

出國報告（出國類別：短期研究）

# 防災工程置入多元治理機制 之導入研究

服務機關：行政院農業委員會水土保持局

姓名職稱：陳均美

派赴國家：法國

出國期間：105年6月26日~12月24日

報告日期：105年12月29日



# 摘 要

赴法國國家環境暨農業科技研究院(IRSTEA)進行短期研究計畫，研習法國災害治理原則，及法國集水區永續經營的治理模式，導入臺灣特有的環境、人文特色，提升對柔性工法之接受度，促進達成控制自然災害、保護居民、改善生活的目標。本次研究地點位於法國東南部的格勒諾布爾(Grenoble)，此城市四面環山，坐落在阿爾卑斯山脈地區，另法國五大流域之一隆河(亦稱羅納河，Rhône)為其主要流域，為蒐集法國水文、地形及分析保育治理等相關研究資料，將以該地區為主要調查對象。

法國投入低碳治理工法行之有年，因境內地形起伏條件，河川亦有湍急及緩流，故從伊澤爾河(ISERE)上游防災工程專題研究當地工法，內容探討該地區災修設計理念模式，工作計畫導向防災功能持續效應、人水共生共存、尊敬生態三大多元治理項目為主，以及分析防災成本及未來可應用性之研究。

因應全球氣候變遷環境，法國集水區整治採多元化整合治理方式，因法國當地土壤岩石質地硬度與台灣不盡相同，但萃取其環保精神，從中歸納出當地現有資材運用之方式，紀錄無違和的自然生態環境建築。在水流湍急條件下，同時保有兩岸及鄰近建築之安全環境，並達成保育治理與自然環境之融合，其可為借鏡找到生態工法等技術解決方案。亦使臺灣在水土保持治理上突破以往傳統模式，發展順應當代環境之防災治理工法。



## **abstract**

Going to France and starting the research project at IRSTEA of Grenoble (National Institute for Environmental Science and Research). Studying the principle of disaster management with the concept of sustainable development in France, and improving the Acceptance of these innovative methods in Taiwan, promoting to reach the target of natural disasters controlling, population protecting, and improving the quality of life.

The studying place is located in Grenoble in the south-west of France. This city is surrounded by mountains, located in the Alps region. And Rhône river, which is one of the top 5 biggest basin in France, is its main basin. For the purpose of collecting studying data-base of hydrology 、topography and analysis of the conservation and management in France, Grenoble region was chosen to be the main project.

Low carbon management methods were used for years in France. For the conditions of terrain, the rivers in France have rapid and slow flows. Its long years developing the techniques of slope prevention and soil-sand controlling in Taiwan, and it has quite plentiful achievements. So studying the local management method, the disaster prevention engineer of the upstream of ISERE river(Isère),it discusses about three major points of the mode of disaster reconstruction design and concept, project orientating to disaster-prevention capability sustaining ,symbiosis of water and people, ecology respecting, and analyzing the cost of disaster prevention and applicability in the future.

According to the climate change of global environment, the watersheds in France use diversification conservation methods. Its different types and properties of sand, soil between France and Taiwan, but within the same thinkings for environmental protecting, it could be generalized the way of local materials using, recording non-conflict natural environmental constructions. In the condition of rapid flows, it could be safe for each slopes and neighboring buildings, and make the conservations blending into the environment well in the same time. It could be the sample to find out the solutions for ecology methods, and make Taiwan to break through the traditional mode to develop brand new and better conservation methods.



# 目 錄

壹、目的 .....	P01
貳、過程 .....	P02
2.1 研習行程.....	P02
2.2 法國與臺灣環境、水文、地質、地形及腹地比較	p02
2.3 法國國家環境暨農業科技研究院(IRSTEA)研究	
地點及計畫參與.....	p08
參、心得與建議 .....	P28
肆、其他相關事項 .....	P29
4.1 實驗室植生研究.....	P29
4.2 IRSTEA50 周年成果發表會.....	P32
4.3 集水區空拍.....	P35



## 壹、目的

臺灣地理位置特殊，經常性出現極端氣候事件，導致洪水、崩塌及土石流等複合型災害頻繁發生，對生命財產與國土流失構成嚴重的威脅，再加上全球氣候變遷環境，減災、整備、應變、復原等防災工程不容忽視。隨著大眾防災意識抬頭，傳統防災工程不再只是護岸、固床工等常見之構造物搭配，建築工法應滿足現地的需求，工程的座落背後必須包含著人文、環境及生態等因子。

過往治山防災工作以水、砂防治為主要目標，故佈設防砂設施以加速集水區復育，可看出歷來災害防治以防砂設施、居民安全及防治效率為其主要設計考量，次而考慮設施之景觀融合與減少生態環境衝擊等面向，導致工程座落於集水區時，外觀設計形式易偏向單一性；抑或為安全考量，觸及生態系統平衡，以上工法皆易與環境產生衝擊，並引發各界質疑。

臺灣長期在坡地防災及土砂控制技術上已有相當豐富成就，目前正積極突破以往的框架，尋求多元治理為導向，故宜多研究國外保育治理案例，豐富國內集水區治理工法，增加對生態環境的重視，開發高效能的低碳工程，以減少臺灣獨特的生態系統受到損害，因應複合型災害的考驗，進而減緩逐年增長的災修額度。

法國境內重視當地水土保持，治理工程朝向自然復育及低碳工法進行，本次選取研究地區其地理條件與臺灣類似，約 75%的土地位於阿爾卑斯山區，其坡地土砂災害之致災原因除降雨外，尚包含融雪之情況，而台灣山坡地面積遼闊，坡度陡峭、雨量充沛，降雨常常集中在颱風豪雨季節，又因人口眾多，山坡地的開發利用無可避免，此次可藉由法國對集水區多元治理特色，仿效其工程創意及對環境尊重的意念，再者因早期即重視土砂防治工作，於治山防災技術與管理法規有一定的水準，其經驗值得學習與轉移，期望透過研習與技術交流獲得寶貴新知，以作為辦理水土保持相關業務之參考。

## 貳、過程

### 2.1 研習行程

日期	行程	工作紀要
06月26日(日)~ 06月27日(一)	水土保持局→桃園國際機場→法國巴黎戴高樂機場→法國里昂車站→格勒諾布爾大學學生宿舍	由桃園國際機場搭乘長榮航空班機至戴高樂機場，轉搭法國國鐵 <b>SNCF</b> 至里昂車站，轉搭 <b>TAG</b> 至格勒諾布爾
06月27日(一)~ 12月22日(四)	至法國國家環境暨農業科技研究院(IRSTEA, Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture)-格勒諾布爾分部 (Grenoble Centre)	進行防災工程置入多元治理機制導入研究，包含蒐集法國水文及地形等資料、防災成本及未來可應用性之研究、環境融合度及相關經驗交流等
12月22日(四)~ 12月24日(六)	格勒諾布爾大學學生宿舍→法國里昂車站→法國巴黎戴高樂機場→臺灣桃園國際機場→水土保持局	搭乘 <b>TAG</b> 至里昂車站，轉搭法國國鐵 <b>SNCF</b> 至戴高樂機場，搭乘長榮航空班機至桃園機場

### 2.2 法國與臺灣環境、水文、地質、地形及腹地比較

蒐集法國水文、地形等資料，進行法國與臺灣環境、水文、地質、地形及腹地比較，從中了解法國水土保持之災害治理概念及作業程序。

#### 一. 法國地形、水文、地質概述

法國地理位置位於歐洲大陸西岸，屬西歐國家，領土形似六邊形，西岸為大西洋，北部瀕臨北海和英吉利海峽，與英國隔海相望，南部有地中海；其鄰國順時針自北向南分別為：比利時、盧森堡、德國、瑞士、意大利、摩納

哥、安道爾、西班牙。(如圖 2.2-1)

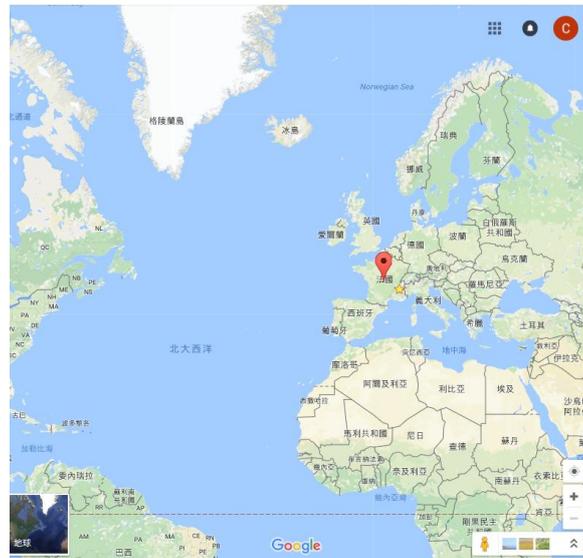


圖 2.2-1 法國地理位置

資料來源 :google map

### (一)法國地形

從地形圖上看，法國地形大致呈現東南高、西北低的趨勢，主要地形區包括：位於西北布列塔尼半島的阿莫里坎丘陵(le Massif Armoricain)、巴黎盆地(le Bassin Parisien)、阿基坦盆地(le Bassin Aquitain)、中央高原(le Massif central)、以及東南部山地高原為主的阿爾卑斯山脈群區塊(les Alpes)等。

