



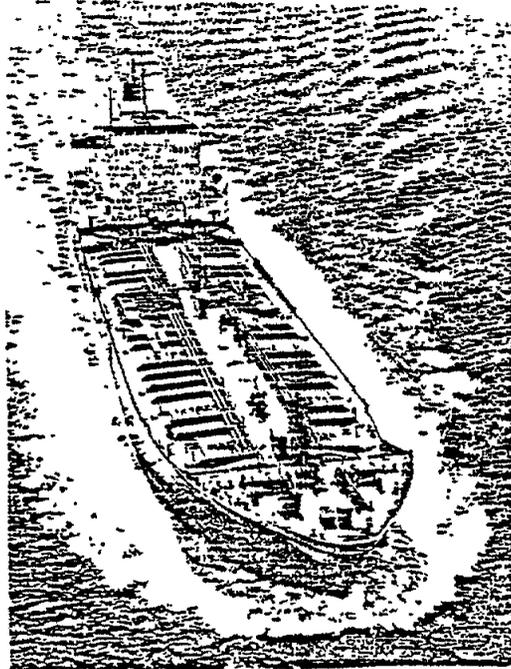
OMI

EVALUATION DU RISQUE D'ACCIDENT
DU AU TRAFIC MARITIME DE
SUBSTANCES DANGEREUSES EN MEDITERRANEE
- VUE D'ENSEMBLE -

- ROGER KANTIN -

RAPPORT PREPARE DANS LE CADRE DU CONTRAT
OMI/CEDRE N° TCD/PER/F/C-941

Cette étude a pu être réalisée grâce au soutien financier de l'Agence Suédoise pour le Développement International.



R.87.232.C

CENTRE DE DOCUMENTATION DE RECHERCHE ET D'EXPERIMENTATIONS
SUR LES POLLUTIONS ACCIDENTELLES DES EAUX

Porte du Diable - PLOUZANÉ - B P 308 - F 29274 BREST Cedex - Tél. 98 49 12 66 - Télex 940145 F - Télécopieur 98 49 12 66

RK/MGM

FEVRIER 87

Les points de vue exprimés ici sont uniquement ceux des auteurs (CEDRE). Ces points de vue, les désignations utilisées et la présentation du contenu, y compris des tableaux, des cartes et des graphiques ne reflètent en aucune manière l'avis de l'O.M.I.

S O M M A I R E

	<u>Page</u>
I INTRODUCTION	1
II GENERALITES	2
2.1. Définition de l'événement de mer	2
2.2. Méthode d'évaluation des risques utilisée	4
2.3. Définition de l'expression "substances dangereuses"	5
III CADRE BIOGEOGRAPHIQUE ET CONDITIONS METEO-OCEANIQUES EN MEDITERRANEE	6
IV LE TRAFIC MARITIME EN MEDITERRANEE	8
4.1. Considérations générales	8
4.2. Les routes principales du trafic maritime	9
4.3. Le trafic maritime des gaz liquéfiés	11
4.4. Le trafic maritime des produits chimiques	12
4.5. Les tendances futures de trafic	14
V LES PRODUITS CHIMIQUES ET GAZ LIQUEFIES A MARSEILLE-FOS	15
5.1. Les gaz liquéfiés	15
5.2. Les produits chimiques transportés en vrac	16
5.3. Les produits chimiques transportés en colis	16
VI LES ACCIDENTS DE NAVIREES EN MEDITERRANEE	17
6.1. Localisation des principaux événements de mer	17
6.2. Etude de cas d'accidents de navires transporteurs de substances dangereuses	18
6.3. Les risques d'accidents (pour l'ensemble de la Méditerranée)	20
6.4. Les risques d'accidents (pour les navires touchant le port de MARSEILLE-FOS)	23
VII LES MENACES POUR L'HOMME ET L'ENVIRONNEMENT EN CAS DE DEVERSEMENT	24
7.1. Considérations générales	24
7.2. Application aux produits transportés par les navires touchant le port de MARSEILLE-FOS	25
7.3. Vulnérabilité des côtes aux pollutions venant de la mer	27

	<u>Page</u>
VIII CONCLUSIONS SUR L'EVALUATION DU RISQUE D'ACCIDENT OCCASIONNE PAR LES NAVIRES TRANSPORTANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES EN MEDITERRANEE	28
IX DESCRIPTION DES PROBLEMES ASSOCIES A LA LUTTE CONTRE LA POLLUTION MARINE PAR LES SUBSTANCES DANGEREUSES UNE SYNTHESE	29
9.1. Données disponibles	29
9.2. Revue des moyens de lutte	31
9.3. Nécessité d'intégrer la lutte contre les pollutions chimiques dans les plans nationaux d'intervention	38
X - PROPOSITION D'UN PROGRAMME A MENER PAR LE ROCC	39

ANNEXES

- ANNEXE I - METHODES EXISTANTES POUR TRAITER LES ETUDES DE FIABILITE OU DE
SECURITE
(Source : Bureau Veritas, 1985)
- ANNEXE II - GRAPHES DE SYNTHESE DES SCENARIOS D'ACCIDENT ET D'ANALYSE
PRELIMINAIRE DE RISQUES, OBTENUS A PARTIR DES DONNEES
D'ACCIDENT LE LONG DES COTES FRANCAISES
(Source : CEDRE, 1982)
- ANNEXE III - LISTE DES EVENEMENTS DE BASE
(Source : CEDRE, 1982)
- ANNEXE IV - RELATION BETWEEN THE CONDITIONS OF THE MARITIME TRANSPORT
OF DANGEROUS GOODS AND THE PROTECTION OF THE MARINE
ENVIRONMENT
(Source : FSSH, 1984)
- ANNEXE V - HISTORIQUE DES TRAVAUX SUR LE TRAFIC MARITIME EN MEDITERRANEE :
LES PROGRAMMES TRAMED et COST 301
- ANNEXE VI - CAS D'ACCIDENTS EN MEDITERRANEE ET ARBRES D'EVENEMENTS
(Source : CEDRE, 1982)
- ANNEXE VII - DEFINITION DES TERMES DECRIVANT LES CARACTERISTIQUES DES
RISQUES
(Source : OMI, 1985)
- ANNEXE VIII - STUDIES ON HOW TO RESPOND TO DISCHARGE INTO THE SEA FOR
SELECTED CHEMICALS
(Source : Swedish Coast Guard, 1980)
- ANNEXE IX - LECTURERS
(Source : RISC, 1986)

R E S U M E

Les risques d'accident mettant en cause des navires transportant des produits chimiques en Méditerranée sont liés à l'intensité du trafic de navires spécialisés dans leur transport dans certains secteurs ; les principales routes sont les routes "longitudinales" SUEZ-GIBRALTAR et BOSPHORE-GIBRALTAR, qui drainent l'essentiel du trafic, et les routes "transversales" reliant les principaux complexes pétrochimiques Sud-Méditerranéens à, notamment, MARSEILLE-FOS, GENES et TRIESTE, reliés au pipe-line sud-européen. Associé à ces routes, on note un cabotage important de produits chimiques le long des côtes françaises, espagnoles et italiennes.

En tonnage, ce sont les gaz liquéfiés qui représentent l'essentiel du trafic, celui-ci étant particulièrement important dans l'Adriatique et autour de la péninsule italienne.

Parmi les produits chimiques les plus transportés, toujours en tonnage, citons le méthanol, l'éthanol, le benzène, l'éthylène-glycol, le styrène, le xylène et le toluène, pour les produits organiques, et la soude caustique, l'acide phosphorique et le soufre, pour les produits inorganiques.

Les produits transportés en colis (données recueillies pour le port de MARSEILLE-FOS) ne représentent qu'environ 2,5 % du tonnage (le restant étant assuré par le trafic de vrac liquéfié ou non) mais, par contre, plus de 40 % en nombre de voyages (calcul de la fréquence par produit). Ainsi, un même navire pourra transporter une grande variété de produits chimiques en colis mais en faible quantité, les plus transportés sont le chlorure d'aluminium anhydre, l'anhydride arsénieux, le chlorure de baryum et le cyanure de sodium.

Un classement de ces produits en trois catégories (gaz liquéfiés et liquides volatils cités dans le recueil IGC, autres produits transportables en vrac et produits transportés en colis) a été effectué en fonction de leur tonnage transporté ainsi que de leur fréquence de voyage, en sélectionnant également ceux qui présentaient le risque le plus élevé pour l'homme et l'environnement.

Un risque d'accident, produit par produit, puis par groupe de produits, a été calculé sur la base des événements survenus, pour l'ensemble des navires de plus de 100 tonneaux, en Méditerranée entre 1978 et 1982.

Le risque d'accident a ainsi été estimé à 0,03 % par an pour l'ensemble de la Méditerranée, soit près de 10 accidents par an pour les navires transportant des produits chimiques et gaz liquéfiés. L'étude des accidents ayant réellement occasionné un déversement de produits chimiques montre cependant que ces chiffres sont bien inférieurs. Cependant des exemples récents montrent que les pertes de colis chargés en pontée sont en augmentation.

Si l'on considère que la Méditerranée, du fait de ses caractéristiques hydrologiques et écologiques est une mer vulnérable, du moins comparée à une zone océanique, et notamment près des côtes où se trouve concentré l'essentiel du trafic, des mesures doivent être prises pour prévenir les risques majeurs en cas d'accident.

C'est notamment dans cette optique que les responsables du groupe de travail N° 8 du programme européen COST-301 essayent d'évaluer avec précision l'intensité et la nature du trafic maritime en Méditerranée. (Un aperçu des problèmes associés à la lutte contre la pollution marine par les substances dangereuses est également abordé dans ce rapport).

Aussi afin de pouvoir accentuer la coopération des pays riverains de la Mer Méditerranée, aussi bien au niveau de la prévention que de la lutte contre les déversements de substances dangereuses, le ROCC doit-il, au même titre que pour les hydrocarbures, jouer un rôle déterminant.

EVALUATION DU RISQUE D'ACCIDENT
DU AU TRAFIC MARITIME DE SUBSTANCES DANGEREUSES
EN MEDITERRANEE

I - INTRODUCTION

A la demande de l'Organisation Maritime Internationale (OMI), une étude de synthèse, portant sur l'évaluation du risque de pollution dû au trafic maritime de substances dangereuses en Méditerranée, a été préparée par le Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentation sur les Pollutions Accidentelles des Eaux (CEDRE). Le contrat a été signé le 17 décembre 1986 et la durée de l'étude évaluée à 2 mois/ingénieur.

Cette préoccupation fait suite à l'utilisation croissante de produits chimiques de synthèse dans l'industrie ou l'agriculture qui a notamment pour conséquence une augmentation du transport de ces substances. Les risques afférents au transport vont de pair, pour les produits dangereux transportés par voie maritime, avec l'augmentation du tonnage transporté ainsi que du nombre de voyages. Augmentation des risques d'accident, augmentation des dangers aussi bien pour l'équipage que pour les sauveteurs et, enfin, augmentation des menaces pour les ressources marines en sont le corollaire.

Si tous ces risques ont été assez précisément évalués pour certains secteurs de l'océan mondial, par contre, en Méditerranée, peu d'informations sont actuellement disponibles.

C'est pourquoi le CEDRE a entrepris :

- de faire le point de la situation sur le trafic maritime de produits chimiques en Méditerranée, transportés en vrac ou en colis,
- d'évaluer les risques d'accident des navires transporteurs de produits chimiques et de gaz liquéfiés et d'apprécier les facteurs de risques propres à la région Méditerranée,
- de connaître les substances dangereuses qui ont le plus de chances d'être déversées, et en quelles quantités,
- de rappeler quelles sont les menaces, pour l'homme et l'environnement, d'un déversement accidentel de substances dangereuses,
- de recenser l'ensemble des informations disponibles sur les techniques de lutte.

Les conclusions de cette étude fournissent des éléments indispensables :

- à la prévention des accidents (surveillance accrue avec des dispositifs appropriés dans les zones à risque),
- à l'optimisation de l'intervention en cas de menace (assurer la sauvegarde des vies humaines tant pour les sinistrés que pour les sauveteurs ainsi que la mise en oeuvre d'une action rapide pour minimiser les atteintes à l'environnement),
- à l'engagement de procédures opérationnelles avec le maximum d'efficacité et de rapidité.

Cette approche doit également fournir des éléments d'information :

- pour compléter le contenu des plans d'intervention existants,
- pour assurer la formation du personnel chargé de la lutte.

II - GENERALITES

2.1. Définition de l'événement de mer

Il est d'usage de distinguer, parmi les événements de mer ("accident maritime"), ceux qui sont graves de ceux qui ne le sont pas. C'est d'ailleurs sur cette séparation que repose le classement effectué par la Lloyd's Shipping Information Service et publié dans le "Tanker Casualty Bulletin".

Rappelons tout d'abord quelques définitions de base :

- événement de mer ("accident maritime" ou "marine casualty") : tout incident survenant à un navire propulsé de plus de 100 tonneaux ayant occasionné un dommage ;
- événement de mer relatif au trafic maritime : les événements de mer de base sont les suivants : abordage, heurt/contact, naufrage / échouement.
- événement de mer grave ; un événement de mer qui aboutit à :
 - a) un dommage dans la structure du navire, le rendant impropre à la navigation, comme la pénétration d'eau dans la coque, l'inutilisation de la machine,
 - b) une cassure nécessitant un remorquage ou une assistance côtière,
 - c) une perte totale du navire,
 - d) toute autre situation non définie ayant occasionné un dommage ou une perte financière considérée importante.

Plusieurs approches existent pour étudier le risque d'accident. Une étude de faisabilité effectuée par le Bureau Veritas, en 1985, pour le compte du CEDRE et de l'IFREMER, avait conduit à caractériser la probabilité de pollution associée à tout navire potentiellement dangereux, ceci pour un secteur maritime déterminé (de l'ordre de quelques centaines de kilomètres).

Les approches proposées par le Bureau Veritas, décrites dans l'Annexe I, abordent successivement :

- la définition des processus de pollution,
- l'estimation des taux d'accidents caractéristiques de chaque type de navires,
- la quantification des probabilités de pollution.

Ces études de fiabilité ou de sécurité, basées sur la "méthode des arbres de défaillance" et l'"analyse des modes de défaillance et de leurs effets" ("Failure Mode and Effect Analysis" - FMEA) sont axées sur une connaissance précise et complète des données, à savoir : le tonnage et la nature des produits chargés ou déchargés dans les ports, leur fréquence de transport, leur mode de conditionnement, les caractéristiques des navires les transportant (taille, structure, moyens de navigation, âge, entretien, armement, pavillon, etc.), les routes suivies, les densités de trafic, les dispositifs de surveillance, les moyens de sauvetage et les conditions météo-océaniques.

L'approche méthodologique suivie par les garde-côtes canadiens, dans leur étude "Services du Trafic Maritime" ("Vessel Traffic Services"), aboutit à la définition d'un indice de risque pour le milieu marin et les probabilités de sinistre. Suivant cette étude, la probabilité d'un sinistre mettant en cause un navire i dans un secteur j est le produit du "facteur de danger" d'un secteur aj multiplié par le taux moyen de sinistre pour le navire de catégorie i . Tous ces termes sont bien sûr soigneusement définis de manière statistique à partir des informations disponibles concernant les produits transportés, les navires transporteurs ou les paramètres d'environnement.

De telles études de risque débutent généralement par des enquêtes adaptées auprès des organismes portuaires ou autres organismes concernés centralisant des informations détaillées. Les informations disponibles dans les banques de données sont en effet souvent éparses ou incomplètes, surtout en ce qui concerne le transport des produits chimiques.

Selon un rapport CEDRE (1982), les méthodes habituelles d'analyses de risques sont apparues inopérantes. Il propose de commencer par un relevé des accidents et incidents ayant déjà eu lieu et susceptibles de provoquer une pollution des côtes. L'idée directrice est que tout accident catastrophique est précédé par des accidents ou des incidents annonciateurs. En s'intéressant à ceux-ci, il doit être possible de mettre en évidence des scénarios significatifs et ainsi de prévoir des événements catastrophiques.

Cette approche rejoint celle développée par l'Institut Maritime de Recherche de Hambourg (Forschungsstelle für die Seeschifffahrt zu Hamburg - FSSH) qui élabore des "models accidents", basés sur des accidents ayant provoqué ou non une pollution. Deux graphes de synthèse, l'un d'analyse préliminaire de risque et l'autre des scénarios d'accidents, sont visualisés dans l'Annexe II. Ils permettent de recenser les principaux événements de mer, leurs causes et conséquences.

L'arbre de cause qui a été obtenu pour les événements de mer mettant en cause les hydrocarbures (rapport CEDRE, 1982) compte jusqu'à 19 niveaux de décomposition, 254 événements de base et 173 événements intermédiaires. Cette démarche est applicable aux incidents de mer mettant en cause des produits chimiques, à condition de bien connaître l'ensemble des "événements de base".

La liste des événements de base est donnée dans l'Annexe III.

2.2. Méthode d'évaluation des risques utilisée

L'approche méthodologique utilisée dans cette étude est plus globale ; elle se rapproche de celle présentée par le RIJKSWATERSTAAT hollandais (1984, 1986), qui distingue le "risque relatif", basé sur le trafic maritime (en tonnage et en fréquence) du "risque absolu", basé sur la fréquence d'accidents. Ici nous ferons une comparaison par analogie avec le nombre d'accidents affectant l'ensemble des navires.

Cette approche est aisée à utiliser lorsqu'il s'agit de caractériser la nature des produits transportés et de quantifier leur tonnage, au niveau d'un seul port. Dans le cas de la Méditerranée, il serait nécessaire de connaître avec précision le flux de transport des produits chimiques de port à port ou transitant par la Méditerranée sans toucher de port.

Un tel relevé n'a pu encore être effectué. Une démarche en ce sens a cependant été récemment entreprise dans le cadre du programme COST-301 et les informations centralisées au centre de calcul de l'"Istituto per l'Automazione de la Navigazione", à Gênes, sous l'autorité du Professeur VOLTA.

En janvier 1987, les données parvenues jusqu'à Gênes sont éparses et surtout non accessibles, car cet institut est dans l'attente de l'acquisition d'un nouvel ordinateur pour pouvoir comptabiliser les informations reçues et effectuer un rejeu, en différé, des routes empruntées par les navires transporteurs de produits chimiques.

Les seules informations précises que nous avons pu nous procurer émanaient de la région MARSEILLE-FOS : une centaine de gaz liquéfiés, d'autres produits transportés en vrac et de produits transportés en colis (à plus de 10 tonnes pour un chargement) ont pu être recensés.

Le port de MARSEILLE-FOS, premier port méditerranéen, deuxième port européen et sixième port mondial, draine une part importante du trafic maritime des substances dangereuses.

Du fait de la diversité des produits qui y sont manutentionnés et de la diversité des industries présentes sur son pourtour (Lavéra, Port de Bouc), les produits chimiques identifiés dans cette zone donnent un aperçu qualitatif des produits circulant en Méditerranée. Cet aperçu a été complété par des informations ponctuelles recueillies dans la littérature et portant sur les substances transportées au niveau du canal de Suez et au départ des côtes africaines.

En ce qui concerne la densité du trafic des substances dangereuses, nous utiliserons les données existantes sur le trafic maritime des marchandises en général ou de produits pétroliers. Bien que le trafic pétrolier ne corresponde pas toujours à celui des produits chimiques, l'observation des routes suivies et des densités de trafic, ainsi que la localisation des principaux complexes pétrochimiques sur le pourtour du littoral méditerranéen donne un aperçu des routes suivies.

Un classement de ces produits chimiques permet :

- d'évaluer le risque de déversement suivant la fréquence de transport,
- d'évaluer les menaces pour l'homme et l'environnement en cas de déversement, suivant les tonnages et les propriétés physico-chimiques,
- d'identifier les produits chimiques transportés par les navires à risque, suivant la vétusté des bateaux.

Trois listes distinctes sont effectuées : une pour les gaz liquéfiés, une pour les produits transportés en vrac et une pour les produits transportés en colis.

Enfin, l'estimation d'une "fréquence d'accidents" propre à la mer Méditerranée permet d'estimer le risque d'un déversement en mer d'un produit donné pendant un laps de temps déterminé.

