能力。

論壇研討內容除介紹日本、德國、比利時等國之放射性廢棄物管理最新發展外，亦包括放射性廢棄物之政策法案、安全規則，以及處置場址調查研究，處置設施之設計、運轉、封閉、再取出，另亦探討處置場長期演變及安全評估。法國 2005 年完成高放射性廢棄物深地層處置調查研究報告，該報告綜合法國過去 10 年的調查研究結果，成功的提出法國高放射性廢棄物處置之設計概念，並做為法國 2006 年新放射性廢棄物法的立法基礎，亦完整回應 EUROSAFE 論壇所關切的放射性廢棄物管理問題，非常值得做為推展國內放射性廢棄物管理相關工作之參考。

目 次

摘要	1
一、 目的	3
二、 行程	6
三、 心得	10
四、 建議事項	42

一、目的：

我國從事原子能和平應用已有三十多年，廣泛應用於醫、農、工、學術研究及核能發電等領域，提昇國人生活品質。但一如其他工業，原子能和平應用，也帶來了放射性廢棄物問題。

放射性廢棄物之安全管理，一向為社會大眾所關心，其中有關放射性廢棄物之最終處置，更是民眾關注之焦點。為追求國家永續發展，加速推動放射性廢棄物最終處置，以徹底解決低放射性廢棄物問題，為政府當前積極推動之重點工作，亦有必要參酌歐、美、日等先進國家的作法，以確保國內放射性廢棄物最終處置工作順利推展及確保其安全。

EUROSAFE 是由歐洲核能國家發起，提供核能安全及輻射防護解決方案之平台，主要經由論壇 (Forum)、講壇 (Tribune) 及網站 (Website) 三種方式做為溝通管道以累積經驗及資源。目前共有英國、德國、法國、比利時、西班牙、瑞典及芬蘭等國家之核能及輻射防護機構共同管理，其最後之目的希望 EUROSAFE 能成為歐洲共同體的核能安全及輻射防護組織。

每年 EUROSAFE 論壇提出一個當時核能或輻射安全最重要的課題做為主題，定期於每年的 11 月在各主要參與國的城市召開會議，由來自世界各國的核能及輻射防護有關主管機關、研究機構、核能公司、地方政府及民間組織的代表開會討論，共同尋找可行的解決方案。EUROSAFE 公民權益維護者則將論壇之相關問題及解決方案提供關切團體表達意見，經由辯論方式讓解決方案更為成熟。EUROSAFE 網站則提供社會大眾有關論壇及講壇的資料，以及核能安全及輻射防

護領域的各項最新資訊，並回答 EUROSAF 相關的各項問題。

EUROSAFE 論壇始於 1999 年，由法國核能及輻射防護機構 (IRSN) 和德國核能安全機構 (GRS) 共同舉辦，其各次的研討主題如下：

1999: The first EUROSAFE Forum ;

2000: Nuclear safety in deregulated markets;

2001: Management of nuclear risks ;

2002: Towards convergence of technical safety practices in Europe ;

2003: Nuclear expertise and the challenge of EU enlargement ;

2004: Learning from experience - a cornerstone of nuclear safety;

2005: Safety improvements - Reasons, Strategies, Implementation;

2006: Radioactive waste management: Long term safety requirements and societal expectations.

放射性廢棄物管理為核能發電的重要一環，且因其處置需有長期安全考量，加上民眾的「不要在我家後院 (NIMBY)」效應，放射性廢棄物處置場的興建遠較核能電廠困難，因此今年 EUROSAFE 選定「放射性廢棄物管理 - 長期的安全要求及社會期望」做為主題，引起世界各國放射性廢棄物管理有關機構極大興趣；當然對國內放射性廢棄物最終處置之推展亦有值得參考之處。

法國放射性廢棄物管理局 (以下簡稱 ANDRA) 創於 1979 年，原為法國原子能委員會的下屬單位，後依法國 1991 年的放射性廢棄物管理法之規定，獨立為法國公有放射性廢棄物管理機構，主要負責法國

放射性廢棄物的處置相關作業。ANDRA 目前的業務包括 Manche 低放射性廢棄物處置場之監管、Aube 低放射性廢棄物處置場及極低放射性廢棄物處置場之營運、Meuse 高放射性廢棄物處置場址之調查研究等，具有長年豐富的放射性廢棄物處置經驗，非常值得放射性廢棄物處置相關國家參考學習。

原子能委員會放射性物料管理局把握今年 EUROSAFE 論壇選定「放射性廢棄物管理-長期的安全要求及社會期望」為主題機會，指派劉文忠技正出席與會；且論壇於法國巴黎舉行，可就近前往法國放射性廢棄物管理局(ANDRA)交流訪問，以了解放射性廢棄物之國際管理趨勢及安全要求，強化我國放射性廢棄物處置安全分析審查能力，確保我國放射性物料之處置發展及安全符合國際趨勢及要求。

二、行程

日期	行程	工作內容
11月10日	台北→巴黎	去程
11月11日	巴黎	去程
11月12日	巴黎	會議及訪問準備
11月13日	巴黎	EUROSAFE2006 論壇
11月14日	巴黎	EUROSAFE2006 論壇
11月15日	巴黎	訪問法國放射性廢棄物管理局
11月16日	台北→巴黎	回程
11月17日	台北	回程

EUROSAFE2006 論壇於 11 月 13、14 日假巴黎的 Dauphine 會議中心舉行，大會共有四百餘人參加，主要來自歐洲國家的核能安全管制單位、輻射防護機構、核能研究單位、核能電力公司、核能工業、地方政府等單位。法國及德國方面各有一百餘人參加，比較特別的是烏克蘭有二十餘人比蘇俄的十餘人為多，而美國僅有一人與會，東亞國家方面日本八人、韓國三人及台灣一人參加。日本原子力安全基盤機構(以下簡稱 JNES)成合英樹理事長為大會專題演講的邀請貴賓，介紹 JNES 及日本放射性廢棄物管理。會議休息期間個人曾與成合英樹理事長致意，主要感謝 JNES 協助原子能委員會(以下簡稱原能會)放射性物料管理局(以下簡稱物管局)對核一廠用過核子燃料乾式貯存設施安全審查，進行地震分析之確認分析。據成合英樹理事長表示今年曾到台灣訪問，並拜會歐陽主任委員，除表示將盡力協助地震分析，亦請代為轉達向歐陽主任委員問候之意。

論壇大會第一天，首先由今年負責主辦論壇會議之法國核能安全及輻射防護機構(Institut de Radiation Protection et Surete Nuclearire, 以下簡稱 IRSN)、德國核能安全機構(Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit, 以下簡稱 GRS)及比利時核能安全管制機構(Association Vincotte Nuclear, 以下簡稱 AVN)代表致歡迎詞後，進行專題演講及討論。另特別邀請法國國會議員 François Dosé 先生與會致詞，François Dosé 先生來自法國高放射性廢棄物處置場址 Muese 省之議員，大會主要藉此增加核能專業團體與設施所在地代表人士之互動。第二天會程分為核能安全、廢棄物管理、輻射防護及保防與保安四組進行研討，因四個主題同時進行，個人選擇參加與物管局業務相關之廢棄物管理之研討會。大會的專題演講、專題討論及研討會論文資料均公布論壇網站(<http://www.eurosafe-forum.org>)，讓有興趣的團體或個人下載，以下僅就個人參與部份之研討主題分述如下：

(一) 專題演講

1. JENS and activity in radioactive waste management.
2. Nuclear energy and the risks associated with resulting nuclear material.
3. Ways of ensuring short / long term safety.
4. Involving stakeholders in the decision making process: by informing or by letting them contribute?

(二) 專題討論

The nuclear industry and the principle of precaution: can a decision be made about a geological repository?

(三)研討會

1. Safety of direct disposal of spent fuel and of disposal of reprocessing waste.
2. Safety of geological disposal: developing a common regulatory view.
3. Needs and activities concerning the establishment of a thermodynamic reference database for HLW disposal in Germany.
4. Diffusion experiments at Mont Terri: overview and results.
5. Application of the newly developed 3D transport code r3t to selected field cases.
6. Time-dependent evolution of the excavation damaged zone in the argillaceous Tournemire site.
7. Development by AVN of review guidance for safety assessment of radioactive waste disposal.
8. NEA perspectives on timescales and criteria in post-closure safety of geological disposal.
9. Requirements and methods for comparing safety of sites for disposal of radioactive waste.
10. Focus on isolation and containment rather than on potential

hazards: an approach to regulatory compliance for the post-closure phase.

11 月 15 日前往法國放射性廢棄物管理局(以下簡稱 ANDRA)訪問，因本次行程事先安排時間較短，且該局在巴黎市郊交通並不十分便利，幸得物管局陳渙東局長賜助，惠請原能為駐經濟合作開發組織核能署(以下簡稱 NEA)的林耿民先生協助。個人早上 7:50 自住宿旅社出發搭乘地下鐵路到 NEA 總部附近，09:00 與林先生會合後，開車前往 ANDRA 已近 10:00。經 ANDRA 國際事務部經理 Tison 先生負責接待事宜，Tison 先生表示已參考先前雙方聯絡事項，準備有關簡報資料。簡報首先由 Tison 先生介紹 Management of radioactive waste in France: Organisation evolution since 1969，雙方在簡報過程中，對於問題的背景及義涵常加以深入探討，簡報結束時已近中午一點。Tison 先生在 ANDRA 附近簡餐招待後，繼續介紹 Planning law concerning the sustainable management of radioactive materials and waste，最後由個人簡報 Current status of nuclear safety and radwaste management in Taiwan 後已近四點。因時間關係 Tison 先生無法簡報法國高放射性廢棄物深地層處置研究，但亦提供有關報告資料做為參考。Tison 先生表示三十年前曾造訪台灣，希望有機會舊地重遊，個人亦表達誠摯歡迎之意後互道珍重再見。

三、心得：

本次參加 EUROSAFE 2006 論壇，另訪問法國國家放射性廢棄物管理局，主要是探討放射性廢棄物管理之發展趨勢及長期的安全要求。論壇研討內容包括政策法案、安全規則、處置場址調查研究、處置設施之設計、運轉、封閉、再取出，以及處置場長期安全考量及評估等。本報告心得除說明日本、德國、比利時現行的放射性廢棄物管理外，特別加強介紹法國在此方面的進展及成果。因為法國在 2005 年完成高放射性廢棄物深地層處置研究報告，該報告綜合法國過去 10 年的調查研究結果，並做為法國 2006 年放射性廢棄物法的立法基礎，且可做為回應 EUROSAFE 2006 論壇所關切問題的解答，亦值得與國內放射性廢棄物處置作業之參考。

(一)日本 JNES 和放射性廢棄物管理

日本 JNES 如同法國 IRSN 及德國 GRS，扮演國家核能安全主管機關的技術支援機構(Technical Support Organization，以下簡稱 TSO)，論壇特邀請 JNES 的成合英樹理事長，介紹 JNES 和日本的放射性廢棄物管理。

