

# 行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別： 考察)

## 前往新加坡、香港考察導航標識

### 報 告 書

服務機關：交通部高雄港務局

姓名職稱：技正兼科長張憲章

派赴國家：新加坡、香港

出國期間：民國 96 年 11 月 21  
日至 11 月 27 日止

報告日期：民國 97 年 1 月 25 日

## 摘要

高雄港務局自民國 91 年正式實施分道航行制，對增進船舶航行安全確有裨益，頗獲航海界肯定，美中不足處為航道缺乏指示分道之導航標識，故航海界經常建議速於分道巷道口設立導航標識以利航行。

經本局洽請關稅總局設置，惟該總局認為燈浮設置後容易流失對是否宜於設置及由何機關設置管理提出質疑。經交通部協調後決定由本局設置，設置後交由關稅總局管理。因本局缺乏港外設置大型外海燈浮經驗，且為確認是否宜於設置，故指派人員赴新加坡、香港兩港考察該二港燈浮設置、管理經驗，以期作為本港設置燈浮參考。經考察後確認有關設置燈浮之需求性及可行性均無問題，並攜回大量燈浮範例照片及相關資料，爰提出國報告如文。

# 目 錄

壹. 目的	
一. 考察緣起-----	4
二. 考察行程-----	4
貳. 過程	
一. -----	6
二. 泰藍公司新加坡分公司(Tideland Pte Ltd)-----	24
三. Wealth Marine Pte Ltd -----	25
四. 香港海事處-----	25
參. 考察心得-----	40
肆. 建議事項-----	42
附錄-----	44

# 壹．目的

## 一．考察緣起：

高雄港目前是世界大港之一,正努力邁向亞太地區最受歡迎之樞紐轉運港中,故積極進行港口建設,期能增進船舶航行安全及港口營運效率;以適應船舶噸位或數量之日益增加、境外轉運中心的成立及鄰近港口之競爭壓力,並設法避免海事意外之發生,增加客戶滿意度。

國際海事組織 IMO 為增進船舶航行安全,推行分道航行制將往來船舶分隔航行避免會遇已行之有年,高雄港務局於民國 90 年委託國立台灣海洋大學規劃了分道航行巷道,並自民國 91 年正式實施,對增進船舶航行安全確有裨益,頗獲航海界肯定,美中不足處為航道缺乏指示分道之導航標識,故航海界經常建議速於航行巷道口設立導航標識以利航行。

本案本局原洽請本國導航標識設置及管理單位關稅總局設置,惟該總局認為該燈浮暨安放於本港港區應由本局設置,並認為設置後容易流失是否宜於設置提出質疑。經交通部協調後決定由本局設置,設置後交由關稅總局管理。因本局缺乏港外設置大型外海燈浮經驗,且為確認是否宜於設置,適本局有至國外學習導航標識之相關出國經費,故簽請 局長指派人員赴具有豐富燈浮經驗且位置相當之新加坡、香港兩港見習觀摩該二港燈浮設置、管理及運作經驗,以期他山之石可以攻錯,能作為本港設置燈浮參考,以提升本港分道航行制之功效及導航功能,並順便蒐集國際燈塔協會之最新導航標識資訊,經奉 局長批示由職港務組技正兼航管科長張憲章前往該二港考察取經。

## 二．考察行程

天	月	日	星期	行程	備註
1	11	21	三	高雄小港機場→香港轉機→新加坡樟宜機場	09:20~15:20
2	11	22	四	上午拜訪觀摩新加坡海事港務局聽取報及觀摩討論 下午至導航標識廠商泰藍公司拜訪	
3	11	23	五	拜訪新導航標識廠商 Wealth Marine Pte Ltd	
4	11	24	六	新加坡樟宜機場→ 香港國際機場	1630-2020

5	11	25	日	整理資料及文化參訪	
6	11	26	一	拜訪香港海事處實地觀摩燈浮維護及現場考察燈浮與討論	
7	11	27	二	香港→高雄小港機場	1750-1920

## 貳. 過 程

本次選擇前往新加坡及香港考察，主要除著眼於該二港為世界大港，港航技術先進，各擁有燈浮標百餘個，亦因香港位於颱風區，對於颱風來襲時燈浮之維護有豐富經驗可為本港參考。又我國因不是國際燈塔協會會員，缺乏最新國際燈塔協會資訊，有必要向渠等收集該協會最新相關規定。考察因事先縝密規劃，先期密切聯絡拜訪對象並將所希望瞭解事項事先傳真拜訪對象，又蒙拜訪對象熱情接待知無不言，故收穫豐盛，成果如下：

### 一. 新加坡海事及港務管理局

新加坡燈浮及燈塔管理單位屬於新加坡海事及港務管理局（Singapore Maritime and Port Authority, MPA）的水道測量處，接待人員為該局助理水道測量師李永財先生。

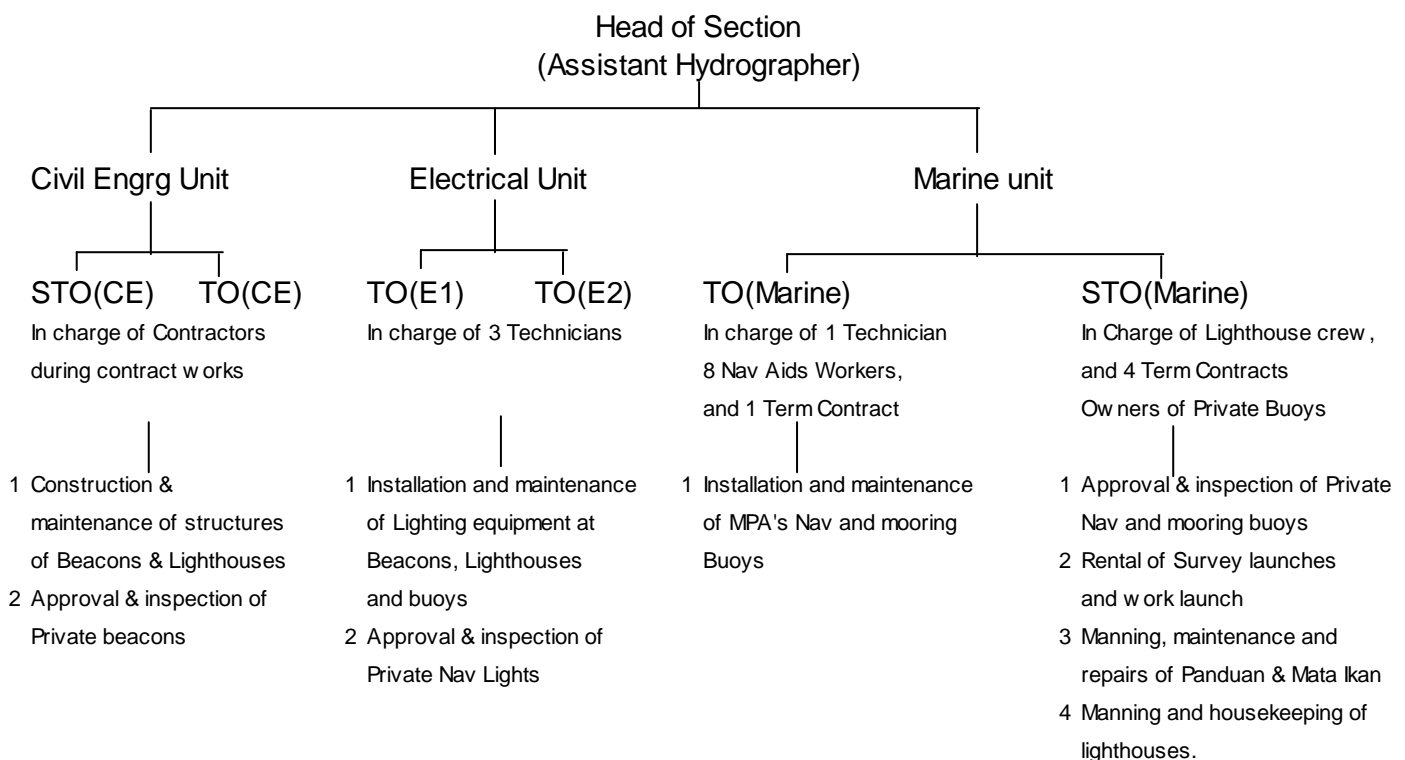
水道測量處是新加坡海事及港務管理局之一級單位，負責新加坡港之水道測量、海圖製作，航道浚深與管理、導航標識設置與維護等事項。

該處組織編制如下：水道處長下設 Hydrographic Survey、Cartographic、Hydrodynamics、Dumping、Aids to Navigation、System Support 等六個部門。

該處有關導航標識單位助航標識科編制如下：

#### Navigational Aids Section

##### Organization Chart



水道測量處位於新加坡亞歷山大路 460 號，新加坡港務大樓 20 樓，該處目標是「We are committed to our users to provide products and services for the conduct of safe and efficient navigation.」已於 2000 年 10 月取得 ISO 9002:1994 standard 認證及於 2003 年 12 月取得 ISO 9001:2000 standard 認證。