Les conséquences de l'événement de mer qui doivent être prises en compte dans toute étude d'évaluation de risque au même titre que la probabilité d'occurrence, seront abordées ultérieurement.

2.3. Définition de l'expression "substances dangereuses"

(autres que hydrocarbures)

Le terme de "substances dangereuses", ainsi que les conditions de leur transport en vrac ou en colis ont été définis dans de nombreuses conventions internationales.

Nous distinguons donc, parmi les produits chimiques :

- les gaz liquéfiés, GNL et GPL, ainsi que les liquides volatils ($t_e > 35^\circ \text{C}$) cités dans le recueil IGC,
- les produits transportables en vrac, qu'ils soient liquides ou solides,
- les produits transportés en colis.

(les produits radioactifs ne sont pas abordés dans cette étude).

Les "substances autres que les hydrocarbures" ont été définies dans le "Protocole relatif à l'intervention en mer ouverte en cas de pollution marine par les substances autres que le pétrole, 1978", de l'OMI.

L'Annexe IV, extraite du rapport de l'Institut Maritime de Hambourg intitulé "Relation between the conditions of the maritime transport of dangerous goods and the protection of the marine environment", contient l'essentiel de ces définitions et informations.

III - CADRE BIO-GEOGRAPHIQUE ET CONDITIONS METEO-OCEANIQUES EN MEDITERRANEE

La Méditerranée a un bassin semi-fermé avec juste une ouverture naturelle (Gibraltar) sur l'Océan Atlantique et une autre, plus petite, sur l'Océan Indien. Un trait caractéristique est également la présence de quelques secteurs de communications importants comme celui situé entre les bassins Est et Ouest (Canal de Sicile et Détroit de Messine) et le Détroit du Bosphore vers la Mer Noire (Carte N° 1).

Elle s'étend sur 3 800 km de long et 800 km de large, mesurés entre le Golfe de Gênes et la Tunisie. Son volume est de 4,24 millions de km³ et sa superficie est de 2 996 000 km² (avec la Mer Noire), ce qui représente la 180^e partie de la surface totale des océans. Son trait dominant est sans aucun doute la brusque plongée des côtes vers les fonds marins disposés sous forme de plaines abyssales au centre des principaux bassins, à une profondeur variant de 2 000 à 3 000 m. Cependant, la profondeur moyenne en Méditerranée est de 1 500 m environ. La Méditerranée est divisée en deux grands bassins, occidental et oriental, séparés par le seuil sicilo-tunisien. Ce seuil a une largeur de 135 km et une profondeur de 200 m avec la présence de failles profondes. Ces deux bassins sont eux-mêmes divisés en bassins secondaires.

La largeur du détroit de Gibraltar est de 14,5 km et sa profondeur voisine de 160 m. Ce goulot d'étranglement rend les échanges difficiles avec l'océan (les eaux de la Méditerranée se renouvellent tous les 80 à 100 ans).

C'est donc une mer presque indépendante. Se trouvant dans une zone climatique subtropicale à forte évaporation, et les apports pluviaux et fluviaux étant trop faibles (environ 2 200 km³) pour compenser cette évaporation (de l'ordre de 5 200 km³), son plan d'eau s'abaisserait de près de 1 m par an si elle n'était pas en communication avec l'Atlantique par le détroit de Gibraltar. Mais l'apport de l'océan ne compensant pas complètement les pertes, l'eau y est plus salée (environ 4 grammes de plus par litre), la salinité croissant à mesure qu'on s'éloigne de Gibraltar (avec des variations locales aux embouchures des grands fleuves).

Le long de ses plus de 30 000 km de côtes, trois continents (Europe, Afrique et Asie) se font face, arborant vingt drapeaux de nationalités différentes et abritant 284 ports de toutes tailles. Ces vingt pays, souvent divisés par des situations politiques, économiques et techniques sont certainement unis par l'intérêt commun de maintenir des conditions de navigation sûres, garanties pour leurs économies respectives.

D'importantes raisons font de la Méditerranée un cas très distinct des mers nord-européennes, comme cela a été souligné par le Groupe de Travail N° 8 du programme COST-301 : les conditions climatiques, hydrologiques, biologiques, le trafic maritime, l'hétérogénéité des niveaux de technicité des ports et des centres concernés, les sensibilités diverses des gouvernements concernés, etc.

Contrairement au littoral de l'Atlantique, où les courants sont sous la dépendance des marées, en Méditerranée, les vents sont responsables, dans la quasi-majorité des cas, de la direction et de la vitesse des courants qui est rarement supérieure à 1 noeud .

Les courants de surface présentent une circulation cyclonique^e, avec des courants d'Ouest en Est le long des côtes africaines, et d'Est en Ouest, le long des côtes européennes. Cette circulation générale peut se doubler de contre-courants côtiers, très variables suivant les conditions météorologiques (Carte N° 2).

Dans la portion Nord-Est du bassin occidental de la Méditerranée, englobant la mer Ligure, le Golfe de Gênes et la mer Tyrrhénienne, il existe un courant général (appelé courant Ligure) indépendant du vent. Avec une vitesse moyenne inférieure à 30 cm/s, il coule d'Est en Ouest le long de la côte française depuis Menton jusqu'au Languedoc. Entre le continent et la Corse, se place un vaste tourbillon qui fait que le courant, sur la côte Nord-Ouest de la Corse porte au Nord-Est. Dans le détroit de Bonifacio existe un courant de marée dont la force peut atteindre 2 à 3 noeuds, mais il s'agit d'un phénomène exceptionnel et très régional.

Malgré la faible amplitude des marées (20 - 30 cm), l'élévation du niveau de la mer peut être important lorsque sévit une forte tempête ; c'est le cas notamment du Nord de la Mer Adriatique où l'élévation du niveau de la Mer peut atteindre, exceptionnellement, 2 m.

Selon les informations données par le "Plan Bleu", en 1980, 862 000 t de poissons ont été officiellement pêchées en Méditerranée (sans compter les quantités non déclarées, autoconsommées ou localement vendues), soit environ 1 % du total mondial. En valeur commerciale, le pourcentage est sensiblement plus élevé, du fait de la qualité des espèces pêchées.

Du point de vue biologique, la production de plancton est freinée par la rareté des phosphates, des nitrates et des nitrites. Peu de grands fleuves se jettent dans la Méditerranée, susceptibles d'amener les sels nutritifs nécessaires (Ebre, Rhône, Po et Nil, le débit de celui-ci étant très fortement réduit par le barrage d'Assouan et les prélèvements pour l'irrigation). Les eaux de la mer sont relativement stables, avec peu de mélange. La vie bathyale et abyssale est assez pauvre : dès 120 ou 130 m, la Méditerranée est plus ou moins stérile en profondeur. La pollution littorale contribue à la diminution des stocks : la pollution ou la destruction des herbiers de posidonies diminue les frayères de nombreuses espèces.

La Méditerranée est cependant une mer riche en espèces : 450 à 500, contre 170 en Baltique. Environ 120 espèces sont pêchées, dont certaines sont probablement déjà surexploitées. Les clupéidés (anchois, sardines, etc.) représentent généralement plus de la moitié des quantité pêchées, suivis par les maquereaux. Les crustacés et mollusques représentent un peu plus de 15 % (en poids) du total.

Il y a enfin en Méditerranée, un potentiel assez important pour l'aquaculture.

Cette diversité des espèces, cet isolement géographique, sont causes de sa fragilité écologique. La vulnérabilité de la Méditerranée est en somme due à ses dimensions modestes et accentuée par le rapport longueur des côtes/masse d'eau très élevée. En fait, la pollution d'origine tellurique est la cause principale du problème de pollution en Méditerranée.

IV - LE TRAFIC MARITIME EN MEDITERRANEE

4.1. Considérations générales

La Mer Méditerranée a été définie comme étant une "zone spéciale" par une convention de l'OMI, en ce qui concerne les mesures anti-pollution à mettre en oeuvre à la suite d'événements de mer graves.

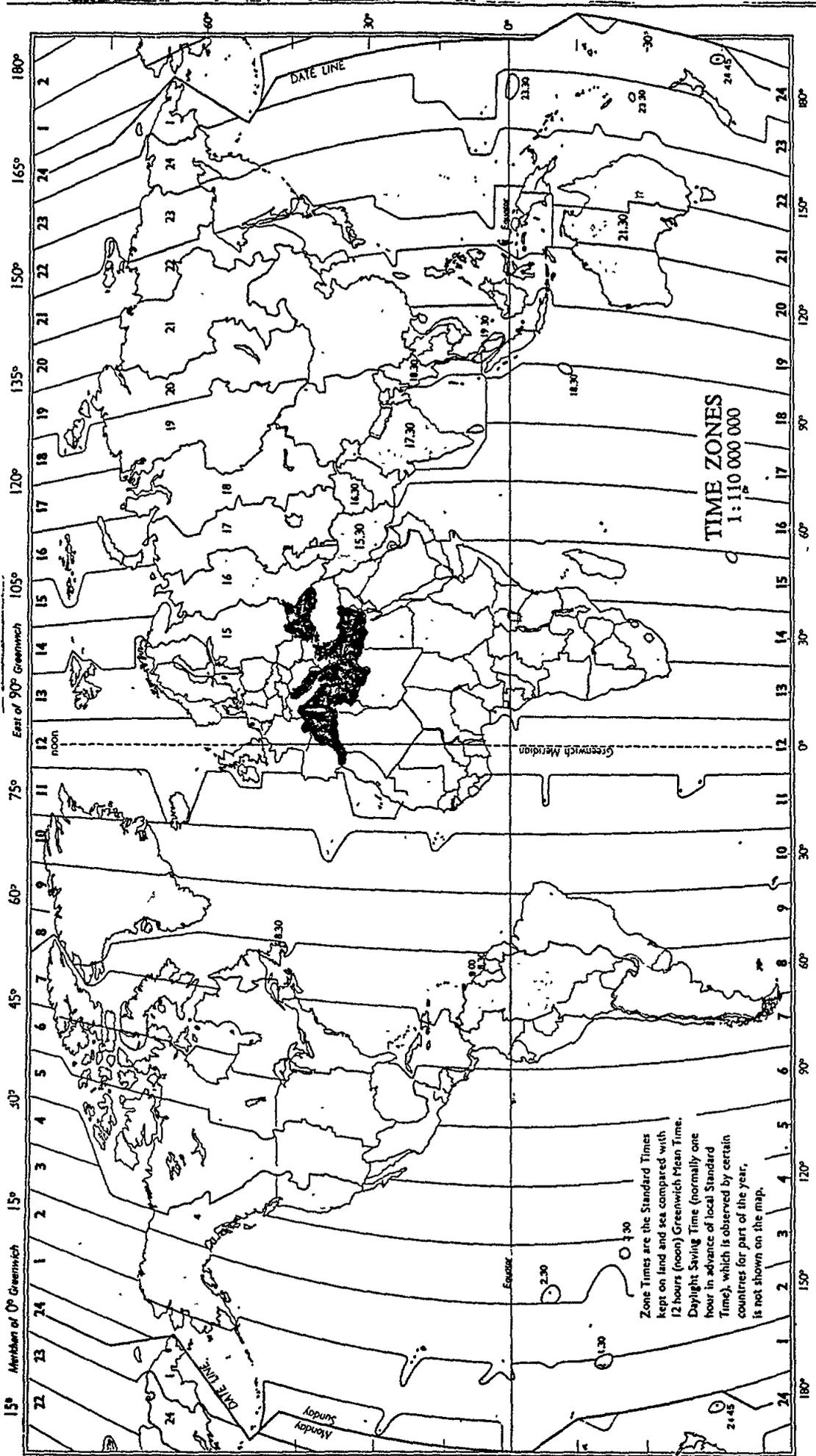
Les études conduites dans le cadre du programme TRAMED 77 et du groupe 8 du programme COST-301 (*) (Cf. Annexe V) ont permis de montrer que le trafic, en Méditerranée, était différent de celui enregistré dans les autres mer européennes ; les particularités concernent :

- l'importance des dangers de pollution dus au long renouvellement des eaux de la Méditerranée et au rôle économique important joué par l'industrie du tourisme,
- le trafic aisément contrôlable à l'entrée et à la sortie des différents bassins,
- les temps de transit en Méditerranée, n'excédant généralement pas deux jours.

A part ces considérations d'ordre géographique, le trafic méditerranéen présente d'autres aspects spécifiques qui peuvent être résumés ainsi :

- la coexistence de différents types de trafic, comme celui des navires de fort tonnage (tankers, etc.) croisant les routes de trafic de voyageurs (ferries, etc.) ou celles des bateaux de pêche ou de plaisance,
- la rareté des rails de circulation,
- l'absence de couloirs de circulation à l'approche des ports,
- la présence d'un trafic de transit important, sans chargement ou déchargement dans un port méditerranéen.

* Le programme européen COST-301 portant sur la Méditerranée fait mention, dans ses rapports, des particularités de cette mer en terme de trafic. Nous avons emprunté de larges extraits à cette étude.



© John Bartholomew & Son Ltd, Edinburgh

Carte n°1: Situation de la Méditerranée dans le monde
 (source: The times atlas of the world)



Carte n°2: Principaux courants en Méditerranée
(source: ROCC-Plan d'action pour la Méditerranée)

Chaque jour, transitent en Méditerranée environ 600 navires, soit le tiers du trafic pétrolier mondial, et le sixième du commerce maritime international (Journal de la Marine Marchande du 9/1/86).

Dans l'Atlantique Nord, le trafic des produits pétroliers, gaz liquéfiés et produits chimiques transportés en vrac se répartit de la manière suivante (*) :

- 60 % des navires transportent des hydrocarbures (90 % en tonnage),
- 20 % des navires transportent des gaz liquéfiés (6,5 % en tonnage),
- 20 % des navires transportent des produits chimiques en vrac (4,5 % en tonnage). Ces derniers sont représentés par des navires de faible tonnage (2 200 tonneaux en moyenne).

Mais les échanges commerciaux de produits chimiques sont très variables, fonction des besoins, de la concurrence étrangère, et également des fluctuations du cours du dollar. Le trafic maritime de ces substances accompagne ces fluctuations, accentuées, de plus, pour la Méditerranée, par les fluctuations des "Special Drawing Rights" prélevés lors du passage par le Canal de Suez, ce qui peut faire choisir la route circum-africaine plutôt que la route transméditerranéenne, par certains transporteurs. En outre, des intérêts financiers liés aux facilités offertes par le Port de Rotterdam, marché libre, peuvent faire transiter des navires se rendant par exemple de Suez à Fos, par le port de Rotterdam.

4.2. Les routes principales du trafic maritime

Une analyse des données de trafic en Méditerranée a été effectuée par le Maritime Research Institute Netherlands (M.A.R.I.N.) en collaboration avec le Danish Maritime Institute (D.M.I.).

La carte N° 3 met en évidence les principales routes maritimes et les principaux flux de trafic en Méditerranée. La route principale empruntée est celle qui traverse la Méditerranée de part en part en passant à proximité des côtes algériennes (port de SKIKDA). Une autre route importante est celle reliant Suez au Nord de l'Adriatique. Si l'on considère l'ensemble des routes suivies par les navires (carte N° 4) on s'aperçoit que peu de zones, en Méditerranée, ne sont pas empruntées par les navires. Certaines zones présentent cependant une densité de trafic relativement importante, notamment autour de la péninsule italienne.

(*) Les statistiques ont été effectuées par la CEPPOL à partir des navires transitant au large de la Bretagne.

Outre celles mentionnées sur la carte N° 3 citons les routes reliant les principaux ports italiens avec les autres secteurs où sont installés des complexes pétrochimiques, et plus particulièrement SKIKDA et MARS EL BREGA au Sud, la région MARSEILLE-FOS et TARRAGONE au Nord (carte N° 5).

Une compilation de plusieurs sources d'information a permis d'élaborer la carte N° 4 où sont tracées les routes principales empruntées en Méditerranée, les complexes pétrochimiques situés sur le pourtour méditerranéen, les rails de navigation maritime et les principales zones de concentration de trafic que sont les détroits et les principaux ports de départ et d'arrivée de marchandises.

Nous pouvons observer que si les routes d'Est en Ouest : SUEZ - GIBRALTAR, DARDANELLES-GIBRALTAR ou SUEZ-FOS/GENES sont particulièrement denses, les routes transversales, reliant le Sud au Nord de la Méditerranée sont toutes aussi importantes. Elles sont essentiellement liées au trafic de produits pétroliers et au transport de produits chimiques, notamment de gaz liquéfiés ; les plus importantes relient SKIKDA en ALGERIE, aux ports de TARRAGONE, MARSEILLE-FOS, GENES/SAVONE et la région de TRIESTE, ces trois dernières zones étant reliées au pipe-line Sud Européen. De moindre importance, mais encore significatives sont les routes transversales au départ de MARS EL BREGA et de MARS EL HARIZA.

A côté de ces routes que l'on pourrait qualifier de transméditerranéennes, existe un cabotage important le long des côtes.

Le rapport du Maritime Research Institute Netherlands (MARIN) donne une idée précise du trafic en Méditerranée, y compris dans les zones du Bosphore, du Déroit de Messine, et du Déroit de Gibraltar.

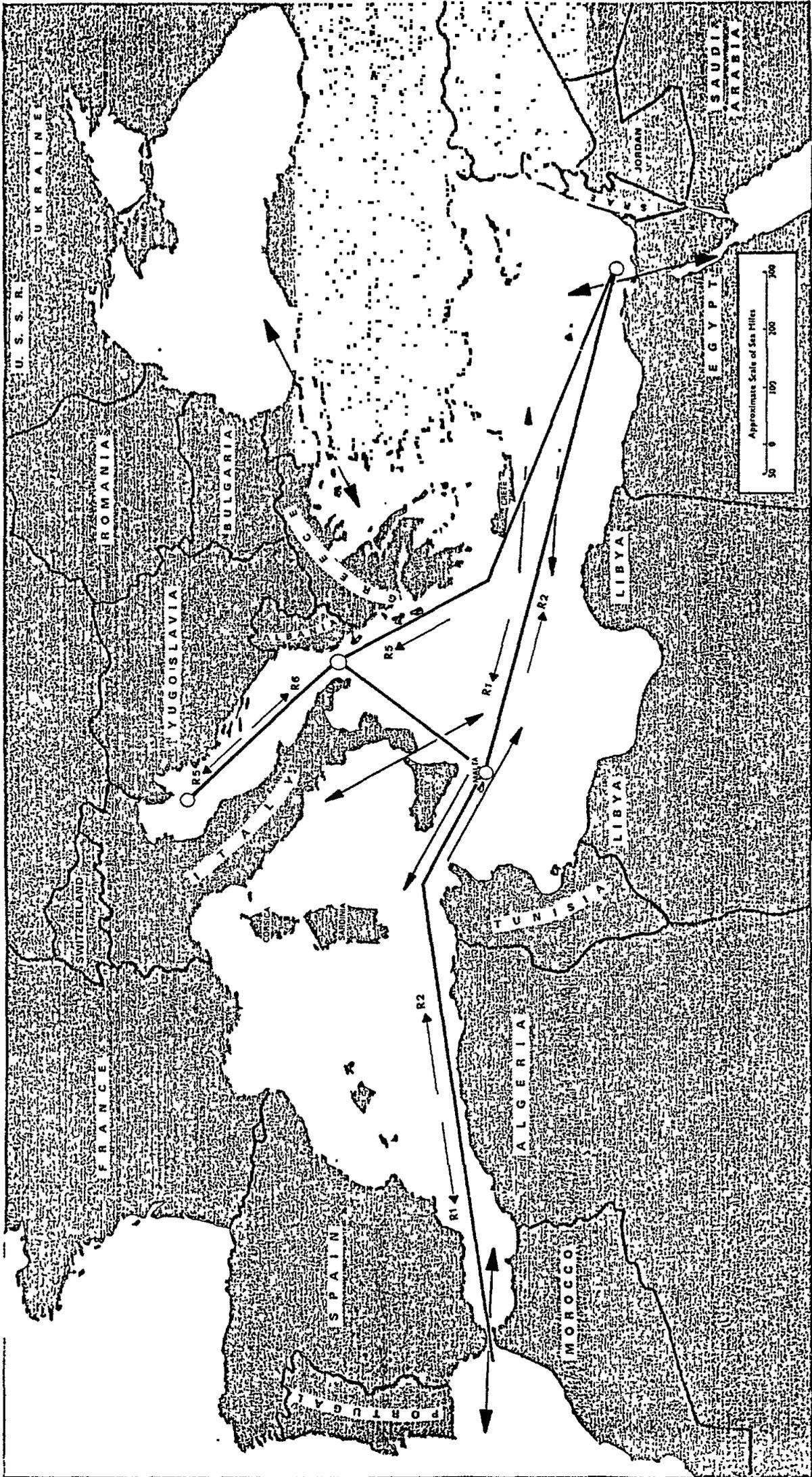
De nombreuses données concernant les "sous-régions" méditerranéennes ou partie d'entre elles sont également disponibles dans le cadre du programme "COST-301". A titre d'exemple, sur la carte N° 6 sont superposées les routes empruntées autour de la Corse, et notamment par les "Bouches de Bonifacio" entre la Corse et la Sardaigne.