JNES 創立於 2003 年 10 月，提供日本經濟產業省核能安全保安院(Nuclear and Industry Safety Agency，以下簡稱 NISA)專業的知識、訊息以及技術服務或建議。JNES 人員約有 450 位，而年度預算大約 286 億日元(80 億台幣)。JNES 主要的任務為核設施檢查、核設施的安全分析和評估、核能設施之緊急應變、核設施安全規範之研訂、及其相關之調查、測試、研究，另亦負責核能安全訊息的收集、

分析等。放射性廢棄物設施亦為核設施之一部份，自然也是 JNES 的重要工作。

日本為一個能源缺乏國家，為求提高國家的能源自主性，目前運轉中的核能發電機組計有 55 部(23 PWRs/32BWRs)，興建中的有 3 部機組 (1PWR/1BWR/1FBR) 及計劃興建的有 11 部機組 (2 PWRs/9BWRs)。日本的用過核子燃料再處理政策明確，即是要有效利用用過核子燃料中的鈾、鈾和其他材料。日本原燃株式會社(Japan Nuclear Fuel Limited, 以下簡稱 JNFL)在青森縣六個所村，準備於 2007 年完成一座貯存量為含 3000 公噸鈾的用過核子燃料貯存設施，並興建一座再處理工廠，其處理量每年 800 公噸鈾，採用法國 La Hague 再處理廠的 UP3 技術。該再處理廠可以處理 40 座百萬千瓦級核能電廠所產生的用過核子燃料產量，約為日本目前產量的 80%。

日本的放射性廢棄物的分類，主要分為低強度和高強度放射性廢棄物二種。低放射性廢棄物依照廢棄物的組成，或依其所含放射性核種的半化期和活度高低，採用不同深度的地層掩埋處置方式。低活度或半化期較短的放射性廢棄物採地表混凝土坑處置。JNFL 在六個所村興建的低放射性廢棄物處置場已從 1992 年開始運轉，接收來自核能電廠的廢棄物，圖 1 為日本六個所村的淺地層低放射性廢棄物處置場。再處理或核子燃料製造所產生的廢棄物，包括長半化期的超鈾元素廢棄物，或活度較高的反應器核心組件等。這類廢棄物將採中深度地層處置，JNFL 於 2006 年 9 月完成六個所村的中深度處置場場址的研究調查工作，這個調查歷經三年半，除了地表的探測外，亦於地下建構大型試驗坑道。研究調查結果顯示，該地層並無處置設施興建

的不利條件。

日本於 2000 年公布「特定放射性廢棄物最終處分法律」，高放射性廢棄物的深地層處置設施必需設在 300 m 以下的穩定地層中。而根據該法，原子力發電環境整備機構((Nuclear Waste Management Organization of Japan, 以下簡稱 NUMO)，為負責執行高放射性廢棄物深地層處置的單位。NUMO 預計處置場的深度為 300 m，處置容量為 40,000 罐，場址調查期為 25 年，預計於 2025 年提出建造申請，2035 年開始運轉為期 50 年，處置場的封閉期為 10 年，圖 2 為日本高放射性廢棄物深地層處置場概念圖。2002 年 12 月起 NUMO 向全國各市鄉鎮公開招募可提供深埋高放射性廢棄物的最終處置調查場地。雖有一些地方表明興趣，但尚未有任何一個地方正式提出申請。

JNES 做為 NISA 的 TSO，負責提出處置場址調查導則，審核調查技術標準及結果，並且支援 NISA 的處置設施申請的安全審查及未來處置設施的安全檢查工作。



圖 1 日本六個所村的淺地層低放射性廢棄物處置場

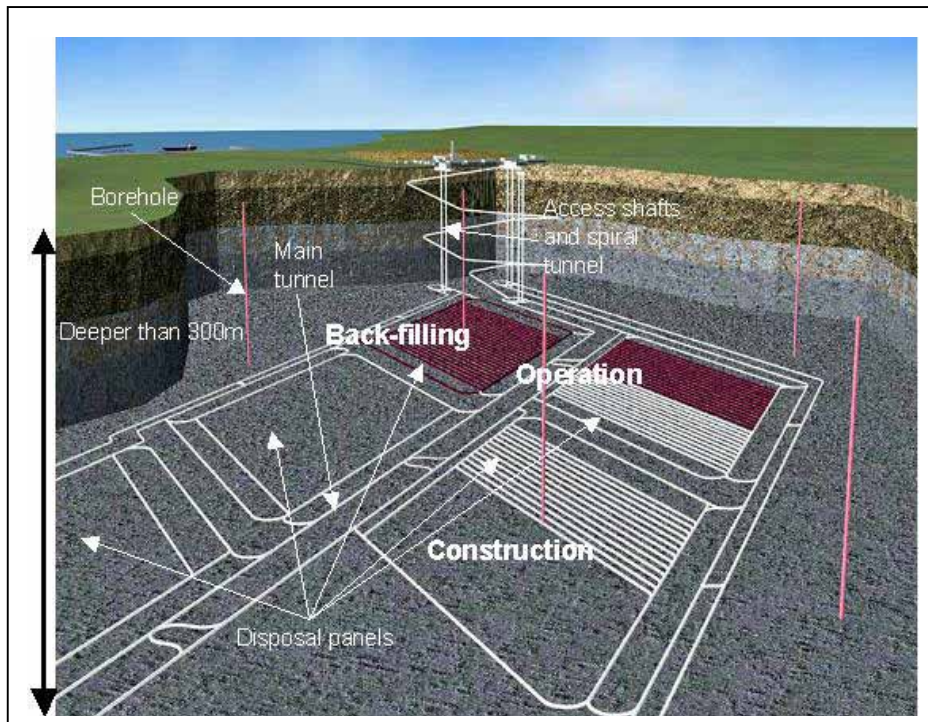


圖 2 日本高放射性廢棄物深地層處置場概念圖

(二) 德國放射性廢棄物管理

德國放射性廢棄物分類，主要是依據國際原子能總署(以下簡稱 IAEA)建議，分成低、中及高活度放射性廢棄物，取決於所含放射性核種半化期的長短。但對於最後的處置，德國考量以放射性廢棄物產生熱量的大小進一步加以區別。

在過去 6 年中，德國的政治情勢變化對放射性廢棄物管理政策產生很大的影響。德國政府在 2001 年 6 月發布電力產業使用核能的基本文件。根據該份文件，德國聯邦政府和核能電力公司達成共識，同意核能發電廠的使用平均年限為 32 年，並納入在 2002 年 4 月修訂的原子能法正式生效實施。2005 年 9 月的聯邦選舉後，新政府決定繼續逐步減少核能的政策，但認為放射性廢棄物的安全處置是國家

責任，將在本屆議員任期內即在 2009 年以前，確定射性廢棄物處置進程有關的重大決策。

依照德國政府現有的政策，用過核子燃料將不進行再處理，而逕採直接深地層處置。在 2005 年 7 月以後，核能電力公司申請用過核子燃料送往再處理案遭到禁止；只有已送往法、英國再處理所產生的高強度放射性廢棄物可以運回。德國目前可說是完全放棄用過核子燃料的再處理策略，且儘量減少用過核子燃料有關的運送作業。核能電力公司已準備在核能電廠或其附近地區，興建用過核子燃料的乾式貯存設施。

德國早期在 60 年代時，聯邦政府政策決定放射性廢棄物的處置由國家負責，無論何種放射性的廢棄物，均在國內進行深地層處置，而且規定處置的放射性廢棄物，必須是固體或需加以固化。為符合此一決策，聯邦政府並不考慮建造地表處置場，於是在 2002 年 5 月，政府批准興建 Konrad 坑道式處置場的申請，用以處置低熱量的放射性廢棄物，但目前仍因受法律訴訟問題影響，而耽誤其正式運轉，圖 3 為德國坑道式低放射性廢棄物處置場。德國聯邦政府於 1998 年提出高放射性廢棄物處置概念，並預計在 2030 年完成深地層處置場的建造。聯邦政府選定 Gorleben 地區鹽窖做為場址調查區域，2000 年因處置概念及安全問題有待進一步釐清，而暫停調查計畫 3 至 10 年，圖 4 為德國鹽岩高放射性廢棄物處置場。德國 GRS 積極參與深地層處置之研究發展，本次 EUROSAFE 論壇特別介紹其發展中的三維地下水流及地化模式 (Application of the newly developed 3D transport code r3t to selected field cases. /Needs and activities concerning the establishment of a thermodynamic reference database