大致而言，法國地勢較低，全國三分之二的地區低於海拔 250 公尺，法國本土的沿海地帶海拔都在 100 公尺以下。但東部和南部為山脈所環繞，其地勢則較高，例如中央高原、朗格爾高原及佛日山脈，和東南部以山地高原為主的阿爾卑斯區塊，其海拔高度都在 500m 和 1,000m 以上，接者中南部的中央高原，其海拔高度在 250m 和 1,000m 之間，有些地方達到 1,000m 以上；東北部的海拔高度在 250m 和 500m 之間；中部和中西部的海拔高度在 100m 和 250m 之間。因此造成法國地勢主要特徵為東南高、西北低。

尤其主要山脈集中於東部地區，使得本土地形東高西低的差異影響了法國境內的河流流向，但也因為地形區之間的高度落差，使得部分地區利於發展水力資源，在研究法國水文同時，也意外發現其境內水利設施已發展完善，於發電供給上占有相當地位。

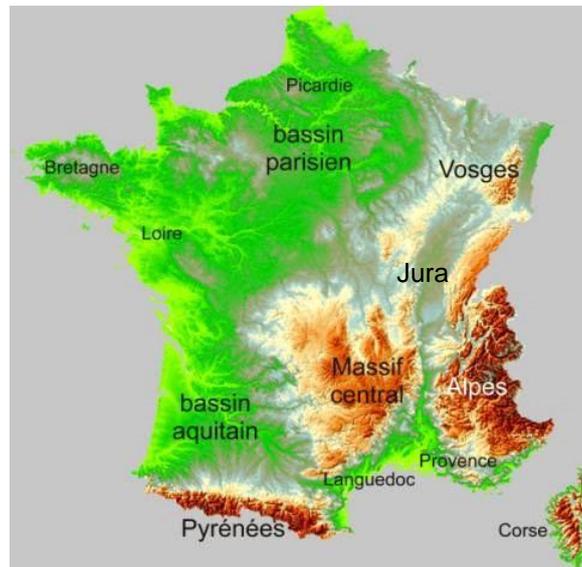


圖 2.2-2 法國地形概略圖

資料來源：THE GEOGRAPHY OF FRANCE

<http://elib.kkf.hu/france/francia/geography/EN.htm>

1. 佛日山脈（les Vosges）：位於法國東北部，鄰近城市史特拉斯堡（Strasbourg）；最高峰為 Ballon de Guebwiller，海拔高度 1,424m。
2. 汝拉山脈（le Jura）：位於法國東部，鄰近雷芒湖（le lac Léman；亦稱日內瓦湖 le lac Genève）；最高峰為 Crêt de la neige，海拔高度 1,718m。
3. 中央高原（le Massif central）：位於法國中部，最高峰為 Puy de Sancy，海拔高度 1,886m。
4. 阿爾卑斯山脈（les Alpes）：位於法國東南部，是法國與瑞士、意大利的分界線；最高峰白朗峰(Mont Blanc)，海拔 4,808m，亦係歐洲最高峰。

5. 庇里牛斯山脈 ( les Pyrénées )：位於法國西南部，是法國與西班牙的分界線；最高峰為 Pic d'Aneto，海拔高度 3,404m。

(二)法國河流數量眾多，水網縱橫交錯，境內主要有五大流域(如圖 2.2-3)，主要由五大河流構成，由北至南分別為：萊茵河、塞納河、羅亞爾河、隆河、加隆河。



圖 2.2-3 法國流域區塊圖

資料來源：法國境內流域 wikipedia -Liste des fleuves de France

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste\\_des\\_fleuves\\_de\\_France](https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_fleuves_de_France)

1. 萊茵河 (le Rhin)：位於法國東北部，發源於瑞士，流經史特拉斯堡 (Strasbourg)、德國後，注入北海。
2. 塞納河 (la Seine)：總長 776 公里，流經巴黎，是法國最著名的河流，且航運便捷，最後注入英吉利海峽。
3. 羅亞爾河 (la Loire)：總長 1020 公里，是法國境內最長的河流，可為法國南北的分界線；其流經中部高原，最終注入比斯開灣(Golfe de Gascogne)，進入大西洋。
4. 隆河 (le Rhône)：位於法國東南部，發源於瑞士，流經里昂 (Lyon)，

由北向南流入地中海，是著名的葡萄酒產區。

### (三) 法國地質

法國境內地質處於海西皺摺帶(亦稱華力西褶皺帶)，因不同時期褶皺、斷裂作用，多處地帶產生造山運動。早期海西構造期形成的山脈岩層承受巨大壓力而扭曲，因而產生各種幾何形狀，稱為舊褶皺山，惟山脈硬化較早，日久侵蝕，地形起伏已大為降低。又因早期造山運動的發達，致今日的地形境內礦產資源豐富，如法國中部地區的富鈾二雲母花崗岩。在土壤方面，西部和北部屬於潮濕地區，係棕色灰壤土，面積涵蓋最廣，地中海沿岸土壤則呈現紅色，這些肥沃的土地，隨者後期法國人口密度的增加，和種植面積的擴大，其農業發展已成熟，目前仍占主要經濟體大宗，但亦使法國的天然植物減少許多，目前法國森林面積佔約法國本土面積的四分之一，農業耕地占全國土地的 55%。

## 二. 法國與臺灣腹地比較

### (一) 地形

從法國地勢面積比例簡易進行分析，平原和丘陵面積佔法國本土 4/5，其中海拔 250 公尺以下的平原地帶佔總面積的 60%，而介於 250 公尺至 500 公尺的丘陵地帶佔總面積的 20%，500 公尺以上的山地佔總面積的 17.8% (科西嘉島除外)。所以法國本土地形的特點是平原和低台地多於山地，其海拔平均高度為 342 公尺，充分證明了係為平原為主的國家。

相較之下，台灣因歐亞板塊與菲律賓海板塊的互相擠壓而造山運動發達，導致臺灣山地面積大，地殼被擠壓抬升而形成的山脈，南北縱貫全臺，其中以中央山脈為主體，地勢高峻陡峭，將台灣地勢剖成兩半，東半部高，西半部低，地形主要以山地、丘陵、盆地、臺地、平原為主體，其中山地、丘陵約佔全島總面積的三分之二。

## (二)水文

法國地處溫帶海洋性氣候區，河流水量較大，水位的季節變化小，且流域內植被覆蓋率高，植生良好，所以河流含沙量小。再者水流源源不絕流動，冬季無結冰期，帶動上游水能資源豐富，下游河段航運價值高的優越環境。另地形絕大部分集中在低地、平原、盆地、丘陵和台地等形式，故境內河流縱橫交錯，水路四通八達，可通航河流總長度達 8,500 多公里，形成遍佈全國的水路交通網。正也因是如此，當河川流入中部平坦地區，流速減緩，形成曲河，故境內河川多呈蜿蜒形狀。另擁有航運最佳的水系發源於法國東北部，後注入英吉利海峽，因上游水系呈現扇狀，流域面積大，利於船隻航行，擁有較佳的航運交通。

台灣本島因中央山脈與雪山山脈，形成河川分水嶺，另山脈主要偏東，故河川東部短西部長，總河川特徵為河身短、坡度大、水流急，河階、谷中谷、嵌入曲流、隆起沖積扇等回春地形顯著，例如最長的濁水溪長僅 186 公里，而坡度則達四十六分之一，河流含沙量大如濁水，因而得名。且台灣地理位置特殊，南部的冬、夏季雨量較為不平均，夏季遇梅雨及颱風時節，常出現強驟雨，導致水位暴漲、水流湍急，洪峰流量十分龐大，例如面積兩三千平方公里的集水區域，經常出現每秒一萬立方公尺以上的洪水量，冬季時期則雨季集中在北部，而南部地區亦經常因降雨量過少形成枯水期，故亦稱為「野溪」。每年颱風、豪大雨不預警氣候，導致洪水、崩塌及土石流等水土災害頻繁，常對生命財產與國土流失構成嚴重的威脅，加上全球氣候變遷因素，此種水文環境並不適合於航行。

## (三)農業

法國因降水較多，土壤肥沃，且有豐富的灌溉水源，農產品產量大。目前法國農業現代化程度很高，科技為農業發展提供先進機械，開發農藥，大大提升生產量，農業生產科技含量高，且法國人口密度較低，農