Ce trafic est, comme nous l'avons signalé, évolutif d'une année sur l'autre, mais aussi d'une saison à l'autre.

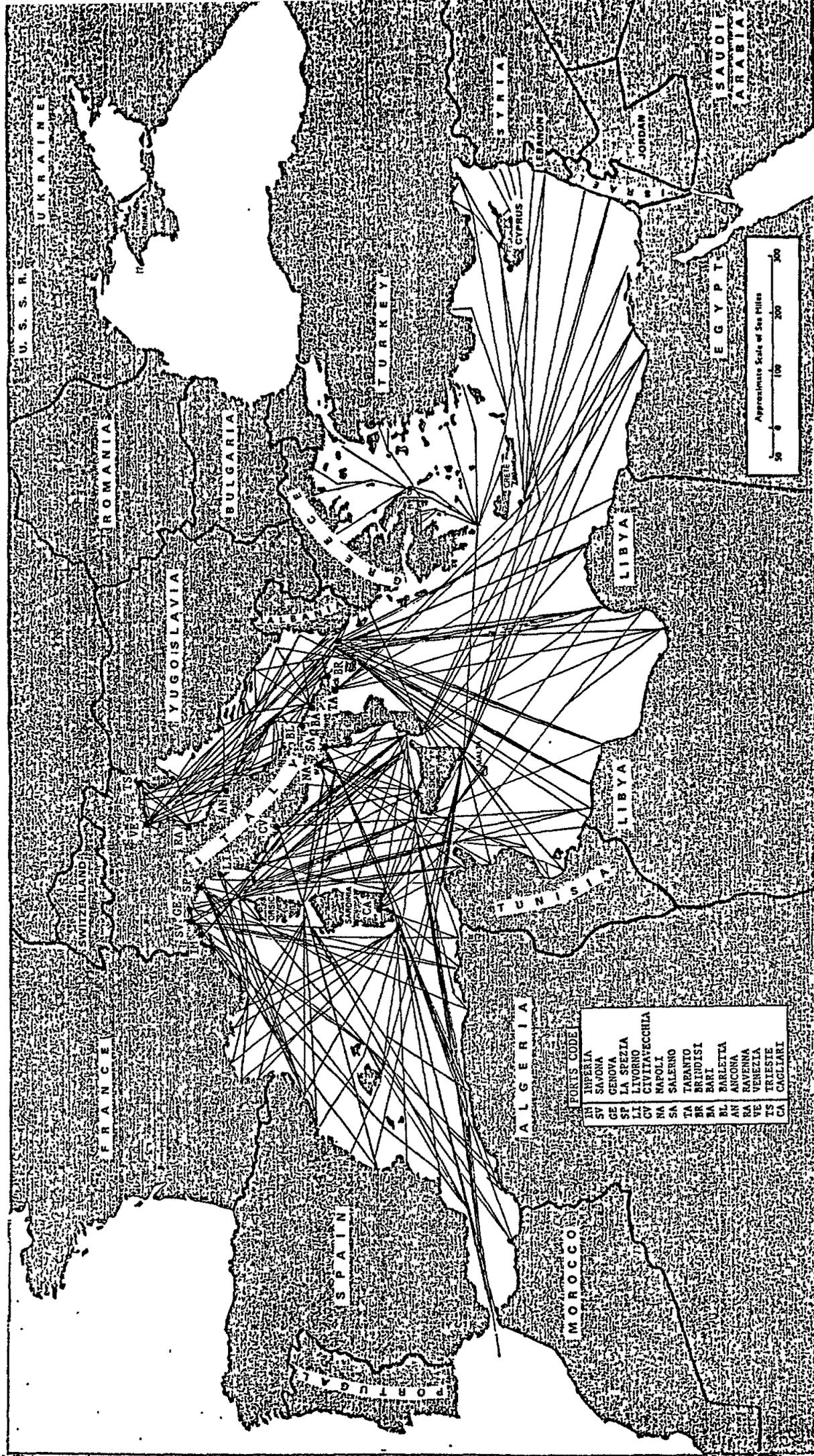
Le tableau ci-dessous, extrait du rapport italien du COST-301 (VII/417/85) montre les variations en mouvements enregistrés en été et en hiver pour les eaux territoriales italiennes.

Type de navires	Fréquence de voyages	
	janvier	Juillet
Ferries	883	2 171
Gaziers	253	179

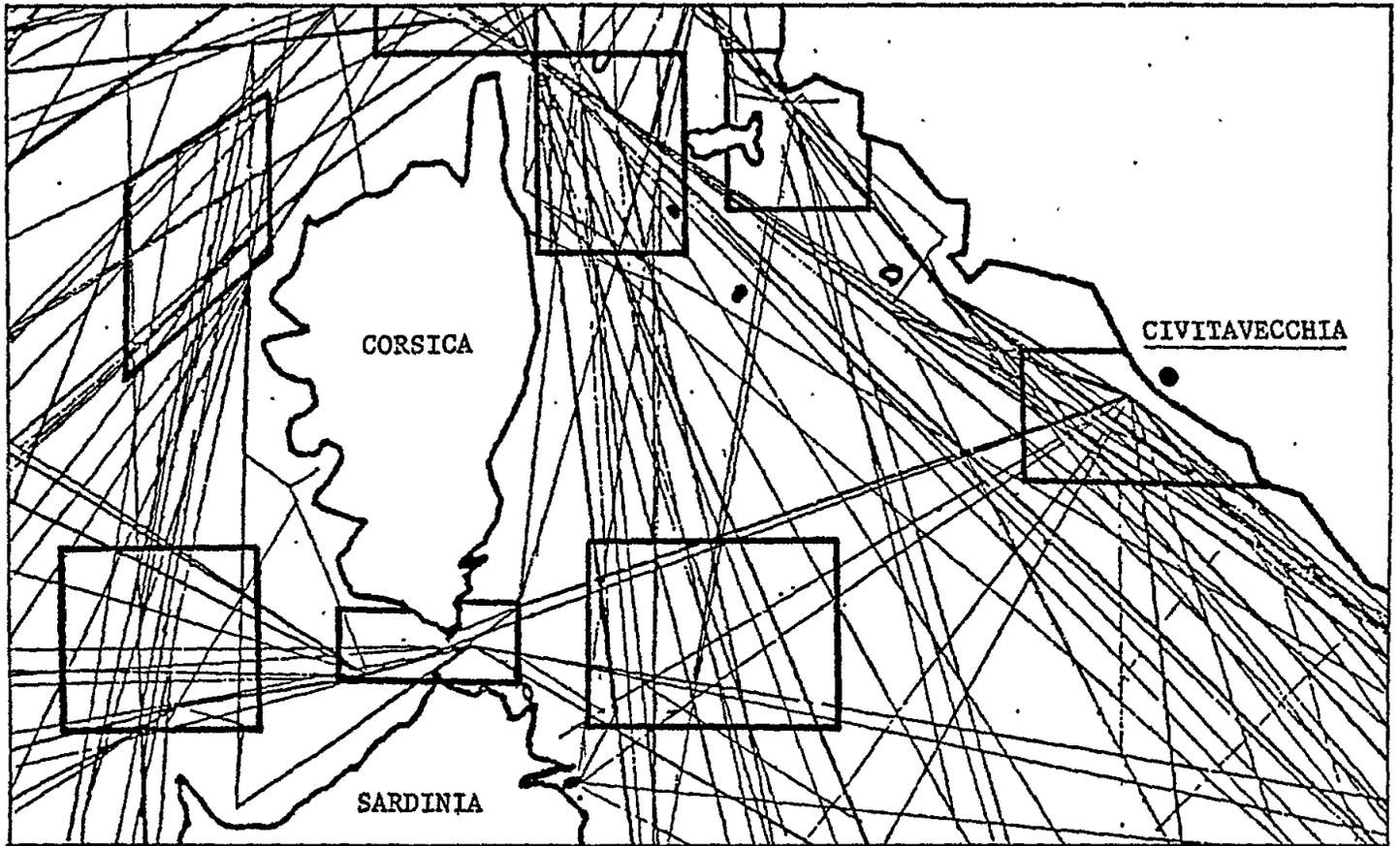
Par exemple le trafic des navires transportant du gaz liquéfié est plus important en hiver, lorsque les besoins en cette source d'énergie augmentent, tandis que le trafic des ferries est plus important l'été avec la recrudescence du tourisme.



Carte n°3: Principales routes et flux de trafic en Méditerranée
 (source/COST 301)



Carte n°5: Ensemble des routes maritimes touchant les ports italiens en
 en janvier et juillet 1982
 (sources: COST 301 et CETENA)



Carte n°6: Densité du trafic et principales zones d'intersections autour de la Corse
(source: COST 301)

4.3. Le trafic maritime des gaz liquéfiés

Le trafic maritime des gaz liquéfiés est relativement bien connu. Sur la carte N° 7 sont reportées les routes principales empruntées par les navires transporteurs de GNL - GPL ainsi que les principales villes côtières pourvues d'un pipeline de gaz naturel.

L'approvisionnement sud-européen en gaz naturel ou de pétrole a pour origine les champs ou raffineries situées au Vénézuéla (via Gibraltar), l'Arabie Saoudite (via Suez), l'Algérie (Skikda) ou la Tunisie (Cap Bon). Les routes principales suivies par les méthaniers sont Marsa-El-Brega/Cap Bon/Skikda -----> Marseille/Barcelone/La Spezia, c'est à dire depuis les usines de liquéfaction jusqu'aux usines de régazéification.

Ainsi, environ 500 000 t/an de butane et propane entrent dans le port de Lavéra (Marseille) pour être emmagasinées dans des stockages souterrains ; 200 000 t environ sont ré-exportées vers l'Espagne et l'Italie par cabotage. Pour ces deux produits, 200 à 300 opérations par an ont été observées ces dernières années à Lavéra, soit en moyenne un bateau par jour. Au total environ 2,7 millions de tonnes de GNL ont été importées en 1983 par le port de Marseille, en provenance d'Algérie (transports assurés par les compagnies "Tellier" et "Hassi R'Mel" possédant un transporteur chacun de 40 000 m³).

Pour les eaux italiennes, de 30 à 90 mouvements par mois de transporteurs de GNL-GPL sont enregistrés sur la côte de l'Adriatique, au Sud de la péninsule italienne, de la Sicile et de la Sardaigne (carte N° 8), avec une fréquence maximale (plus de 90 mouvements/mois) dans la région de Venise et au Sud de l'Italie, entre Otranto et Brindisi (études menées par l'Italian Ship Research Centre - CETENA).

L'ammoniac est cité parmi les produits les plus transportés au niveau de Suez et du Bosphore.

Parmi les autres produits cités dans le recueil IGC de l'OMI, citons un trafic important d'éthylène par Suez et Marsa-El-Brega (Libye) et Marseille (*) (environ 100 000 t/an à l'exportation) et de chlorure de vinyle, exporté notamment par le port de MARSEILLE-FOS (environ 30 000 t/an).

D'autres substances à bas point d'ébullition sont produits dans la région de MARSEILLE-FOS : environ 500 000 t/an de propylène et 700 000 t/an de chlore, mais nous n'avons pas de données précises concernant leur transport par mer.

Signalons enfin, pour mémoire, qu'en 1984, la flotte mondiale de navires transporteurs de gaz ("gas carriers") était de 775 unités, dont 36 pour la Grèce, 36 pour l'Italie, 12 pour l'Espagne, 11 pour l'URSS et 9 pour la France.

(*) Les éthylénoducs entre Marseille et Lyon constituent le 2^e réseau européen.

4.4. Le trafic maritime de produits chimiques (autres que les gaz liquéfiés)

Il est assuré par deux types de bateaux :

- ceux de fort tonnage (environ 40 000 t) transportant soit plusieurs catégories de produits chimiques ("parcel tankers"), soit un seul produit à la fois (méthanol, benzène, éthylène-glycol). Le transport peut également être assuré par des navires spécialisés (phosphoriquiers) ;

- ceux de faible tonnage (environ 3 000 t), qui font essentiellement du cabotage ; plus des 4/5 de la flotte transportant des produits chimiques en vrac sont constitués par des caboteurs.

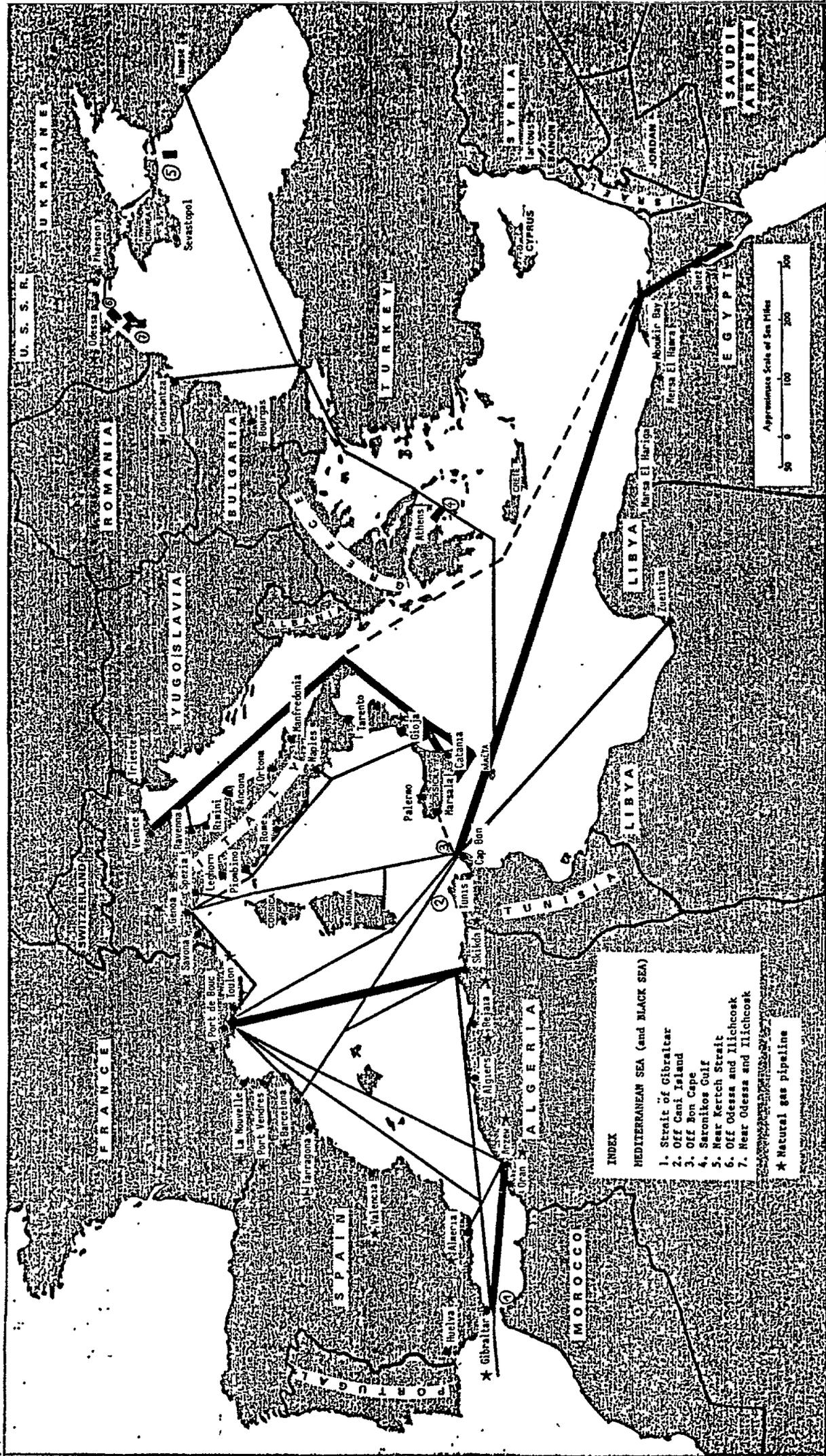
Signalons enfin que la flotte mondiale de chimiquiers était de 847 unités en 1984, dont une quarantaine de navires pour la flotte française, totalisant environ 1 million de tonneaux.

Le tableau ci-dessous, extrait d'un rapport du RIJKSWATERSTAAT, donne des informations générales sur les capacités des citernes de ces navires

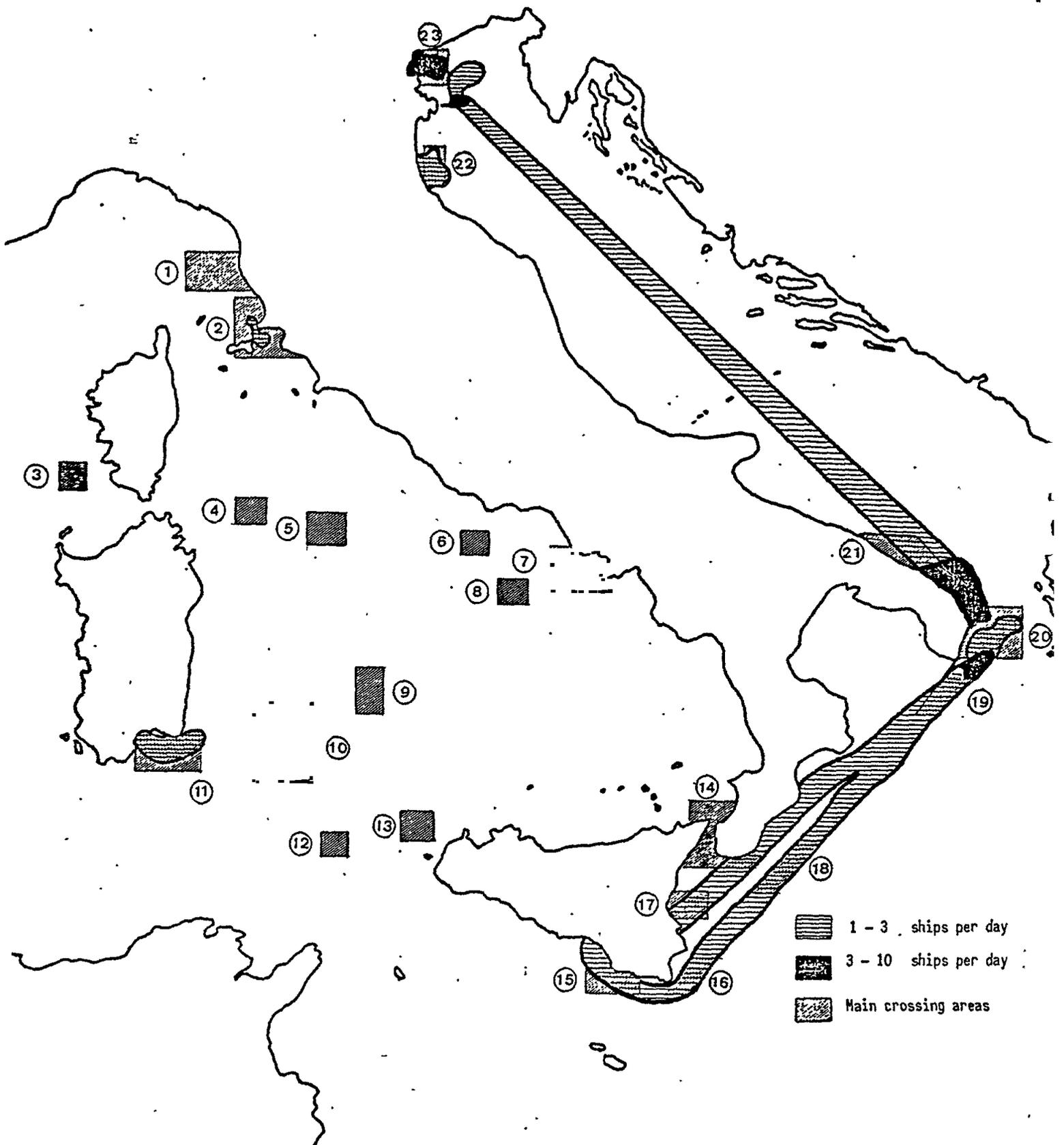
Capacité moyenne d'un chimiquier	4 030 t
Capacité moyenne d'un chimiquier caboteur	1 500 t
Capacité moyenne d'un chimiquier hauturier ("parcel tanker")	15 700 t
Nombre moyen de citernes par chimiquier	14
Nombre moyen de citernes par chimiquier caboteur	12
Nombre moyen de citernes par "parcel tanker"	23
Quantité moyenne par citerne pour un chimiquier	288 t
Quantité moyenne par citerne pour un chimiquier caboteur	125 t
Quantité moyenne par citerne pour un "parcel tanker"	683 t
Charge utile	77 %

Si le trafic de produits chimiques en vrac est relativement bien connu pour la Manche, la Mer du Nord et la Baltique, il l'est en revanche beaucoup moins pour la Méditerranée. Des études statistiques, par produit chimique, sont actuellement en cours à la CEPPOL pour les eaux territoriales françaises. Des données sont également en cours d'acquisition en Italie et en Espagne.