for HLW disposal in Germany.) °

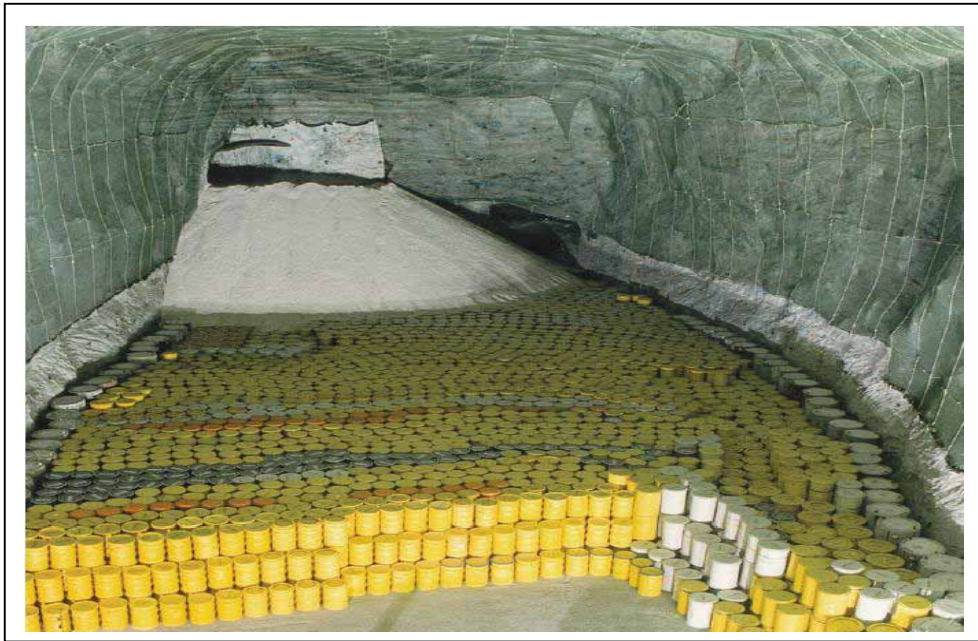


圖 3 德國坑道式低放射性廢棄物處置場

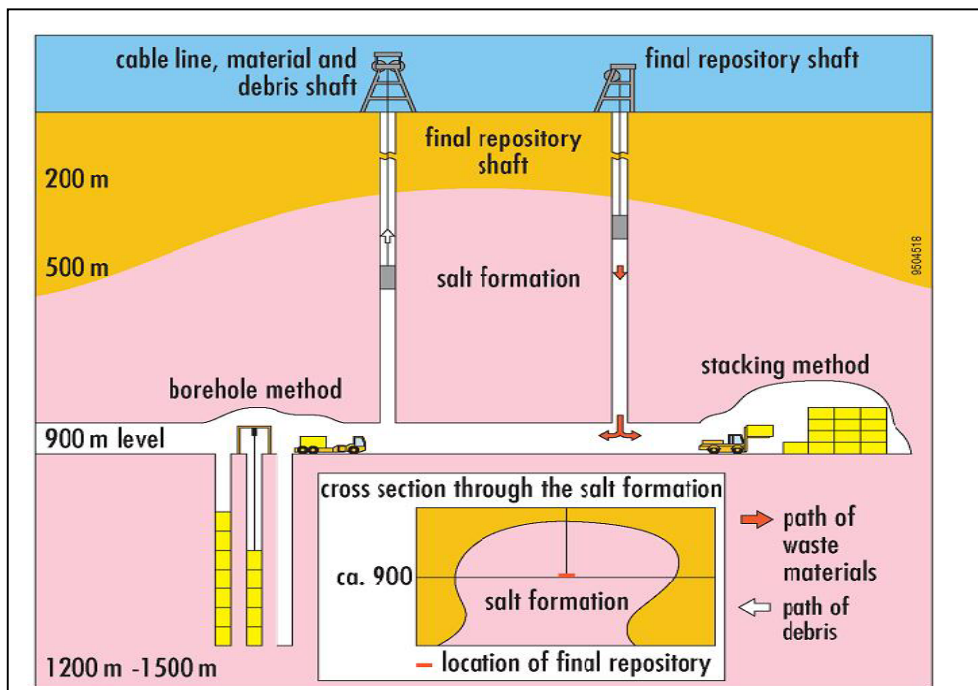


圖 4 德國鹽岩高放射性廢棄物處置場設計概念

(三) 比利時放射性廢棄物管理

比利時的放射性廢棄物分類以處理、貯存為考量時，區分為低、中及高三種。低強度放射性廢棄物為表面輻射劑量率每小時低於 5mSv 者，中強度放射性廢棄物為表面輻射劑量率每小時介於 5mSv 至 2Sv 者，高強度放射性廢棄物為表面輻射劑量率每小時大於 2Sv 產生熱能者。低、中強度放射性廢棄物儘可能先以焚化、壓縮予以減容處理，再以水泥或瀝青加以固化，高放射性廢棄物則採玻璃固化。這些廢棄物目前貯放位於 Mol-Dessel 地區的 Belgoprocess 公司貯存場等待最終處置。

比利時放射性廢棄物分類以處置為考量時，則分為 A、B 及 C 三類，取決於所含放射性核種的強度和半化期。A 類為低、中強度且半化期小於 30 年之放射性廢棄物，可採地表處置之方式。B 類為低、中強度，但半化期大於 30 年之放射性廢棄物，且產生之熱能小於 20 W/m³ 者。C 類為高強度及半化期大於 30 年之放射性廢棄物，且產生之熱能大於 20 W/m³ 以上者。B、C 兩類放射性廢棄物將採深地層處置。

比利時的 ONDRAF 公司為放射性廢棄物專責機構。2006 年 5 月 ONDRAF 提出在 Dessel 地區興建 A 類放射性廢棄物處置場之建議報告已獲得政府的同意，圖 5 為比利時低放射性廢棄物處置設計概念。比利時之安全主管機關 AVN，在本屆 EUROSAFE 論壇介紹 A 類放射性廢棄物處置場安全審查導則(Development by AVN of review guidance for safety assessment of radioactive waste disposal.)，該導則仍在發展中，主要是參考美國核管會之 NUREG-1200(Standard Review Plan for the review of a licence application for a Low-Level

Radioactive Waste Disposal Facility)進行修訂。

比利時高放射性廢棄物深地層處置研究起步很早，已在 MOL 的比利時核能研究中心(SCK)持續進行了 25 年之久，用以確定能否在軟黏土地層處置 B、C 兩類放射性廢棄物。但由於 MOL 地區的黏土層的可塑性高，較不適合地下處置設施之開挖及施工，因此在深地層處置上並無太大進展。

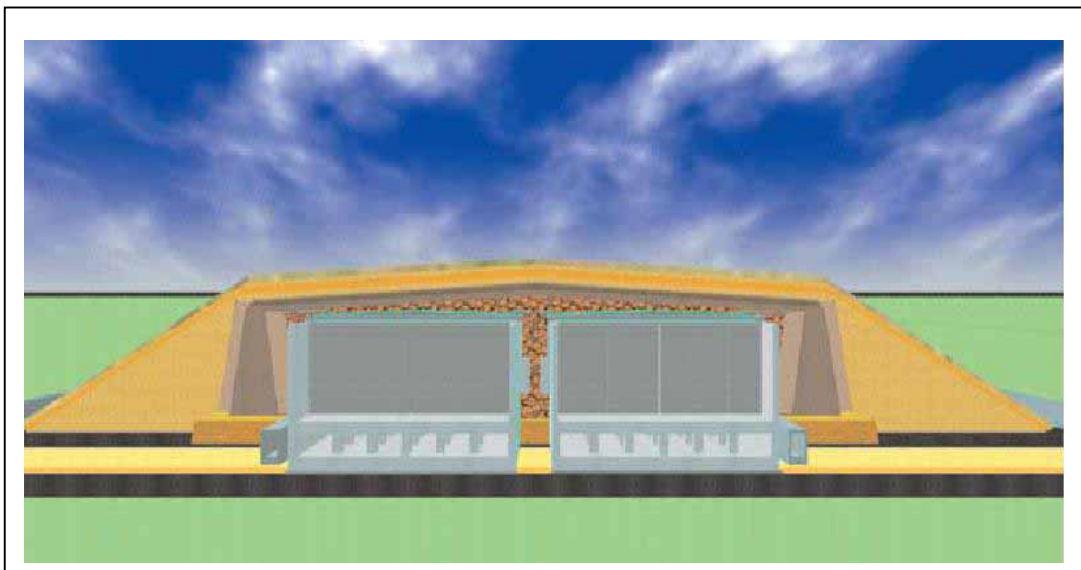


圖 5 比利時低放射性廢棄物處置設計概念

(四) 法國放射性廢棄物管理

法國放射性廢棄物之分類，基本上以核種半化期 30 年，區分為長半化期或短半化期放射性廢棄物，但若半化期小於 100 天者，則採衰變後以一般廢棄物處理。另以放射性廢棄物之活性強度，區分為極低、低、中及高強度四種放射性廢棄物。低微強度的放射性廢棄物，無論其半化期長短，通常其活度濃度介於 1~100 Bq/g，主要是來自核設施除役所產生之放射性廢棄物，法國已於 2003 年 8 月開始啓用位

於Morvillies處置場，總容量為 750,000 ton 或 650,000 m³，每年接收 24,000 ton廢棄物，預計可營運 30 年，圖 6 為法國Aube低微放射性廢棄物處置場設計概念。低、中強度短半化期之廢棄物，主要為核能電廠運轉或小產源產生之放射性廢棄物，先前自 1969 年啓用之 Manche 處置場，已於 1994 年貯滿封閉，共處置 527,000 m³ 放射性廢棄物，並自 2003 年開始處置場長期監管之工作，圖 7 為法國Manche低放射性廢棄物處置場。法國另於 1992 年啓用新建之Aube處置場，總容量為 1,000,000 m³ 可使用 60 年，圖 8 為法國Aube低放射性廢棄物處置場。對於低強度長半化期之放射性廢棄物，主要為天然放射性物質衍生廢棄物及石墨反應爐所產生的組件，預計於 2013 年開始完成處置場的興建，開始進行處置作業。

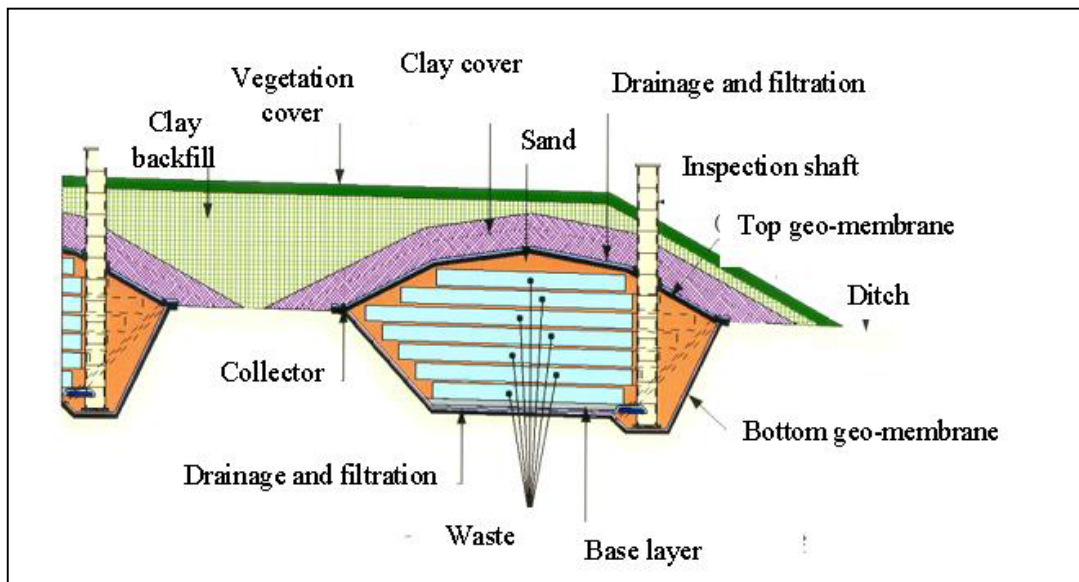


圖 6 法國 Aube 低微放射性廢棄物處置場設計概念



圖 7 法國已進入監管期之 Manche 低放射性廢棄物處置場



圖 8 法國 Aube 低放射性廢棄物處置場

高強度放射性廢棄物將採深地層處置者，並把高強度放射性廢棄物分成三類：

1. C類放射性廢棄物：C類為高強度且長半化期之放射性廢棄物，主要來自用過核子燃料再處理所產生的殘餘物，經玻璃固化以不銹鋼桶盛裝，因會產生熱量，須加以貯存適度冷卻後予以處置。C類放射性廢棄物預估的體積約 2,500~6,300 m³。
2. B類放射性廢棄物：B類為中強度且含有長半化期之放射性廢棄物，主要成份為燃料護套、核心組件、處理殘渣等。B類放射性廢棄物產生的熱量有限，加以壓縮或以水泥、瀝青固化，並用水泥或鋼桶盛裝。B類放射性廢棄物預估的體積約 70,500~80,000 m³。圖 9 為法國C類及B類放射性廢棄物固化體盛裝容器。
3. 用過核子燃料：法國的用過核子燃料採再處理為主，此類用過核子燃料，是假設法國不再採行再處理時所做的模擬處置。