助航標識科計有編制員工 23 人，目前管理燈塔 5 具，燈浮筒 89 個，繫泊浮筒 121 個，其燈浮管理情形以照片顯示如下：

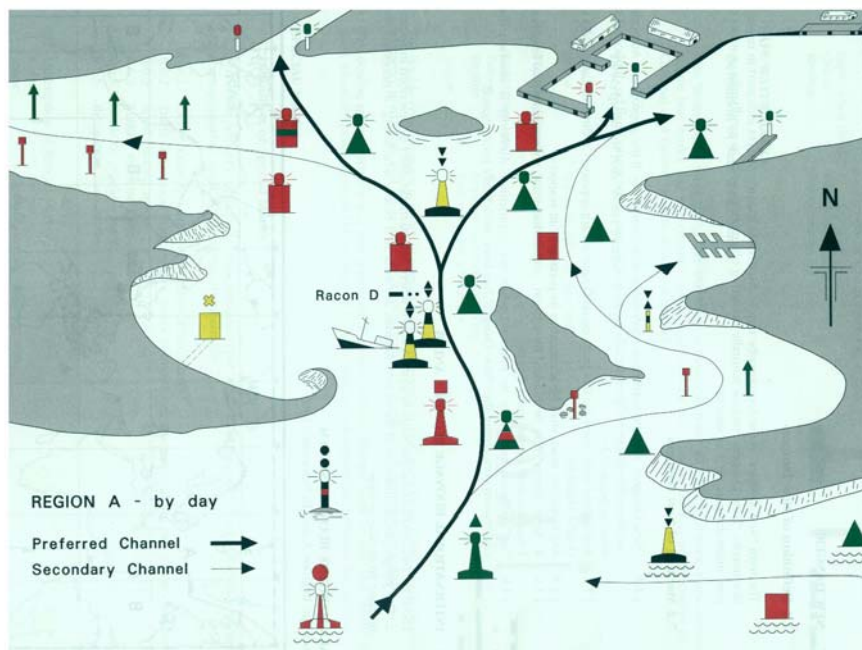
### 1. 部分新購燈浮置於岸上雄姿



### 2. 該處所屬燈浮作業船「PANDUAN」號



3. 該港採國際燈塔協會 A 地區燈浮制度



4. 佈放於海上之右舷浮（紅燈浮），直徑 2.4 公尺，佈放於外海，能抗強風及海流，較小型燈浮直徑 1.5 公尺。





5. 佈放於遮蔽海面之小型航道浮（黃燈浮），為塑膠製造，指示港內航道，通常由該處自行佈放。



6. 該科亦須督導私人碼頭公司佈放之水上燈浮，私人碼頭公司欲佈放燈浮須先經該處核准



7. 私人碼頭公司佈放之水上燈浮，於佈放前置於岸上之燈浮須先由該科檢查合格後才能佈放，並須按季報告使用情形



8. 立於海中之罐型左舷紅燈杆



9. 立於岸上之右舷綠燈杆



10. 當燈浮熄滅，工作人員接收通報後前往修復安裝新燈具



11. 每 4 到 6 個月，工作人員須定期前往檢測並記錄燈浮使用狀況



12. 當燈浮不需要時，工作船將不再需要的燈浮移走



13. 吊桿車正在起吊燈浮準備至海上佈放



14. 燈浮受撞擊而損壞破損



15. 燈浮在海上受牡蠣等海生物附生，須每 3 年吊回陸上保養除銹油漆，此為剛吊回之骯髒情形



16. 鐵製浮筒體吊回後先除銹



17. 塑膠燈浮雖不生鏽，但仍會附生牡蠣等海生物，仍須每 3 年吊回以高壓水柱清除牡蠣等海生物



18. 除銹後初步保養內層，檢查是否銹蝕不堪使用，如仍勘用則予修理整復並塗上紅丹



19. 塗完紅丹後，噴上第二層防附著物（Anti-Foul）油漆



20. 漆上外層漆完成後吊運上工作船





21. 工作船航向海面前往佈放



20. 保養後燈浮再載運放回海面，每個燈浮重量約 5 噸，並含錨鍊及水泥塊一起吊上船，已航行至定點。



21. 航行至定點，先以 GPS 定位後放下水泥塊至海底



21. 再放下燈浮筒安裝燈具



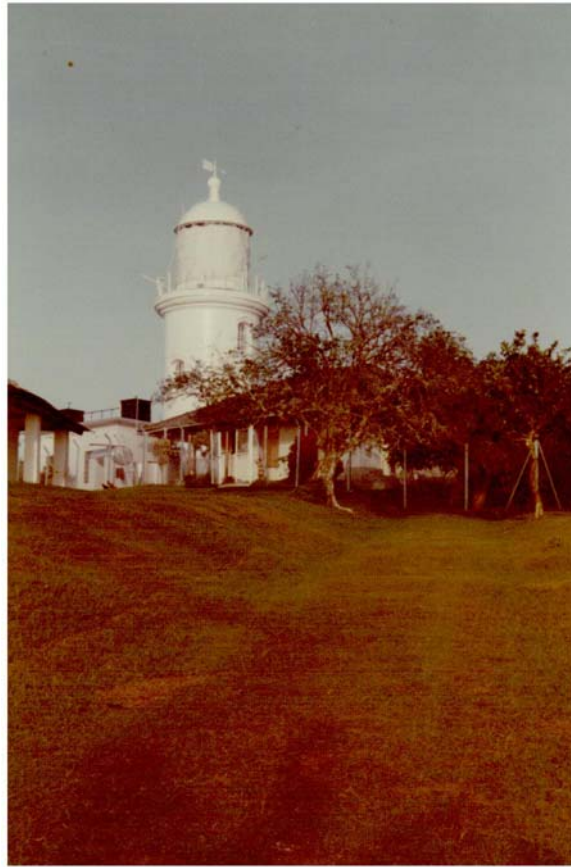
22. 佈放完成，包含定位等佈放一次約需 2 小時（不含海上旅程）



(二) 新加坡海事及航政管理局除了燈浮及燈杆外，尚管理岸上 5 座燈塔。



5 座燈塔中，有 2 座有人看守，其他 3 座無人看守。



有人看守的燈浮，分爲 3 組，每組 2 人，每 10 天換班 1 次



這是 Horsburgh 燈塔，有人看守，位於新加坡海峽最東方，為所有航海者自南中國海南下最盼望的燈塔，看到它表示無聊枯燥旅程即將結束。



Sultan Shoal 燈塔原位於海礁上，經填海造陸成爲一座有樹有植物之小島。



Raffles 燈塔位於新加坡海峽最西方。



Pisan 燈塔位於 Pulau Pisang Island 島最高處



## 孤島上之燈塔使用太陽能電板發電供給能源



新加坡港燈浮皆係採購，目前主要供應商共有 5 家，皆是國際燈塔協會會員，該港招標採合理標，並不以最低標得標，由該港承辦單位先訂採購規範，徵求廠商服務建議書，由承辦單位審核服務建議書挑選出最佳之 3 家廠商，再做分析報告陳請長官核裁決定選用。

該港浮筒 89 具，大多為直徑 2.4 公尺或 1.5 公尺，以鋼鐵製為主，僅有 4 具塑膠燈浮，2.4 公尺浮筒及錨鍊每具造價約星幣 35000 元（台幣 77 萬元），使用約 15-18 年，每 3 年須吊回維護保養 1 次，維護費用約星幣 1 萬元（台幣 20 萬元），塑膠燈浮則較不需維護僅需 3 年清洗 1 次。錨鍊通常為 38mm 鍊徑，3 年換 1 次，該港因非颱風地帶，故較無移位斷裂等問題。該港大多數燈浮未裝設雷控標，僅於危險沉船或航道繁忙處裝設，目前共有兩座燈浮裝有雷控標。亦未裝設監控設備，藉由該局巡邏船及引水人或船舶通報瞭解燈浮發光及移位狀況。

該港燈杆共 113 座，均為鋼鐵製，設於淺水區或岸上，高度 6 公尺，每座造加約星幣 50000 元，每 2-3 年招商保養維護 1 次，每次約 300 星幣。5 座燈塔，其中 2 座有人看守，每座員工 6 人，分 3 批輪值。

新加坡是世界最繁忙港口之一，但它忙而不亂，船舶於該港口航行井然有序，實須歸功於該港約 200 具（含私人碼頭設置之燈具）之導航標識，本港比起該港實令人汗顏，故該港問起本港有多少燈浮時實不敢正面答覆本港僅有 3 具燈浮，只能含糊其詞表示正在設置中，為使本港擠身世界大港之列，本港實有增設燈浮之必要。

## 二. 泰藍 (Tideland Signal Pte Ltd) 公司新加坡分公司

泰藍公司新加坡分公司為美商泰藍公司設於新加坡之分公司，泰藍公司生產各項海事導航燈浮用品，近年更積極發展 AIS，本港之 AIS 即由該公司安裝。本人經由當時安裝本港 AIS 之工程師協助，得以前往該新加坡分公司拜訪該分公司經理何民強先生，並由其充當司機接送本人至新加坡海事港務局及前往該公司實地瞭解導航標識樣式。

泰藍公司成立於 1954 年，總部再美國德克薩斯州休士頓市，生產之導航設備計有 LED 燈具、閃光器、燈籠、自動換燈泡設備、旋轉標竿、疊標導航燈、三合一燈具、燈浮、無線電標竿、霧號、電池、遙控偵測控制系統等。

該公司生產的燈浮以塑膠製燈浮為主，有 SB-285P、SB-138P、SB-138MMS、SB-98P、SB-60、Multi-Purpose and Channel Marker 等各型燈浮，其中與本局需求最符合之航道燈浮為 SB-285P，直徑為 2.5 公尺，高 4.8 公尺，深 1.4 公尺，重 2400 公斤，能承受流速 6 節以下海流，在 4 節以下之海流狀況可佈放最深水深 60 公尺，錨鍊長可達 80 公尺，鍊徑 0.75 英吋。詳細資料如附該公司型錄。

該公司生產的燈浮完全依照國際海事組織之燈浮規範要求，其頂標 (TOPMARK) 依據該規範之側面製及方位制安裝，顏色可依各裝設點採 A 地區制或 B 地區制而配合製作，並可安裝 VHF 天線、GPS 天線、監視設備，Racon、雷達反射器、太陽能版、電源設備等附屬設備。

該公司因生產的燈浮以塑膠製燈浮為主，故強調其設備具有維護費低之特性，據該公司計算：以 20 年使用年限計算，浮筒體成本鋼製品約新台幣 90 萬元，塑膠製約新台幣 80 萬元，但 20 年維護費用鋼製品約新台幣 130 萬元，塑膠製僅需新台幣 24 萬元，合計總經費鋼製品約新台幣 210 萬元，塑膠製僅需新台幣 104 萬元

塑膠製品固有其維護費低之優點，但亦有其延展性較低較易破碎，且顏色不能改變，而且報廢後無法再利用，故其處理之環保問題亦須考慮，是否適合本港採用，尚須進一步評估。

泰藍公司為 IALA 會員，故擁有最新之 IALA 規定，經該公司提供本人「燈光性質」(Light Character)、「橋樑符誌」(Marking of Bridge)、「繫泊設計」(Mooring Design)、「港口交通」(Port Traffic)、「導航標識遙控」(Remote monitoring AtoN)、「沉船規則」(Wreck Regulation)、「導航標識保養」(Maintainance) 均為最新版之 IALA 國際規範，頗具參考價值，均錄為附件於後。

拜訪該公司最主要目的是請其以專業眼光評估本港設置外海燈浮是否可行並請其預估設置經費，該公司評估 54 公尺水深及颱風威脅均不成問題，設置及維護均屬可行。設置經費包括浮筒、航標燈，太陽能板、電池、雷控標、遙控監視設備，不含錨鍊、沉塊、運費等，每具單價約美金 145000 元 (約新台幣 470 萬元)。