產品消費較少，農產品不僅能夠充分滿足該國的需要，而且還能大量出口，出口量巨大，是世界上農產品出口量最大的幾個國家之一，形成法國是歐洲農業最發達的國家。在台灣，農業在經濟發展中曾經佔有重要地位，奠定了台灣經濟起飛的基礎。60年代末期後，逐步進入停滯期，在整體經濟中已處於相當次要的地位。80年代以來，台灣當局採取了一系列重大政策措施，力求農業復甦及轉型，因而調整農業發展方向，台灣農業邁向一個新的發展階段，這些像是鼓勵年輕人迴遊及農作基因改革等方案與措施都是將農業從“量”的發展轉向“質”的提高。

#### (四)水力

因水力發電乃是清潔又可再生的能源，加上法國水文環境利於水力發展，亦屬於法國能源供應中的強項，法國充分利用水利資源，發展水利建設，水力發電經開發多年，已成為主要電力供給來源之一，綜觀法國境內河川，不僅常見防災設施之河川構造物，亦搭配水力發電等供給設施，可見保育治理與善用自然資源觀念可以同時保有的。在台灣，水力發電亦為主要的自產能源，也是台灣最早開發運用的再生能源。因為台灣雨量充沛、水資源豐富，相對享有天然優勢，但受限河川地形的影響，為因應枯水期及水流短促等因素，需要仰賴蓄水設施以便儲水發電。而豐水期與枯水期之間的調節，也格外重要。

## 2.3 法國國家環境暨農業科技研究院(IRSTEA)研究地點及計畫參與

### 一. 法國國家環境暨農業科技研究院(IRSTEA)

IRSTEA(Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture，亦稱 CEMAGREF)，係國家科技研究機構，隸屬法國研究部和農業部，多年來針對水、環境技術、特定地區等三項所設立的研究部門，研發科技及科學等方法並開發獨創性。研究主題包含水與土地的管理、地表水資源、水中與陸地生態系統、鄉村主要空間、水科技、農業

生態、飲食安全等領域，目的在於將新的科技知識提供給管理者、決策者及企業，以回應資源管理、空間規劃暨使用等社會問題，與法國科技界、教育界有密切合作關係，亦與多國合作及研究交流，參與其研究對象包含政府部門、當地政府、企業等。

該研究機構隨著其公開的合作夥伴、地區和行業不斷變化的需求，其研究中心已逐漸導向所面臨新的環境挑戰，例如：農業、生態系統、國土永續等議題。依所收集的資料，觀察其在 2014 年的研究主題都集中在「地表水、水資源利用、水生和陸地生態系統」，「農村發展空間」，「農業系統和食品安全」。並針對法國各地區發展及環境條件等特性，於境內選取十處地點設立科研單位(如圖 2.3-1)。



圖 2.3-1 IRSTEA 研究主題及部門分部

資料來源：IRSTEA 官方網站www.irstea.fr

本計畫研究主題為防災工程置入多元機制的研究，故選擇該機構所屬格勒諾布爾分部（Grenoble Centre, <http://www.irstea.fr/linstitut/nos-centres/grenoble>），此研究地點正位於法國東南部的格勒諾布爾城市，該城市四面環山(阿爾卑斯山脈系)，靠近法屬阿爾卑斯地區的中心，地理環境賦予她阿爾卑

斯首府的美稱，係為山城，地處伊澤爾河(ISERE，為法國五大流域之一隆河(Le Rhône)之支流)和德拉克河(Le Drac，為伊澤爾河的左支流)的交匯處(如圖 2.3-2)，該地區境內流域從上游至下游貫穿山區及已開發都市區域，集水區治理歷史資料豐富，故以該地區作為水土保持保育治理主要調查對象。並加入該單位之山區生態系統動力學管理研究室(EDGE：Dynamiques et gestions des écosystèmes de montagne/ Management and dynamics of mountain ecosystems)參與伊澤爾河流域多期治理研究計畫及流域綜合治理方法。

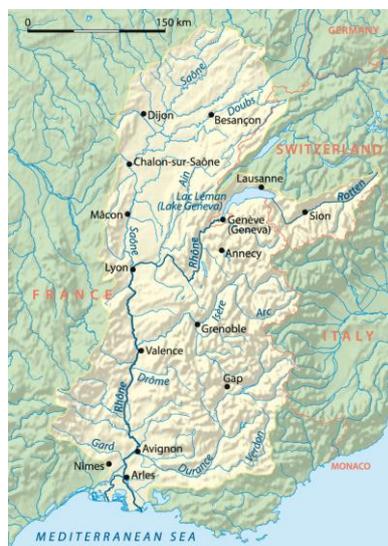


圖2.3-2格勒諾布爾城市地理位置

資料來源：隆河集水區

[http://www.wikiwand.com/nl/Rh%C3%B4ne\\_\(rivier\)](http://www.wikiwand.com/nl/Rh%C3%B4ne_(rivier))

## 二. 伊澤爾河上游治理計畫 -Le projet Isère amont

### (一)伊澤爾河(ISERE)

位於法國東南部，起源於義大利邊境的薩瓦阿爾卑斯山脈(Alpes de Savoie，亦稱薩瓦山)，開始於 2,400 公尺由冰川構成的圍場形冰磧脊梁地形，其河床在德利塞朗山(Col de l'Iseran)附近上升，往下流經滑雪勝地瓦勒迪澤爾(Val d'Isère)，接著到蒂涅水壩(Barrage de Tignes)形成人工湖泊。繼而繼續穿過塔朗泰斯谷(Tarentais)，經過薩瓦省(Savoie)的聖莫里

斯堡(Bourg-Saint-Maurice)後流路轉折，穿過阿爾卑斯山脈群，並在那裡接收支流阿爾利河(l'Arly)匯流後轉向，在義大利邊境流動 290 公里直到它與城市瓦朗斯(Valence)以北交會注入隆河左岸，其集水區約 12,000 平方公里的盆地(如圖 2.3-3)，流經下列省份和所屬城市：

1. 薩瓦省 Savoie: 聖莫里斯堡 Bourg-Saint-Maurice/阿爾貝維爾 Albertville
2. 伊澤爾省 Isère (得名於該河)：格勒諾布爾 Grenoble
3. 德龍省 Drôme：羅芒 Romans-sur-Isère

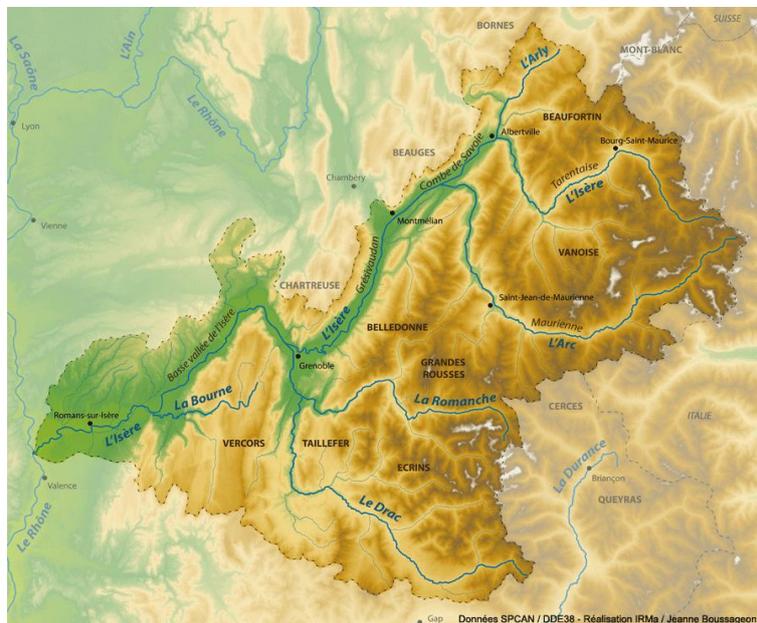


圖 2.3-3 伊澤爾河集水區

資料來源：伊澤爾流域集水區 La bassin versant de l'Isère

[http://www.irma-grenoble.com/05documentation/04dossiers\\_articles.php?id\\_DTart=68&id\\_DT=8](http://www.irma-grenoble.com/05documentation/04dossiers_articles.php?id_DTart=68&id_DT=8)

伊澤爾河集水區是潮濕的高山型氣候，該河平均年排放流量為  $200\text{m}^3/\text{s}$  (範圍  $50\text{-}1500\text{ m}^3/\text{s}$ )，具有高度管理系統。針對部分地域需求採渠道化管理，並有取水方案，以及礫石開採等計畫。沉積物粒徑範

圍從礫石到淤泥，另河川兩岸設置洪氾平原或林地，樹種包括柳樹或混合硬木。

這條河川因為水流湍急的特性，是全球著名的皮划艇賽區，曾經在 2004 年博格聖莫里斯(Bourg-Saint-Maurice)舉辦了世界皮划艇錦標賽，包含激流回旋比賽項目。山谷為該比賽的起點，利用瓦娜色國家公園(Parc national de la Vanoise)的冰川融雪所形成的洪水激流。該河由蒂涅水電大壩(Barrage de Tignes)控制，利用 1 月初至 9 月底的儲水調節排放。