Enfin, il est vraisemblable que le programme COST permette de dégager les grandes tendances de trafic des substances dangereuses.



Carte n°7: Principales routes pour les transporteurs de gaz liquéfiés (GNL-GPL)
 Localisation des gazoducs
 (sources: COST 301, International Petroleum Encyclopedia, Autorité)



Carte n°8: Principales routes pour les transporteurs de gaz liquéfiés (GNL-GPL)
 dans les eaux territoriales italiennes
 (source: COST 301)

Comme pour les produits pétroliers et les gaz liquéfiés, le trafic maritime des produits chimiques est sous la dépendance de la production et de l'utilisation de ces produits ; pour les produits les plus utilisés, la tendance des pays producteurs est de limiter leur dépendance vis à vis des pays utilisateurs en produisant eux-mêmes leurs produits finis comme le PVC ou le polyéthylène.

Les principales tendances, pour les produits transportés en vrac et qui représentent, en tonnage, environ 90 % du trafic maritime ont été obtenues à partir de statistiques concernant les échanges commerciaux par mer, et notamment les statistiques provenant des revues "le Transport Maritime" et "Chemical Parcel Tankers" ainsi que des articles du "Journal de la Marine Marchande" (Cf. bibliographie) :

- principaux produits chimiques transitant par le Canal de Suez (en provenance du Moyen-Orient), à des tonnages vraisemblablement supérieurs à plusieurs centaines de milliers de tonnes par an (plus de 500 000 t pour le méthanol) : Benzène, Ethanol, Ethylène-glycol, Hexane, Méthanol, Soude caustique, Styrène, Xylène ;

- principaux produits chimiques au départ de Marsa-El-Brega, qui possède un vaste complexe pétrochimique en construction à Ras Lanuf : Ethylène-glycol, Méthanol, Styrène ;

- d'Algérie, grâce aux facilités offertes par le complexe pétrochimique d'Arzew, actuellement en pleine expansion, exportation notamment de : Benzène, Méthanol, Toluène, Xylène (environ 200 000 t/an, sauf pour le méthanol) ;

- en provenance de Bulgarie, via le Bosphore: Méthanol et Styrène ;

- il y a un cabotage important de produits chimiques entre la France et ses partenaires européens ; tous produits chimiques confondus ; environ 200 000 t ont été échangées avec l'Italie, 100 000 t avec l'Espagne, 100 000 t avec la Grèce ;

- dans le port de Marseille-Fos, environ 400 000 t de produits chimiques organiques divers (1983), ont été transportées, dont une vingtaine représentaient, pour 1986, près de 300 000 t (données MAVRAC/dépôt de Lavéra) pour environ 250 navires. Parmi les produits les plus transportés, citons : le benzène, la lessive de soude, l'éthyl-hexanol, le butanol, le monoéthylène-glycol et le chloroforme (par ordre décroissant, pour l'année 1986).

En ce qui concerne les produits en colis, ils sont transportés en bien plus faible quantité que les produits en vrac ; mais ils sont en général très toxiques et, même si les risques d'accidents des navires les transportant existent, la perte des conteneurs en pontée par suite du mauvais temps est beaucoup plus fréquente. Ils présentent aussi une gamme très diversifiée de produits, dont le conditionnement doit obéir à la réglementation IMDG.

Une liste détaillée de ces substances est donnée pour la région Marseille-Fos dans le chapitre 5 (tableau 3).

4.5. Les tendances futures de trafic

Une étude du Holland's Maritime Economic Research Centre (MERC - Hazardous Cargo Bulletin, oct. 86), portant sur les chimiquiers hauturiers "deep-sea parcel tankers") fait état d'une augmentation du trafic de 3 à 4 % par an, entre 1986 et 1990, avec des nuances selon les produits transportés. Il est vraisemblable que la flotte des chimiquiers caboteurs "short-sea chemical parcel tankers", plus nombreuse, soit elle aussi en augmentation.

Cela se traduit concrètement par une prévision d'acquisition de 50 nouveaux "deep-sea chemical parcel tankers" d'ici 1990. C'est surtout les produits chimiques organiques (méthanol, éthanol, xylène, styrène et toluène) qui verront leur trafic augmenter de 10 %, tandis que celui des produits inorganiques (acide phosphorique, soude caustique, acide sulfurique, pour ne citer que les plus importants) restera vraisemblablement stable.

L'entrée en vigueur de l'Annexe II de MARPOL 73/78, le 6 avril 1987, aura vraisemblablement un impact sur le développement de nouveaux navires et en particulier leur adaptation à des besoins nouveaux comme le recyclage ou la destruction de certains produits de la catégorie A. La tendance sera donc à la réduction de la flotte des vieux tankers, ce qui diminuera d'autant les risques d'événements de mer.

En ce qui concerne le gaz naturel, un taux de croissance de 2 % est prévu entre 1982 et 1995 (Journal de la Marine Marchande du 2 juin 1985), contre 1 % pour le pétrole. Beaucoup de ces produits seront des "antidétonants" pour carburants - ou leurs précurseurs, tel le méthanol qui verra son trafic par le canal de Suez multiplier par 4 ou par 5 : environ 4 millions de tonnes de produits chimiques en vrac, dont 50 % environ de méthanol, en provenance d'Arabie Saoudite, transiteront par la Méditerranée en 1990.

En effet, vers 1990, les carburants automobiles seront exempts de plomb, ce qui laisse une porte ouverte pour les autres additifs comme le méthanol, le benzène, le xylène, le toluène, l'éthanol, le TBA, le MTBE et le TAME(*). Leur teneur admissible pour l'incorporation dans l'essence a été définie par la Directive du Conseil CEE 85/536 du 5.12.85.

C'est la raison pour laquelle la Société ARCO (démarrage prévu au deuxième semestre 1988) s'est implantée dans la région MARSEILLE-FOS ; elle produira notamment 430 000 t/an de TBA, 180 000 t/an d'oxyde de propylène et 50 000 t/an de propylène glycol.

Bien que cela soit en marge de l'objectif de cette étude, il faut signaler que le trafic fluvial de substances dangereuses est aussi évolutif. Ainsi, les nombreux produits chimiques en vrac qui descendent le Rhône, transportés par péniches, avant d'être embarqués à Fos, concernant actuellement les produits de la classe III et notamment le benzène. Le trafic sera vraisemblablement en augmentation, le benzène étant un des produits les plus manutentionnés, avec le méthanol, par "Shell Berre" (Golfe de Fos).

* TBA : Tertio Butylic Alcohol
 MTBE : Méthyl Tertio Butyl Ether
 TAME : Tertio Amyl Méthyl Ether.

V - LES PRODUITS CHIMIQUES ET GAZ LIQUEFIES A MARSEILLE-FOS

Les tableaux 1, 2 et 3 donnent respectivement la liste des principaux gaz liquéfiés, produits chimiques transportés en vrac et en colis chargés ou déchargés à MARSEILLE-FOS.

Ces tableaux contiennent, pour chaque substance, les tonnages annuels, le nombre de voyages par an, et, pour les tableaux N° 2 et 3, l'âge des navires (pour les produits recensés en 1981). Lorsque cela était possible, nous avons utilisé les statistiques sur plusieurs années (par exemple, 1981 à 1986 et 70 jours de l'année 1984). Dans ce cas, la moyenne annuelle a été calculée en tenant compte des périodes pendant lesquelles ont été effectuées les statistiques, qui pouvaient être inférieures à 1 an.

Les informations que nous avons utilisées pour connaître le trafic de produits chimiques dans le port de MARSEILLE-FOS proviennent de plusieurs sources (*) :

- du rapport CEDRE (R.83.775.R.) portant sur des relevés de l'année 1981,
- de données déjà compilées en provenance de l'IFREMER de TOULON (années 1984/1985),
- de la MAVRAC, Société Marseillaise gérant les stocks de produits chimiques (année 1986),
- d'informations téléphonées en provenance de divers secteurs du Port Autonome de Marseille et de la Société GAZOCEAN,
- de la CEPPOL, pour les données les plus récentes (la saisie des données est actuellement en cours à partir des relevés journaliers envoyés par le CECMED de la Préfecture Maritime de la Troisième Région).

Tous produits confondus - produits chimiques transportés en vrac et en colis et gaz liquéfiés - le port de MARSEILLE-FOS a assuré un trafic de 5 250 000 t (ce chiffre ne tient pas compte des produits en transit).

Le trafic des gaz liquéfiés est d'environ 3 300 000 t, soit plus des 2/3, celui des produits chimiques en vrac : 1 900 000 t et celui des produits chimiques conditionnés environ 50 000 t, soit seulement 2,5 % des produits chimiques.

5.1. Les gaz liquéfiés

Pour les gaz liquéfiés, le produit le plus transporté est le méthane ; avec environ 2,4 millions de tonnes, soit plus de 70 % du trafic des gaz liquéfiés. Le méthane déchargé à FOS provient exclusivement d'Algérie : d'Arzew (22 voyages/an), mais surtout de Skikda (115 voyages/an). Le GNL est transporté par de gros méthaniers d'environ 40 000 t, mais le tonnage moyen déchargé à FOS, par opération, n'est que de 17 500 t. Si le méthane représente l'essentiel du trafic, en tonnage, il n'en représente que le quart en terme de nombre de voyages : seulement 137 voyages par an contre 311 pour le butane et propane, qui représentent toujours en nombre de voyages, plus de la moitié du trafic.

(*) Voir en dernière page : liste des abréviations.

L'ensemble du trafic méthane, butane et propane représente, en tonnage, environ 95 % du trafic total des gaz liquéfiés, et certainement plus si l'on tient compte des données de trafic à l'importation pour l'année 1986, qui sont environ trois fois supérieures à celles de l'année 1985 (informations GAZOCEAN).

Les autres gaz liquéfiés et notamment l'éthylène, le chlorure de vinyle, le butadiène et le propylène représentent, en tonnage, moins de 5 % du trafic, mais en nombre de voyages effectués environ 20 %.

5.2. Les produits chimiques transportés en vrac

Le tonnage de l'ensemble des produits répertoriés s'élève à environ 1 850 000 t.

Cependant 80 % du tonnage est représenté par seulement 3 produits inorganiques : la soude, le soufre et l'acide phosphorique. Le premier produit organique, qui arrive en quatrième position avec près de 100 000 t/an est le benzène. Le tableau 4, qui donne le classement par tonnage décroissant des produits chimiques transportés à plus de 1 000 t/an (plus de 99 % de l'ensemble des produits, en tonnage), montre que :

- 3 produits sont transportés à plus de 100 000 t/an,
- 7 produits sont transportés à des tonnages compris entre 10 000 et 100 000 t,
- 32 produits sont transportés à des tonnages compris entre 1 000 et 10 000 t,
- 18 produits sont transportés à des tonnages compris entre 100 et 1 000 t,
- 10 produits à moins de 100 t.

Si l'on considère maintenant le classement de ces mêmes produits, par nombre de voyages effectués (tableau 5), les premières places sont occupées par le soufre, la soude, le peroxyde d'hydrogène, le toluène et l'acide phosphorique avec, respectivement 212, 200, 162, 156 et 132 voyages par an. Les produits inorganiques sont transportés en grande quantité, notamment ceux transportés par des navires spécialisés (phosphoriquiers par exemple).

5.3. Les produits chimiques transportés en colis

Pour ce qui concerne les produits chimiques transportés en colis, le tableau 6 montre que :

- 9 produits sont transportés entre 1 000 et 10 000 t/an,
- 39 produits sont transportés entre 100 et 1 000 t/an,
- 33 produits sont transportés entre 10 et 100 t/an,

Certains produits, comme les dérivés du cyanure ou de l'arsenic sont très transportés.

Un classement des produits transportés à plus de 10 voyages par an (soit moins d'un par mois) est récapitulé dans le tableau 7. Cinq produits sont transportés avec une fréquence supérieure à 100 voyages par an ; ce sont : le dichlorofluorométhane, le chlorure de baryum, le chlorodifluorométhane, l'hydrazine et l'anhydride arsénieux.

VI - LES ACCIDENTS DE NAVIRES EN MEDITERRANEE

6.1. Localisation des principaux événements de mer

La carte N° 9 élaborée dans le cadre du programme COST-301 à partir des données du "Lloyds Register Casualty Return", donne la localisation des principaux incidents de mer, toutes catégories confondues sur 7 années, entre 1976 en 1982. 280 événements de mer y ont été recensés, soit une moyenne de 40 par an.

Si l'on prend en compte les données compilées par le MARIN (carte N° 10), qui sont plus complètes car elles prennent en compte les abordages, les contacts, les bateaux coulés et les échouements (avaries graves, légères), 305 événements de mer ont été dénombrés sur une période de 5 ans, soit 61 par an.

En tenant compte du trafic moyen annuel des navires transitant en Méditerranée, estimé à 220 000 de plus de 100 tonnes, la fréquence des événements de mer est d'environ 60 par an, pour l'ensemble de la Méditerranée.

Parmi les zones où se produisent le plus d'accidents de mer, citons :

- celle à proximité du détroit de Gibraltar, plus exactement dans un triangle Gibraltar - Cabo da Gata - Arzew, zone de rencontre des routes en provenance du Nord et du Sud de la Méditerranée,
- celle située au Sud et à l'Est de la Grèce, et au Sud des Dardanelles, correspondant à la route suivie par les navires transitant par le Bosphore et se rendant soit à Gibraltar soit au Nord de la Méditerranée.

Dans ces deux zones, le nombre d'événements de mer, pour les sept ans, est d'environ une trentaine pour une centaine de milles carrés, soit plus de 4 événements par an.

D'autres zones présentent encore une densité assez importante en événements de mer :

- un liseré côtier, au Nord de la côte africaine (sauf dans le Golfe de Syrte), correspondant à la route Suez-Gibraltar,
- en Méditerranée Orientale et autour de l'île de Chypre.

Ailleurs, les événements de mer sont plus espacés ; on note cependant des zones où ils sont plus denses : autour de la Sicile, au Sud de la Sardaigne, au Nord de la Corse, au Sud du secteur Barcelone/Tarragone. Les zones en blanc sur la carte N° 9 correspondent aux secteurs les moins empruntés par les navires.

La carte fait aussi ressortir les problèmes de navigation liés à la présence d'écueils et d'îles en mer Egée ("avaries graves" la plupart du temps).

Pour chaque étude de cas relatifs aux sous-secteurs méditerranéens du COST-301, le M.A.R.I.N. peut fournir :

- le tonnage du navire (7 classes) ;
- le type de bateau (18 classes), y compris les transporteurs de GNL, de GPL et les chimiquiers ;
- les types d'accidents (5 classes), chaque classe est divisée en sous-classes : par exemple pour les abordages, trois types selon l'angle d'abordage (de front, de derrière et latéralement) ;
- la date de l'accident ;
- les pertes de vies humaines ;
- la pollution ;
- les caractéristiques du navire (7 classes)
- le temps (13 classes)
et d'autres paramètres...

Nous n'avons pu nous procurer à temps ces informations pour en effectuer une interprétation plus approfondie. Cependant, à titre d'exemple, nous pouvons citer le cas d'un sous-secteur qui illustre ces données, extrait du rapport du COST-301 intitulé "Marine traffic casualties in the COST-301 area 1978-1982 - Final report on contract EVR-NM-013-NL" : pour le sous-secteur 152 (Bosphore - Dardanelles) : un abordage de front d'un chimiquier (classe de 1 600 - 10 000 tonnes), deux naufrages/échouements de chimiquiers et un transporteur de GPL (mêmes classes de tonnage).

6.2. Etude de cas d'accidents de navires transporteurs de substances dangereuses

Parmi les principaux cas de déversement en mer de substances dangereuses, à partir de bateaux, on distingue :

- les accidents de navire proprement dits (au large ou à la côte),
- les accidents au niveau des installations fixes (liés aux opérations de chargement/déchargement),
- les rejets opérationnels dus au lavage des citernes,
- les immersions volontaires.

Seul le premier point est abordé ici.

Les accidents les plus connus sont :

- Pour les navires transporteurs de gaz liquéfiés :

. le "EL PASO PAUL KAYSER" qui, au cours d'une manoeuvre pour éviter une collision, s'est échoué en 1980 près de Gibraltar, à toute vitesse, sur un fond rocheux ; le navire chargé a subi des déchirures de coque importantes mais pas de rupture de cuve, donc pas de déversement à la mer ; l'allègement s'est effectué dans de bonnes conditions sur le "EL PASO SONATRACH".

. le "GAS EAST", butanier grec qui, en rade de Hyères, s'est couché à la suite vraisemblablement d'une erreur de manutention de la cargaison dans les cuves (manque de stabilité). Détruit au large par la Marine Nationale.

. le "GAS FOUNTAIN", chargé de GPL (15 600 t de butane et 7 800 t de propane) suite à un incendie dans la salle des machines, il s'est retrouvé sans énergie et a été remorqué à FOS où le transfert de la cargaison a été réalisé dans de très bonnes conditions vers un alléger : le GARALA.

. Le transporteur de GPL "BRIGITTA MONTANARI" : incident dans la Mer Adriatique (nov. 1984). Le cargo (1 300 tonnes) a coulé, mais seulement un faible déversement de fuel a été noté.

. Pour les "chimiquiers"

. Le "KNOHR & BURCHARD", à Livourne (Italie) où a eu lieu un important déversement de styrène.

. Pour les cargos transportant des substances dangereuses en colis

. 900 fûts d'antidétonant pour carburant, à base de plomb, ont été perdus du navire yougoslave "CAVTAT", dans le détroit d'Otranto (au Sud-Est de la péninsule italienne), le 14 juillet 1974. Le chargement était constitué notamment par 150 t de plomb tétraméthyle et par 120 tonnes de plomb tétraéthyle. Au 22 avril 1978, 872 fûts avaient été retrouvés. Manquaient 21,5 t (OMI, 1979).