### 三. Wealth Marine Pte Ltd

Wealth Marine Pte Ltd 為新加坡在地的國際海事用品公司，生產 LED 信號燈、雷控標、旋轉標竿、燈浮、繫泊系統、電源設備、航空障礙燈、反射器等等，亦供應香港海事處相關產品，此次前往拜訪亦由香港海事處居間牽引而成。

該公司設立於 2004 年。除擁有自己的工廠，可依據客戶需求做專門的規劃設計外，近年來並增設並擁有研發部門做專業化的研發，更設有專業化的實驗室，可做燈光強度、能源消耗、應力強度、燈光散佈等種種專業化的試驗。

Wealth Marine Pte Ltd 並擁有 ISO 9002:2000 認證以及 IALA 工業會員資格。所有的產品皆完全符合 IALA 的相關規範。其產品除了鐵製品外，亦可生產塑膠燈浮，可謂具多角化生產，能符合各類顧客需求。

該公司生產之燈具主要有 WM-L150A 共 12 種，可分紅、藍、黃、白等 4 種顏色，燈光能見距可達 6.5 海浬，使用 12 伏特電力；近日又推出 WM-SL150A，整合了低電耗的 GPS 天線及電力版，適合於水道、航空道、海軍操演及射擊水域，可夜間自動點滅，日間電耗可低達 36mw。該公司最近更推出合併有 GSM 內建天線的 WM-CL150A 三合一燈具，可將監視資料直接藉由無線電傳送到監視中心以便辦理維護事宜，除節省經費並具有高可靠度。另該公司更發展出新式遠距離可達 12.5 海浬，60000 燭光的 WM-L350A 超高強度燈具，開創 LED 燈具之新紀元。

拜訪該公司最主要目的亦是請其評估本港設置外海燈浮是否可行並請其預估設置經費，據該公司評估設置及維護均屬可行。設置經費包括 4.0 公尺浮筒、10 海浬發光二極體航標燈，太陽能板、電池、雷控標、AIS 定位設備、水深 54 公尺之錨鍊，但不包括沉石及運費，每具單價約美金 150000 元（約新台幣 480 萬元），與 TIDELAND 公司估價相當。

## 四. 香港海事處

### （一）香港海事處輔航設備單位簡介

香港海事處輔航設備主管單位為輔航設備及繫泊小組，它是香港海事處策劃及海事服務科下面的一個部門，位於香港昂船洲政府船塢，須由中環碼頭搭乘該處交通船前往，員工約 20 人。

### （二）輔航設備簡介

輔航設備及繫泊小組除管理香港之導航標誌設備設置及維護外，並負責繫泊浮筒之設置與維護，但有關繫泊浮筒之靠泊事宜則由其他單位負責。該港之導航標識有燈塔 20 餘個，燈杆 120 餘個、燈浮 110 餘個。燈浮採 IALA 之「A 地區」系統，燈浮及燈具均為鋼製，向具有 IALA 工業會員之廠商採購。

以下先介紹該港各類型燈浮：

1. 下面先介紹基點標誌（Cardinal Marks）燈浮標，基點制度用以單獨表示危險物之位置：



這是東向 E 之浮標，注意其頂標是二圓錐上下排列，上錐尖頂朝上，下錐尖頂朝下，表示其東方有危險障礙物。



這是北向 N 之浮標，其頂標是二圓錐上下排列，上錐尖頂朝上，下錐尖頂也朝上，表示其北方有危險障礙物。



這是南向 S 之浮標，其頂標是二圓錐上下排列，上錐尖頂朝下，下錐尖頂朝下，表示其南方有危險障礙物。



這是西向 W 之浮標，其頂標是二圓錐上下排列，上錐尖頂朝下，下錐尖頂朝上，表示其西方有危險障礙物。

2. 下面是孤立危險物標誌（Isolated Danger Mark）：



孤立危險物標誌頂標是黑球兩個上下排列，設立於危險物上方，該標誌周圍水域均可航行，但標誌下方有危險。



這也是孤立危險物標誌，表示險灘或淺礁處，浮標顏色惟黑紅橫條紋，燈光為白色連閃光。

3. 下面是側面制（Lateral Mark）浮標：



這是右舷燈浮，形狀是錐狀，顏色是綠色，燈光也是綠色，船舶進港時應將其擺於右舷通過。



這是左舷燈浮，形狀是罐狀，顏色是紅色，燈光也是紅色，船舶進港時應將其擺於左舷通過。

4. 下面是特殊標誌（Special Marks）燈浮：



這是特殊燈浮，表示分道標誌、電纜設施浮標、遊艇停泊區或軍事演習區等，頂標為 X 狀，顏色及燈光均為黃色。



這是罐型浮標，於港區內之小型舷舷浮，紅色但未設燈光。



這是錐型浮標，於港區內之小型右舷浮，綠色但未設燈光。

5. 下面是表示安全水域（Safe Water Marks）之燈浮：



這是表示安全水域之燈浮，頂標為一個球形，顏色為紅白相間直條紋，燈光為白色頓光或長閃光，豎立於航道中央，表周圍有航道可通，這是設於外港空曠水域之燈浮，其上設有雷達反射器以增強被雷達遙測。



這也是表示安全水域之燈浮，設於港內。

6. 下面是氣象浮標 (Weather Buoy)：



天氣浮標，黃色，燈光為紅色，上面裝有風向風速計，雨量計等偵測設備，利用天線發射無線電信號將偵測結果傳回氣象單位。



7. 以下是專用燈浮：



柱型燈浮，標示錨區界限。



特殊用途浮標，顏色為黃色，燈光為黃閃燈，用途依香港海事處航行佈告個別公告，本燈浮為施工用燈浮。



港區燈浮，此黃罐燈浮標是油麻地港區。



港區燈浮，此黃罐燈浮標是狗虱灣港區。

海事處特別安排本人前往維護施工之工場參觀，瞭解燈浮保養實況：



這是由海面吊回等待進行保養維護之燈浮，燈浮如遭碰損或滿三年到期均須起吊送回工場進行維護。



這是工場裡的維護高架，燈浮放置其中可免搭設鷹架，便利維修，塔高約相當於 3 層樓高度。



這是拖回置於工場的錨鍊，經檢測後如鍊徑耗損達規定之標準便須全條  
換新



這是浮筒下方與錨鍊間之三角環，藉著三角環的作用，錨鍊與浮筒間  
才不會有纏絞之虞



這示燈浮浮體上方，燈架下方的電池室，燈浮靠太陽能板由太陽發電供給能源，但於陰天或雨天供電不足，便將多餘電能轉於蓄電池，一般而言須有 7 天之備載容量。



這是工場裡的備用燈具，目前大型燈浮採用 LED 燈具，但小型燈浮仍採用燈泡。



這示燈浮裡面的自動換燈器，內裝有 6 個燈泡，於燈泡熄滅時能自動更換燈泡，可減少故障時間迅速修理並減少搭船前往修換之人力。



行船走馬三分險，連海上燈浮也有風險，我不撞別人，但別人要來撞我，這是被撞後拖回待修的受損燈浮。



拖回的浮筒經清除海生物及除銹，噴上紅丹，塗上底漆及外層漆，煥然  
依新英姿煥發準備前往海上再度服務

香港海事處一向以其完整之導航設備為榮，的確，船舶航行到香港，船長及船員們均感到非常方便，因為一路上導航標識均非常整齊的佈設於航路上，且其維護非常迅速快捷，該處員工亦自豪於該處有錢，錨鍊只要損耗達規定之標準立即汰換，即使該錨鍊看起來好像完美無缺亦然，因為該處延承西方注重安全的精神，寧可多花錢也要追求品質，以免燈浮一但漂移造成海難或碰撞它船，造成的損壞數十倍於此，故花錢決不手軟。

因同樣位於颱風區，故本人特別關心於颱風來襲時是否有燈浮損壞或位移情事，據該處表示殷勤於保養及按規定更換錨鍊，且錨鍊及燈浮均依高規格製作，故皆可安然度過颱風的考驗，甚少發生燈浮損壞或位移情事。

香港燈浮均向廠商採購現品，回歸前均由香港廠商供應，1997年回歸中國後採國內標，標價僅原先價錢之三分之一，據該處表示使用迄今尚未發現明顯品質差異。

## 參. 考察心得

「工欲善其事，必先利其器」航海人員駕駛著造價數十億的巨船，航行於世界各大洋及各大洲之間，到了一個人生地不熟的外國港口，要安全快速的航行，最主要的依靠就是良好的導航設備，港口若有良好的導航設備，船長開起船來事半功倍，輕鬆愉快的就能進出港，對這個港口評價也高。筆者曾於過去跑船時，到了一些不注重海權的國家，開起船來真是心驚膽跳，尤其是到了水深較淺地區真是急白了頭髮。可是到了海事先進國家，如美國、日本、香港等國家，可以談笑用兵安然無慮，真是不可同日而語，有天壤之別。

經過數天的觀摩學習，比較高雄、香港、新加坡三地令人感觸良多，同是華人地區，因管理方法的差異，得到的結果完全不同。本港導航標識之常受航海人士訾議，其實也並非完全是本局的錯，因為香港、新加坡導航標識都是由港務局管轄，而我國則因事權不一，導航標識由關稅總局及港務局共同辦理，所謂「共同負責就是沒人負責」，自然容易因雙頭馬車，而受航海人員責難。譬如本港外海的導航燈浮航海界早就建議裝設，經本局轉請關稅總局裝設，該局總以颱風地區容易流失、不易維護或沒有經費等理由榷塞不願設置，最後交通部只好出面協調請本局研究裝設，俟設好後再交由該局管理維護。

關稅總局多年來對進出我國港口的船舶按航次每次徵收每淨噸位新台幣 2 元助航服務費，一艘 4 萬噸船舶進港一次便須繳納新台幣 8 萬元，不可謂不高。如果專款專用，應可提供相當優質的服務。但因關稅總局海務處隸屬財政部，對航海界較缺乏敏感性，與航海界互動較少，且我國又受中共排擠而失去了國際燈塔協會會員資格，亦未吸收助航資訊的最新脈動，故未能隨時代進步與時更新，表現與航海界稍有脫節。平心而論，船舶既已繳納助航服務費，自可要求更高的服務品質，目前我國因中共的快速崛起，港埠經營困境日益顯著，更應增加導航功能以增強競爭力。