## (二)集水區保育治理規劃

1. 地點：伊澤爾河(l'Isère)位在格勒諾布爾(Grenoble)和蓬特沙爾拉(Pontcharra)兩座城市之間。
2. 災害歷史：自 1859 年以來，洪災即肆虐整個格瑞吉弗棟(Grésivaudan，冰川谷地區)曾建立的防洪設施，該護岸堤防分別在 1914 年、1928 年、1948 年和 1968 年大洪水發生時，發揮它的保護機制，使該地區免於洪氾威脅，但多年下來，同時也已產生高度的不穩定河床。其中，位於靠近伊澤爾河上游的大壩定期被洪水侵擾而不穩定。因此，保護系統減弱，不適合應付坐落於山谷中的城市化地區。
3. 計畫起源：伊澤爾河流域一直以來存在上游區段沖蝕、下游流域及鄰近都市地區洪水氾濫問題，為了保護位於格勒諾布爾及蓬特沙爾拉之間，屬於伊澤爾河集水區的 29 個城鎮，在 2004 年 3 月創建伊澤爾集水區聯合工會(SYMBHI)。在接下來的 5 年期間，民選官員、當地居民、農民和相關協會的代表們共同參與、制定，最終聯合通過此位於伊澤爾省上游示範性合作的建設項目。

為了解決致災原因，同時亦保有河川原貌，該地區治

理團隊計畫將花費幾年時間逐一規劃、漸進式調整及建設，因部分河段流經都市開發區境內，故整治區域範圍涉及都市地區，並且包含調整洪水量及部分區段適當調高岸邊高度，整體計畫預計持續到 2021 年。

- 計畫內容：創建此計畫的成員由格勒諾布爾阿爾卑斯地區首府財政部門與市鎮社區團體，以實現及優化防護治理水平、保護臨水都市之財產安全為其任務宗旨。經過幾年的研究和協商，工作計畫啟動於 2012 年初，規劃從山谷的下游部分開始，後續進行的新重大項目計劃至 2021 年結束。地點涉及沙帕雷朗 (Chapareillan) 至聖納澤爾萊埃梅 (Saint-Nazaire-Les-Eymes) 右岸，及蓬特沙爾拉 (Pontcharra) 至維拉爾邦奧 (Villard-Bonnot) 左岸 (如圖 2.3-4)。

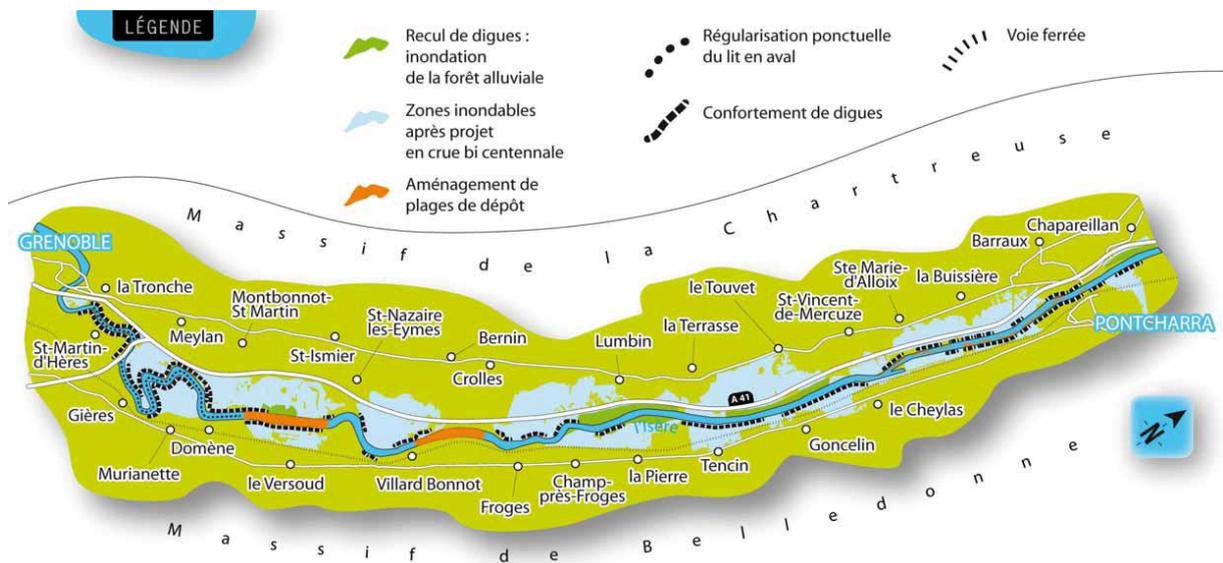


圖 2.3-4 計畫範圍

資料來源：伊澤爾上游計畫範圍 Carte du projet Isère amont

伊澤爾流域部門官網 <https://www.isere.fr/>

- 計畫目的：建立位於伊澤爾河上游相關水利控制設施及水土保持工程，將保護所有位在格瑞吉弗棟的所有城市，防範面臨洪水災害的風險，以及避免土壤流失。期寄在治理完成後的

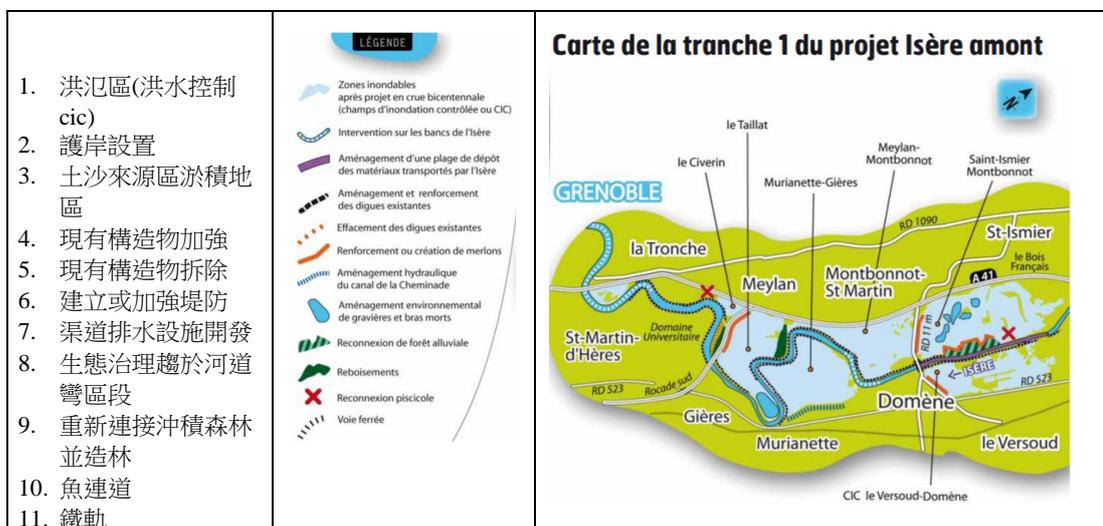
未來，可以保護臨水都市環境及加強保育國土。

6. 計畫宣言：該項目宗旨係保護超過 30 萬生活在城市地區的人民生命財產安全，並防止洪水的風險。其中，治理團隊明確承諾在計畫完工的 2021 年，位於山谷的所有居民，將從這些治理當中獲得保護和受益。

7. 計畫流程：為充分了解到這個治理項目的根本意義，從 2012 年開始進行規劃，在格瑞吉弗棟(Grésivaudan，位於伊澤爾省部，座落阿爾卑斯山的一個山谷。這是伊澤爾下游的一部分)下游部分開始第一階段工作後，接者往上延續到聖伊斯米耶(Saint-Ismier)上游的 19 個城市，這個決定於 2015 年 11 月啟動，初步規劃 2 至 3 個工作項目，整個治理工期規劃至 2021 年結束。

8. 預算規劃：項目總預算 135,000 千歐元。提醒：如果有類似 1859 年洪災再次發生，預估災損金額將達到十億歐元。

(1)第一期：經費 52,000 千歐元，施工期程開始於 2012 年 2 月以後將在 2016 年結束。從格勒諾布爾 10 個市鎮受影響，直到上游右岸的聖伊斯米耶市政(Saint-Ismier)及左岸的勒維爾蘇(le Versoud)。如圖 2.3-5 第一期施工範圍圖。



### 圖 2.3-5 第一期施工範圍圖

(2)第二期與第三期：總經費估計為 83,300 千元歐元（不含土地徵收費用）。連續第一期工程往上游進行，預估右岸 11 和左岸 8 個鄉鎮將受到影響，這兩期工程分別各自同時進行，並計劃於 2015 年和 2021 年之間運行。