Des exposés présentés en 1977, à Rovinj, en Yougoslavie, ont porté sur le comportement des alkyls de plomb en cas de déversement (Cf. bibliographie). Les auteurs présentent les méthodes de calcul de la dispersion des alkyls de plomb déversés sur le fond à partir d'une source ponctuelle. Aux conditions qui existent dans le détroit d'Otranto, les concentrations sans danger pour l'environnement ("safe concentrations") de plomb tétraméthyl et tétraéthyl sont atteintes à quelques centaines de mètres seulement de la source située sur le sédiment. Pour ce qui est du risque proprement dit pour le bios, les travaux ont montré que la toxicité des dérivés alkyls du plomb était directement liée au degré d'alkylation et, à un degré moindre, à la nature des groupes alkyls. Les concentrations "sans danger" pour les chlorures des formes tri alkylées (premier étage de dégradation des tétraalkylés) ont été évaluées entre 1 ppb et 0,1 ppm. L'impact environnemental, en cas de rejet de formes tétraalkylées se situe surtout au niveau des effets toxiques aigus plutôt qu'au niveau d'une bioaccumulation.

. Le même jour, mais cinq ans plus tard, le 14 juillet 1979, le cargo grec "KLEARCHOS" a coulé au large du port d'Olbia (Sardaigne) avec divers produits chimiques dont des dérivés de l'arsenic contenus dans des fûts métalliques.

. le "SUNNY KARINA", "dry cargo" a perdu près du Cap Bon, en Tunisie des conteneurs d'acrylate d'éthyle et dioxyde de titane (mars 1981).

. le "VICKY B", "general cargo" a perdu son chargement de produits chimiques (février 1984).

Les caractéristiques de trois de ces accidents ainsi que leurs arbres d'événements sont données dans l'Annexe VI.

. Le 11 janvier 1987, le roulier français "Cap Ferrat" a perdu deux conteneurs de 6 m par 2, 40 m contenant chacun 19 t de plomb tétraéthyle, bien au large de Barcelone, vers 1 500 m de fond. Les conteneurs se sont probablement disloqués pendant la descente et le plomb tétraéthyle accumulé sur le fond d'une manière très localisée. Une lente dégradation passant par les formes tri, di et monoéthylés, oxyde, puis en plomb inorganique n'affecteront probablement pas la vie marine.

Un historique des accidents concernant les abordages, échouages, ruptures de coque, explosion de machines, incendies, qui se sont produits sur les navires transportant des gaz liquéfiés, a été effectué par Blything et Edmonson (1984) et Blything et Lewis (1985).

6.3. Les risques d'accidents (pour l'ensemble de la Méditerranée)

En 1984, environ 2,7 % de la flotte mondiale de navires spécialisés dans le transport de substances dangereuses, soit 31 navires sur 847, ont connu de graves avaries. Sur ces 31 avaries, on a relevé 4 explosions ou incendies, 3 abordages, 6 échouements et 18 avaries d'origines diverses (heurt contre quai, etc.).

Si l'on compare le nombre d'avaries qui a concerné les navires transportant des gaz liquéfiés et des produits chimiques avec celui des pétroliers, on constate que ce sont les chimiquiers qui présentent les pourcentages d'avarie les plus élevés, comme le montre le tableau ci-dessous extrait du "Tanker Casualty Bulletin".

Type de navire	Navires à risque	avaries (1984)		avaries graves (1984)	
		Nombre	%	Nombre	%
Pétroliers	6 647	583	8,8	133	2,00
Navires combinés	400	93	23,3	11	2,75
Chimiquiers	847	131	15,5	31	3,66
Gaziers	775	80	10,3	13	1,68

Le tableau 13 donne la liste des événements de mer cités dans le "Lloyd's Register of Shipping, 1985", pour la mer Méditerranée.

Les statistiques de la Lloyds pour 1985, montrent que pour l'ensemble de la Méditerranée, ont été enregistrées 31 pertes et 23 avaries, divisées ainsi :

Type d'avarie	Pertes	Avaries	Total
Bateau sombré	10	2	12
Feu / explosion	7	7	14
Abordage	3	1	4
Contact	1	0	1
Naufrage / échouage	7	10	17
Guerres / hostilités	3	2	5
Divers	0	1	1
TOTAL	31.	23	54

Parmi les navires qui ont subi un événement de mer, on distingue :

- . 37 cargos généraux
- . 4 pétroliers
- . 3 bateaux de pêche
- . 2 vraquiers
- . 2 ferries
- . 1 porte-conteneur
- . 1 transporteur de gaz liquéfiés
- . 1 roulier
- . 1 supply.

Si on considère les navires transportant des marchandises dangereuses, seul le "BRIGITTA MONTANARI", transportant du GPL, qui a coulé en novembre 1984 et cité dans les listes de la Lloyds 1985, a représenté, incontestablement, le risque le plus élevé. Mais des pétroliers qui transportent du fuel ou de l'essence peuvent également être à l'origine de déversement de substances dangereuses. En outre, de nombreux cargos, transportant des marchandises diverses, ne mentionnent pas toujours la nature de leur cargaison.

Une étude des garde-côtes canadiens, portant de 1969 à 1972, a montré que, pour les GNL, sur les 4 337 voyages effectués, il n'y a pas eu déversement de cargaison : seulement 6 échouements, 4 abordages et contacts et 4 chocs violents.

Pour la Méditerranée, rappelons que, pour un trafic annuel (navires supérieurs à 100 tonneaux) d'environ 220 000 unités, le nombre d'avaries (tous types de navires confondus) est d'environ 60 par an, c'est à dire une chance d'accident d'environ 1 tous les 3 700 bateaux, soit environ 0,03 %. Cette valeur est de l'ordre de celle calculée par le RIJKSWATERSTAAT pour les eaux côtières hollandaises (0,02 %).

Si l'on considère que le 1/6 de la flotte mondiale de navires spécialisés, soit environ 140 Navires du type "Chemical tankers" transite par la Méditerranée, et si l'on considère aussi que 3,7 % d'avaries graves par an touchent ce même type de navires, environ 5 chimiquiers par an subiraient des accidents en Méditerranée.

L'âge des bateaux est aussi un facteur de risque reconnu, la probabilité d'accidents augmentant avec l'âge du navire. Pour ce qui concerne les navires transportant des substances dangereuses, le "guide sur le transport maritime", en se basant sur les données de 1982 relative à la flotte française, signale que :

- sur 7 navires transporteurs de gaz liquéfiés, 1 a plus de 10 ans et 1 a plus de 15 ans ;

- sur 9 navires transporteurs de produits chimiques, 1 a plus de 20 ans et 1 a plus de 25 ans.

Tableau 1 - Gaz liquéfiés et liquides inflammables cités dans le recueil I.G.C. (port de MARSEILLE-FOS)
 Détail des mouvements des navires par port de provenance ou de destination
 (Sources : IFREMER 1985 and MAVRAC 1986)

Produits	Tonnage annuel			Fréquence annuelle	Mouvements de navires par G.L. et par ville ou pays		Tonnage moyen par voyages		
	Import	Export	Import + export		Provenance	Destination			
METHANE	2 385 796	:	2 385 796	137	SKIDA : 115 ARZEW : 22	:	17 400		
BUTANE	153 228	223 349	376 577	179	ARZEW : 5 SKIDA : 5 YEMBO : 5 BARCELONE : 4 TARRAGONE : 4 RAS TANURA : 3 ZUETTINA : 2 FR. ATLAN. : 1 ISKENDERUN : 1 PORT SAID : 1	5: BASTIA : 27 5: AJACCIO : 11 5: TUNIS : 10 4: ALEXANDRIE : 9 4: BALEARES : 9 3: BIZERTE : 9 2: TANGER : 8 1: LUCIANA : 7 1: BARCELONE : 6 1: BEYROUTH : 6 1: LEIXOES : 6 1: ALICANTE : 5	5: MOHAMMEDIA : 5 4: SFAX : 4 3: AGADIR : 3 3: CARTHAGENE : 3 3: CORSE AU : 3 2: CASABLANCA : 2 2: ESPAGNE : 2 2: FR. ATLAN. : 2 2: HOUSTON : 2 2: LOBITO : 2 2: US GOLF : 2 1: ANVERS : 1	1: DAKAR : 1 1: DUNKERQUE : 1 1: LA NOUVELLE : 1 1: LARNACA : 1 1: LA VALETTE : 1 1: MALAGA : 1 1: PAYS-BAS : 1 1: RAVENNE : 1 1: ROTTERDAM : 1 1: SKIDA : 1 1: TRIPOLI : 1	2 100
PROPANE	306 505	58 078	364 583	132	ARZEW : 16 SKIDA : 10 HOUSTON : 7 YEMBO : 7 BARCELONE : 3 TARRAGONE : 2 ZUETTINA : 2 FLUSHING : 1 ISKENDERUN : 1 LAKE CHARLES : 1 PORT SAID : 1 RAS TANURA : 1	16: BASTIA : 15 10: TUNIS : 10 9: BIZERTE : 9 6: AJACCIO : 6 6: BEYROUTH : 6 5: LIVOURNE : 5 5: LUCIANA : 5 5: NAPLES : 5 4: ALEXANDRIE : 4 4: SFAX : 4 3: BARCELONE : 3 3: LEIXOES : 3	2: BALEARES : 2 2: CORSE : 2 2: MOHAMMEDIA : 2 1: AGADIR : 1 1: CAGLIARI : 1 1: CARTHAGENE : 1 1: FR. ATLAN. : 1 1: LA NOUVELLE : 1 1: LARNACA : 1 1: LA VALETTE : 1 1: LISBONNE : 1 1: TRIPOLI : 1	1: VENEZUELA : 1	2 760
ETHYLENE	1 500	104 901	106 401	75	ARGENTINE : 1 SKIDA : 1	1: LIBOURNE : 23 1: LYBJE : 17 16: PAYS-BAS : 16 5: BRINDISI : 5	3: MOHAMMEDIA : 3 2: ANTIWERP : 2 2: FRIOLO : 2 2: TARRAGONE : 2	1: NORVEGE : 1 1: PORTUGAL : 1 1: VADLIG : 1 1: WILHEMHAVEN : 1	1 420
CHLORURE DE VINYLE	:	31 270	31 270	13	LAKE CHARLES : 1	1: SALONIQUE : 5 2: VENEZUELA : 2	1: AVEIRO : 1 1: KACHSTUNG : 1	1: SPLIT : 1 1: YOUCOSLAVIE : 1	2 405
BUTADIENE	12 491	3 069	15 560	9	BRESIL : 2 PORTUGAL : 2 BRINDISI : 1	2: HOUSTON : 1 2: SALONIQUE : 1 1: US GULF : 1	:	:	1 730
PROPYLENE	:	12 846	12 846	12	:	BRINDISI : 9 CAGLIARI : 2 GRANDE-BRETAGNE : 1	:	:	1 040
DIISOBUTYLENE	:	4 495	4 495	3	:	:	:	:	1 500
ISOPROPYLAMINE	:	:	584	11	:	:	:	:	53
BROMMETHANE	:	:	220	85	:	:	:	:	3
ETHER ETHYLIQUE	:	:	57	2	:	:	:	:	29
OXIDE D'ETHYLENE	:	:	20	10	:	:	:	:	2
TOTAL	2 859 520	438 008	3 298 409	668	:	:	:	:	

Tableau 2 - Produits chimiques chargés ou déchargés à MARSEILLE-FOS et transportés en vrac à plus de 10 tonnes pour un chargement
 Nombre de voyages par an. Profil de risque. Age des navires.

Produit	Tonnage annuel					Nombre de voyages par an			Age des navires		Caté.	Profil de risque (CISFF)				
	1991 (1993-95)	1992 (1993-95)	1993 (1993-95)	1994 (1993-95)	Moyenne	1991 (1993-95)	1992 (1993-95)	1993 (1993-95)	10-20 ans	20 ans		A	B	C	D	E
ACÉTATE D'ISOBUTYLE	53	170	7	73	3	3	35	3	1	C	0	1	1	1	0	
ACÉTATE DE VINYLE	630	600	7	770	3	1	90	2	1	C	0	2	1	1	0	
ACÉTYLÈNE	44	1	1	44	3	1	1	2	1	C	0	0	0	0	0	
ACIDE ACÉTIQUE	6 714	57	1	5 804	59	1	100	26	7	10	C	0	2	1	0	
ACIDE CHLOROSUCCINIQUE	1 807	1	1	1 807	17	1	1	12	5	1	C	0	2	2	0	
ACIDE CHLOROPHOSPHORIQUE	3 231	1	1	3 423	40	1	270	27	12	1	D	0	1	1	0	
ACIDE CHLOROSULFONIQUE	212	1	1	212	5	1	1	2	2	1	C	0	2	1	0	
ACIDE FURFOÏQUE	1 704	1	1	1 692	62	1	145	58	9	2	D	0	1	1	1	
ACIDE NÉPHRÉTIQUE	3 940	3 630	1	3 711	4	1	1	2	2	1	00	0	0	0	2	
ACIDE NITRIQUE	1 254	1	1	1 146	44	1	170	20	4	2	C	0	2	1	1	
ACIDE OXALIQUE	405	1	1	405	8	1	1	6	2	1	D	0	1	1	0	
ACIDE PHTHOÏQUE	229 041	1	1	225 096	134	1	120	90	23	2	D	0	1	1	1	
ACIDE THYONIQUE	55	1	1	55	2	1	1	1	1	1	D	0	1	1	0	
ACIDE SULFURIQUE	8 964	1	1	7 252	75	1	230	53	19	3	C	0	2	1	1	
ACRYLAMÈNE	441	1	1	441	12	1	1	11	1	1	D	0	1	2	1	
ACRYLATE DE BUTYLE	1 120	1	1	1 030	41	1	30	9	25	1	D	0	1	1	1	
ALYL BÉNZÈNE	1 030	1	1	1 030	1	1	1	1	1	1	D	0	0	0	0	
ANGLAISE HAÏCÈNE	274	1	1	242	10	1	15	8	2	1	D	0	1	2	1	
BENZÈNE	187 701	60 675	1	102 261	94 397	105	38	1	1	1	C	0	2	1	1	
BUTYLENE GLYCOL	1	230	1	230	1	1	1	1	1	1	D	0	1	1	0	
CHLORURE	2 933	8 890	430	9 944	7 132	21	10	30	18	2	D	2	2	2	1	
CHLORURE THYONIQUE	19	1	1	43	1	1	40	1	1	1	C	0	2	1	0	
CYCLOHEXANE	11	1	1	11	1	1	1	1	1	1	C	0	2	1	1	
DIAZOTURE ALCOOL	1 034	1	1	908	31	1	13	25	4	1	D	0	1	1	0	
DICHLORURE	2 341	1	1	2 043	9	1	46	7	1	1	D	2	4	1	1	
DICHLORO-1,2 ÉTHANE	157	4 930	1	3 737	4	1	1	3	1	1	D	2	1	2	1	
DICHLORURE	2 576	5 110	1 435	3 870	4 243	79	9	385	29	16	3	D	0	1	1	
DICHLORURE	113	1	1	1 235	4	1	25	4	1	1	A	2	3	1	1	
DICHLORURE	11	1	1	11	1	1	1	1	1	1	D	0	0	0	0	
DIBUTYL PHTHALATE	1	1	1	802	1	1	1	1	1	1	D	0	0	0	0	
DIBUTYLADIPATE DE TOULÈNE	5 869	1	1	6 204	127	1	220	75	39	3	C	0	2	0	1	
DIPHTÈRE	298	1	1	252	17	1	113	17	1	1	C	0	2	0	1	
DIPHTÈRE GLYCOL	1	1	1	510	510	1	1	1	1	1	D	0	0	0	0	
ÉTHANOL	13 442	1	1	13 308	22	1	385	12	10	1	D	0	0	0	0	
ÉTHANOLAMÈNE	618	1	1	618	23	1	1	13	6	1	D	0	1	1	0	
ÉTHYL BÉNZÈNE	26 586	1	1	26 477	26 438	23	1	17	16	6	1	C	0	2	0	
ÉTHYLGLYCOL	19 317	1	1	17 986	36	1	690	34	2	1	D	1	1	1	1	
ÉTHYLGLYCOL	1 924	1	1	1 744	24	1	258	44	22	4	C	0	2	2	0	
ÉTHYLGLYCOL	1	1	1	1 853 391	1 850 028	1	1	208	253	85	17	C	0	2	0	
ÉTHYLGLYCOL	172	1	1	203	9	1	90	8	1	1	D	0	3	0	1	
ÉTHYLGLYCOL	489	1	1	434	22	1	95	14	8	1	D	0	0	0	0	
ÉTHYLGLYCOL	104	1	1	113	6	1	10	5	1	1	00	0	1	0	2	
ÉTHYLGLYCOL	2 329	1	1	2 071	6 974	17	6	140	12	4	1	D	0	0	0	
ÉTHYLGLYCOL	329	1	1	2 783	5	1	11	4	1	1	D	1	1	1	1	
ÉTHYLGLYCOL	3 915	1	1	5 824	47	1	100	21	10	6	D	0	0	0	0	
ÉTHYLGLYCOL	2 237	1	1	4 880	57	1	25	18	21	10	D	0	0	0	0	
ÉTHYLGLYCOL	2 897	1	1	6 728	5	1	10	1	4	1	D	0	0	0	0	
ÉTHYLGLYCOL	2 178	1	1	4 519	5	1	0	2	3	1	D	0	0	0	0	
ÉTHYLGLYCOL	141	1	1	173	7	1	20	6	1	1	D	0	1	2	0	
ÉTHYLGLYCOL	20 863	1	1	16 245	44	1	16	1	0	1	D	0	1	1	0	
ÉTHYLGLYCOL	1 080	1	1	2 863	1	1	475	147	43	57	D	0	1	0	0	
ÉTHYLGLYCOL	2 575	1	1	2 343	67	1	185	29	7	1	D	0	3	2	0	
ÉTHYLGLYCOL	489	1	1	430	13	1	30	3	10	1	00	0	0	0	1	
ÉTHYLGLYCOL	24	1	1	24	1	1	1	1	1	1	A	2	3	2	1	
ÉTHYLGLYCOL	9 443	1	1	9 814	126	1	295	110	23	3	D	0	2	0	0	
ÉTHYLGLYCOL	6 430	4 920	30	5 644	17	1	40	3	12	2	D	1	2	2	1	
ÉTHYLGLYCOL	6 927	1	1	5 980	20	1	95	24	10	1	A	2	3	3	1	
ÉTHYLGLYCOL	317 339	1	1	433 253	204	1	230	143	24	10	D	0	0	0	0	
ÉTHYLGLYCOL	1 820	1	1	1 617	26	1	40	28	5	3	07	0	3	2	1	
ÉTHYLGLYCOL	4 261	5 430	1	5 192	70	1	1	44	23	5	D	2	3	0	0	
ÉTHYLGLYCOL	24	1	1	258	9	1	10	2	1	1	D	0	2	2	1	
ÉTHYLGLYCOL	14 825	1 235	430	4 445	53	1	105	28	22	3	C	0	2	0	0	
ÉTHYLGLYCOL	32	1	1	47	2	1	13	2	1	1	C	0	2	2	1	
ÉTHYLGLYCOL	1	1	1	548	1	1	65	3	1	1	D	2	2	1	0	
ÉTHYLGLYCOL	1 123	1	1	1 309	47	1	145	27	8	2	D	2	2	0	1	
ÉTHYLGLYCOL	1 483	1	1	1 437	37	1	75	24	6	1	D	2	0	0	0	
ÉTHYLGLYCOL	183	1	1	183	9	1	1	8	1	1	D	0	0	0	0	
ÉTHYLGLYCOL	1	1	1	298	1	1	1	1	1	1	C	0	2	0	0	
ÉTHYLGLYCOL	19	1	1	19	1	1	1	1	1	1	C	0	2	2	1	
ÉTHYLGLYCOL	129 952	1 190	25	31 772	136	1	70	60	76	1	C	0	2	0	0	

* Données relevées sur 70 jours et extrapolées à l'an en multipliant par cinq

Tableau 3 - Produits chimiques chargés ou déchargés à MARSEILLE-FOS et transportés en colis à plus de 10 tonnes pour au moins un chargement.
Nombre de voyages par an. Profil de risque. Age des navires.