現代科技產品取代了許多以往無法做到的，也改變了現代人的思考模式，無論是視覺、聽覺或文件，雖說目前航海設備日益更新，避碰雷達 ARPA、全球定位系統 GPS、船舶自動識別系統 AIS 均能提供船舶良好的定位功能，但眼見為憑，船長們還是最信任實體的導航標識，故我們還是需要再導航標識上下工夫，再配合 VTS 導航，方能事半功倍，就以新加坡為例，每日成百上千的航行船舶，無論是離靠碼頭，或穿梭於航行巷道，皆有豐沛的導航標識助航。

這次參觀了香港與新加坡的導航標識，該兩港對導航標識設置考量是需不需要，而不是容易不容易維護，且該二港亦竟編經費，按時維護，發覺有問題立即換新，維護決不手軟，故使導航標識能發揮極大的功能，使航商對其有極大的信心。

香港及新加坡鄰近本港，港區只略大於本港，但其導航標識數倍於本港。



故我們應即起直追，且香港跟我們同位於颱風地帶，該港燈浮既能承受颱風吹襲而屹立不搖，那我們又怎能未打先跑，硬說我們不行呢！

有人擔心燈浮設於海上會被偷或被撞，但該二港仍以需要性為考量，準備充分的備品，被偷或被撞立即補足，並備有巡邏船或由 VTS 協助監視，如有移位或受損及燈光熄滅等狀況立即修護。並且事權統一，設置與維護由同一機關辦理，避免不必要爭議與推託。本港目前已設有 VTS 可隨時以雷達及 AIS 掌控燈塔位置，如有移位可立即發現發出航船佈告，如有被偷被撞亦能立即反應，通知港警或海巡單位立即處理及索賠，故無須擔心移位或流失。

港口的運作有如一組鏈條，環環相扣，缺一不可。導航標室主管機關不僅只在管理方面下功夫，同時處處要為航商著想，了解他們的想法，感同身受；更甚者，業者尚未想到的我們亦可先察覺而安排之，航商亦同，不只要遵從各種法令、規章，不得逾越，如有需要，可儘早反應有關單位，儘速協商，以達作業順暢。

高雄港是全球海運網的一環，這次的觀摩希望能帶給本港導航標識有所助益，更盼望分道航行燈浮能早日完成，早日運作，適時提供船舶交通資訊而促進港區安全順暢，使本港營運更上一層樓，邁向亞太海運中心之目標。

國際海事組織的參與，因政治因素，處處感到不便，但是理念、裝備、制度、甚至於人員的訓練與維護証照，應盡可能趨向一致，並進可能積極追求加入國際燈塔協會為會員。無論如何，我們仍是全球海運網的一環，相同的制度將帶給業者作業方便，這也是吸引航商的條件之一。

## 肆. 建議事項

由此次之考察，可以發覺本港外海燈浮的建置是必要也是可行的，同時也需要積極參加國際燈塔組織，爰提以下建議：

- 一. 本港外海第一、二港口進出港分道航行巷道分道線起點導航燈浮應速建置，本港自民國 90 年開始試辦分道航行制，當時規劃單位國立台灣海洋大學即建議設置該二燈浮，經本局函請權責單位財政部關稅總局海務處建置，為該局擔心本崗位於颱風區，恐於颱風來襲時有移位或滅失之虞，而不願興建，並以非該管轄區為由推託，後經交通部出面協調，確認該處為財政部關稅總局轄區，但因本局為需求單位，爰請本局評估設置後再交由該局管理維護。本案據考察結果香港與本港同處颱風地區，香港設置燈浮達數百個於颱風季節均安然無虞，如有小移位亦均可力及拖回安放，故此點疑慮應可排除，而本港目前已有 VTS 可隨時以雷達及 AIS 掌控燈塔位置，如有被偷被撞或流失均能立即反應處理，故無須擔心移位或流失。同時關稅總局亦以來文承諾於保固期滿後接管，加上港航各界亦數次建議本局應速建置該二燈浮以利航行，故本局應積極從速設置。
- 二. 本港第一、二港口引水站位於第一、二港口南防波堤頂端西方 2 海浬處，洽位於第一、二港口進出港分道航行巷道分道線終點。依國際慣例於引水站附近通常會設置引水站燈浮，以便利船舶辨認，可直接向該燈浮航行至其附近上引水人，交通船亦可於能見度不佳時直接辨認該燈浮航向引水站，本港引水站又與分道航行巷道重疊，故除可供引水站使用，又可作為分道航行巷道終點燈浮，與前項之分道航行巷道起點燈浮連成一條直線，明確標示進港巷道與出港巷道之分隔線，相當於陸上道路之分隔島，船舶航行可不用定位即可安然航行，方便舒適又安全，且據考察結果燈浮預算亦並未如預估之高，故應可同時將該二引水站燈浮一併設置。
- 三. 雖說香港燈浮可勘颱風來襲，惟颱風有輕強之別，故香港對燈浮有充分的備品，以備燈浮受船舶或外物撞擊或颱風來襲時損壞或流失時替換使用。因燈浮對航行具有重要性，且船長一但熟習該燈浮後，如有流損勢必造成航行之困擾，故於設置實應即同案購買，至少預備同型燈浮各一，以利損壞流失時可先行替換，否則燈浮製作請購至少數月，這數個月該燈浮便開天窗，故應採購備用燈浮各一及充分燈浮備品。
- 四. 外海第一、二港口進出港分道航行巷道分道線起點二座導航燈浮因位於大海邊緣，為本港最前端，面對蒼茫大海，故應安裝雷控標 RACON，以利船舶用雷達辨識；且因距離 VTC 塔台或第一信號台達 4-5 海浬，故應安裝監視設備及 AIS，可於移位或熄滅時立即通知管理單位前往復位及維護，避免錯誤資訊造成不必要危險。另引水站二座燈浮則可略小於前項之二座起點燈浮，亦可不安裝雷控標，但因高雄港冬季能見度受霧霾影響不佳，故仍須安裝監視設備及雷達反射器以利偵測是否移位或損壞，於遭撞損時亦

容易抓到疑兇。

- 五. 本局為港務管理單位，並非導航標示設置及管理專責單位，且即使本國之導航標示設置及管理專責單位關稅總局海務處對燈浮設置管理亦屬陌生，而燈浮設置涉及浮體受波浪的應立衝擊、錨鍊的斷裂強度、燈光的強度、顏色、週期與頂標設計、海底採用水泥塊或錨爪及其數量方能承受颱風或潮流，即完成後錨鍊的更換作業程序 SOP 等等，均超出本港能力範圍，故建議應採委外規劃設計，委託專業廠商利用流體力學、材料力學，透過專業測量及評估，進行採購案採購規範的細部設計工作，完成採購標單規範製作，交由本局採購後，由該專業單位辦理履約管理及專案檢測與協助驗收等工作，方能完善事功。
- 六. 我國原為國際燈塔協會 IALA 會員，惟因受中共排擠而失去會員資格，近日交通部已來函請各港務局評估視需要加入國際燈塔協會。查國際燈塔協會為國際上有關燈塔、燈標、浮標、無線電導航、船舶交通服務系統之統合研究發展協商機構，所發布之標準與協定適用全球各港口及水道，我國因失去會籍多年，致多年來缺乏最新國際導航設備國際規範，例如 1980 年該協會制定之國際規範浮標制度，我國究竟係採 A 制度或 B 制度亦多年未決遲至今年才定案並開始依該協會規範更換各地之導航燈以符合國際規範。目前該協會亦接受港口、公司企業及個人加入會員，此次至新加坡及香港訪問，得知該二港均為 IALA 會員，故該二港之導航標識均符合國際規範，各國國際船舶到該港均不會混淆不清，且泰藍公司及 WEALTH 公司亦均為該協會工業會員，又國立海洋大學廖中山老師亦加入為個人會員，可見不以國家身分而已其他深分加入會員亦並非難事。本港既為世界大港之一，建議可比照國際港埠協會積極謀求加入，以即時接受最新國際導航新知與訊息，更符大港風範。
- 七. 依海關徵收規費規則第 21 條：「凡進出中華民國口岸，享受助航設施便利之船舶，…均應徵收助航服務費」。船舶進入我國海域，均須向我國海關繳納巨額之助航服務費，助航服務費既名為費用，有別於稅捐，自應是使用者付費，有服務才收費，但我們的導航標識管理單位服務效能離其收費水準似乎仍有一段差距，而港區內之導航標識又推給港務管理單位，致本港分道航行巷道燈浮迄今未建，據估計其所收取之助航服務費用於助航似未達 5 分之 1。目前正在研訂海上安全法，建議應規定助航服務費專款專用，或至少要撥出一定比率補助各港口管理單位方能符合助航服務費收取目的與結果。

## **IALA Recommendation on Port Traffic Signals**

**(IALA Recommendation E-111 , May, 1998)**

### **THE COUNCIL:**

**RECALLING** that an international agreement on unification of Port Signals was drawn up by the Lisbon Agreement, 1930, under the auspices of the League of Nations. It was signed by 14 countries but finally ratified by very few of them.

**RECOGNISING** that the Lisbon Agreement provides only very basic day and night signals, using lights and day shapes to the standard of the technology of the time; Lighthouse and Port Authorities were, in the early 1970's, of the view that the signals did not meet the needs of modern shipping using complex port entrances, sometimes with heavy traffic.

**RECOGNISING FURTHER** that, consequently, the Authorities concerned designed signals of their own, sometimes based on the Lisbon signals and sometimes not, which led to a large variety of signals in use requiring the mariner to refer to many reference books to comprehend even the simplest signals.

**CONSIDERING** that the three international organisations which have responsibility in the field of Port Signals namely:

1. International Association of Lighthouse Authorities (IALA);
2. International Association of Ports and Harbours (IAPH);
3. Permanent International Association of Navigation Congresses (PIANC);

therefore jointly decided that the whole question of Port Signals should be reviewed;

**CONSIDERING ALSO** that in 1974 a technical committee with representatives from all three organisations, drawn from 17 countries, was set up to study not only Port Signals but also Tidal and Gale Warning Signals which were also dealt with in the Lisbon Agreement;

**CONSIDERING FURTHER** that:

1. The Committee, assisted by a Working Group, completed its task in September 1981, and agreed a proposal on a set of Port Traffic Signals which were felt to be suitable to meet modern requirements and simple to memorise;
2. The proposals of the Committee were endorsed by the three sponsoring organisations to be recommended for use by their members;
3. With regard to the revision of Gale Warning Signals, it was considered that this was within the province of the World Meteorological Organisation (WMO) and this organisation has been asked to avoid in future the use of signals which may be confused with Port Traffic Signals;
4. In the light of available modern technology, it was decided unnecessary to lay down a uniform set of rules for tidal signals. The signals provided in the Lisbon Agreement have largely been superseded by signals with alpha-numeric displays or other direct means of indicating water depth.