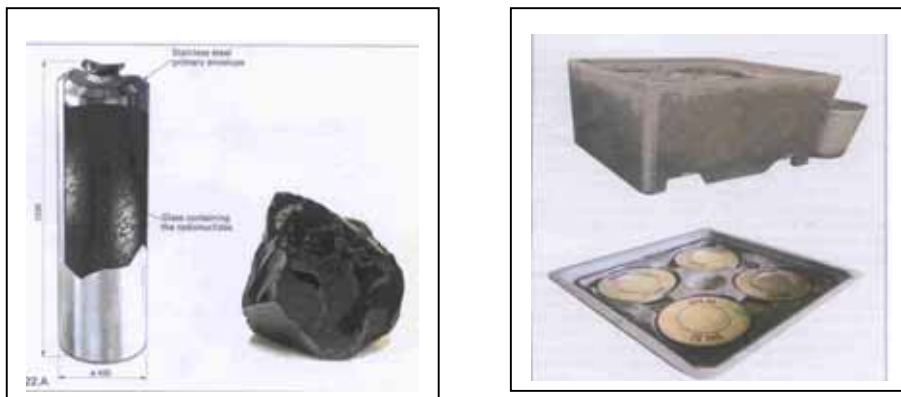


圖 9 法國 C 類、B 類放射性廢棄物固化體盛裝容器

(五)法國放射性廢棄物管理法案

早期法國處置場選址工作，由於缺乏民眾接受度，而被迫停止。國會接手於 1991 年通過所謂的廢料法(N91-1381 法案)，確定了法國有關放射性廢棄物管理的主要原則和目標，其相關規定如下：

1. 廢棄物之管理應確保民眾健康、保護環境及避免後代子孫不當的負擔，深地層處置應考量反轉(Reversibility)操作之可行性。
2. 成立廢棄物管理專責機構(ANDRA)負責廢棄物之處置工作，並受法國工業、研究和環境三個部會共同監督。ANDRA 負責建造及營運低、中強度及極低放射性廢棄物處置場，執行高放射性廢棄物處置場址之調查研究，建造地下實驗室及評估深層地質處置反轉操作，建立全國放射性廢棄物資料庫，以及提供民眾可檢驗的資訊。
3. 法國原子能委員會(以下簡稱 CEA)負責高放射性廢棄物轉化(Transmutation)、分離(Partition)、固化包裝(Conditioning)及長期貯存之研究。
4. ANDRA 和 CEA 的研究應接受研究部的監督及指導，並由核能安全局(ASN)及核能安全及輻射防護研究所(IRSN)負責審查。
5. 成立國家放射性廢棄物審查委員會(以下簡稱 CNE)，成員包括國內外之專家學者，負責審核 ANDRA 和 CEA 的研究成果，並於 2005 年底前在國會舉行公聽會，藉以訂定新的放射性廢棄物法案。

ANDRA 於 2005 年完成 15 年來的高放射性廢棄物深地層處置研究和 CEA 報告，經 CNE、AVN 及 IRSN 和 NEA 的審查，並舉辦全國公聽會及採納國會科學技術專家建議後，由工業、環境及研究三個部會共同草擬 2006 年放射性廢棄物法草案，國會於今年 6 月 28 日通過此放射性物質及廢棄物長期管理法(Act 2006-739)。其主要的規定如下：

1. 放射性物質及廢棄物長期管理計畫應每三年送國會審查。長期管理計畫應包括可行管理方案之選擇，貯存及處置設施需求預估，以及新設定管理方案之研究目標及時程。
2. 放射性物質及廢棄物之管理原則如下：減少其放射性及數量，未固化或處置之放射性物質或廢棄物應於特定設施加以安全貯存，不適合地表或淺地層處置之廢棄物應予以深地層處置。
3. 2015 年前興建新設施或擴充現有設施，以因應高放射性廢棄物之貯存需求。
4. 2015 年提出深地層處置場之建造執照申請，2025 年深地層處置場開始接收運轉。
5. 分離轉化之研究應結合第四代新型核電廠之發展，並於 2020 年建造先導性設施。
6. 2008 年訂定用過射源處置辦法，並選定氙的貯存方案。
7. 2009 年選定天然放射性物質衍生廢棄物之管理方案，並於 2013 年開始處置石墨及衍生廢棄物。
8. 用過核子燃料之輸入僅限於再處理及研究，禁止外國廢棄物在

法國境內處置。

9. 擴大國家廢棄物審查委員會(CNE)參與成員，應增加國際專家及人文領域人士，其審查報告應送國會並加以公告。
10. 成立放射性廢棄物處置設施及調查場址之地方及監督委員會，主席由相關地方省議會之議長任命官員擔任，該委員會得舉行公聽會或進行必要之調查評估。
11. 深地層處置的建造申請應經地下實驗室的驗證，並應確保 100 年之反轉操作之可行性，並經全國公開討論。
12. 建造申請應取得國家廢棄物審查委員會、核能安全局及地方監督委員會審查意見，含同全國討論及地方諮詢結果，送交參、眾兩院之相關委員會議決。
13. 廢棄物產生者對廢棄物處置的費用負有最終責任，對於無主的放射性廢棄物由國家委由 ANDRA 負責。
14. 放射性廢棄物處置費用依產生者和 ANDRA 訂定契約支付，核設施並應支付深地層處置研究調查及地方發展基金所需之稅金。
15. ANDRA 的主要任務：低、中強度放射性廢棄物之處置，高放射性廢棄物貯存及處置之調查研究，高放射性廢棄物貯存及處置設施之設計、建造及運轉，提供固化之技術規範，放射性廢棄物長期管理成本之評估，接管無主廢棄物，國內、外廢棄物科學及技術資訊傳播。

(六)法國深地層處置場址調查研究

依法國核能安全局在 1991 年發布基本安全規章(RFS) III.2.f，深地層處置場址準則，ANDRA 依此準則初步決定選擇沉積岩(Sedimentary rock) 及花崗岩(Granite)為調查區域。法國深地層處置場址準則的主要規定如下：

- 1.長期無地震危險性；
- 2.處置場區無明顯的地下水流；
- 3.岩層適合處置場的挖掘；
- 4.能有效阻絕放射性核種的移動；
- 5.足夠深度免受潛在人為開挖；
- 6.附近區域無可開發的資源。

ANDRA1994~1996 年進行三個地下研究實驗室志願場址之調查，Meuse/Haute-Marne(以下簡稱 Meuse)與 Gard 縣場址之母岩為泥岩(黏土)層，Vienne 縣場址母岩為花崗岩，調查的目的是確認地質是否合適建立地下研究實驗室。調查工作自 1994 年 3 月開始。由於地質上之缺點，法國政府已放棄 Gard 與 Vienne 兩個場址。1998 年 12 月 9 日法國政府同意 ANDRA，在法國東部的 Meuse 場址興建泥岩層之地下研究實驗室。但花崗岩場址則需另找其他實驗場址，或與國外花崗岩場址進行合作研究計畫。

ANDRA在Meuse場址自 1994 年開始長達 10 年的一連串之鑽探、調查及研究，並在地下 445m至 490 m處建立地下實驗室，圖 10 為Meuse 場址調查之地上設施及其豎井，1999 年底開始進行地球物理探測及

豎井(shaft)開挖，並陸續展開各項地下實驗室之研究。Meuse地區之地層由上而下分別為泥岩層、石灰岩層、Callovo-Oxfordian泥岩層、石灰岩層及砂石層，詳如圖 11。Callovo-Oxfordian泥岩層形成於 1 億 5 千萬年，位於地下 400m至 600m間，厚約 150 m，面積廣達 200km²，主要成份為黏土礦物。