9. 計畫特性：貼近開發區是一項創舉與革新，以往防洪主要著重在堤防、壩及護岸的建設，而災害常發生在下游已開發都市區，為了保護當地居民，洪水控制區域（CIC）的創建，規劃農業地區和自然區域在洪水情況下允許水流漫延，進而保護鄰近住宅區。CIC 在台灣也有類似設施，例如滯洪池，我們設計藉以控制河川處於高流量時期。

(1)第一期為何從下游優先開始：第一期工程由下游優先施工，係因為受到 2008 年、2010 年和 2013 年發生的洪水，導致在伊澤爾河下游出現洪災情形，是為高洪水頻率的發生地區，並且受限預算的考量，導致下游地區為優先事項。

(2)上游地區的期待：第一期工作區位於高度城市化地區。因此，為了環境在「開發治理」及「保護」中取得平衡，自然環境的重現是必需的，亦是種義務。故地點選在伊澤爾河上游地區作為平衡環境的投資，所以在 2012 年決定從聖伊斯米耶(Saint-Ismier)的上游幾個地點，恢復該區的自然環境，並允許伊澤爾河多條支流能使魚回流。

10. 設計洪水控制區域（CIC，des Champs d’Inondation Contrôlée，規劃某區域專門設計來控制洪水流量）

- (1)其特性定義如下：
- a.當水位到達洪水階段即啟動功能。
  - b.超出的流量進入洪氾控制區之後，使護岸和堤防水位降低，在此同時可加強底遇洪水的侵蝕。
  - c.平時水量未到達洪氾控制區時，可廣泛利用作為文化、娛樂或體育等休憩功用。
  - d.洪水溢流量注入在洪氾控制區，像是被城牆包圍所控制。
  - e.洪氾控制區之水流將透過水渠式的出口結構流出，可延緩及調節下游水量，使其水位在洪峰流量時下降。

(2)CIC 項目減少河床水位高：為有效控制下游洪氾情形，洪水儲存區挑選出 16 處控制洪水區域，其總容量最終將達 3500 萬立方米（35 millions de m<sup>3</sup>），該計畫所設計 CIC 架構模式如下圖。

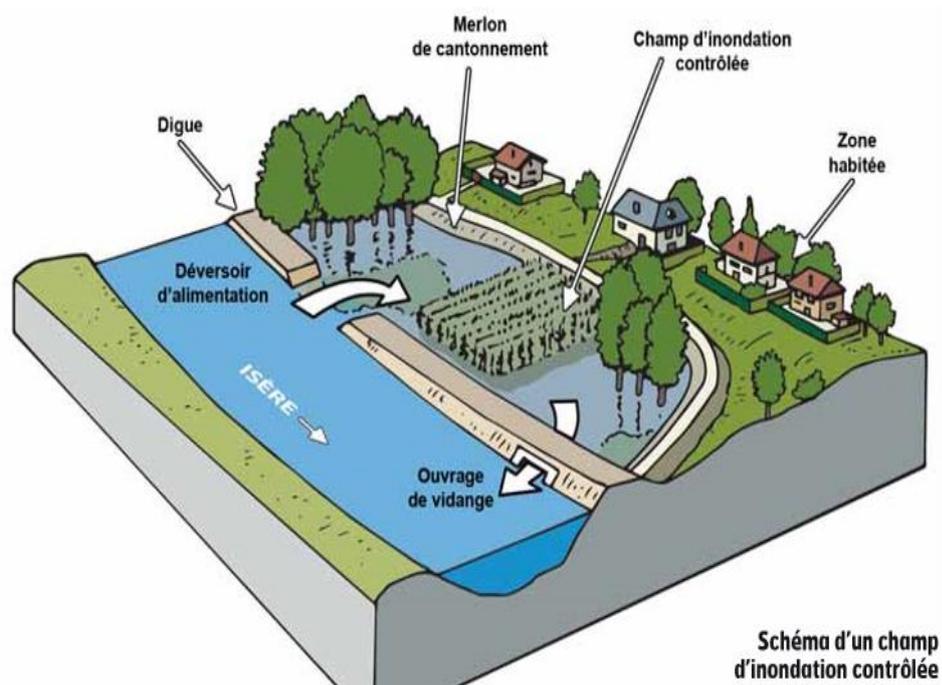


圖 2.3-6CIC 模擬圖

(3)隨者尺寸調整一致性的水工建築物：所挑選的洪水控制區範圍不盡相同，所以隨者尺寸調整一致性洪水控制區，所採用的設計基準係 200 年的重現期距。但是，保護系統不會等到這個等級才進行啟動，因為防洪堤允許洪水高度到達一定程度即刻進入 CIC 系統，並於下游所開闢的排水口，以 30 年的洪水重現期距量排出，如下圖另一種類型 CIC 尺寸。

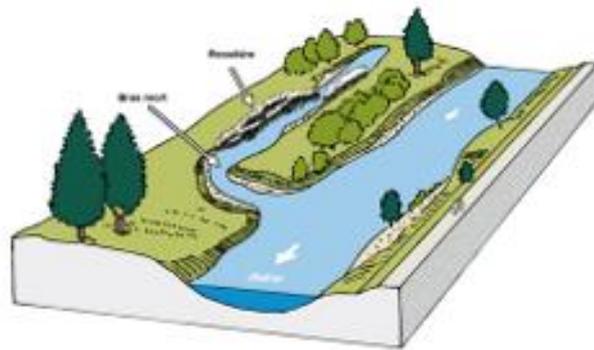


圖 2.3-7CIC 模擬圖

(4)檢討結束後的情形：模擬 16 處 CIC 系統面臨 200 年重現期距的洪水量情況下，後期所產生的效益。發現洪水面積將減少 4,650 公頃。其中，位在下流南格勒諾布爾環行路的大橋，洪峰流量由之前的  $1,550\text{m}^3/\text{S}$ ，降至  $1,230\text{m}^3/\text{S}$ 。且水位在到達蓬特沙爾拉或在 Brignoud 橋將減至 45 公分，最後到阿爾卑斯體育場降至 1.20 米。



圖 2.3-8 其中一處 CIC

### 三. 低碳治理工法

基於對生態系統深切認知，與落實生物多樣性保育及永續發展，採取生態為基礎、安全為導向的工程方法，使用自然、低污染資材，以減少對自然環境造成傷害。例如水土保持局近年針對特殊環境地區所建構的多功自然型防砂設施，其乃結合水砂防治、生態、景觀功能之河溪構造物，並非施作時需全然採用天然資材，而摒棄混凝土等硬性材料，而是為了減輕工程造成之生態問題而衍生之工法，能同時兼顧到水砂防治、景觀融合、生態保育之目的。以下將探討該計畫所利用的低碳治理工法：

#### (一)在河床的工作

##### 1. 監測及資料收集

伊澤爾河上游係由兩個集水區匯流而成的阿爾卑斯高山的河流，她傳輸大量的碎石，沙子和淤泥，其料源造成河床堵塞的主因，故分別在設定地點進行監測如橋梁和匯流河口，並定期收集數據資料。

##### 2. 清疏堆積沙洲

為有效發揮治理成效，限制護岸、堤壩的高度是必要的，為此除去沉積在河床的中部或沿岸的材質。沿岸調查該流況，發現多處地帶沉積，進而減少構造物既有的高度，甚至形成所謂的“沙洲”，故治理計畫首要任務即是將蓬特沙爾拉(Pontcharra)和格勒諾布爾(Grenoble)之間 23 個土沙淤積段夷為平緩。

##### 3. 恢復的匯流

過去為了平均流量，伊澤爾河不再連接其 7 處支流，這禁止魚洄游產卵。為了重現魚道，新的整治規劃已經在克服中慢慢實現，如下圖。



圖 2.3-9 魚道規劃地點

(1) 布雷達的洪流(Le torrent du Bréda)



為恢復此河道原有的多樣化特性，拆除既有的殘餘舊橋。要恢復這種寬度河道更多樣化的流動性，河岸兩旁清除雜樹並降低高度。上方照片為下游鐵路橋原址，橋的舊址下方河流已恢復高速及緩慢的多樣化流動。魚群現在又回到布雷達及其支流 Coisetan。

(2) Alloix 的小溪(Le ruisseau d'Alloix)



為了統一水平的高差，在左岸建立了 175 米長、平均坡度 1.7% 的護坡。並在上游處設置 3 座連續固床工，在右岸基腳堆塊石，以

確保河床的穩定性。另外在河道中放置大石塊及樹樁以獲得多樣性的水流動。

### (3) Fay 與 Renevier 兩處野溪(Le ruisseau du Fay et du Renevier)



這兩條坑溝(Le Fay, Le Renevier)因早期的治理被分開幾百米，他們現在重新規劃在伊澤爾省得以匯集成合流。並加入曲流及跌水的設計，藉以控制流速。而舊有的野溪，其流路都被保存下來，在有水流入的情況下提供。