Produit	Mars 1981			Mars 1982			Age des navires			Profil des risques				
	CHEM 1981	PROVEN 1981	Myriane	CHEM 1982	PROVEN 1982	Myriane	<10ans	10 - 20 ans	>20ans	A	B	C	D	E
ALUMATE D'AMMONIUM	30	200	200	15	40		9	3	1					
ACIDE ACETIQUE	26		26	1			1							
ACIDE ANHYDRIQUE	10		10	2			1							
ACIDE THIOCYANIQUE	427	150	547	20			25	3	1					
AMMONIUM ANHYDRIQUE	4 072	3 000	4 064	90	130		44	30	1					
AMMONIUM FOSPHORIQUE	205	90	205	16	10		11	3	1					
AMMONIAC	204		204	12			10	2	1					
AMMONIUM DE SOUFRE	26	655	137	2	90		1	1	1					
BIFLUORURE D'ANTHRAQUE	48	200	86	2	30		1	1	1					
BROMURE DE SOUFRE	208	130	208	20	40		1							
BUTYLENE	247		247	17			10	7	1					
BUTYLBENZOL	220		220	6			6	2	1					
CARBON	43		43	1			1							
CARBONATE DE NITRILE	26	200	90	3	30		3							
CARBONATE DE CALCIUM	432	3 430	933	15	275		14	1	1					
CHLORURE DE SOUFRE	140	2 450	549	8	60		5		1					
CHLORURE DE SOUFRE		530	530		40									
CHLORURE D'AMMONIUM		720	720		160									
CHLORURE D'AMMONIUM	20		20	3			2							
CHLORURE D'AMMONIUM		125	125		15									
CHLORURE D'AMMONIUM	17		17	1			1							
CHLORURE DE NITRILE	26	210	80	3	15		3							
CHLORURE D'AMMONIUM	9 260	1 240	8 020	21	20		9	3	1					
CHLORURE DE SOUFRE		4 000	4 000		205									
CHLORURE DE CHLORURE	205		205	11			8	2	1					
CHLORURE DE SOUFRE	57	575	143	2	45		1							
CHLORURE DE THIOCYANATE		475	475		60									
COPIRE DE SOUFRE	3 095	310	2 635	50	20		42	11	3					
CYCLIZOLINE	48		48	2			1	1	1					
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		2 270	2 270		305									
D 3 T	100		100	5			3							
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	11		11	1			1							
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	1 200	300	1 325	17	20		14	4	1					
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	51		51	4			2	2	1					
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	69		69	1			1							
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	205		205	15			11	3	1					
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		240	240		85									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	11		11	1										
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	221		221	13	25		6	6	1					
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	208	200	470	9	125		7	2	1					
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	128	1 445	230	6	85		6							
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		1 225	1 225		130									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		90	90		20									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	2 264	640	2 024	26	55		26	13	3					
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	65	170	82	1	10		1							
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	15		15	1			1							
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	170		170	7			7							
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		45	45		20									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	21		21	4			2	2	1					
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	21		21	1			1							
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	99		99	6			1	3	2					
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		180	180		10									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	140	25	127	3	20		2	2	1					
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		180	180		20									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		75	75		20									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		120	120		20									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		95	95		15									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		15	15		25									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	200		200	17			17							
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	15		15	1			1							
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	241	195	227	12	20		9	3	1					
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		25	25		10									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	26		26	2			1	1	1					
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		125	125		15									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	80		80	1			1							
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		690	690		45									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		20	20		3									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		50	50		20									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		60	60		20									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		215	215		20									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE		120	120		20									
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	200	1 000	447	2	60		2							
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	205	25	200	5	5		4	1	1					
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	80		80	2			2							
DIPHENYLDIACÉTAMIDE	145	50	127	3	10		1	2	1					

* Données relatives aux 70 jours et comprises à 1 an en multiplicité par colis.

Les données recueillies sur les produits chimiques chargés ou déchargés à MARSEILLE-FOS pendant l'année 1981 ont permis d'élaborer le tableau 8, où les navires transporteurs de produits chimiques ont été répartis par classe d'âge : la classe des 10 - 20 ans et celle des plus de 20 ans. Les données globales sont mentionnées dans les tableaux 2 et 3.

Un seul produit semble être transporté par des vieux navires : le nitrate d'ammonium, transporté en 1981 à 57 reprises par des navires de plus de 20 ans et à 43 reprises par des navires ayant entre 10 et 20 ans (le nitrate d'ammonium, transporté par des petits vraquiers ou des cargos présente un risque de détonation lorsqu'il est exposé à la chaleur d'un incendie) ; le risque occasionné par la vétusté des bateaux décroît ensuite rapidement, puisque 4 produits seulement sont transportés à une fréquence comprise entre 10 et 20 mouvements par an par des navires de plus de 20 ans. Une place doit être cependant faite pour l'hydroxyde de sodium pour lequel 85 voyages ont été effectués par des navires ayant entre 10 et 20 ans.

Notons également, pour le xylène et l'anhydride arsénieux une fréquence annuelle de voyages de, respectivement, 76 et 51 par des navires de plus de 10 ans. Mais pour la grande majorité des produits chimiques recensés dans le tableau 9, qui contient un grand nombre de produits toxiques transportés en colis, l'essentiel du trafic est assuré par des navires de moins de 10 ans (données pour 1981).

6.4. Les risques de d'accident (pour les navires touchant le port de MARSEILLE-FOS)

En se basant sur le risque d'accident défini dans le chapitre précédent, qui est de 0,03 % pour l'ensemble de la Méditerranée, on peut estimer, en se basant sur la fréquence de transport par produits chimiques, la probabilité d'un accident mettant en jeu une substance dangereuse pour une période déterminée.

Cela suppose au préalable trois observations :

- le risque d'avarie, calculé à partir des données concernant l'ensemble du trafic de marchandises est applicable aux navires transporteurs de gaz liquéfiés et de produits chimiques;
- le risque d'accident, calculé à partir de la fréquence des transports de marchandises dangereuses et de la probabilité d'accidents, n'est applicable que pour les navires empruntant les routes en partance ou à destination de MARSEILLE-FOS .
- le risque de déversement d'une substance dans l'eau (pour le transport en vrac) dépend du type de navire (type I, II ou III du recueil IBC).

Pour extrapoler les fréquences de transport de produits chimiques à l'ensemble de la Méditerranée, il faudrait connaître avec précision le nombre de mouvements par an et par produits chimiques, au niveau notamment de Suez et de Gibraltar, ce qui n'est pas le cas.

Le tableau 9 estime donc, sur la base du nombre de voyages effectués pour chaque type de produits et avec l'approche effectuée à partir du trafic de marchandises, le risque d'accident pour les navires transportant un produit chimique donné, en provenance ou en partance de MARSEILLE-FOS.

Ainsi, pour les gaz liquéfiés, le risque d'accident pour un navire transportant du butane est de 1 tous les 21 ans ; de 1 tous les 27 ans pour le méthane et de 1 tous les 28 ans pour le propane. Tous gaz liquéfiés et liquides volatils confondus (cités dans le recueil IGC), le risque d'accidents est de 1 GNL-GPL tous les 5 ans environ.

En suivant le même raisonnement, le risque d'accident pour les navires transportant des produits chimiques en vrac ("parcel tankers" et caboteurs) est de 1 tous les 1,2 ans et pour les produits transportés en colis de 1 tous les 1,6 ans.

Si on considère le risque d'accident produit par produit, les navires transportant le soufre et l'hydroxyde de sodium représentent le risque le plus élevé avec un accident tous les 18 ans environ, pour les produits transportés en vrac ; pour les produits transportés en colis, les navires transportant, le dichlorodifluorométhane et le chlorure de baryum avec un risque d'accident de, respectivement, 11 et 14 ans.

La probabilité d'accidents mettant en jeu un navire transportant des matières dangereuses est d'environ 0,6 /an (*) pour les gaz liquéfiés et produits chimiques en vrac ou en colis (pour les navires chargeant ou déchargeant à MARSEILLE-FOS).

VII - LES MENACES POUR L'HOMME ET L'ENVIRONNEMENT EN CAS DE DEVERSEMENT

7.1. Considérations générales

Après avoir évalué les risques d'avaries et les risques de déversements qui y affèrent, il est intéressant de connaître, en cas de déversement, les menaces pour l'homme et l'environnement.

Ces menaces dépendant de la nature des produits déversés et de l'importance du déversement (donc du tonnage transporté).

C'est le facteur "inflammabilité" et les risques d'explosion qui peuvent en découler, qui sont les facteurs principaux à prendre en compte pour la manutention et le transport des matières dangereuses. Les deux autres types de dangers sont la toxicité et la corrosivité.

Le caractère inflammable concerne la plupart des substances transportées, dérivées de l'industrie pétrochimique (CLASSE IMDG : 2.1 ; 3.1 ; 4.1.). Les matières inflammables présentent une vaste gamme de produits, gazeux, liquides ou solides, omni-présente dans les cargaisons de navires transportant des produits en vrac ou en colis.

(*) Calculé sur la base de 6 000 mouvements/an, dont environ 3 000 pour les produits transportés en vrac, environ 2 300 pour les produits transportés en colis et 700 pour les gaz liquéfiés.

Tableau 4 - Tonnage annuel des produits chimiques
chargés ou déchargés à MARSEILLE-FOS
et transportés en vrac à plus de
1 000 t/an

	Produit	Tonnage annuel
1	HYDROXYDE DE SODIUM	850 000
	SOUFRE	433 250
	ACIDE PHOSPHORIQUE	215 900
	BENZENE	94 400
	XYLENE	31 790
	ETHYL HEXANOL	26 630
	FERROSILICIUM	17 990
	N et ISOBUTANOL	16 245
	ETHANOL	13 310
10	PEROXYDE D'HYDROGENE	9 815
	ACIDE SULFURIQUE	7 325
	CHLOROFORME	7 150
	METHANOL	6 925
	MONOETHYLENE GLYCOL	6 730
	DIISOCYANATE DE TOLUENE	6 325
	PLOMB TETRA ETHYLE	5 980
	METHYL ETHYL CETONE	5 825
	PHENOL	5 665
	ACIDE ACETIQUE	5 605
20	TETRACHLORURE D'ETHYLENE	5 190
	METHYLISOBUTYL CETONE	4 860
	MONOPROPYLENE GLYCOL	4 520
	TOLUENE	4 445
	DICHLOROMETHANE	4 245
	DICHLORO-1,2 EHTANE	3 735
	ACIDE HEPTANOIQUE	3 710
	ACIDE CHLORHYDRIQUE	3 425
	NITRATE D'AMMONIUM	2 865
	METHYL CETONE	2 765
30	NITRITE DE SODIUM	2 345
	DICHLOROBENZENE	2 005
	ACIDE CHLORACETIQUE	1 805
	HYDROXYDE DE POTASSIUM	1 740
	ACIDE FORMIQUE	1 690
	SULFURE DE SODIUM	1 615
	TRICHLORETHYLENE	1 590
	TRICHLOROBENZENE	1 435
	DICHLOROPHENOL	1 355
	ACIDE NITRIQUE	1 145
40	ALKYLBENZENE	1 000
	ACRYLATE DE BUTYLE	1 000

Tableau 5 - Fréquence annuelle des produits chimiques chargés ou déchargés à MARSEILLE-FOS et transportés en vrac avec une fréquence annuelle d'au moins 7 voyages

	Produit	Fréquence annuelle
1	SOUFRE	212
	HYDROXYDE DE SODIUM	200
	PEROXYDE D'HYDROGENE	162
	DIISOCYANATE DE TOLUENE	156
	ACIDE PHOSPHORIQUE	132
	XYLENE	125
	ACIDE SULFURIQUE	116
	FERROSILICIUM	112
	HYDROXYDE DE POTASSIUM	103
10	NITRITE DE SODIUM	87
	ETHANOL	84
	BENZENE	80
	NITRATE D'AMMONIUM	80
	ACIDE CHLORHYDRIQUE	78
	ACIDE FORMIQUE	76
	TETRACHLORURE D'ETHYLENE	70
	METHYLETHYL CETONE	66
	ACIDE ACETIQUE	66
	TOLUENE	65
20	TRICHLOROETHANE	65
	METHANOL	59
	DICHLOROMETHANE	57
	METHYLISOBUTYL CETONE	55
	ACIDE NITRIQUE	55
	PLOMB TETRA ETHYLE	45
	TRICHLOROBENZENE	43
	TRICHLOROETHYLENE	39
	SULFURE DE SODIUM	37
	ACRYLATE DE BUTYLE	37
30	ISOPROPANOL	34
	DIPENTENE	33
	N et ISOBUTANOL	30
	DIACETONE ALCOOL	28
	HYPOCHLORITE DE CALCIUM	22
	CHLOROFORME	17
	ACETATE DE VINYLE	17
	PHENOL	16
	DICHLOROBENZENE	14
	ACETATE D'ISOBUTYLE	8
40	CHLORURE FERRIQUE	7

Tableau 6 - Produits chimiques chargés ou déchargés
à MARSEILLE-FOS et transportés en colis
à plus de 100 t/an

	Produit	Tonnage annuel
1	CHLORURE D'ALUMINIUM ANHYDRE	8 640
	ANHYDRIDE ARSENIQUEUX	4 660
	CHLORURE DE BARYUM	4 070
	CYANURE DE SODIUM	2 630
	DICHLORODIFLUOROMETHANE	2 270
	HYDROSULFITE DE SODIUM	2 025
	DIMETHOATE	1 325
	HYDRAZINE	1 255
	CARBURE DE CALCIUM	935
10	CHLORODIFLUOROMETHANE	720
	PHOSPHORE	690
	ARSENIC	560
	CHLORATE DE SODIUM	550
	ACIDE THIOGLYCOLIQUE	545
	CHLORITE DE SODIUM	530
	SILICIURE DE CALCIUM	515
20	CHLORURE DE TRIMETHYLACETYLE	475
	FORMOL	470
	SULFURE DE CARBONE	447
	CHLORURE DE CHLORACETYLE	385
	PARAPHENITIDINE	370
	HEXAMETHYLENE ET TETRAMINE	350
	BUTYLGLYCOL	345
	ACETATE D'ETHYLGLYCOL	320
	DIMETHYLETHYLAMINE	305
	TRINITROTOLUENE	300
	BISULFATE DE SODIUM	290
	ANHYDRIDE PHOSPHORIQUE	285
	BUTYL PHENOL	250
30	DIOXYDE DE CARBONE	240
	PENTACHLOROPHENATE DE SODIUM	225
	ETHYLGLYCOL	220
	D D T	180
	NITRATE DE SODIUM	180
	NITRATE DE NICKEL	180
	LINDANE	180
	CHLORURE DE THIONYLE	145
	ARSENITE DE SODIUM	135
	SODIUM	130
40	NITRATE DE POTASSIUM	125
	XYLIDINE	125
	CHLOROFORMIATE D'ETHYL-2 HEXYLE	125
	PEROXYDE DE BENZOYLE	125
	OXYGENE	120
	METHYL-4 PENTANOL 2	100
	(méthylisobutylcarbinol)	
46	CARBONATE DE METHYLE	100

Tableau 7 - Produits chimiques chargés ou déchargés
à MARSEILLE-FOS et transportés en colis
avec une fréquence annuelle de plus de
10 voyages

	Produit	Fréquence annuelle
1	DICHLORODIFLUOROMETHANE	325
	CHLORURE DE BARYUM	265
	CHLORODIFLUOROMETHANE	185
	HYDRAZINE	120
	ANHYDRIDE ARSENIQUEUX	102
	DIOXYDE DE CARBONE	85
	CARBURE DE CALCIUM	75
	HYDROSULFITE DE SODIUM	72
	CHLORURE DE TRIMETHYLACETYLE	65
10	CYANURE DE SODIUM	57
	SILICIURE DE CALCIUM	55
	OXYGENE	55
	CHLORURE DE THIONYLE	46
	PHOSPHORE	45
	CHLORITE DE SODIUM	40
	FORMOL	33
	PROTOXYDE D'AZOTE	30
	NITRATE DE SODIUM	30
	ACIDE THIOGLYCOLIQUE	26
20	DIMETHOATE	22
	CHLORURE D'ALUMINIUM ANHYDRE	21
	HEXAMETHYLENE TETRAMINE	19
	ACETATE D'ETHYLGLYCOL	19
	CHLORATE DE SODIUM	17
	ETHYLGLYCOL	17
	ARSENITE DE SODIUM	17
	BISULFATE DE SODIUM	15
	PENTACHLOROPHENATE DE SODIUM	15
	SULFURE DE CARBONE	12
30	NITRATE DE POTASSIUM	10

Une place particulière doit être faite aux gaz liquéfiés transportés en vrac, par voie maritime (tous sauf le chlore sont inflammables). Les dangers que présentent les gaz inflammables (classe 2.1.) sont en effet plus grands que ceux des liquides de la même catégorie (classe 3.1.), à cause de leur pression de vapeur élevée et de leur rapide vaporisation en cas de déversement (un incendie survenant dans une unité proche d'un réservoir de GPL peut provoquer la surchauffe de ce réservoir et engendrer un B.L.E.V.E. ("Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion").

Cependant, les liquides inflammables peuvent former des mélanges explosifs avec l'air et cela d'autant plus qu'ils sont confinés. Quant aux solides inflammables (classes 4.1. et 4.2.), comme le phosphore blanc ou le carbure de calcium, ils peuvent soit s'enflammer spontanément, soit réagir avec l'eau pour libérer des gaz inflammables.

En dehors des risques liés à l'inflammabilité (incendie, explosion, brûlures), les risques liés à la toxicité peuvent être de deux ordres :

- asphyxie et intoxication par vapeurs toxiques,
- attaques cutanées.

C'est notamment le cas des substances formant un nuage gazeux toxique qui peut s'étendre à des distances allant très au-delà de la nappe du produit déversé.

Tous ces aspects sont décrits dans le "Manuel de l' OMI sur les déversements de substances dangereuses autres que les hydrocarbures" dont la première partie concerne l'évaluation des risques liés au déversement de produits chimiques.

Parmi les méthodes qui consistent à quantifier les dangers pour l'homme ou l'environnement, citons :

- la répartition des produits chimiques en groupes, en fonction de leurs propriétés physiques (densité, tension de vapeur, miscibilité avec l'eau : produits qui s'évaporent, qui flottent, qui se dissolvent ou qui coulent (cf. tableau 12 pour la signification des groupes).
- la répartition des produits chimiques suivant leur degré de toxicité pour l'homme et l'environnement (cf. annexe 4)

7.2. Application aux produits transportés par les navires touchant le port de MARSEILLE-FOS

Pour pouvoir évaluer les dangers liés aux navires transportant les substances dangereuses en Méditerranée, du moins pour les navires qui chargent ou déchargent de telles cargaisons dans le port de MARSEILLE-FOS, trois types de tableaux ont été élaborés :

- 1) un classement par tonnage moyen transporté, par produit chimique et par voyage (tableaux 10 a, b, c) ;

ii) un classement des produits (par tonnage décroissant) présentant une menace pour l'homme et un danger pour l'environnement. Pour ce faire, nous avons sélectionné, pour le premier tableau, les substances les plus dangereuses pour l'environnement (Z ou + dans la colonne A, ou 3 ou 4 dans la colonne B, ou XX ou XXX dans la colonne E) ; pour le deuxième tableau, concernant les menaces pour l'homme, nous avons sélectionné les substances qui possédaient un II dans la colonne D (tableaux 11 a, b, c, d et annexe IV pour la signification des catégories).

iii) pour les substances les plus transportées (en tonnage), nous avons regroupé celles qui appartenaient aux groupes I, IIb et IIIb (menaces pour l'homme) et aux groupes III et IV (menaces pour l'environnement) tableau 12.

Le tableau 10a, qui donne le tonnage unitaire moyen embarqué sur un navire, pour les produits en vrac, montre que l'hydroxyde de sodium est le produit dont la charge unitaire est la plus forte, avec plus de 6 000 t. Parmi les produits organiques, il faut noter le diisobutylène, le benzène et l'éthyl hexanol qui sont chargés chacun à plus de 1 000 t par chargement.

Le tableau 10b donne le même type d'information pour les produits chimiques transportés en colis. Les charges unitaires n'excèdent pas 100 t sauf pour le chlorure d'aluminium anhydre dont la charge par bateau est d'environ 400 t. Notons la charge unitaire importante de produits qui présentent une menace pour l'homme ou l'environnement (Cf. tableau 11).

Pour les GPL (tableau 10c), c'est le propane, le butane et le chlorure de vinyle qui ont la charge unitaire la plus importante (entre 2 000 et 3 000 t par bateau).