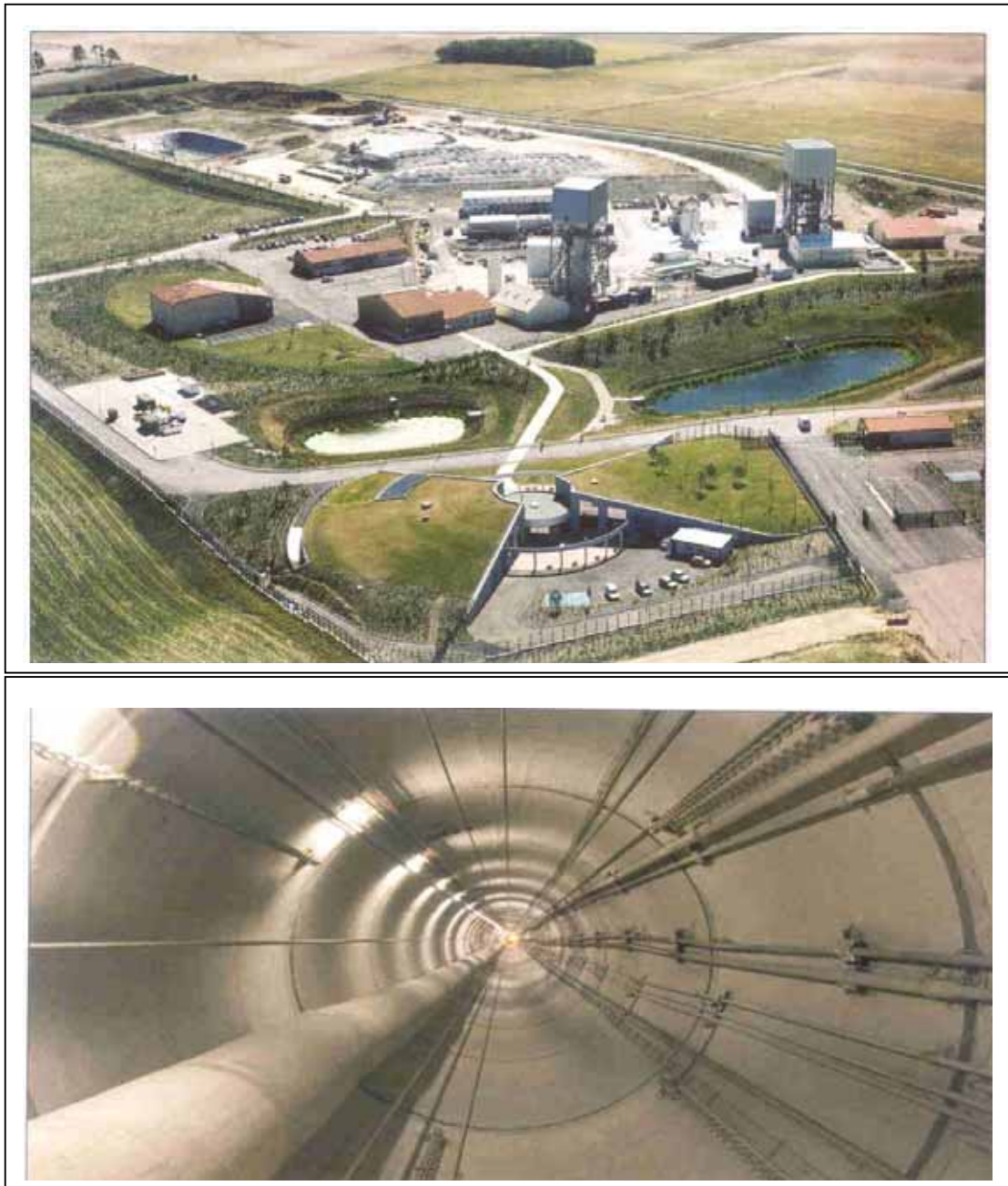


圖 10 Meuse 場址調查之地上設施及開挖之豎井

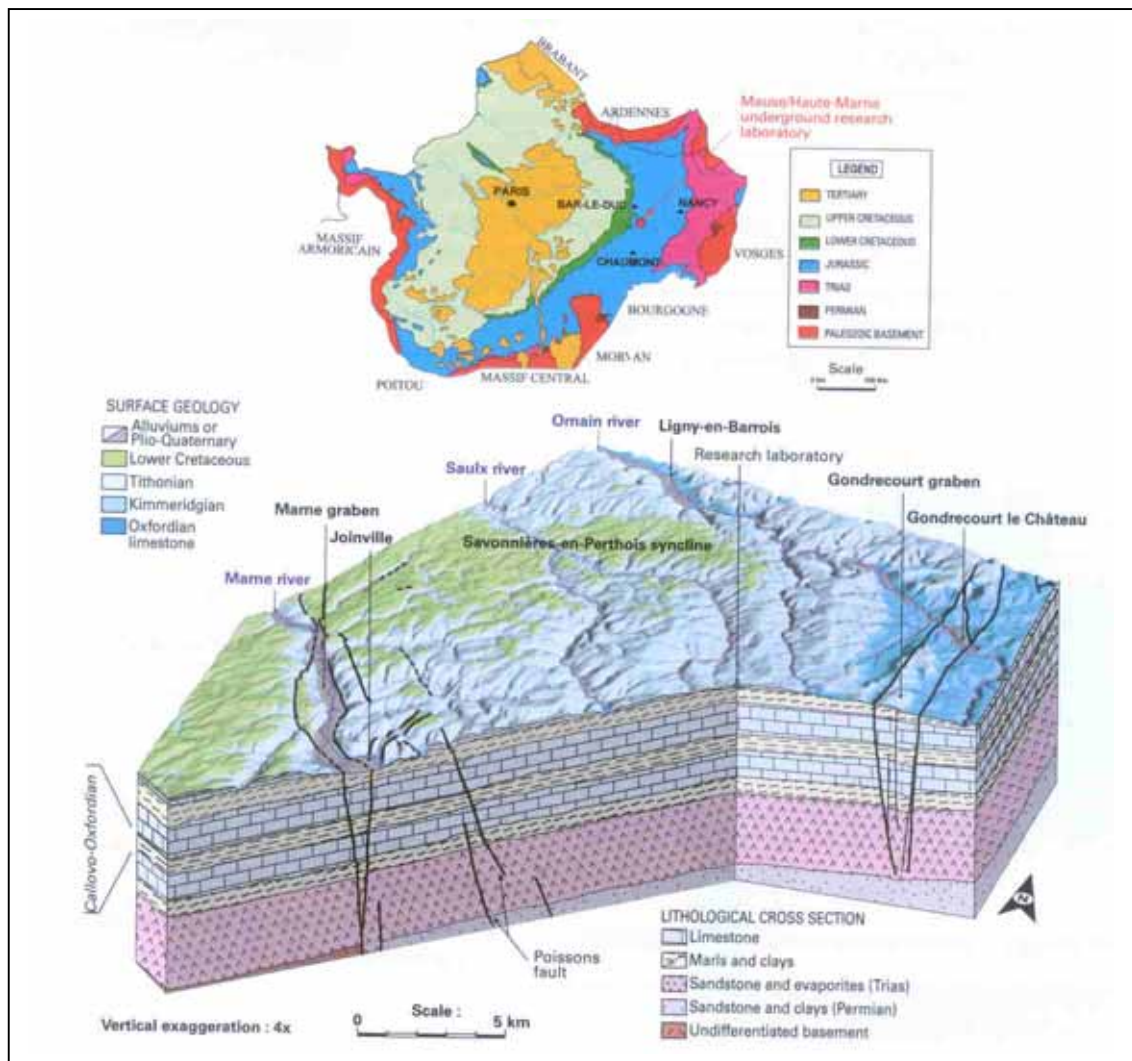


圖 11 法國 Meuse 地區之地理位置及地層分布

Meuse 地區做為優先調查場址的主要原因，除其深度和可用面積符合高放射性廢棄物處置需求外；Collovo-Oxfordian 泥岩層之水流滲透性低，放射性核種的移動主要經由擴散(Diffusion)而非移行(Advection)，其速度非常緩慢；泥岩的主要成份為黏土礦物，具有非常高的離子交換能力，可有效吸附溶解之放射性核種，進一步遲滯其擴散速度；另外 Collovo-Oxfordian 泥岩層有堅固適合開挖的的機械性質。

ANDRA 在 Meuse 調查研究的主要目標，包括提出一個安全、可

行並反轉操作之建造及操作方法，分析熱能、地下水、化學及機械效應對處置場的長期影響，處置場在正常及異常條件下的安全及風險評估。Meuse 的研究團隊包括 CEA、法國地質調查所(BRGM)、法國中央研究院(CNRS)、巴黎礦業大學(EMP)、法國石油研究所(IFP)、國家環境及風險研究所(INERIS)等近百個研究單位。在國際合作方面經由國際原子能總署及歐盟的安排，有瑞士、比利時、西班牙及德國等共同參與研究，研究成果亦委請 NEA/ OECD 協助審查。ANDRA 在 Meuse 場址研究調查重要里程碑，以及其取得之有關資料分述如下：

1. 法國 Meuse 場址調查重要里程碑：

1992：處置場概念設計及場址所需調查項目。

1994：進行 Meuse 和 Gard 兩個泥岩層以及 Vuenne 花崗岩層之場址調查。

1997 年：選定初步處置概念設計。

1998：選定 Meuse 為優先調查場址，並參考各國場址調查經驗確立調查計畫。

1999：取得 Collovo-Oxfordain 泥岩層進一步資料，進行地下實驗室豎井開挖工作。

2001：綜合先前研究調查結困，完成 2001 泥岩報告。

2002：依據 2001 泥岩報告修訂研究調查計畫及處置概念設計，詳如圖 12。

2004：主豎井到達 450 m，完成水平實驗坑道開挖，並展開各

項地下試驗。

2005：輔助豎井到達 490 m，著手開挖底部的實驗坑道，並完成 2005 泥岩報告。

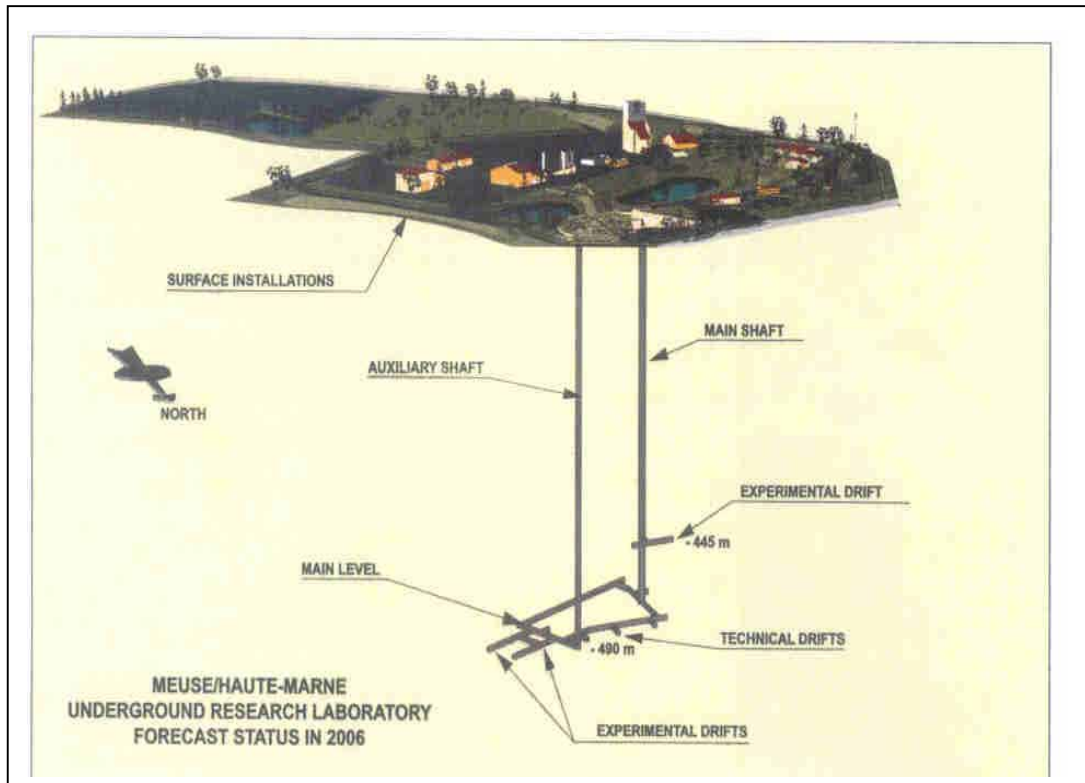


圖 12 法國 Meusee 深地層處置設施概念設計

2.法國 Meuse 場址研究調查的地表及地下主要研究調查項目及其取得資料分述如下：

A.地表方面研究調查項目：

- a.區域地震歷史調查分析。
- b.深井鑽探取樣，量測地層之機械強度、滲透率及擴散性。
- c.區域性分散式深井鑽探，確認區域地層分布情形。

d.二維(Dimension)及三維地球物理探測。

e.水文地質及地震監測。

B.地下及地下實驗室研究調查項目：

a.沿主豎井地層分佈探測。

b.石灰岩層的地下水收集及地下水流速測量。

c.岩壁形變量測。

d.即時岩層機械性質量測。

e.隧道開挖岩壁損壞評估。

f.熱傳導試驗。

g.黏土膨脹試驗。

h.隧道區之地化監測。

i.地下水及核種擴散遷移試驗。

C.研究調查取得資料：

a. 1,300 km 地震斷層探測。

b. 27 個深井鑽探，合計 4,200 m 鑽井長度。

c. 30,000 個岩心樣品，合計長度 2,300 m(圖 13)。

d. 100 米水平主坑道。

e. 40 米長之實驗坑道。

f. 40 個實驗坑道鑽孔，裝設 350 台偵測器。



圖 13 法國 Meuse 地區鑽探岩心樣品保存室

法國 Meuse 場址經超過十年的調查研究，發現 Collovo-Oxfordian 泥岩層具有良好條件，適合建造深地層處置場，其主要的地層特性如下：

1. 具有長期穩定的地質條件，地震的危害性非常低。
2. 經由長達 2,300m 鑽井資料研判，Collovo-Oxfordian 泥岩層為均勻規則之大面積地層，未出現任何明顯的斷層。
3. Collovo-Oxfordian 泥岩層的地下水滲透率非常低，同時具有非常好的離子吸附能力。預期放射性核種在 100,000 年僅移行數公分。ANDRA 與瑞士 NAGRA(National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste) 合作研究計畫，在瑞士

MontTerri 地下實驗室的核種遷移驗證成果，發表於本屆 EUROSAFE 論壇研討會 (Diffusion experiments at Mont Terri: overview and results)。

4. CO 泥岩層可承受坑道開挖的機械性質，並可符合處置反轉操作之要求。開挖 10m 半徑隧道僅在裂隙僅限於數公尺之內。ANDRA 在瑞士 MontTerri 地下實驗室進行合作驗證計畫研究成果，發表於本屆 EUROSAFE 論壇研討會 (Time-dependent evolution of the excavation damaged zone in the argillaceous Tournemire site)。
5. 工程結構物如水泥、金屬物質和地層的相互化學作用僅及於設施周圍地區，且影響極為有限。因封閉後之深地層在無氧狀態，金屬容器的腐蝕並不明顯。
6. Collovo-Oxfordian 泥岩上、下方地層之地下水流速度緩慢。
7. 地質調查研究結果，適於地下實驗室周圍 200km²範圍。此係經地下實驗室周圍 700km²大範圍地質調查分析推估所得。
8. Meuse 地區之 Collovo-Oxfordian 泥岩層附近並無可開挖的天然資源。