### (4) Goncelin 的湍流(Le seuil de Goncelin)



因為上游兩條支流的連結增加了流速，進而影響迴流的魚，為減緩它的速度、避免渦流，在左岸設置了三個類似丁壩的構造物，其使用 90 立方米的拋石鋪設而成。這樣的安排下，恢復鱒魚、茴魚和其他鯉科魚在此河道自由流動。

### (5) 拉孔布德朗塞的野溪(Le ruisseau de la Combe de Lancey)



為了統一水平的高差，在左岸建立了 175 米長、平均坡度 1.7%

的護坡。並在上游處設置 3 座連續固床工，在右岸基腳堆塊石，以確保河床的穩定性。另外在河道中放置大石塊及樹樁以獲得多樣性的水流動。

#### 4. 恢復故道

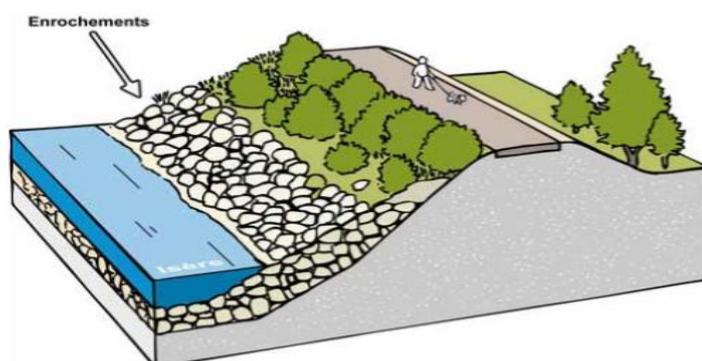
過去的整治中，為了整體控制流量及流路，L'Isère 河數條小支流因此截斷，如在沙帕雷朗(Chapareillan)、蘭班(Lumbin)、聖瑪麗達盧瓦(Sainte-Marie-d'Alloix)、克洛爾(Crolles)和梅隆(Meylan)等地(詳前圖 2.3-4)曾是其支流的流經地區，現已因為河道截水而消失。日後的工作則將是復原其原有的河道支流，執行恢復供水的工作，並鼓勵濕地生物多樣性，朝激活野溪邁進。

### (二)加強伊澤爾河沿線構造物

調查沿線豎立兩岸的護岸及大壩等構造物，現況是不穩定的，因而是需要加強的最脆弱區塊。

#### 1. 岸邊加強

只要水位上升或產生漩渦，護岸堤防則特別容易受到破壞，且持續沖刷造成坡腳掏刷，易導致護岸連續崩塌或材料結構被沖走的風險。在這種情況下，為保護護岸基腳，使用現地既有基材-碎石和表土，採拋石方式直接循著坡面平鋪。並且在具備多餘空間的河岸，使用足夠穩定河床的草本及木本植物，利用其物理和生物的功能，強化兩岸河床，這就是所謂的植生工程(如圖 2.3-10)。



## 圖 2.3-10 模擬圖-岸邊加強方式

資料來源：伊澤爾上游計畫範圍 Carte du projet Isère amont

伊澤爾流域部門官網 <https://www.isere.fr/>

### 2. 立外一側加強

在水流湍急時，某區段的護岸堤防設施需具備保護底下土壤的功能，且在洪水時期，護岸堤防承載加倍的壓力，這是由於以往構造物大多由透水性材質構成，此時削弱的壩體產生被運移的風險。為了修正這個問題，採取「力學加固」的方式，在護岸的另外一側，延者斜坡進行砂及礫石的回填，並加長斜坡減緩坡度，直到平坦的那一面，此種僅僅運用強化防止傾倒之力矩模式，不但大大提升護岸穩定度，並減少河床擾動及混凝土用量(如圖 2.3-11)。

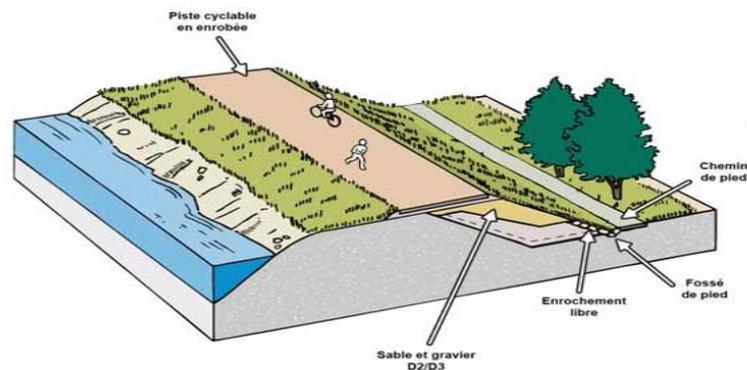


圖 2.3-11 模擬圖-護岸力學加強

資料來源：伊澤爾上游計畫範圍 Carte du projet Isère amont

伊澤爾流域部門官網 <https://www.isere.fr/>

### 3. 防止內部侵蝕

因為護岸材料之孔隙率使的地下水可以入滲，並在壩體內產生循環流動。此風險在於間隙會突然產生，往往許多裂縫先由壩體內部向外開裂。在此之前，壩體表面並未發現裂縫，導致壩體內部容易形成優先滲流路徑。為加強及防範，在斜坡及路面地基鋪設排水設施和過濾材料。因此工法必須擴大壩體本身橫斷面寬度，但並非每處都能適

用這種工法，例如 2015 年秋天在巴爾羅(Barraux)地區，因為現場腹地不足加強壩體工程，換而使用鋼板樁振動下沉打入壩體，其鋼筋深度各為 6 米和 10 米。

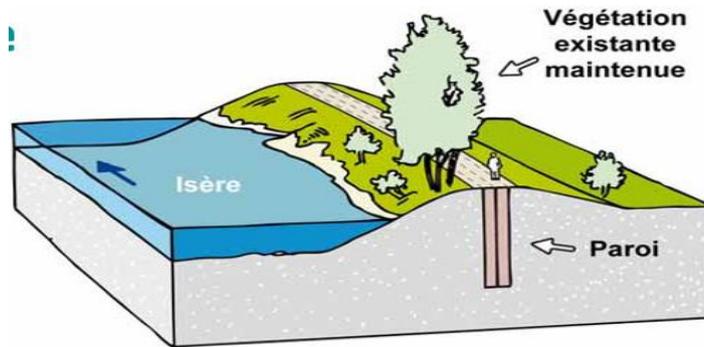


圖 2.3-12 模擬圖-壩體內部加強

資料來源：伊澤爾上游計畫範圍 Carte du projet Isère amont  
伊澤爾流域部門官網 <https://www.isere.fr/>

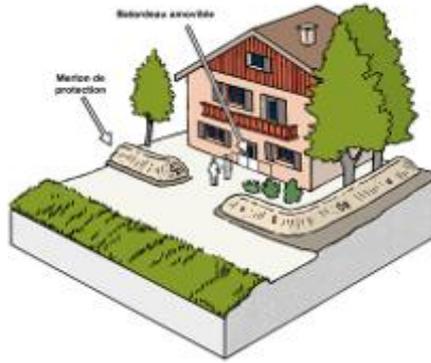
#### 4. 抬升壩體高度

因既有防砂設施其壩體本身高度小於 200 年洪水重現期距，明顯未能應付現今氣候變遷下的環境，故大壩應當加高。這種工法係通過簡單地添加砂和碎石等材料進行壓實，以抬高壩體本身。

### (三)CIC 洪水控制區域內沖積地區的工作

#### 1. 堤防保護

為維護 CIC 功能和保護一些社區，小型保護結構被當地建造。雖然高度有限，但他們在漫灘時期，發揮邊界的功能，與沿著鐵路和高速公路路線堤防有著相同的作用。如圖 2.3-13。



如圖 2.3-13 當地自設小型堤防模擬

## 2. 再生區

在保育治理基準下，規劃在河床回收的砂石材料，將先被堆置於河谷的 8 處砂石場後被重新利用。另外局部的土方工程雖涉及森林的砍伐，但善用 CIC 沖積地區補植，最終樹木種植總面積將達到 20 公頃，生物走廊（動物遷徙的地方）也因此得將迅速發展，以減少環境衝擊並實施生態補償措施。

## 3. 景觀和休閒發展

洪水控制區的景觀規劃，朝向開發出具尊重伊澤爾河自然特性的堤壩，及其具有休憩放鬆的功能。在符合景觀和娛樂的編制下，不僅遵循環境友善，亦提供戶外活動的空間。最終，居民可能更願意接近並且長時停留在河堤，走在綠色堤頂或岸邊進行野餐。