**TAKING INTO CONSIDERATION** the proposals of the IALA Engineering Committee;

**ADOPTS** the Principles, Rules and Port Traffic Signals set out in the Annex to this Recommendation;

1<sup>st</sup> May, 1998

**RECOMMENDS that:**

**National Members and other Lighthouse Authorities providing Port Traffic Signals ensure they comply with the principles, rules and port traffic signals set out in the Annex to this Recommendation**

## ANNEX

### **Port Traffic Signals**

#### **THE PRINCIPLES OF THE SYSTEM OF PORT TRAFFIC SIGNALS**

It is intended that the rules for Port Traffic Signals shall be followed to control traffic movements in ports and port approaches. However, where no other conflicting rules exist, the appropriate authority may also use them to control traffic in other situations : for instance at locks or movable bridges. In view of the availability of modern technology, only lights are used.

The basis of the system is that there are :

- Main messages, which should be displayed through simple signals easy for the mariner to commit to memory.
- Additional information, for instance for ports with a complex layout, or complicated traffic situation, which can be displayed through the use of auxiliary signals exhibited together with the main ones, the comprehension of which would need the use of nautical documents.

It may be that in some ports only one or two of the main messages and signals will suffice, for example « Vessels shall not proceed », « Vessels may proceed, two way traffic » There may also be cases where the only message needed is « serious emergency ».

At ports where signals are used, every vessel must be able to follow a clear and explicit instruction. This means that a signal of some kind must always be displayed. However, in the case of a port where only the « serious emergency » signal is used, there is no need to display any signal in normal circumstances

In many situations, messages will not be the same in every direction and the signals will be directional. Some signals, however, may be « all round » when intended for all vessels simultaneously. This can be true for signals 1, 2 and 4.

The « serious emergency » signal must be flashing. All other signals may be fixed, or slow occulting. Slow occulting will be particularly useful when background glare is a problem. However, in a given location, a mixture of fixed and occulting light must not be used.

The main message always comprises 3 lights vertically disposed. This enables the mariner immediately to recognise it as being a Port Traffic Signal and not an aid to navigation. The vertical disposition of the lights in the Main Message was chosen, as horizontal disposition of lights can lead to problems of parallax when viewed from extreme angles.

In some cases, each vessel or special group of vessels must receive specific instructions to proceed and all other vessels must not proceed. In such cases, Signal 5 is to be used. The specific instructions to the relevant vessel or vessels may be given either by an Auxiliary Signal or by some other means of communication such as VHF radio, signal lamp or patrol boat.

An exemption message has been devised to accompany signals Nos 2 and 5 to permit vessels navigating outside the main channel to disregard the main message.

Auxiliary messages may be necessary to give information additional to that of the Main Message. The relevant signal is added as required, normally to the right of the column carrying the Main Message and normally utilising only white or yellow lights.

In places where both white and yellow lights are displayed as auxiliary signals, great care must be exercised as in certain conditions of visibility it is very difficult for the observer to decide whether a light is white or yellow when the other colour is not displayed simultaneously.

Although auxiliary signals normally use yellow or white lights, in exceptional cases, red or green lights may also be used for this purpose. However this may adversely affect the identification of the main signal. Furthermore, as red means « do not proceed » and green means « proceed » , confusion might ensue if these two colours are displayed together.

The above considerations led to formulation of five rules and the development of the signals and messages as illustrated.

### **RULES FOR PORT TRAFFIC SIGNALS**

1. The Main Movement message given by a Port Traffic Signal shall always comprise 3 lights vertically disposed. No additional light shall be added to the column carrying the main message.
2. Red lights indicate : « Do not proceed ».
3. Green lights indicate « Proceed, subject to the conditions stipulated ».
4. A single yellow light displayed to the left of the column carrying main messages Nos 2 or 5, at the level of the upper light, may be used to indicate that « Vessels which can safely navigate outside the main channel need not comply with the main message ».
5. Signals auxiliary to the main signal may be devised by the appropriate Local Authority. Such auxiliary signals should employ only white and/or yellow lights and should be displayed to the right of the column carrying the main message.

# Recommandation pour la constitution des lignes de mouillage usuelles

Recommandation AISM E-107  
mai 1998

(non disponible en français, traduction en cours)

# Recommendation on the design of normal moorings

IALA Recommendation E-107  
May 1998





## **IALA Recommendation on the design of normal moorings**

**(IALA Recommendation E-107 , May, 1998)**

### **THE COUNCIL**

**RECOGNISING** the need to develop guidelines on the design of buoy moorings under normal conditions for conventional aid to navigation buoys<sup>1</sup>, i.e. buoys with buoyant bodies whether carrying an aid to navigation light or not;

**RECOGNISING ALSO** that it is not possible to word the guidelines otherwise than in general terms, since this is a field where local circumstances and empiricism are highly significant;

**TAKING INTO CONSIDERATION** the proposals of the IALA Engineering Committee:

**ADOPTS** the "Guidelines on the design of normal moorings", described in the Annex to this Recommendation;

**RECOMMENDS** that:

National Members take into account the "Guidelines on the design of normal moorings" when considering new or replacement mooring arrangements for aids to navigation buoys located in waters of approximately 80 metres depth or less and whether carrying an aid to navigation light or not.

**REVOKES** IALA Recommendation on the design of normal moorings, dated June, 1975

---

1) "Normal conditions for conventional aid to navigation buoys" means "depths less than 80m approximately".

## ANNEX / ANNEXE

**GUIDELINES ON THE DESIGN OF NORMAL MOORINGS**  
**GUIDE POUR LA CONSTITUTION DES LIGNES DE MOUILLAGE USUELLES**

**INTRODUCTION**

These Guidelines are given in general terms because this is a field where local circumstances and empiricism are highly significant. However, they have been proved to work satisfactorily during long practice.

**INTRODUCTION**

*Ce guide ne donne que des considérations générales car il s'agit d'un domaine où les conditions locales et l'empirisme jouent un rôle déterminant. Les principes qui vont suivre se sont cependant révélés satisfaisants au fil du temps.*

**I GENERAL CONSIDERATION / CONSIDERATIONS GENERALES**

Les lignes de mouillage des bouées constituent l'élément souple de raccordement des bouées au point d'attache du système au fond.  
Cet élément permet d'amortir les chocs que les lames exercent sur la bouée.

The purpose of a mooring system is to provide a flexible link between the buoy and a fixed point on the bottom of the sea.  
The flexible link permits the damping of the forces imposed by the waves on the buoy.

**II - CHAINES**

Les chaînes peuvent être sans étai; leur calibre est compris entre 13 et 47,5 mm, leur masse par mètre allant respectivement de 3,5 à 43,7 kg.  
Les chaînes peuvent être en acier doux<sup>2</sup>. On peut également utiliser de l'acier mi-dur, qui est plus onéreux mais qui résiste bien à l'abrasion.  
Les chaînes à étai ne sont pas utilisées normalement pour les lignes de mouillage à cause de leur coût élevé.

**II - CHAINS**

Buoy moorings usually consist of open link type chain, the bar diameter ranging from 13 to 47.5 mm, the weight being 3.5 to 43.7 kg/m respectively.  
The chain material may be mild steel alloy<sup>2</sup> and, where excessive wear is encountered, a medium carbon steel can be used, but this is more expensive.  
A stud link chain is not normally used for buoy moorings, due to its initial high capital cost.

1) Par "conditions de mouillage normales en signalisation maritime", il convient d'entendre "par des profondeurs inférieures à 80 m environ".

1) "Normal conditions for conventional aid-to-navigation buoys" means "depths less than 80 m approximately."

2) Voir le rapport 3.2.2 à la 7ème Conférence internationale des Services de Signalisation Maritime - Rome, 1965: "Chaines d'amarrage pour bouées", A. K. Laing, R. K. Buhr, S. L. Gertsman (Canada).

2) See report 3.2.2 to the 7th International Conference on Lighthouses and other Aids to Navigation - Rome, 1965: "Mooring chains for buoys" by A. K. Laing, R. K. Buhr, S. L. Gertsman (Canada).



### III - DETERMINATION DES LIGNES DE MOUILLAGE

**III.1.** - Toutes les fois que cela est possible, il est recommandé de choisir une ligne de mouillage destinée à une bouée donnée, située dans un site donné, par référence à des lignes de mouillage dont la bonne tenue dans un site identique est prouvée par l'expérience.

Mais on ne dispose pas toujours de telles références et il faut alors avoir recours au calcul pour obtenir le calibre de la chaîne, son poids par unité de longueur, sa longueur et la position de l'attache de la ligne sur la bouée. Plusieurs méthodes prenant en compte des hypothèses plus ou moins simplificatrices peuvent être envisagées.

**III.2.** - Une première méthode nécessite le recours à l'ordinateur et permet de trouver une ligne de mouillage compatible avec les conditions suivantes:

Etant donné une bouée à mouiller dans un site donné, on cherche la longueur de chaîne, le calibre et la position de l'attache de cette chaîne sur la bouée compatibles avec les conditions suivantes:

- i) Dans toutes les conditions de courant et de vent au lieu considéré, la chaîne est tangente au fond,
- ii) Dans les conditions de courant et de vent les plus fréquentes, l'axe de la bouée est vertical,
- iii) Dans les conditions de courant et de vent les plus défavorables, le rapport de la contrainte de rupture de la chaîne à la contrainte calculée est au moins égal à 5<sup>3</sup>,
- iv) Dans les conditions de courant et de vent les plus défavorables, la réserve de flottabilité de la bouée complètement équipée est suffisante.

Cette méthode de calcul fait intervenir:

- a) l'action du vent sur la superstructure de la bouée,
- b) la traînée du courant sur la bouée,
- c) la traînée du courant sur la chaîne.

Les formules données dans les notes de bas de page <sup>4</sup>, <sup>5</sup>, <sup>6</sup> peuvent être utilisées pour faire le calcul de chacune de ces trois actions.