(七)法國深地層處置設施之概念設計

處置設施將位於 Collovo-Oxfordian 泥岩層中央位置並為單層設計，儘可能增加泥岩層做為障壁的厚度。處置設施將 C 類、B 類放射性廢棄物及用過核子燃料分區處置，使其各成爲一個處置區，各區內

再分成數個處置模組，而模組則由多個處置單元(窖)。處置設施之開挖儘量減低破壞岩層機械強度，主坑道為簡單的半圓形，處置單元開挖方向與最大岩壓平行，並保持必要的散熱距離，圖 14 為 Meuse 深地層處置場分區模組化概念設計。

處置的放射性廢棄物盛裝容器表面溫度必須確保低於 100℃，處置設施內結構物設計溫度限值為 90℃，預期 1000 年後將可低於 70℃。處置單元為死胡同(Dead-end)設計，處置單元封閉時，洞口將以低滲透的膨潤土加以栓塞(Plug)，以防止地下水流動。盛裝容器的金屬和處置單元之水泥的材料選擇，以建立遲滯核種移動的物理化學環境為考量。處置場的設計採用耐久材料、模組化分區處置、階段性封閉等，以確保反轉操作的可行性。

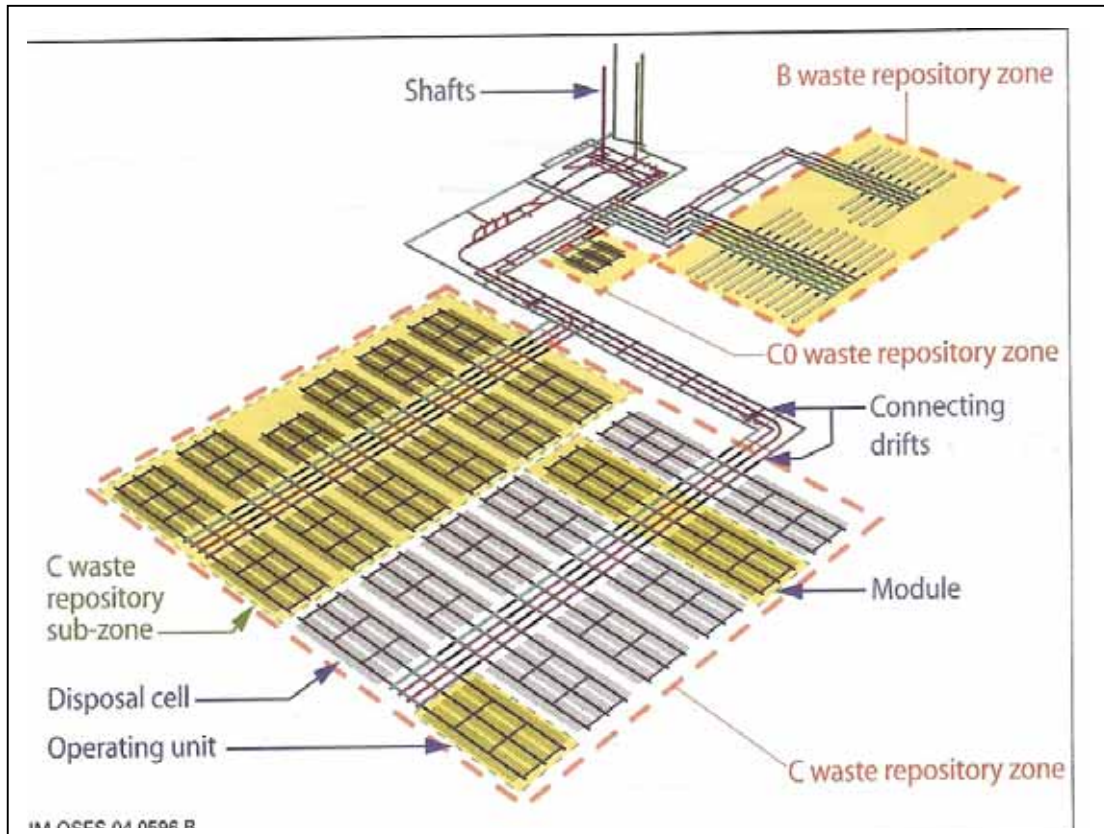


圖 14 法國 Meuse 深地層處置場模組化分區處置概念設計。

處置場各類放射性的分區處置、運轉操作、封閉及反轉操作的詳細設計分述如下：

1.C 類放射性廢棄物的處置設計：C 類廢棄物採玻璃固化，以不銹鋼容器盛裝，放射性核種可有效被限制在固化體內。C 類廢棄物會發出大量的熱能，玻璃固化體在高溫條件下與水接觸，將加速其溶解速率，有必要進一步防止地下水的入侵，因此再以密閉(leak-tight)鋼製容器，做為不銹鋼盛裝容器之護箱。圓柱型之處置護箱厚 5 cm 長 1.3~1.6 m 直徑 60 cm 重量為 1.7~2 ton，預期耐腐蝕可長達 4000 年之久。C 類廢棄物處置單元以水泥套管為內襯，直徑約 70 cm 長為 40 m，因受溫度的限制，處置單元間相隔約 10m。每一處置單元可置放 6~8 個護箱，每個護箱間再以分離器隔開。處置單元封閉後將維持在無氧環境下，以避免護箱受到腐蝕，詳如圖 15。

2.B 類的廢棄物處置設計：B 類廢棄物產生的熱量有限，先以鋼桶盛裝後，再放入可容納數個鋼桶的方型混凝土護箱，護箱之高度約 1.5~2 m 重量為 6~25 ton。混凝土護箱經由試驗預期在幾個世紀內可保持其完整性。混凝土護箱將被以堆疊方式，貯放在長 250 m 直徑 12 m 以混凝土做內襯的處置單元內，詳如圖 16。

3.用過核子燃料的處置設計：用過核子燃料的深地層處置，在法國雖然並不預見，但 ANDRA 仍將其列為可能選項。用過核子燃料處置用之盛裝容器，可內裝 4 組用過核子燃料束。容器材質採用不銹鋼，厚度為 10 cm 重約 43 ton，預期耐腐蝕可長達

10,000 年之久。處置單元長約 45 m 直徑 2.5~3 m，容器與岩壁間將以黏土加以填充。為避免熱能累積效應，處置單元僅放置 3~4 個容器，處置單元間的分隔距離為 20 m。

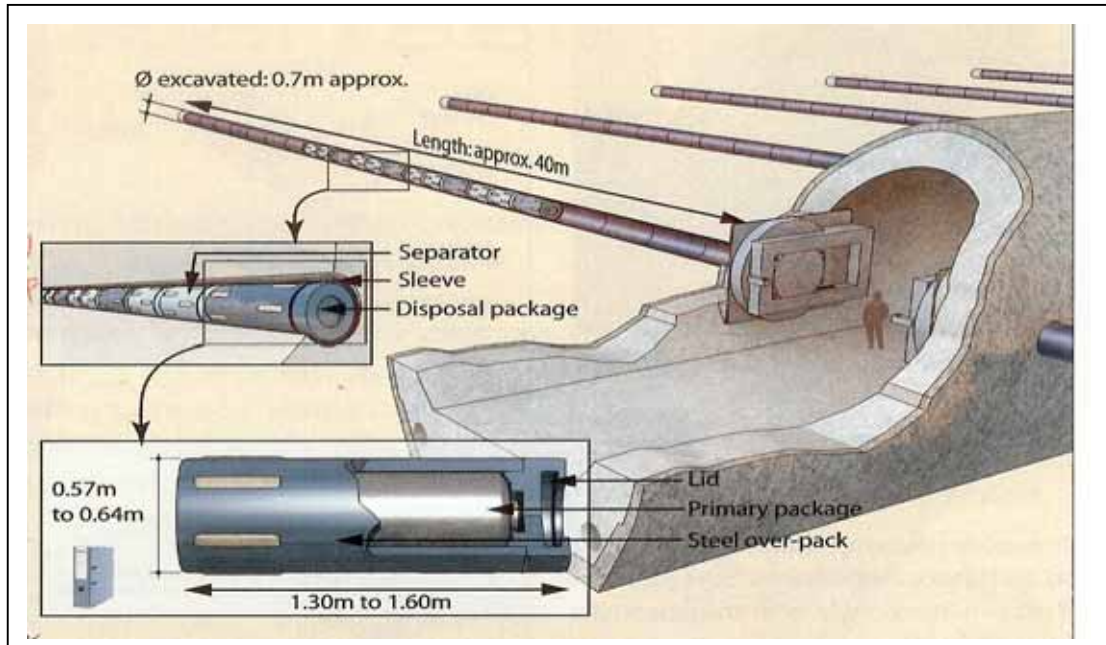


圖 15 法國 Meuse 深地層處置場 C 類放射性廢棄物的處置設計

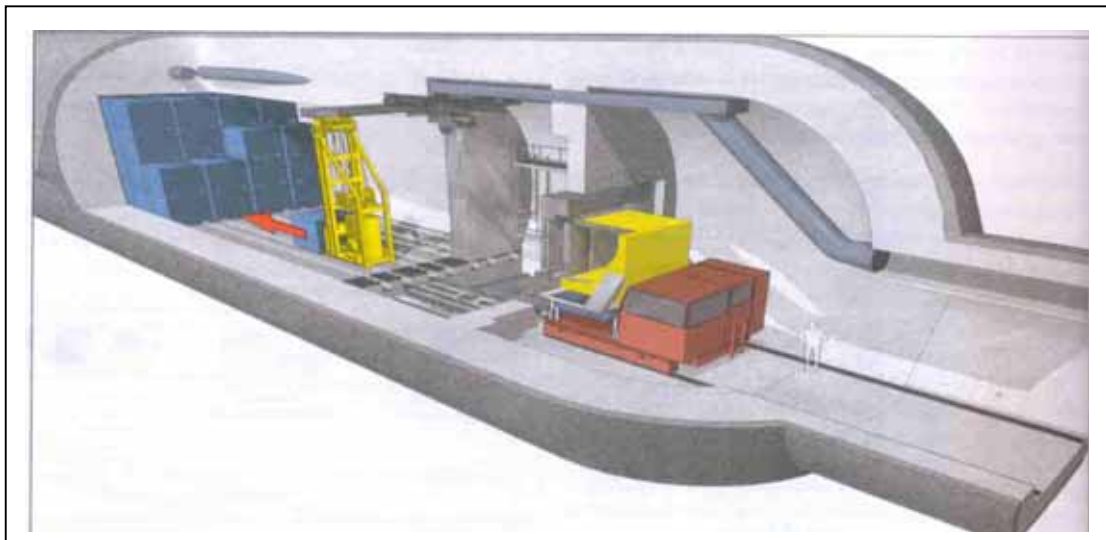


圖 16 法國 Meuse 深地層處置場 B 類放射性廢棄物的處置設計

4.處置設施之運轉操作設計：放射性廢棄物送抵處置場地地面接收站時，先送入屏蔽室內，將放射性廢棄物盛裝容器由運輸容器移至傳送護箱內，並進行必要的檢查，所有的操作均以遙控方式進行。處置時由運送車輛將傳送護箱載至豎井之升降梯，傳送護箱送至地下處置設施時，再由運送車輛送至處置單元，詳如圖 17。傳送護箱具有防震裝置，以防止發生墜落事件之損壞。遙控式載具將 B 類處置容器，自傳送護箱取出後堆置於處置單元內。C 類或用過核子燃料盛裝容器，則以推進器或氣墊的方式，將盛裝容器自傳送護箱推至處置位置。這些操作已在與瑞典合作之 ASPO 地下實驗室進行實地測試。