Parmi les produits qui présentent l'impact le plus grand pour l'environnement et qui sont les plus transportés en vrac, citons le benzène, avec près de 100 000 t par an, puis, loin derrière, avec moins de 10 000 t, le chloroforme, le diisocyanate de toluène, le plomb tétraéthyle et le phénol (tableau 11a).

Parmi les produits les plus menaçants pour l'environnement et transportés en colis (tableau 11b), citons l'anhydride arsénieux qui semble être transporté en quantités relativement importantes en Méditerranée par rapport aux autres mers (près de 5 000 t par an), puis, par tonnage décroissant, le cyanure de sodium, l'hydrosulfite de sodium et l'hydrazine. Signalons que, paradoxalement, nous n'avons pas recensé de méthyl-parathion, du moins à plus de 10 tonnes par chargement alors que cet organo-phosphoré est transporté en quantités assez importantes notamment en Manche et en Mer du Nord : environ 1 500 t/an pour les ports français de l'Atlantique (Rapport CEDRE R.86.216.R.).

En ce qui concerne les produits qui sont toxiques pour l'homme et les plus transportés, citons :

- parmi les produits transportés en vrac (tableau 11c), 17 produits ont été recensés dont 9 transportés à plus de 1 000t/an : le benzène, le toluène, le plomb tétra-éthyle, le phénol, le dichloro 1-2 éthane, le sulfure de sodium, le trichloro-éthane, le dichlorophénol et l'acide nitrique
- parmi les produits transportés en colis (tableau 11d), 3 produits sont transportés à plus de 1 000 t/an : l'hydrazine (1 255 t), l'hydrosulfite de sodium (2 024 t) et l'anhydride arsénieux (4 875 t/an), soit pour ce dernier produit environ 20 000 fûts de 250 kg par an.

Les risques que présentent les principaux groupes chimiques pour l'homme et l'environnement sont présentés dans le tableau 12. Selon le RIJKSWATERSTAAT, les groupes I, IIb et IIIb présentent les menaces les plus importantes pour l'homme, tandis que les produits appartenant aux groupes chimiques III et IV sont les plus nocifs pour l'environnement.

Les risques de d'accident associés à chaque groupe chimique ont également été calculés de la même manière que pour les produits chimiques pris individuellement (tableau 9). Ce sont les produits appartenant au groupe III (environ un accident tous les trois ans) et plus particulièrement ceux du groupe IIIa (un accident tous les quatre ans) qui présentent les risques les plus élevés.

7.3. Vulnérabilité des côtes aux pollutions venant de la mer

Une méthodologie pour "mesurer" la vulnérabilité des côtes aux pollutions pétrolières, a été mise au point par le CEDRE pour prédire l'impact qu'aurait l'arrivée d'une pollution pétrolière sur les ressources halieutiques et aquacoles d'un liseré côtier.

Cette méthode, initialement conçue pour les hydrocarbures, est applicable aux pollutions d'une certaine envergure par certains produits chimiques flottants. Elle permet d'estimer, pour un secteur de côte considéré, la quantité (en tonnes) de coquillages et de poissons qui seraient atteints en cas de pollution. Cette méthode tient compte également de la profondeur et des caractéristiques géomorphologiques de la côte.

Ces informations sont contenues dans un "atlas" qui recense aussi sous forme de cartes explicatives, l'ensemble des informations utiles pour les opérationnels de la lutte antipollution, en vue de préserver le patrimoine marin du point de vue de ses ressources biologiques exploitées et exploitables.

VIII - CONCLUSIONS SUR L'EVALUATION DU RISQUE D'ACCIDENT OCCASIONNE PAR
LES NAVIRES TRANSPORTANT DES SUBSTANCES DANGEREUSES EN MEDITERRANEE

Le point principal concerne l'importance du trafic de substances dangereuses en Méditerranée, notamment pour certains navires qui traversent la Méditerranée, via Suez ou le Bosphore et Gibraltar et pour les navires qui viennent charger ou décharger au niveau des complexes pétrochimiques espagnols, français ou italiens. Il en résulte un risque accru d'accidents, notamment au niveau des détroits (Gibraltar, Bosphore, Messine), des routes longeant certains secteurs côtiers (Cabo da Gata en Espagne, autour de la péninsule italienne ou dans l'archipel grec), ou des zones d'intersection et de convergence de routes.

Si les avaries qualifiées de graves ont plus rarement concerné les navires transporteurs de produits chimiques ou de gaz liquéfiés, les risques de déversement liés à de tels accidents croissent avec l'augmentation de nos besoins en matières premières et sources d'énergies. L'exemple le plus marquant concerne notamment l'accroissement du transport maritime d'anti-détonants pour carburants, à base d'éther ou de méthanol, qui vont progressivement remplacer les sels de plomb.

D'une manière générale, peu de produits sont transportés en vrac en grande quantité (plus de 100 000 t/an) alors qu'ils sont nombreux à l'être en faible quantité et ceux qui présentent le plus fort tonnage (l'hydroxyde de sodium, le soufre et l'acide phosphorique) ne sont pas les plus dangereux.

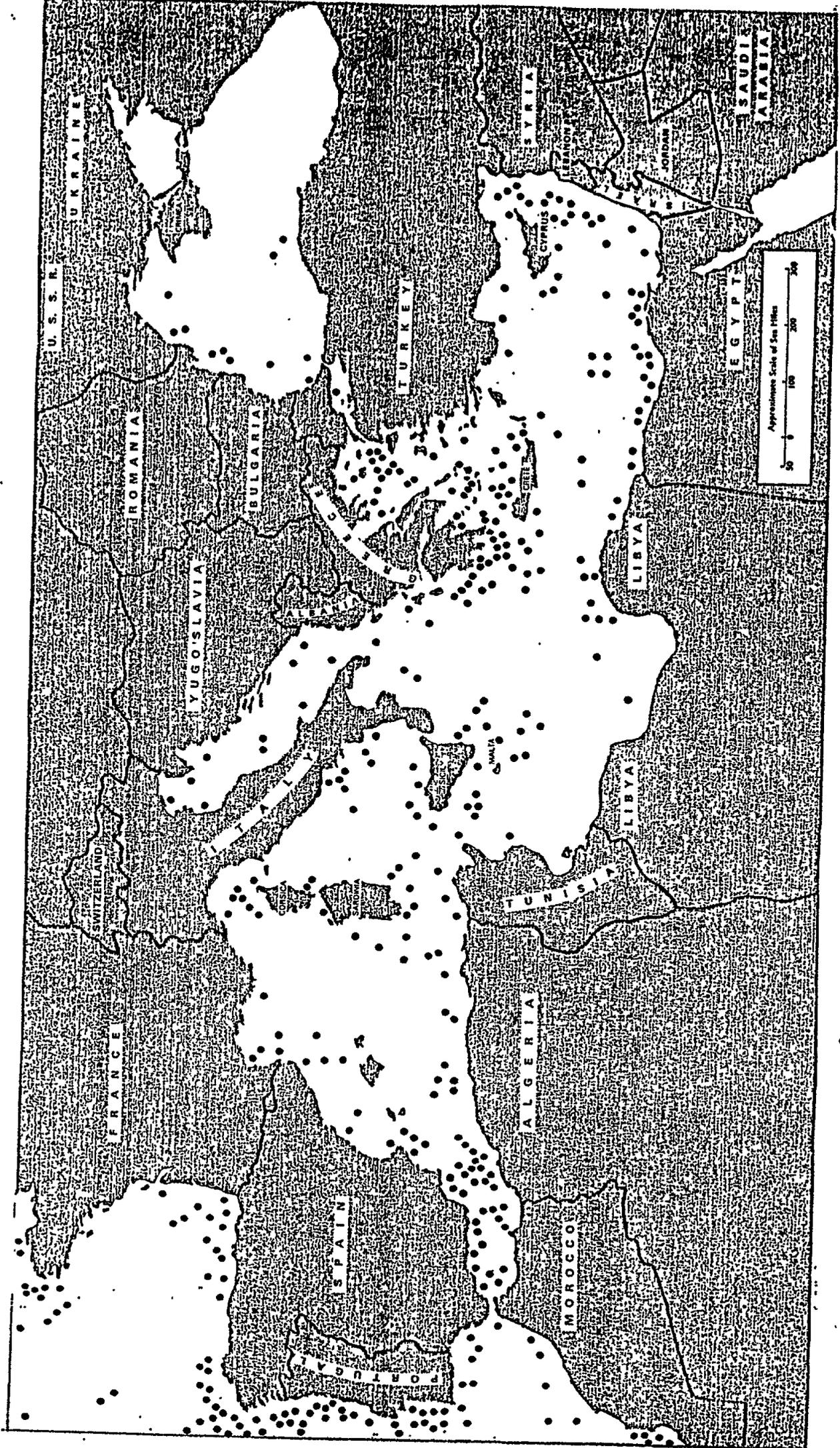
Parmi les produits transportés en colis (43 % en nombre de voyages et 2,4 % en tonnage), le tonnage annuel ne dépasse pas 10 000 t et les cargaisons sont souvent inférieures à 100 t/produit, composées en grande partie de produits dangereux pour l'homme ou l'environnement.

Des conteneurs chargés de matières dangereuses peuvent aussi passer par-dessus bord, en particulier ceux chargés en pontée, lorsque le navire rencontre du mauvais temps. On peut craindre dans ce cas, si les conteneurs ne sont pas récupérés, qu'ils soient détériorés à plus ou moins longue échéance.

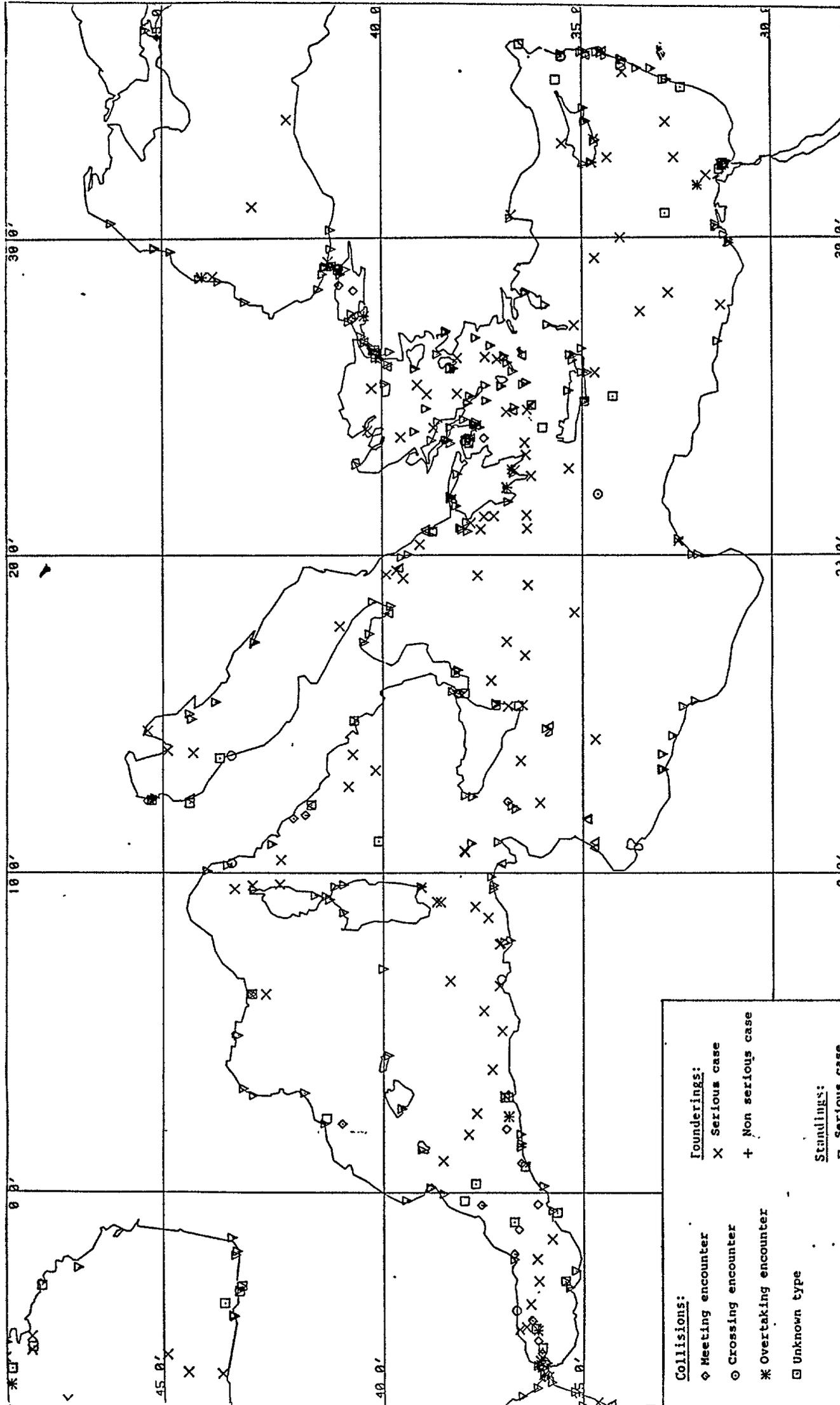
Les particularités hydrologiques de la Mer Méditerranée, la diversité des espèces qui y vivent, en font un milieu vulnérable. L'importance du trafic de substances dangereuses (un grand nombre de produits avec un faible tonnage) en fait un secteur à préserver de tout déversement, notamment près des côtes où se trouve concentré l'essentiel du trafic.

Il est vraisemblable que, à court terme, l'entrée en vigueur de l'Annexe II de MARPOL 73/78 et, à long terme, l'installation d'un "STM (*) méditerranéen" réduise considérablement ces risques. Mais, entre-temps, vraisemblablement durant la décennie 1987-1997, qui verra augmenter le trafic de produits chimiques en Méditerranée (production de produits "finis" au Moyen Orient, consommation accrue en Europe du Sud notamment), il sera nécessaire au cas où un déversement se produirait, d'intervenir avec le maximum de rapidité et d'efficacité pour minimiser les risques, aussi bien pour l'homme que pour l'environnement ou même les navires.

(*) S.T.M. : Services de Trafic Maritime ("Vessel Traffic Services").



Carte n°9: Bilan des événements de mer en Méditerranée de 1976 à 1982
 (source: Lloyd's Register Casualty return, in Mediterranean Report to COST 301 C.S.T.)





**DANISH MARITIME
INSTITUTE**
LYNGBY DENMARK

MEDITERRANEAN
CASUALTIES 1978-82

ORDER 852 DATE 8505
DATE 8505

<p>Collisions:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ Meeting encounter ○ Crossing encounter * Overtaking encounter □ Unknown type <p>Contacts:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▣ Serious case ▤ Non serious case 	<p>Foundering:</p> <ul style="list-style-type: none"> X Serious case + Non serious case <p>Standings:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▽ Serious case △ Non serious case
--	--

Carte n°10: Les événements de mer en Méditerranée entre 1978 et 1982
(source:DMI/COST 301)

IX - DESCRIPTION DES PROBLEMES ASSOCIES A LA LUTTE CONTRE LA POLLUTION
MARINE PAR LES SUBSTANCES DANGEREUSES - UNE SYNTHESE

De nombreuses informations concernant la lutte contre la pollution par substances dangereuses, et d'autres thèmes plus spécifiques, ont été présentées en 1986 lors du cours "Hazardous Material Spill in the Maritime Sector", organisé par le Rotterdam International Safety Centre (RISC) sous les auspices de la Commission des Communautés Européennes. Plus particulièrement, les exposés effectués par D. CORMACK, W. KOOPS, B. LOOSTROM, H.J.G. WALENKAMP et J.A.C. VAN ROOY décrivent des cas d'accidents qui définissent les actions à entreprendre en cas de déversement et proposent une intervention adaptée au type de produit concerné (Cf. annexe IX).

Dans le cas d'une pollution marine accidentelle mettant en jeu des substances dangereuses, l'important est de connaître avec exactitude la nature et la quantité des produits concernés ainsi que les conditions océanographiques et la topographie du fond (dans le cas de substances qui coulent) à l'endroit de l'accident.

Des modèles informatisés, comme le HACS américain (version informatisée du CHRIS) ou des manuels d'intervention (comme par exemple le "Tanker Safety Guide", le CHRIS américain, le SEACHEM anglais, le CANUTEC canadien) sont indispensables pour prévoir le comportement des produits chimiques déversés, pour évaluer les risques et donner les éléments indispensables pour une intervention efficace.

Des mesures adaptées doivent en outre être prises pour lutter contre les déversements, notamment pour les produits chimiques qui flottent, ceux qui se dissolvent ou qui se dispersent et ceux qui coulent. Le cas des produits chimiques qui s'évaporent est un cas particulier du fait de la formation d'un nuage toxique et des risques d'inflammabilité.

9.1. Données disponibles

- De nombreuses études ont déjà été entreprises aux ETATS-UNIS dans ce domaine ; en 1972, existait déjà un programme appelé "Technologie de première génération pour contrôler les déversements de matières dangereuses". Les garde-côtes et l'Agence pour la Protection de l'Environnement (EPA) sont chargés de contrôler les déversements accidentels respectivement en mer et à terre.

Les garde-côtes américains ont conçu le CHRIS (Chemical Hazards Response Information System) à partir de données bibliographiques. Le manuel donne les caractéristiques physiques, la toxicité pour la vie aquatique, les dangers au niveau des prises d'eau et, si possible, les mesures à prendre, pour environ 1 000 substances. En outre, un système informatisé (HACS : Hazard Assessment Computer System) permet de déterminer, pour un lac ou une rivière, le temps d'arrivée de la pollution en un point donné, l'importance et la persistance de la pollution, les mesures à prendre et les quantités de produits nécessaires pour lutter contre la pollution.

Dans les laboratoires de l'EPA, des essais sont effectués pour mieux connaître la toxicité de certains produits et pour améliorer les méthodes de lutte. L'EPA utilise le système informatisé NIH/EPA où sont notamment emmagasinées les données en provenance de :

- l'OHM-TADS (Oil and Hazardous Materials - Technical Assistance Data System) : les données se rapportent aux 1 000 produits les plus transportés (en quantité) ;
- le RTECS (Registry of Toxic Effects of Chemicals Substances), conçu par le "National Institute of Occupational Safety and Health". Ce registre contient 40 000 données toxicologiques, dont certaines concernent la vie aquatique.

L'Union des industries chimiques américaine, connue sous le nom de "Manufacturing Chemist Association" a élaboré le CHEMTREC (Chemical Transportation Emergency Center) ; c'est un service d'urgence, fonctionnant 24 h sur 24, qui donne des informations sur les dangers de nombreux produits chimiques et qui alerte rapidement la compagnie chimique concernée lorsque survient un accident. Lorsque les garde-côtes sont sollicités des informations qui ne sont pas dans leur banque de données, il vous renvoient au CHEMTREC.

- La GRANDE-BRETAGNE termine actuellement un registre concernant 100 à 200 produits transportés en vrac, comportant des informations sur la toxicologie et les mesures à prendre lorsqu'un déversement en mer se produit. La Brigade du Feu londonienne utilise un système informatisé (HAZCHEM) rassemblant des informations pour environ 6 000 produits.

- L'ALLEMAGNE FEDERALE possède une banque de données (DABAWAS) pour environ 3 500 produits contenant des données physiques et toxicologiques (pour les espèces aquatiques surtout), les atteintes à l'environnement et les mesures de lutte antipollution.

- La Communauté Economique Européenne (CEE) a lancé le projet ECDIN qui a pour objectif de stocker des informations sur 25 000 produits chimiques. Ce projet est actuellement dans une première étape d'acquisition de données, mais la base ECDIN ne possède pas encore une grande quantité d'informations. La priorité actuelle est de centraliser les données physiques, chimiques et toxicologiques pour un nombre limité de produits ; cette base ne sera pas opérationnelle avant 4 ou 5 ans.

- Le RISCPT (IRPTC en anglais) : Registre International des Substances Chimiques Potentiellement Toxiques, du PNUE et le PISSC (IPCS en anglais) : Programme International sur la Sécurité des Substances Chimiques, de l'OMS, tous deux à GENEVE, possèdent pour les substances les plus toxiques, des informations indispensables pour connaître avec exactitude le comportement de la substance en cas de déversement accidentel.