## 四. 多元治理再造環境

### (一) 柔性工法(Doucement)

在伊澤爾河的治理方面，混凝土構造物並不是其主要資材，大量當地塊石被選用於護岸構築，因河岸下方有石塊保護，其上方進行植生，且因並未直接受水流淘刷，故先行被覆自然材質之椰纖網鋪疊，該材料可自然分解，待一年後植生自然入侵，綠化使得完全，此方法常見於法國河川復育，且待復育後，防災功能持續其效益並逐漸增強，並未隨著

時間防災機制消退。

## (二) 河岸設施(Fort)



### 1. 護岸/堤防

在修復護岸前，必須先釐清治理癥結點，將危機化為轉機，堤防修復或建構的條件隨著招受侵蝕的地區而有所不同，故幾種不同的防禦措施是必要考量的，例如護岸傾倒或水滲透到壩體的風險等。又或著當堤防護岸低於兩百年的洪水期距，洪水淹沒該地區於森林地區，產生沖積並創造濕地。從上所列舉案例可看出，洪水災害可危及構造物，亦可創造新的自然環境，故在籌畫野溪治理時，循著原先規劃的水理環境，構出需進行修復或拆除重建的藍圖，而不是為免除麻煩，一味的以連續性固床工或是渠道化護岸構築。

### 2. 其他構造物

為保障新體制的構造物能正常有效地運作，是通過很多強化及改善的工程，像是 CIC 調節或排空，或防止一些伊澤爾省的支流回流之保護措施系統，以確保該集水區能正常運行。

## (三) 森林復育(Forest)

森林砍伐 →再植生→收集森林資材→模式研究



1. 森林砍伐再植生：為使工區施工進行順利，常需要砍伐現有植生，故選取其他地點重新植生造林，以作為補償措施。

伊澤爾的護岸堤防被茂密的森林覆蓋，若所涉及的工區範圍，係為增加護岸堤防強度，得以在回水時保護當地居民，將不得不砍伐以換取儲水空間。

故從 2015 年秋天開始進行砍伐作業，直到 2016 年的夏天。總計森林覆蓋區域砍伐了 17.5 公頃，其中 1.9 公頃屬於國有土地，另 15.5 公頃屬私有土地。因此，該區域致力於恢復“生物走廊”，且提供這些自然區域野生動物的活動是必不可少的。並針對自然森林的重新栽植方式，補償被損毀砍伐的地區，進行模式研究。

2. 對於生物連續活動空間的橫向走廊，其主要造林領域/市鎮是：拉比伊西埃(La Buisserie)，蓬特沙爾拉的 ZAC Pré Brun (la ZAC Pré Brun à Pontcharra)，蓬特沙爾拉-勒謝拉的 CIC (le CIC de Pontcharra - Cheylas)，Brignoud 附近區域(la déviation de Brignoud)，聖納澤爾萊埃梅未來將建設的圍堤範圍(le futur merlon de Saint-Nazaire-les-Eymes) 等地區作為補償，其餘地點將以該工程結束以後，以該區域原生樹種重新造林。像是沿著河床的護岸堤壩、或是暫時土砂堆置區及需綠化地區等，以高矮相間的樹籬和灌木種植。這些補植區域範圍超過 15 公頃。在臺灣目前水土保持工程也逐漸倡導補植工程，亦稱為「腹地

補償」。

#### (四) 增值環境(Valoriser)

##### 增值當地自然環境



1. 河川曲線流向隨著時間變化，流水動力對河床的沖刷與侵蝕，使的河流愈來愈蜿蜒，最後導致河流自然截彎取直，使的河川的歷史發展再次重來，這些被切斷的蜿蜒回水形成池塘，因而帶動自然環境的生物多樣性，使得瀕臨滅絕的物種將在水中再次呈現。(地點：Chapareillan，Sainte-Marie-d’Alloix，Lumbin)。
2. 數個牛軋形狀的回水池塘，將按規畫設計發揮最大的潛在生態環境，形成優質生態湖。(地點：Pontcharra，La Terrasse，La Pierre，Saint-Vincent-de-Mercuze，Lumbin)。
3. 沖積森林將在本地淹沒，但這將創造高生態價值的濕地。(在 Saint-Vincent-de-Mercuze 及 Lumbin 相距 8.1 公里之間設計 13 處開口，計劃 186 公頃的生態濕地。另在 Tencin 及 Champ-près-Frogès 相距 4.8 公里之間設計 6 處開口，淹沒面積約為 83 公頃。)
4. 生態走廊的恢復是回復當地自然環境的終極目標，藉由伊澤爾河沿線護岸及平原圍堤旁的沖積林區植生復育，以及安排公路和高速公路的路線下方的野生動物穿越道 (RD166，RD29，RD 30，A 41) 等。

## 參、心得與建議

### 一. 時間-保育治理投注成本

法國集水區保育治理願意投入相當長的成本在時間上，初期投入以緊急災修為主，待該流域暫時穩定，再酌以進行後續的保育工程，並以永續經營為主要導向，但在初期投入清疏及護岸修復等治理階段之後，同時對於整體治理已有長時間的研究及周全的考慮，從中可看出計畫導向防災功能持續效應、人水共生共存、尊敬生態及人文等三大多元治理項目為主。

### 二. 治理元素-當地人文環境、風俗民情

治理層面重視當地人文環境，在設計工程構造物同時，亦研究當地風俗民情，希冀工程構造物進駐的同時，也能保有當地的特色，並豐富其環境景觀，所以在顏色、材質、配置位置、材料強度等都是選取的條件，這就是為何後續加構的硬體構造物與當地環境無違合之感。

### 三. 居民-集水區域發展的農村環境

法國集水區整體規劃或野溪整治，考量當地居民生活習慣、農地環境及現地可用條件之趨勢，營造具有區域性特色之現地環境，除了保留許多維護良好的舊式建築、古蹟外，農舍大部分以集村方式興建。此舉不但避免浪費過多農地，並可提供更多耕地可讓地盡其利，並配合農地需求之水利灌溉設施、小型水力發電發展，其工業與民生之用水皆納入集水區整體水里計算考量，長遠運轉下來，發展成當地農村專屬特色，故位於集水區治理環境下的農村，是符合生態保育環境規劃方式的治理，可納入我們未來集水區整體規劃的新思維。

### 四. 柔性工法-洪水控制區域

法國境內亦有大型土砂防治工程，但整體而言，以柔性工法所佔比例居多，未來後續工作構想之重點可參考法國工程設計規劃的角度，並加入

本局提倡的集水區整體治理觀點，例如台灣滯洪池可導入法國低擾動概念所創造的洪水控制區域設施。

## 五. 地點-貼近開發區治理

從前治理往往選取遠離民眾生活範圍，係因為避免影響其用地，可減少溝通時程，以利後續工程順利進行，但法國農業發展於目前社會仍佔大宗比例，且多處都市生活區境內仍有河流蜿蜒通行並持續發展建設，故近幾年貼近開發區治理是一項創舉與革新，例如CIC洪水控制區域的設計，以往防洪主要著重在堤防、壩及護岸的建設，洪水控制區域的創建，使伊澤爾省農業和自然區域在洪水情況下進入該區域漫延，進而保護居住區。CIC 在台灣也有類似設施，我們以滯洪池來控制河川處於高流量時期，但多選取在偏遠地區，未來可參考CIC洪水控制區域的設計，使防洪工程更加完善成熟。

## 六. 宣導-倡導及加強民眾保育環境的概念

相關保育治理規劃設計能否同時滿足該集水區防災保育的需求及人民的配合意願，從以前在自然復育及民意間取得平衡，一直是從事防災措施的窒礙點，法國近幾年來為了倡導及加強民眾保育環境的概念，不只在完工的設施加強宣導的立牌，並力求設施在非防汛期能供民眾休閒使用，以達到民眾認可及提升使用率。

# 肆、其他相關事項

## 4.1 實驗室植生研究

- 1.時間：2016年9月6日
- 2.地點：伊澤爾河右岸
- 3.內容：與研究室團隊現勘兩岸植生及森林植被調查
- 4.過程：首先在河川的兩岸勘查可長期研究地點計20處，並循線記號，以方便下次找尋原測量的點位。本計畫為期兩年，期間每三個禮

拜進行測量，使用器具簡便，如鐵枝條及細繩等，細繩為固定每次量測的距離，根據地面所鋪設的編織麻繩網(係為固定邊坡植生草種)間隔，每 10 格即進行抽樣調查，把鐵枝條對準格子插進土壤裡，藉由枝條觀察與其鄰近的草種，並一一紀錄統計。後續再輸入電腦分析該地區適應力較強的草種，找出最適合當地植生的物種種類及其復育速度，待河岸工程結束之後，再進行草種鋪植。相關流程及實驗解說如圖 4.1。