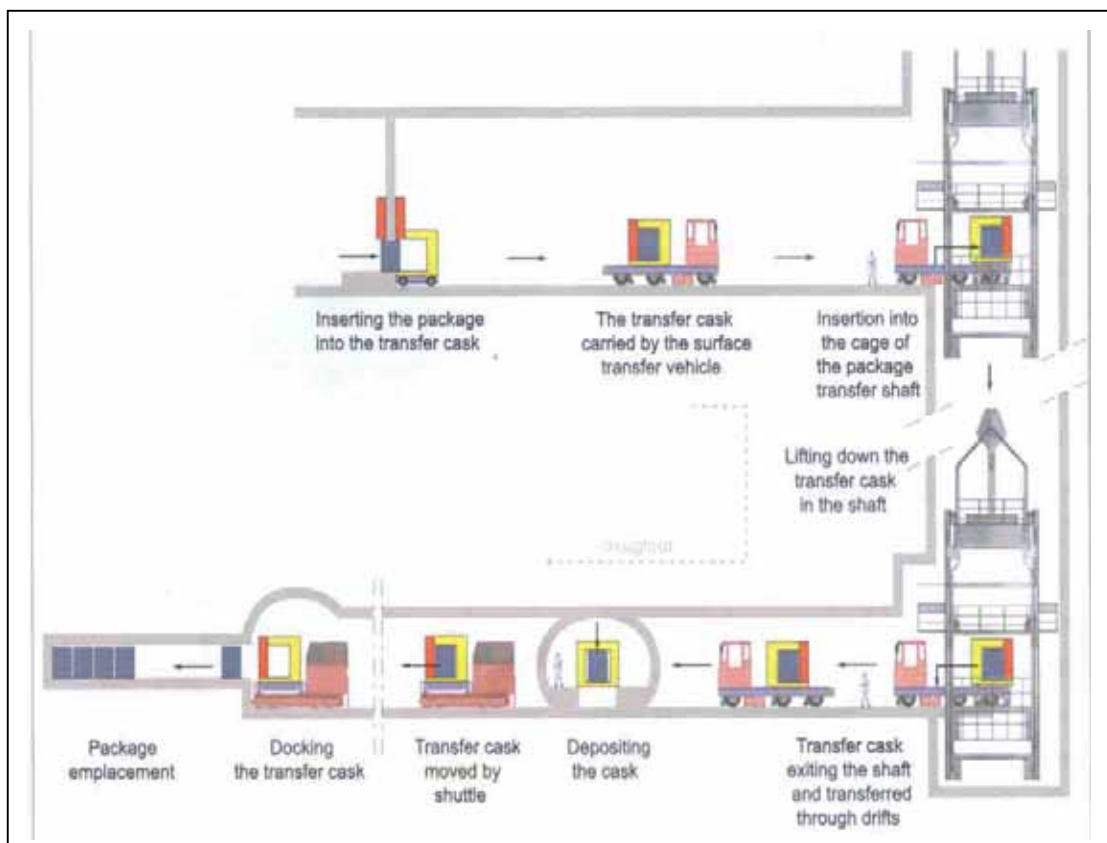


圖 17 法國 Meuse 深地層處置設施處置操作設計

5.處置設施之封閉設計：爲了保持反轉操作之可行性，處置場採分階段封閉，首先是處置單元的密封，連通坑道的回填和密封，最後才封閉豎井。密封主要是防止地下水的入侵，回填主要是防止地層的塌陷。B類放射性廢棄物處置單元先以混凝土密封並做爲輻射屏蔽體，中間填放 30m 的黏土材料以防止地下水入侵，最後再以混凝土密封。C類放射性廢棄物及用過核子燃料的處置單元，首先以金屬栓塞做爲輻射屏蔽，中間填放 3m 的黏土材料，最後則再以混凝土栓塞，圖 18 爲 C 類放射性廢棄物處置單元之封閉設計。處置設施內之連通坑道的密封、回填方式，與 B 類放射性廢棄物處置坑相同。處置設施之豎井以混凝土做爲基座，其上面填放 30m 的黏土材料，再以泥岩加以回填，但在處置設施上方各個多孔介質地層之豎井位置，均會填充 10~15m 的黏土材料，以防止地下水在地層間或向處置場方向流動。

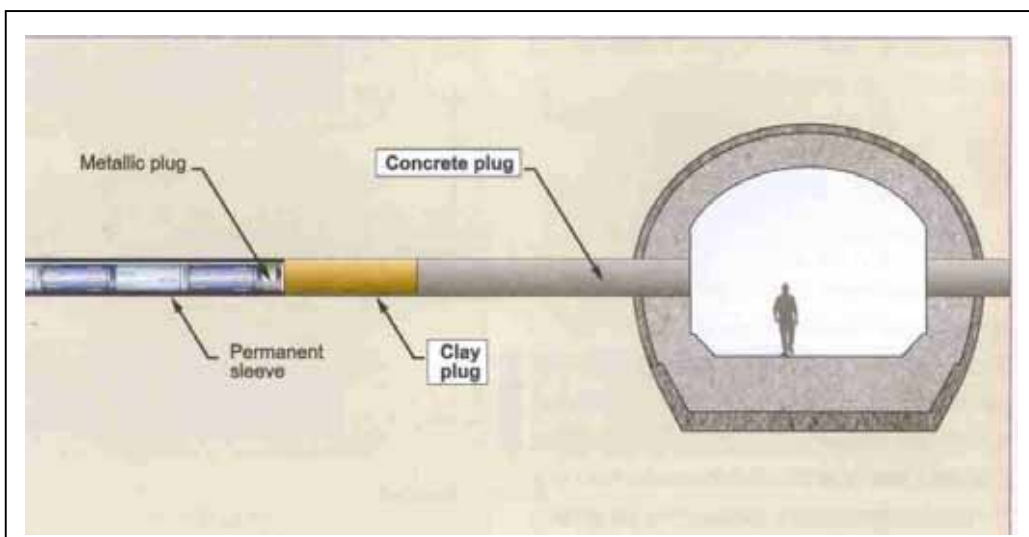


圖 18 C 類放射性廢棄物處置單元之封閉設計

6. 處置設施之反轉操作設計：法國處置反轉操作為其放射性廢棄物法規定的考量，以保留後代子孫參與處置決策之權利。反轉操作係指處置場設計必須構造模組化、操作簡單化及材料耐久化等，以確保在一定期限內廢棄物容器可以再取出，並容許處置方式或處置設施設計的改變等。法國反轉操作的期限目前設定為至少 100 年，設計上藉由分階段密封的方式來達成。處置設施封閉作業，在處置單元貯滿後，不立即採取密封，僅加裝暫時輻射屏蔽設備，以抑減工作人員劑量，處置單元入口處保持隨時可再取出廢棄物。處置單元以黏土材料密封，因岩壁變形速率非常有限，單元護套完整性可維持數百年之久。B 類放射性廢棄物的處置單元自成模組，而 C 類放射性廢棄物及用過核子燃料處置模組內之連絡通道以泥岩回填後，兩者仍可經處置區之連絡通道到達處置模組之入口處。處置區內之連絡坑道密封、回填後，主連絡坑道仍保持可到達各處置區之狀態，圖 19 為 C 類放射性廢棄物處置區之分階段封閉設計，而圖 20 為 B 類放射性廢棄物再取出設計。這種階段式封閉作業，可保有最大的反轉操作的可能性，最後是處置設施內之主連絡坑道和豎井的封閉，此時已不考量放射性廢棄物的再取出，而以考量有效防止人為干擾破壞為主。