3) L'importance de ce rapport est principalement justifiée par le fait que le calcul ne prend pas en compte les chocs entre maillons de la chaîne. Des rapports supérieurs sont souvent pris en compte pour tenir compte de l'usure.

4) La force  $F_w$  exprimée en N exercée par le vent à la hauteur  $h$  sur une tranche  $dh$  de la superstructure d'une bouée est supposée horizontale. Elle peut être calculée à partir de la formule:

$$dF_w = \frac{1}{2} \rho_a V_w^2 l C_w dh$$

$\rho_a$  : Masse volumique de l'air (en kg/m<sup>3</sup>)  
 $V_w$  : Vitesse du vent à la hauteur  $h$  (en m/s)  
 $l$  : Largeur de la superstructure à la hauteur  $h$  (en m)  
 $C_w$  : Coefficient de traînée aérodynamique de l'élément considéré.

Les valeurs de  $C_w$  à prendre en compte sont:

Treillis constitués de cornières	$1,7 < C_w < 2$
Treillis constitués de tubes	$0,3 < C_w < 0,4$
Cylindre	$0,3 < C_w < 0,4$
Plaque sous incidence normale	$C_w = 1$

### III - MOORING LINE DESIGN

**III.1** - The selection of a mooring system for a buoy should, whenever possible, be governed by reference to identical buoys which have been found operating satisfactorily under similar sea conditions.

In the absence of such a reference, it will be necessary to resort to calculation to obtain the chain bar diameter, the weight per unit length, the overall length of the chain mooring and the position of the attachment of the mooring to the buoy body. Several methods are available for calculating the above, which assume various degrees of simplification.

**III.2** - The first method requires the use of a computer and enables a mooring system to be evolved to meet the following conditions:

Assuming a given buoy to be moored at a given site, the length and diameter of the chain and the position of the chain connecting link on the buoy body are determined in order to meet the following requirements:

- i) The chain is tangential to the sea bottom under all conditions of current and wind at the site,
- ii) The buoy axis is vertical under the most common conditions of current and wind,
- iii) The ratio of the breaking stress of the chain to the calculated stress is not less than 5<sup>3</sup> under the most unfavourable conditions of current and wind,
- iv) The reserve buoyancy of the fully equipped buoy is sufficient under the most unfavourable conditions of current and wind.

This method of calculation takes into account:

- a) the drag of the wind on the buoy superstructure,
- b) the drag of the current on the buoy,
- c) the drag of the current on the chain.

Equations given in footnotes <sup>4</sup>, <sup>5</sup>, <sup>6</sup> can be used to calculate each of these three actions.

3) The importance of this ratio is principally justified by the fact that the calculation does not take into account impacts between chain links. Higher ratios are often taken into account to allow for wear.

4) The force  $F_w$  (N) imposed by the wind at height  $h$  over a small portion  $dh$  of the buoy superstructure is supposed to be horizontal. It is to be derived from the formula:

$$dF_w = \frac{1}{2} \rho_a V_w^2 l C_w dh$$

where

$\rho_a$  : Unit mass of air (kg/m<sup>3</sup>)  
 $V_w$  : Wind velocity at height  $h$  (m/s)  
 $l$  : Width of superstructure at height  $h$  (m)  
 $C_w$  : Aerodynamic drag coefficient of the relevant part.

Values for  $C_w$  are as follows:

Lattice construction (angles)	$1,7 < C_w < 2$
Lattice construction (tubes)	$0,3 < C_w < 0,4$
Cylinder	$0,3 < C_w < 0,4$
Plate (when it is normal)	$C_w = 1$



L'application de cette méthode a permis d'établir que l'on peut négliger en première approximation la traînée du courant sur la chaîne pour des profondeurs de mouillage inférieures à 40 m <sup>7</sup>.

Cependant, pour un type donné de bouée, un calibre de chaîne et des vitesses de courant et de vent donnés, il existe une profondeur limite au delà de laquelle la condition iv) (réserve de flottabilité suffisante) n'est plus vérifiée. Dans une telle situation, on peut être conduit, soit à employer des bouées d'un autre type, soit à utiliser des lignes de mouillage composites<sup>8</sup>.

Le Secrétariat de l'AIMS dispose du programme utilisant la méthode de calcul décrite ci-dessus.

**III.3.** - Une deuxième méthode de calcul simplifiée évitant le recours à l'ordinateur consiste à assimiler la forme de la partie soulevée de la chaîne à un arc de chaînette. Elle permet de résoudre le problème suivant:

Etant donné une bouée à mouiller dans un site donné, on cherche la longueur de chaîne et le calibre de cette chaîne compatibles avec les conditions suivantes:

- i) Dans toutes les conditions de courant et de vent au lieu considéré, la chaîne est tangente au fond,
- ii) Dans les conditions de courant et de vent les plus défavorables, le rapport de la contrainte de rupture de la chaîne à la contrainte calculée est au moins égal à 5<sup>3</sup>,
- iii) Dans les conditions de courant et de vent les plus défavorables, la réserve de flottabilité de la bouée est suffisante.

5) La force de traînée hydrodynamique  $F_d$  exprimée en N exercée par le courant sur la bouée est supposée horizontale. Elle peut être calculée par la formule:

$$F_d = \frac{1}{2} C_d \rho_0 S V^2$$

$C_d$ : Coefficient de traînée hydrodynamique.

La valeur de  $C_d$  est comprise entre 0,8 et 1,2 pour les bouées dont le tirant d'eau n'est pas inférieur au 1/5 de leur diamètre. Si le tirant d'eau est très inférieur au 1/5 du diamètre, cette valeur est comprise entre 0,3 et 0,5.

$\rho_0$ : Masse volumique de l'eau de mer (en kg/m<sup>3</sup>)

S: Surface du maître-couple de la bouée (en m<sup>2</sup>)

V: Vitesse du courant (en m/s).

6) La force de traînée  $dF_c$  exercée par un courant de vitesse V sur un élément de chaîne de longueur ds faisant un angle  $\theta$  avec la direction du courant a deux composantes:

$dF_t = \frac{1}{2} \rho_0 V^2 C_t ds$  composante tangentielle

$dF_n = \frac{1}{2} \rho_0 V^2 C_n ds$  composante normale

dans lesquelles:

$ds = v ds$ , v est la largeur d'un maillon (10/3 du calibre)

$C_t = (0,069 + 0,124 \sin \theta) \cos \theta$

coefficient de traînée tangentielle

$C_n = (0,049 + 1,273 \sin \theta - 0,637 \sin^2 \theta) \sin \theta$

coefficient de traînée normale

7) L'erreur faite par défaut sur les longueurs de chaînes et sur les tensions est inférieure à 10%.

8) Le cas spécial des lignes de mouillage composites n'est pas étudié dans la présente recommandation.

Putting this method into practice has shown that the drag on the chain due to the current could be neglected in a first approximation for mooring depths less than 40 m <sup>7</sup>.

However there is obviously a limit to the depth of water under which the requirement (iv) (sufficient reserve buoyancy) cannot be met with a certain type of buoy, a given chain diameter and given current and wind conditions. In such a case it will be necessary to select an alternative buoy or to resort to a composite mooring<sup>8</sup> to give the required reserve buoyancy.

The programme using the above described method of calculation is available at the IALA Secretariat.

**III.3** - A second simpler method of calculation avoiding the assistance of a computer consists in considering the shape of the part of the chain that is raised above the bottom of the sea as a catenary. This method enables the following problem to be solved:

Assuming a buoy to be moored at a given site, the length and the diameter of the chain are determined in order to meet the following requirements:

- i) The chain is tangential to the sea bottom under all conditions of current and wind at the given site,
- ii) The ratio of the breaking stress of the chain to the calculated stress is not less than 5<sup>3</sup> under the most unfavourable conditions of current and wind,
- iii) The reserve buoyancy of the buoy is sufficient under the most unfavourable conditions of current and wind.

5) The hydrodynamic drag  $F_d$  (N) imposed by the current on the buoy is given by the formula:

$$F_d = \frac{1}{2} C_d \rho_0 S V^2 \quad \text{where:}$$

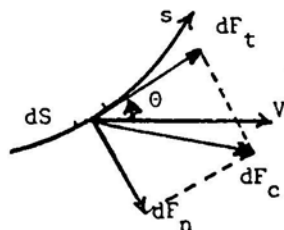
$C_d$ : Hydrodynamic drag coefficient

The value of  $C_d$  lies between 0.8 and 1.2 for buoys with a draught greater than or equal to 1/5th of their diameter. If the draught is smaller than 1/5th of the diameter,  $C_d$  lies between 0.3 and 0.5.

$\rho_0$ : Unit mass of sea water (kg/m<sup>3</sup>)

S: Mid body area of buoy (m<sup>2</sup>)

V: Current velocity (m/s)



6) The drag  $dF_c$  of a small portion of chain with length ds resulting from a current with velocity V running at angle  $\theta$  with ds, is the resultant of two components:

$dF_t = \frac{1}{2} \rho_0 V^2 C_t ds$  tangential component

$dF_n = \frac{1}{2} \rho_0 V^2 C_n ds$  normal component

where:

$ds = v ds$ , v is the width of a link (10/3 of the chain diameter)

$C_t = (0,069 + 0,124 \sin \theta) \cos \theta$

tangential drag coefficient

$C_n = (0,049 + 1,273 \sin \theta - 0,637 \sin^2 \theta) \sin \theta$

normal drag coefficient.

7) Underestimation of chain lengths and tensions is less than 10%.

8) The case of composite mooring lines is not treated in this recommendation.



Cette méthode de calcul fait intervenir:

- a) l'action du vent sur la superstructure de la bouée,
- b) la trainée du courant sur la bouée.

La méthode n'assure donc pas que la bouée est rigoureusement verticale pour les conditions de courant et de vent les plus fréquentes. Elle néglige l'effet de la trainée du courant sur la chaîne.