圖 4.1-1 伊澤爾河右岸植生收集資料地點



圖 4.1-2 該區域河段目前施工中，此為河岸草種植生情形



圖 4.1-3 為長期觀測研究，已將採樣地點註記



圖 4.1-4 利用簡易工具進行作業



	
<p>圖 4.1-11 前往下一觀察點位</p>	<p>圖 4.1-12 護岸邊坡治理方式(下方拋塊石、上方植生)</p>

## 4.2 IRSTEA50 周年成果發表會

- 1.時間：時間 :2016 年 10 月 10 日
- 2.地點：IRSTEA
- 3.內容：為慶祝該研究單位創建 50 周年，各研究室簡報近年成果。根據歷史資料，2014 年的研究主題集中在地表水、水資源利用、水生和陸地生態系統，和農村發展空間、農業系統、食品安全等。本次成果發表主要是就氣候變遷下，各環境所遭受的衝擊以及應對的方法。
- 4.過程：在上午 10 點進行成果發表會，中午該研究團隊安排戶外享用午餐並提供當地餐點，下午各研究室開放參觀，包含實驗工作室的設備展示及各項實驗解說，該研究單位研究議題廣泛且分支詳細，各團隊皆備有實驗儀器，本次亦開放參觀，並備有參考資料提供索取，且安排研究人員解說器材及操作方法。活動情形及相關資料如圖 4.2。



圖 4.2-1 成果發表演場簡報情形



圖 4.2-2 岩質坡面植生復育解說



圖 4.2-3 戶外器材展示



圖 4.2-4 因氣候變遷植物年輪的變化情形  
解說



圖 4.2-5 航拍器材展示解說



圖 4.2-6 植生護岸復育過程模型



圖 4.2-7 數種植生護岸樣態模型



圖 4.2-8 雪崩情境模擬研究室



圖 4.2-9 生態工程桌遊

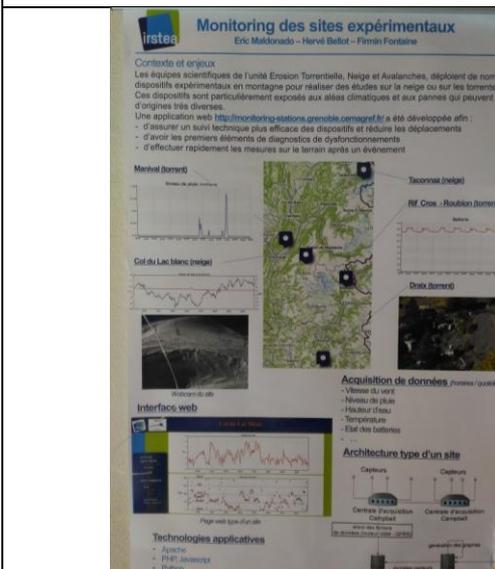


圖 4.2-10 研討會中展示之海報



圖 4.2-11 研討會中展示之海報

### 4.3 集水區空拍

- 1.時間：2016 年 12 月 11 日
- 2.地點：於鄰近薩瓦省(Savoie)飛機基地搭乘
- 3.內容：從薩瓦省出發，以逆時針方向航行觀察伊澤爾河集水區流域，待靠近義大利邊境，看到白朗峰(Mont Blanc)折返，回程經過安錫(Annecy)，航行 1.5 小時。
- 4.過程：航行過程首先靠近義大利邊境，此時俯瞰之河川屬伊澤爾河下游部分，接著往北航行，河川寬度逐漸變細，地形明顯起伏大，兩側山脈亦漸陡峭。因高程較大，已看到各個山頂皆覆蓋白雪，之後由瑞士邊境於白朗峰處折返，回程途經安錫，俯瞰法國第二大淡水湖「安錫湖(Lac d'Annecy)」，總航行時間為 1.5 小時。

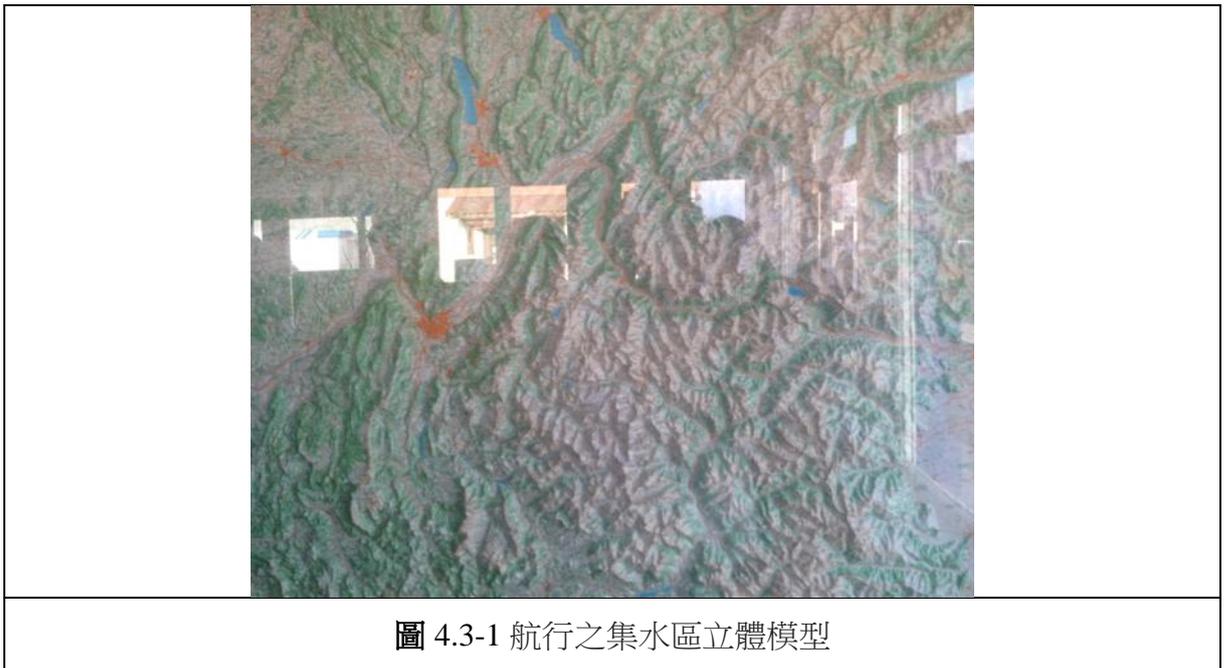




圖 4.3-2 下游地區農作情形



圖 4.3-3 伊澤爾河中游區段



圖 4.3-4 伊澤爾河俯拍圖



圖 4.3-5 接近阿爾卑斯山群



圖 4.3-6 阿爾卑斯山群頂白雪覆蓋

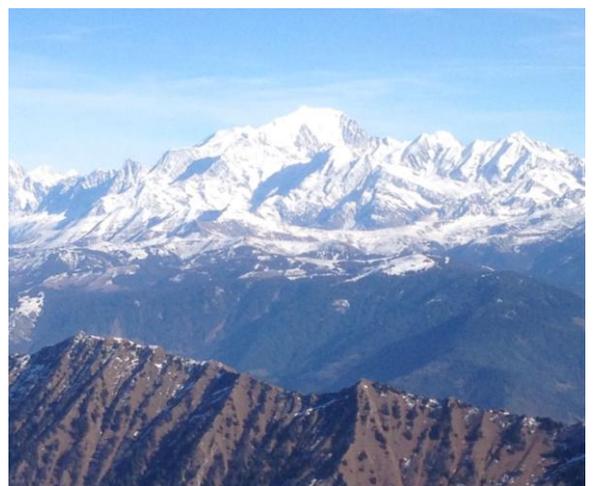


圖 4.3-7 阿爾卑斯山最高峰-白朗峰

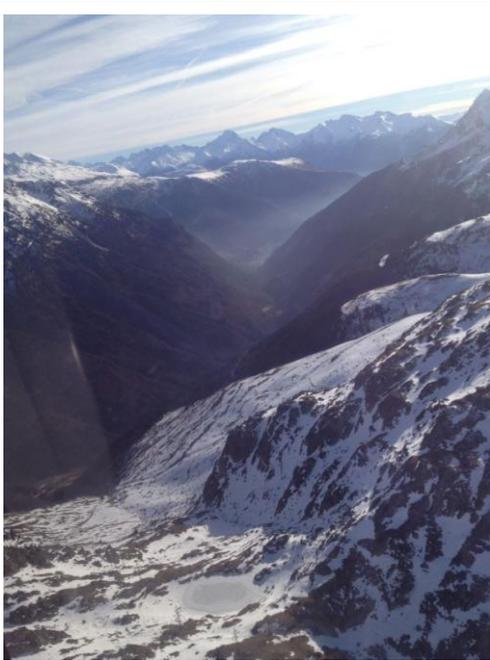


圖 4.3-8 地勢較不高聳之山區其白雪融化情形



圖 4.3-9 回程俯拍



圖 4.3-10 法國東南方小鎮安錫



圖 4.3-11 安錫湖-水源來自阿爾卑斯山融化雪水及數條小河匯集而成