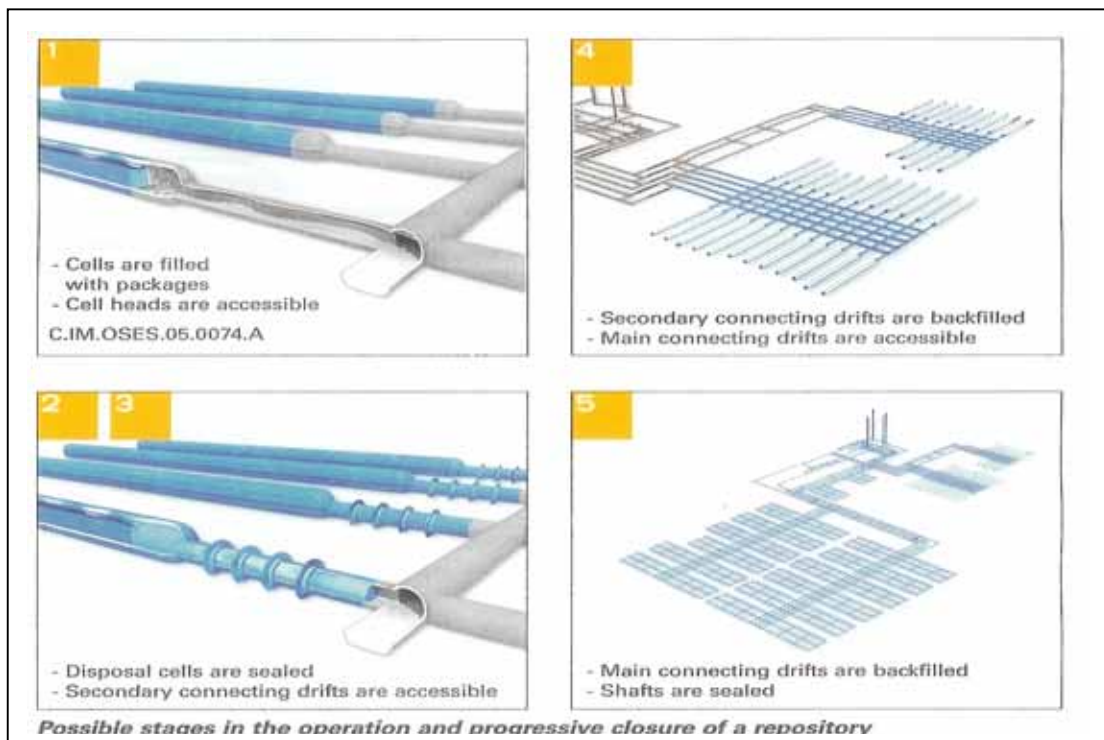


圖 19 C 類放射性廢棄物處置區之分階段封閉設計

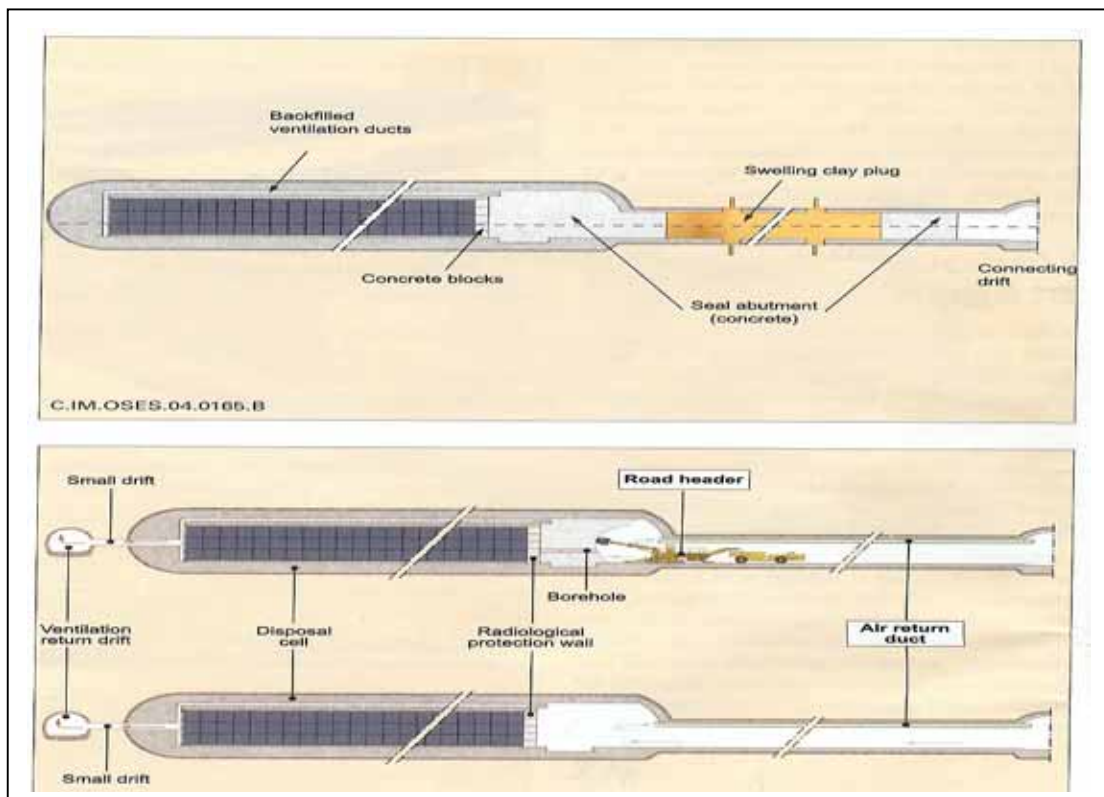


圖 20 B 類放射性廢棄物再取出設計

(八)法國深地層處置場之長期演變評估

處置場之長期演變的評估，在於了解放射性廢棄物處置對多重障壁系統之長期影響。因處置場是由廢棄物體、盛裝容器、結構物及地層所組成之複雜系統，其長期演變受熱能、地下水文、機械應力及地化等性質之影響分述如下：

- 1.熱效應評估：處置場設計之溫度限制為 90°C，通常會發生在廢棄物處置數十年內，相較於 C 類廢棄物盛裝容器之設計年限為 1000 年，其期間遠低於處置的設施耐用年限。預期 C 類廢棄物在 1000 年溫度會下降至 40°C，用過核子燃料則需 6000 年才會下降至 40°C，不論在高溫期間或在長期的低熱效應下，均不足以改變礦物組成。因此處置場在此溫度設計下的熱效應，對於處置場長期演變的影響極為有限。
- 2.地下水力評估：處置因開挖會破壞 Collovo-Oxfordian 泥岩層的水力平衡，因泥岩層的流速緩慢，預計需 100,000~200,000 年才能重新建立水力平衡。氣候變遷及地層侵蝕結果，可能會改變泥岩層之上下地層的地下水流向，但流速並未受影響
- 3.機械應力評估：處置場隧道開挖所造成之機械擾動，會造成隧道壁數米範圍內產生裂隙，最大距離約可達隧道的 0.5 個半徑，裂隙的密度則隨距離的增加而遞減。因為處置設施開挖造成的地層應力改變，評估在 600m 深的泥岩層會有輕度的細裂縫產生，但泥岩層因具有癒合作用，並不會對處置場長期演變造成負面影響。

4.地化評估：處置場內的金屬容器腐蝕或混凝土的剝蝕速率緩慢，地化環境的改變僅在數米範圍之內，相對於整個泥岩層的厚度仍非常有限，並不會影響泥岩礦物的吸附特性。

(九)法國深地層處置場之安全評估

處置場的多重障壁包括玻璃固化體、盛裝容器、黏土、回填土、混凝土等工程障壁，以及泥岩及其周圍地層做為天然障壁。處置場內的放射性物質外釋情節，依 Collovo-Oxfordian 泥岩地層環境，首先為處置場封閉後，泥岩層地下水滲入處置設施。B 類放射性廢棄物以混凝土容器盛裝，處置設施內的地下水會漸漸入侵，但要溶出放射性核種的仍需數百年以上。C 類放射性廢棄物和用過核子燃料的盛裝容器設計年限，分別為 4,000 年及 10,000 年，地下水要先腐蝕盛裝容器後，才能接觸到玻璃固化體或用過核子燃料束，但要溶出放射性核種仍需數百年之久。處置設施內的地下水以擴散方式移動，故放射性核種移動速度非常緩慢。處置設施回填之黏土或泥岩具有高離子交換能力，能有效遲滯放射性核種之移動，大部份的放射性核種將在離開處置設施前衰變；僅有 C-14、Cl-36、Se-79、Cs-135 及 I-129 有可能離開處置單元進入泥岩層。

ANDRA 依 Collovo-Oxfordian 泥岩層的處置場設計，進行正常和異常情節之安全影響評估，以了解其對環境及民眾健康之衝擊。正常情節安全評估的基本條件為處置場及泥岩層的地下水流速非常低，且具有高遲滯性能，放射性核種之移行速度極為緩慢。為了確保處置場的安全性，多個重要的條件加以保守的假設，例如處置場設於

最薄之泥岩處，B 類廢棄物混凝土容器不具防水性，Collovo-Oxfordian 泥岩之上下岩層不具放射性核種遲滯能力等。處置場正常情節之安全評估結果顯示，只有 I-129、Cl-36 及 Se-79 可以遷移至人類生活環境。B 類放射性廢棄物其所造成之輻射劑量，低於年劑量限值 0.25mSv 的百分之一。C 類放射性廢棄物和用過核子燃料所造成之輻射劑量，僅為年劑量限值的千分之一。異常情節之安全評估假設條件，包括破損容器、處置單元密封功能喪失、黏土和泥岩的遲滯功能不符合預期以及深地層鑽井等，其安全評估之結果顯示，其年劑量仍低於法定之 0.25mSv。

總體而言，處置場長期安全評估結果顯示，法國 Meuse 地區的 Collovo-Oxfordian 泥岩層為一良好的處置地層，處置場採多重安全保障壁設計，可有效達成確保民眾安全及保護環境的目標。

四、建議事項

職本次得以順利參加 EUROSAFE 國際會議及訪問法國放射性物料管理局，首要感謝物管局陳煥東局長，為加速推動放射性廢棄物最終處置，以徹底解決低放射性廢棄物問題，特指派職出席與會及赴法國 ANDRA 交流訪問，以掌握國際放射性廢棄物管理之發展趨勢及長期的安全要求；另亦要感謝本會駐 NEA/OECD 之林耿民先生在行程安排之協助，以及法國 ANDRA 之 Tison 先生提供詳盡的法國放射性廢棄物管理資訊。在此謹就本次參訪獲致之心得，提出我國放射性廢棄物管理建議，分述如下：

1. 國際上對低放射性廢棄物處置相關之安全問題已有充分考量及經驗，國內可積極推展低放射性廢棄物最終處置計畫：法國在 Manche、Aube 分別興建低及極低放射性廢棄物處置場，其中 Manche 低放射性廢棄物處置場已完成封閉並進行監管。日本也在六個所村營運低、中強度放射性廢棄物處置場，德國在 Konrad 以及比利時在 Mol-Dessel 場址，均準備興建低放射性廢棄物處置場，可見國際上對低放射性廢棄物處置相關之安全問題已有充分考量及經驗。我國 92.12.25 年公布「放射性物料管理法」，並在今(95)年完成「低放射性廢棄物最終處置設施場址設置條例」立法工作，國內低放射性廢棄物處置之法制基礎已完備，可參考國外相關安全處置經驗，積極推展低放射性廢棄物最終處置計畫。
2. 用過核子燃料乾式貯存為放射性廢棄物管理的必要措施，國內應如期推展用過核子燃料乾貯計畫：法國為因應高放射性廢棄物之貯存需求，預計 2015 年前興建新設施或擴充現有設施。日本在青森縣

六個所村於 2007 年將完成一座貯存量 3 千公噸鈾的貯存設施。德國用過核子燃料採不再處理策略，其核能電力公司已準備在核能電廠或其附近地區，興建用過核子燃料的乾式貯存設施。可見國際間對於用過核子燃料均採取適切的貯存措施，由此可見，我國核能電廠對用過核子燃料採行乾式貯存，符合國際高放射性廢棄物管理趨勢的必要措施。

3. 沉積岩層為深地層處置的良好地質，可做為國內選擇深地層處場調查址場之參考：美國、瑞典、芬蘭、日本及我國等傾向優先選擇結晶岩為處置地層。但法國調查沉積岩泥結果顯示，泥岩層之地下水之滲透性低，放射性核種的移動主要經由擴散而非移行，其速度非常緩慢。泥岩的主要成份為黏土礦物，具有非常高的離子交換能力，可有效吸附溶解的放射性核種，進一步遲滯其擴散速度；另外泥岩層有堅固適合開挖的的機械性質。台灣地區之地質較為複雜，選取適合之處置地層困難度相對較高，未來處置場址除花崗岩外，亦可參考法國 Meuse 場址的特性，將國內的沉積岩層列入選址考量。
4. 參考國際深地層處置場址調查、研究及設計經驗，強化我國用過核子燃料最終處置計畫：法國 ANDRA 在 Meuse 場址自 1994 年開始長達 10 年的一連串詳細之鑽探、調查及研究，並建立地下實驗室；Meuse 深地層處置場提供了盛裝容器、分區處置、運轉操作、再取出之反轉操作及封閉等完整概念設計，可做為推展我國用過核子燃料最終處置計畫之參考。
5. 深地層處置場長期演變及安全已可充份有效的評估，可增進國人對

放射性廢棄物處置安全之信心：高放射性廢棄物處置場之長期安全，可藉由廢棄物體、盛裝容器、結構物及地層等多重障壁來達成。法國已充分評估影響處置場長期演變之熱能、地下水文、機械應力及地化等效應，無論在正常或異常的情節，處置場均能有效達成確保民眾安全及保護環境的目標。