Les paramètres intervenant dans cette méthode de calcul sont les suivants:

*A) Caractéristiques de la bouée*

P : Poids	(en N)
U : Volume	(en m <sup>3</sup> )
B <sub>r</sub> : Réserve de flottabilité minimale	(en m <sup>3</sup> )
S : Surface de maître-couple	(en m <sup>2</sup> )

*B) Caractéristiques du site*

H : Profondeur d'eau à la plus haute mer, c'est-à-dire le plus haut niveau de la marée augmenté de la demi-hauteur du maximum de vague considéré	(en m)
V <sub>w</sub> : Vitesse du vent supposée horizontale et uniforme sur toute la hauteur de la superstructure de la bouée	(en m/s)
V : Vitesse du courant supposée horizontale et uniforme sur toute la profondeur du site	(en m/s)

Ces paramètres permettent de calculer la résultante F exprimée en N des forces horizontales exercées sur la bouée par le courant et le vent dans le cas le plus défavorable et calculées en utilisant les formules données dans les notes de bas de page <sup>4</sup> et <sup>5</sup>.

La chaîne est caractérisée par les trois paramètres suivants:

p : Poids dans l'eau par unité de longueur	(en N/ml)
T <sub>r</sub> : Tension de rupture	(en N)
L : Longueur	(en m)

Les conditions i), ii) et iii) sont satisfaites si ces paramètres vérifient les relations suivantes:

$$H \sqrt{1 + \frac{2F}{pH}} \leq L \leq \frac{(U - B_r) \rho_0 g - P}{p}$$

$$F + pH \leq \frac{1}{5} T_r$$

g désigne l'accélération de la pesanteur au lieu considéré. La figure 1 illustre les principales notations utilisées dans ce paragraphe <sup>9</sup>.

**III.4.** - L'application des méthodes précédentes montre que, en général, les règles très approchées suivantes per-

9) L'angle  $\theta$  que fait la tension au sommet de la ligne de mouillage avec la force horizontale F est donnée par la formule:

$$\cos \theta = \frac{F}{F + pH}$$

This method of calculation takes into account:

- a) the drag of the wind on the buoy superstructure,
- b) the drag of the current on the buoy.

The method does not ensure that the buoy will remain truly upright under the most common conditions of current and wind. The effect of the current drag on the chain is neglected.

The method takes the following parameters into account:

*A) Characteristics of the buoy*

P: Weight	(N)
U: Volume	(m <sup>3</sup> )
B <sub>r</sub> : Minimum Reserve Buoyancy	(m <sup>3</sup> )
S: Wetted area (mid-section)	(m <sup>2</sup> )

*B) Characteristics of the site*

H: Maximum depth of water, it is the highest tide level plus half the maximum wave height at that particular station	(m)
V <sub>w</sub> : Wind velocity assuming it is horizontal and uniform on the whole height of the buoy superstructure	(m/s)
V: Current velocity assuming it is horizontal and uniform on the whole water depth at the site	(m/s)

These parameters make it possible to determine the resultant F (N) of the horizontal forces caused on the buoy by the current and wind under the most unfavourable condition. These forces are to be derived using the formulae given above in footnotes <sup>4</sup> and <sup>5</sup>.

The chain is characterized by the following three parameters:

p: Weight in water by length unit	(N/ml)
T <sub>r</sub> : Breaking stress	(N)
L: Length	(m)

The above requirements i), ii) and iii) are complied with when the parameters meet with the following expressions:

$$H \sqrt{1 + \frac{2F}{pH}} \leq L \leq \frac{(U - B_r) \rho_0 g - P}{p}$$

$$F + pH \leq \frac{1}{5} T_r$$

where g is the acceleration of gravity at the given site. Figure 1 shows the notations used in the present paragraph <sup>9</sup>.

**III.4** - Putting the above described methods into practice shows in general that the following approximate rules

9) The angle  $\theta$  between the tension at the top of the mooring line and the horizontal force F is given by the formula:

$$\cos \theta = \frac{F}{F + pH}$$



mettent de satisfaire la condition i) des paragraphes III.2 et III.3:

- la longueur de la chaîne est égale à trois fois la profondeur d'eau par plus haute mer,
- dans les sites où la bouée est soumise à la fois à la houle et au courant, il est recommandé de donner à la chaîne un supplément de longueur. Ce supplément sera choisi entre 0 et trois fois la profondeur quand le courant varie de 0 à 6 nœuds.

### III.5 - Disposition particulière

Le rayon d'évitage maximal de la bouée est

$$r_m = \sqrt{L^2 - H^2}$$

On peut être amené à réduire la longueur de la chaîne de mouillage afin de réduire le rayon d'évitage. Il est déconseillé de réduire, à cet effet, la longueur de la chaîne à moins de deux fois la profondeur lorsque celle-ci est inférieure à 50 m. Pour des profondeurs supérieures on peut admettre un rapport de 1,5.

## IV - CONSTITUTION DE LA LIGNE DE MOUILLAGE

Pour faciliter les opérations de visite et aussi pour des raisons d'économie, une ligne de mouillage peut être constituée de plusieurs éléments convenablement assemblés. La figure 2 montre une constitution courante de ligne de mouillage. On constitue une ligne de mouillage de quatre portions de chaîne qui sont du haut en bas:

- la chaîne de cul de bouée,
- la chaîne flottante,
- la chaîne de marnage,
- la chaîne dormante, qui peut être constituée de chaînes usagées.

La constitution de la ligne peut être modifiée suivant la profondeur et les conditions de marnage.

Il est recommandé de raccorder la chaîne de cul de bouée et la chaîne flottante par un émerillon, qui permet la libre

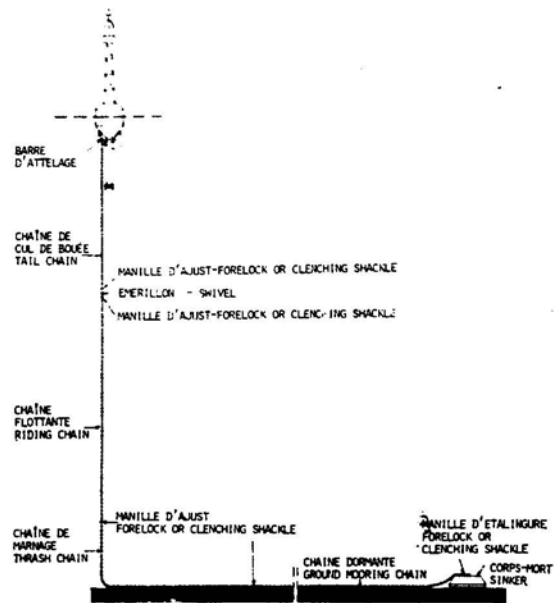


Fig. 2 - Constitution habituelle d'une ligne de mouillage  
Typical buoy mooring

meet requirement i) stated in paragraphs III.2 and III.3:

- the length of the chain is three times the water depth at highest sea level,
- in sites where the buoy is submitted to both waves and current, it is recommended to increase the length of the chain. This increase will be selected between 0 and three times the water depth when the current varies between 0 and 6 knots.

### III.5 - Special consideration

The maximum swinging radius (watch circle radius) of the buoy is:

$$r_m = \sqrt{L^2 - H^2}$$

It may be necessary to reduce the length of the mooring chain in order to reduce the swinging radius (watch circle radius). In this case it is not recommended to reduce the length of the chain to less than two times the depth of the water, where the latter is less than 50 m. For more than 50 m water depths, a ratio of 1.5 can be accepted.

## IV - DETAILS OF THE MOORING LINE

To facilitate inspection and also for reasons of economy a mooring line may consist of several parts suitably assembled.

Figure 2 shows a typical mooring line arrangement. The mooring line comprises four sections of chains which are from the top to the bottom:

- the tail chain,
- the riding chain,
- the thrash chain,
- the ground mooring chain which may be made of used chain.

Mooring lines can be arranged according to depth and local conditions.

It is recommended to connect the tail chain and the riding chain together using a swivel and two shackles.

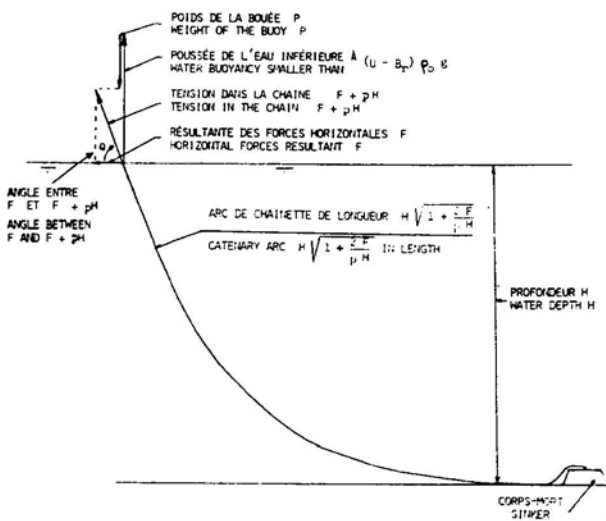
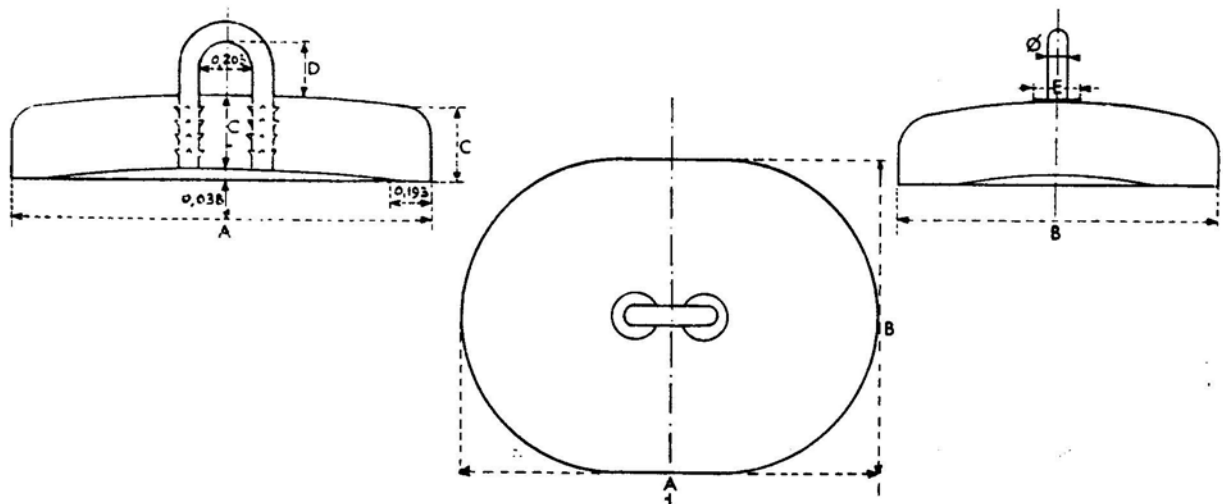


Fig. 1 - Schématisation de la méthode simplifiée  
Schematic diagram illustrating the simplified method



Masse des corps-morts Weight of sinkers (kg)	Dimensions (metres)					
	A	B	A	D	E	Ø
1 500	1,25	0,93	0,212	0,203	0	0,070
2 000	1,35	1,01	0,243	0,203	0	0,070
3 000	1,55	1,16	0,280	0,203	0	0,070
4 000	1,68	1,30	0,328	0,254	0,159	0,076
5 000	1,83	1,37	0,356	0,254	0,159	0,076

Fig. 3 - Corps-mort en fonte - Cast iron sinker

rotation des chaînes autour d'un axe longitudinal, et par deux manilles. L'émerillon évite la formation de coques. Pour les profondeurs supérieures à 40 m, il est recommandé de relier de la même manière la chaîne flottante et la chaîne de marnage.

La chaîne de cul de bouée est raccordée à la bouée et la chaîne dormante est raccordée au corps-mort, par des manilles de formes appropriées.

## V - CORPS-MORTS

Les corps-morts peuvent être en fonte, en béton ou en pierre naturelle pour les petites bouées. Les corps-morts en béton sont plus économiques que les corps-morts en fonte. Mais les corps-morts en fonte, de volume moindre à poids dans l'eau égal, sont plus maniables. Des corps-morts constitués d'un simple enrochement peuvent également être employés pour l'ancrage de bouées de taille moyenne ou petite.

Le corps-mort ne doit pas chavirer sous un effort de traction horizontale. Lorsque le corps-mort est en béton, il est recommandé de ménager dans la face inférieure une cavité de faible hauteur, susceptible de former ventouse, afin d'augmenter l'adhérence du corps-mort sur des fonds sableux ou vaseux.

Il est recommandé de doser le béton à 400 kg de ciment par mètre cube de béton en place.

Les figures 3 et 4 donnent des configurations recommandées de corps-morts en fonte et en béton.

The swivel will permit the free rotation of the chains around their axis and will prevent kinks in the mooring line. For depths over 40 m it is recommended to arrange the connection between the riding chain and the thrash chain in the same manner.

The tail chain is connected to the buoy and the chain to the sinker by means of shackles of the appropriate shape.

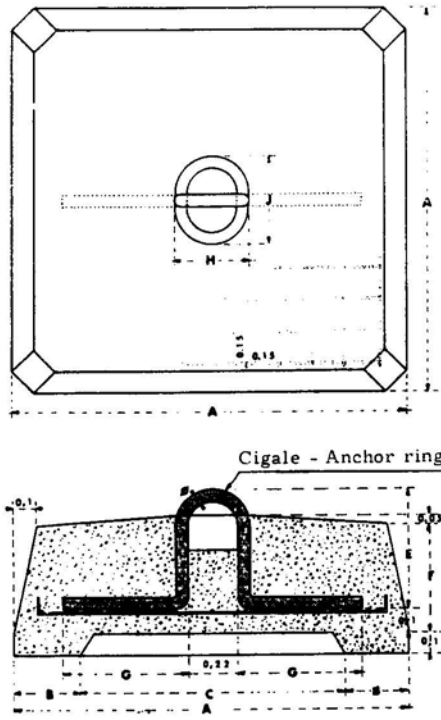
## V - SINKERS

Sinkers may be made of either cast iron or concrete or of stones for small buoys. Concrete sinkers are cheaper than cast iron ones. However cast iron sinkers are easier to handle than concrete ones of equivalent buoyant weight. Large stones may also be used for the mooring of small or medium size buoys.

The sinker must not capsize under a horizontal pull. When in concrete, it is recommended to arrange a cavity of small height in the lower face which helps the sinker to adhere the bottom through suction on a sandy or muddy soil.

It is recommended that the concrete mix contain 400 kg of cement per cubic meter of concrete in situ.

Figures 3 and 4 show recommended shapes of sinkers.



Masse des corps-morts Weight of sinkers (kg)	Dimensions (metres)										Masse des chaînes incorporées Weight of incor- porated chains (kg)
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	$\phi$	
2 000	1,2	0,15	0,9	0,55	0,5	0,4	0,4	0,32	0,37	0,05	1 000
4 000	1,6	0,2	1,2	0,65	0,55	0,5	0,5	0,34	0,4	0,06	1 300
5 000	1,8	0,3	1,2	0,65	0,55	0,5	0,6	0,34	0,3	0,06	1 500

Fig. 4 - Corps-mort en béton - Concrete sinker

Il est recommandé que les dimensions des branches de la cigale (Fig. 5) et celles de la cavité de dégagement soient suffisamment importantes pour permettre le passage des crocs de levage et d'élingue pour la manutention du corps-mort et aussi pour placer et claveter la manille de raccordement de la chaîne dormante au corps-mort. Quand une bouée est mouillée dans un site où les courants sont très violents et la profondeur d'eau faible, il est parfois nécessaire de mouiller deux corps-morts de poids inégaux réunis par un maillon de 15 à 20 m, le corps-mort le plus léger terminant la ligne de mouillage (Fig. 6).

It is recommended that the dimensions of the branches of the anchor ring (Fig. 5) and those of the cavity in which it is housed provide adequate clearance for placing the lifting hook and the sling necessary to handle the sinker. The clearance is also necessary to position and key the connection shackle of the ground mooring chain. When a buoy is stationed where currents are very strong and the water depth small, it is sometimes necessary to lay two sinkers of unequal weight linked by a chain of 15 to 20 m, the lighter sinker being at the end of the mooring line (Fig. 6).

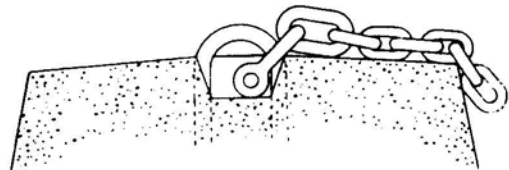


Fig. 5 - Cigale - Anchor ring

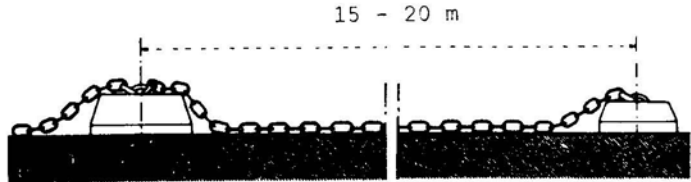


Fig. 6 - Empennelage - Backing anchor





Il n'est pas recommandé d'utiliser comme corps-morts des ancres de marine dont les aspérités risquent d'engager les chaînes.

Un corps-mort de fortune peut être avantageusement constitué par un paquet de chaînes usées du poids convenable. Ce type de corps-mort tient particulièrement bien sur les fonds rocheux.

Le dispositif consistant à relier la chaîne dormante par une patte d'oie à deux corps-morts de poids égaux dits "af-fourchés" n'est à employer qu'avec circonspection, le risque de formation de coques étant très grand.

## **VI - ENTRETIEN DES LIGNES DE MOUILLAGE**

Il est recommandé d'appliquer les dispositions suivantes:

L'entretien des lignes de mouillage en place comporte des visites périodiques dont la fréquence est en rapport avec les risques d'usure. En général, les mouillages sont visités une fois par an ou plus, suivant les conditions locales.

A chacune de ces visites:

- On débarrasse les chaînes de cul de bouée et flottante des coquillages et algues de toutes sortes qui peuvent favoriser la formation de coques.
- On vérifie l'usure de l'axe des manilles et la tenue des goupilles et des chambres à plomb pour les manilles à goupille; toute manille dont l'axe aura pris du jeu doit être remplacée.
- On vérifie le jeu libre de chaque émerillon autour de sa noix; tout émerillon bloqué doit être libéré ou remplacé.
- On examine maille par maille la chaîne de marnage; on relève de mètre en mètre, aux talons et sur les côtés, le calibre des mailles usées; on examine aussi les soudures des manilles.
- On peut retourner bout pour bout toute chaîne de marnage fatiguée, si la profondeur le permet.
- On doit remplacer tout maillon de chaîne présentant une usure excessive. Généralement le diamètre de la maille la plus usée est d'environ 3/5 du calibre primitif.

La chaîne dormante et le corps-mort, qui ne travaillent pratiquement pas, ne seront relevés qu'à des intervalles plus espacés (2 ou 3 ans par exemple) pour être vérifiés.

## **VII - DISPOSITIONS PARTICULIERES AUX SITES EXPOSES AUX GLACES**

Les bouées les mieux adaptées aux sites exposés aux glaces sont de forme biconique. Elles résistent bien aux pressions engendrées par la formation de la glace. On peut donc être conduit à remplacer les bouées d'autres types, utilisées en été, par des bouées de forme biconique, avant la formation de la glace.

It is not recommended to use marine anchors as sinkers because their projections might foul the chains.

An emergency sinker may be made out of a heap of used chains of adequate weight. This type of sinker behaves particularly well on rocky bottom.

The arrangement where the mooring chain is connected by a bridle to two sinkers of equal weight is to be used with caution because the risk of kinks is very high.

## **VI - MAINTENANCE OF MOORINGS**

It is recommended to comply with the following directions:

The maintenance of moorings in situ requires periodical visits the frequency of which depends on the risk of wear. Generally moorings are inspected once a year or more according to local conditions.

During each visit the following operations should be performed:

- Clear the tail and ride chains from the shells and algae of all species which could help the formation of kinks.
- Check the wear of the axis of the shackles and check the behaviour of the tapered pins and lead pellets of anchor-cable shackles; shackles with a loose key must be changed.
- Check the free movement of each swivel around its head; a sticking swivel must be freed or replaced.
- Check every link of the thrash length of the chain; the diameter of used links is measured every meter on the nips and sides; the weld of the links must also be checked.
- If the depth allows, a worn riding chain may be reversed.
- Change a chain when any link shows excessive wear. Generally this occurs when the link is reduced to about 3/5 of the initial diameter.

The ground chain and sinker, which are not exposed to wear, will be examined less frequently (e.g. 2 or 3 years).

## **VII - SPECIAL DISPOSITIONS FOR BUOYAGE IN ICE CONDITIONS**

Biconical buoys are more suitable for use in ice conditions. They withstand pressures exerted by ice quite well. It may therefore be advisable to substitute biconical buoys for buoys of other shapes before ice formation.