- En FRANCE, les données sont stockées dans différentes banques de données (INSERM, IRCHA) et dans des compagnies chimiques. Par ailleurs, les marins-pompiers de MARSEILLE ont dressé une liste des produits les plus dangereux et les plus transportés en FRANCE (quel que soit le moyen de transport), ce qui permet d'identifier immédiatement la substance impliquée dans un accident. Pour chacun des 8 000 produits, la fiche contiendra des informations sur des caractéristiques physiques, chimiques et toxicologiques, les dangers et les méthodes de lutte.

- D'autres pays comme la SUEDE, les PAYS-BAS et la BELGIQUE ont également développé des structures pour répondre aux déversements accidentels de produits chimiques.

9.2. Revue des moyens de lutte

La première action à entreprendre pour minimiser les risques de pollution, en cas d'un déversement accidentel, est d'étudier les possibilités d'allègement du navire en difficulté. C'est dans ce cadre que le CEDRE, en 1986, a étudié les possibilités d'utilisation de l'équipement se trouvant à bord du navire en difficulté ou d'un équipement extérieur pour pomper le chargement polluant et le transférer à bord d'un autre navire (R.86.210.C.). En effet, chaque réservoir est généralement équipé de pompes hydrauliques immergées. Certains tankers sont en outre liquides avec une centrale hydraulique de pompage.

En ce qui concerne les produits déversés en mer, la connaissance des trois propriétés suivantes est du plus grand intérêt : la première concerne la densité (pour savoir si le produit flottera ou coulera) ; la deuxième concerne la miscibilité (pour savoir si le produit se mélangera à l'eau, se dissoudra ou formera un agglomérat qui pourra être récupéré ou détruit). La troisième est la pression de vapeur.

Les produits qui flottent et qui ne sont pas miscibles à l'eau, sont les plus aisés à étudier, car des méthodes de lutte ont été testées depuis de nombreuses années sur les produits pétroliers.

Pour les produits chimiques appartenant aux autres catégories, les méthodes de lutte sont beaucoup plus difficiles à appréhender ; quoi qu'il en soit, des recherches et des expérimentations concernent :

- l'utilisation de barrages,
- l'agitation, pour améliorer la dispersion,
- l'utilisation d'absorbants, de dispersants, d'agents neutralisants....
- le dragage, pour les produits qui coulent,

Il est d'usage d'étudier les méthodes de lutte antipollution pour chaque catégorie de produits.

a) Pour les nuages gazeux

(extrait de "Response Measures for Chemical Spillage, BAWG-OTSOPA 10/12/1-E by D. CORMACK).

L'évaporation des fractions volatiles, à partir d'un déversement de pétrole brut, élimine les fractions qui ont un point d'ébullition inférieur à 250° C en quelques heures. Une telle évaporation peut donner une atmosphère dangereuse à l'intérieur de la nappe seulement ; lorsque l'évaporation de ces fractions volatiles vient de se produire, il existe une possibilité d'incendie où les composés volatils peuvent brûler à la surface de la nappe, en laissant un résidu lourd.

De nombreux efforts ont été effectués par le passé en vue d'éliminer par combustion les nappes d'hydrocarbures, mais sans succès. On a pu en effet observer que la finesse de la couche de surface, la température des eaux de sub-surface et la présence de composés non volatils empêchaient une combustion complète. Avec des produits chimiques purs présentant une volatilité appréciable, la combustion peut cependant apparaître, dans certains cas, comme une solution envisageable.

Par ailleurs, la forte volatilité de certains produits risque de provoquer des nuages de vapeur toxiques ou explosifs et cela même à une certaine distance du déversement. Il est nécessaire, dans ce cas, d'évacuer les populations situées à proximité du déversement. De telles décisions dépendent évidemment de la possibilité de prédire les concentrations dans l'atmosphère à une certaine distance du déversement. Cette évaluation doit être effectuée, en tenant compte des contraintes d'évacuation éventuelles des populations avoisinantes, si possible avant l'arrivée du nuage de vapeur. Des méthodes analytiques de détection des vapeurs polluantes permettront de confirmer que la zone évacuée sera de nouveau sans danger.

Des considérations similaires s'appliquent au trafic en mer, à proximité du déversement, et il pourra être nécessaire d'interdire les zones sous le vent. Dans le cas d'un déversement de produits solubles, il faudra aussi prendre en compte leur cinétique de dilution, notamment à proximité des plages.

Il est enfin à signaler que le CEDRE a, conjointement avec la CEPPOL, mis au point et testé un équipement de protection destiné à intervenir en zone polluée.

TABLE 13 :
 (source : Casualty Return, 1985 - Lloyd's Register of Shipping)
Details of total losses during 1985 FOR THE MEDITERRANEAN SEA

(Listed in alphabetical order of ship name within casualty category.)

Foundered

Ship's name and year of build	Gross Tonnage	Flag	Type	Voyage	Cargo	Circumstances and place	Date
AL HADI 1964	1 183	LEB	m General Cargo	Chalkis—Sudan	general	4 miles off Porto Rafti, Greece, after cargo shifted.	3 Oct
GLORIA I 1952	399	CYP	m General Cargo	Beirut—Limassol	..	Sprang leak in engine room and sank 9 miles N.W. of Beirut.	10 Aug
JUSANT 1959	139	ALG	wm Fishing Side Trawler	..	..	Sprang leak and presumed to have foundered 50 miles S.W. of Almeria.	2 Jan
KOSTIS M 1961	397	GRC	m General Cargo	Santorini Island—Piræus	pumice	3 miles S. of los Island, Greece.	4 Mar
KRITI 1957	481	GRC	m General Cargo	Nisiros Island—Iraklion	pumice	Presumed to have foundered off Crete in heavy weather.	20 Oct
LUCKY STAR 1959	398	CYP	m General Cargo	Alexandria—Beirut	potatoes & artichokes	At Alexandria outer anchorage, in lat. 31 11 30N., long. 29 47 00E., whilst in tow after sustaining main engine breakdown.	7 Feb
MARIOS M 1956	995	HON	m General Cargo	Rhodes—Lebanon	..	Off Cyprus, in lat. 36 00N., long. 32 32E.	28 Apr
SINNO M. E. 1964	1 718	LEB	m General Cargo/ Vehicles Carrier	Barcelona—Beirut	containers & PVC chips	1 mile off Barcelona, after developing list.	28 Jun
TIM STAR 1976	493	EGY	m Tug/Supply Ship Deck Cargo	at Alexandria	..	Capsized and sank at Alexandria, in lat. 31 09 48N., long. 29 48 58E., in heavy weather.	17 Jan
VADI 1969	396	TRK	m General Cargo	Bandirma, Turkey—Erdek, Turkey	pyrites	1½ miles W. of Marmara Island.	12 Dec

Fire/Explosion

Ship's name and year of build	Gross Tonnage	Flag	Type	Voyage	Cargo	Circumstances and place	Date
ANADOLUKAVAGI 1961	781	TRK	m Ferry	at Karakoy	..	Extensively damaged by fire at Karakoy, Istanbul; subsequently beached, refloated, taken to Istinye and sold for breaking up.	5 Mar
CAMPONAVIA 1973	4 222	SPN	m Tanker	at San Roque Terminal	gasoline	Sank after explosion and fire whilst loading at San Roque Terminal, Algeciras Bay; subsequently raised, sold and broken up.	26 May
ELEFThERIA M 1965	38 275	LIB	m Tanker	at Porto Marghera	fuel oil	Extensively damaged by fire in accommodation whilst discharging at Porto Marghera; subsequently towed to Barcelona, sold and broken up.	1 Apr
HARIS 1972	3 621	CYP	m Container Ship Fixed-guides	Limassol—Algiers	..	Extensively damaged by fire in engine room in lat. 36 49 00N., long. 01 47 30E., and anchored off Algiers; subsequently towed to Cartagena, Spain, sold and broken up.	15 Feb
MAREL 1969	9 853	CYP	m Bulk Carrier	Thessaloniki—Belgium	..	Sank after explosion and fire in engine room off Cabo de Gata, Spain.	14 Nov
ODEA 1970	3 288	CYP	m General Cargo	Demerara—Greenock	sugar & empty containers	Caught fire in accommodation in lat. 35 53N., long. 28 29W., and towed to Ponta Delgada; subsequently towed to Greenock and thence to San Esteban de Pravia, sold and broken up.	3 Oct

Fire/Explosion

Ship's name and year of build	Gross Tonnage	Flag	Type	Voyage	Cargo	Circumstances and place	Date
SELENE ARA 1975	1 559	ITL	m Tanker	Civitavecchia— Adriatic Sea	..	Extensively damaged by explosion and fire 40 miles W. of Naples and sank off Gaeta Roads, in lat. 41 11 42N., long. 13 37 12E., whilst in tow in heavy weather.	6 Aug

Collision

Ship's name and year of build	Gross Tonnage	Flag	Type	Voyage	Cargo	Circumstances and place	Date
AGIP MUREX 1982	1 096	ITL	m Supply Ship Deck Cargo	Siracusa— ..	supplies	Sank after collision with ALHAMBRA 12 miles S.W. of Capo San Marco, in lat. 37 20N., long. 12 54E., in dense fog.	24 Aug
MARIA MONICA 1969	1 598	ITL	m General Cargo	Alexandria— ..	..	Sank after collision with UNI-FORTUNE off Crete, in lat. 33 35N., long. 27 30E.	12 Jan
ROSA GANCITANO 1970	146	ITL	wm Fishing Side Trawler	..	..	Sank after collision with TODARO 25 miles W. of Lampedusa, Italy.	4 Aug

Contact

Ship's name and year of build	Gross Tonnage	Flag	Type	Voyage	Cargo	Circumstances and place	Date
KIBRIS I 1961	293	TRK	m RoRo Cargo/Ferry Deck Cargo	at Morphou Bay	..	Struck jetty at Morphou Bay in heavy weather; subsequently sank on 5 February.	4 Feb

Wrecked/Stranded

Ship's name and year of build	Gross Tonnage	Flag	Type	Voyage	Cargo	Circumstances and place	Date
BRAVO 2 1947	371	PAN	m General Cargo	at Limassol	..	Stranded at Limassol in heavy weather, whilst laid up; subsequently refloated and broken up.	18 Jan
GIORGIONE 1962	20 841	GIB	m Tanker	.. —Melilli	..	Stranded on rocks at Santa Panagia Bay, in lat. 31 06 25N., long. 15 17 22E., after moorings parted in heavy weather; subsequently refloated, towed to Algeciras, sold and broken up.	17 Jan
KAZAR 1966	399	LEB	m General Cargo	at Jounieh	..	Stranded in Jounieh Bay after dragging anchors in heavy weather; subsequently refloated, sold and broken up in situ.	5 Feb
LINA 1955	485	HON	m General Cargo	Limassol—Alexandria	bentonite, whisky & general	Developed list in lat. 33 40N., long. 34 10E., in heavy weather; subsequently stranded and broke in two 15 miles N. of Beirut on 21 February.	14 Feb
MAIORCA 1962	498	ITL	m General Cargo	Porto Empedocle— Baia	..	Stranded on rocks off Capo Miseno, Baia; subsequently refloated, taken to Baia, beached and sold for breaking up.	27 Feb
MANJEE MOON 1969	2 867	MTA	m General Cargo	Setubal—Karachi	general	Stranded off Punta Leona, in lat. 35 56N., long. 05 24W., after main gear shaft broke; subsequently refloated and towed to Ceuta, sold and towed to Cadiz for breaking up.	18 Jul
MILAS 1970	3 999	TRK	m General Cargo	..	..	Stranded off Elafothisos Island, S.W. Peloponnisos, in lat. 36 29N., long. 23 00E., in heavy weather; subsequently refloated, renamed NEAPOLIS, taken to Perama, sold and broken up.	17 Jan

Lost, etc.,
 (i) War Loss/Damage During Hostilities

Ship's name and year of build	Gross Tonnage	Flag	Type	Voyage	Cargo	Circumstances and place	Date
ADEL 1959	495	LEB	m General Cargo	at Tripoli, Lebanon	..	Sunk during hostilities at Tripoli, Lebanon.	9 Oct
ATTAVIROS 1960	493	PAN	m General Cargo	..	..	Sunk during hostilities 100 miles off Israel.	20 Apr
SEADOLL 2 1968	1 596	CYP	m General Cargo/ Container Ship Fixed-guides	Beirut— ..	..	Sank 20 miles off Beirut after mine explosion.	12 Sep

Additional information (casualty)

This section contains recently reported total losses occurring prior to 1985.

Foundered

Ship's name and year of build	Gross Tonnage	Flag	Type	Circumstances, place and date
AL TAIF 1949	5 284	SAU	m Passenger/General Cargo/Ferry	Reported foundered in Suez Roads on 15 January, 1981.
BRIGITTA MONTANARI 1970	1 297	ITL	m Liquefied Gas Carrier LPG	Reported foundered off Sibenik, in lat. 43 42 54N., long. 15 33 48E., on 16 November, 1984, after developing list.

Fire/Explosion

Ship's name and year of build	Gross Tonnage	Flag	Type	Circumstances, place and date
ATLAS V 1963	724	PAN	m Factory Fishing Fish-factory	Reported damaged by fire in lat. 39 15N., long. 12 14E., on 18 September, 1982, and taken to Naples; subsequently broken up.
AZIZ 1953	1 365	LEB	m General Cargo	Reported extensively damaged by fire in engine room and accommodation in Beirut Roads on 26 February, 1983, in heavy weather and towed into port; subsequently towed to Limassol and broken up.
EVANTHIA I 1962	499	CYP	m General Cargo	Reported extensively damaged by explosion and fire off Ancona, in lat. 43 22N., long. 14 22E., on 18 November, 1984; subsequently towed to Ortona and sold for breaking up.
FOLLO 1968	965	NOR	m General Cargo	Reported extensively damaged by fire in engine room off Algeria, in lat. 38 25N., long. 07 45E., on 2 December, 1980 and towed to Cagliari; subsequently towed to Savona and broken up.
GIANNAKIS 1958	2 624	GRC	m General Cargo	Reported extensively damaged by explosion and fire in engine room off Kos, in lat. 36 47N., long. 27 17E., on 1 March, 1983, towed to Amorgos Island and beached the following day; subsequently refloated, towed to Piræus and broken up.
GONGOLA 1971	3 002	GRC	m General Cargo	Reported extensively damaged by fire in engine room and accommodation S. of Crete, in lat. 34 40N., long. 27 00E., on 29 December, 1982; subsequently towed to Piræus, sold and broken up.
REA 1961	4 125	GRC	m General Cargo	Reported extensively damaged by fire in accommodation at Bejara on 18 December, 1982 whilst discharging cargo; subsequently towed to Piræus and thence to Aspropyrgos, sold and broken up.

Collision

Ship's name and year of build	Gross Tonnage	Flag	Type	Circumstances, place and date
PROMITHEUS 1966	22 593	PAN	m Bulk Carrier	Reported beached after collision with GARBIS and PASADENA in Aliveri Bay on 2 March, 1984; subsequently refloated, towed to Chalkis and thence Piræus and sold for breaking up.

Wrecked/Stranded

Ship's name and year of build	Gross Tonnage	Flag	Type	Circumstances, place and date
IOANNIS M. 1962	497	GRC	m General Cargo	Reported stranded and sank off Greece, in lat. 38 05 36N., long. 24 35 00E., on 29 July, 1984, in heavy weather.
KVARNER 1946	3 185	YUG	m General Cargo Ref	Reported damaged by stranding off Durres on 21 May, 1984, refloated, taken to Cres and laid up; subsequently taken to Split, sold and broken up.
LAMBROS 1963	2 753	GRC	m General Cargo	Reported stranded off Porto Palo, Sicily on 22 September, 1984; subsequently refloated, towed to Palermo, sold and broken up.
M. HARB 1956	849	LEB	m General Cargo	Reported wrecked on breakwater at Limassol on 9 March, 1984, after dragging anchor in heavy weather.
MARITASIA 1962	778	CYP	m General Cargo	Reported stranded off Ios, Greece on 11 July, 1984; subsequently refloated, towed to Piræus, sold and broken up.
NAVICO 1955	1 253	LEB	m General Cargo	Reported stranded off Symi Island on 17 November, 1982, after engine trouble in heavy weather, refloated and towed to Rhodes and thence to Piræus; subsequently taken to Beirut and thence to Piræus, sold and broken up.
ORINOCO 1962	115	PAN	m Tug	Reported wrecked between Alexandria and Port Said on 14 May, 1980.
PHILLIP 1966	7 948	PAN	m General Cargo	Reported stranded off Launum on 9 August, 1984, after sustaining rudder trouble; subsequently refloated and taken to port, towed to Piræus and thence to Gadani Beach and sold for breaking up.
POSEIDON C 1956	3 611	PAN	m General Cargo Ref	Reported developed list and beached at Katakolo on 26 July, 1979; subsequently refloated, taken to Eleusis, sold and broken up.
THIA DESPINA 1948	11 276	CYP	m General Cargo Ref	Reported stranded off Port Said on 9 July, 1977, refloated, taken to Piræus and laid up; subsequently taken to Aliaga, sold and broken up.

Lost, etc.

(i) War Loss/Damage During Hostilities

Ship's name and year of build	Gross Tonnage	Flag	Type	Circumstances, place and date
MY CHARM 1960	537	CYP	m General Cargo	Reported damaged during hostilities at Tripoli, Lebanon, on 18 December, 1983; subsequently towed to Limassol, sold and broken up.
CHOUKRI 1958	361	LEB	m General Cargo	Reported struck by missile and sank at Beirut on 26 August, 1984.

(iii) Miscellaneous

Ship's name and year of build	Gross Tonnage	Flag	Type	Circumstances, place and date
MARO 1923	142	CYP	m General Cargo	Reported lost off Lebanon in 1981.

b) Pour les produits flottants

L'intervention, par des moyens mécaniques ou chimiques, dépend de la capacité des substances chimiques, à se dissoudre ou à s'évaporer, c'est à dire à persister ou non à la surface de l'eau.

- traitement des déversements par produits chimiques flottants à l'aide d'absorbants (extrait de "treating of floating spills of chemicals on the surface by systems using sorbent materials or other agents", Swedish Board of Customs, Coasts Guard H.Q., par B. LOOSTROM).

Les déversements dans l'eau de produits chimiques liquides, de densité inférieure à l'eau et qui sont insolubles ou très faiblement solubles dans l'eau, se comportent comme des déversements d'hydrocarbures. De tels déversements peuvent être, en principe, récupérés de la même manière que pour les hydrocarbures. Cependant, les huiles minérales sont généralement plus visqueuses et forment des nappes plus ou moins épaisses à la surface de l'eau, ce qui facilite leur récupération. C'est ce qui distingue les hydrocarbures de nombreux produits chimiques.

La plupart des produits chimiques liquides, transportés par voie maritime, sont moins visqueux que les huiles minérales. Lorsque ces produits chimiques sont déversés, ils forment rapidement une nappe très fine à la surface de l'eau, beaucoup plus difficile à récupérer que la plupart des produits pétroliers. Certains peuvent cependant être récupérés moyennant l'utilisation d'absorbants ou d'autres agents de traitement.

Lors des essais effectués par l'Agence pour l'Environnement Américaine (U.S.E.P.A.), dans un réservoir de 20 m sur 200 m, de l'octanol et du dioctylphtalate ont été déversés puis récupérés avec succès à l'aide de petits cubes absorbants de polyuréthane ainsi qu'avec des cordes oléophiles. Lors de l'exposition de St-Louis (Missouri), en 1986, sur les déversements de substances dangereuses, un déversement de xylène a été récupéré en utilisant un absorbant (polypropylène 3 M) et une corde oléophile (Oil Mop). D'autres absorbants, à base d'un polymère du tertio butylstyrène (DOW chemical) ont aussi été testés.

Des essais de laboratoire effectués au CEDRE (1986) ont montré que :

- des absorbants adaptés peuvent être utilisés pour absorber la plupart des produits chimiques dangereux insolubles et flottants ;
- l'agglomération produits chimiques - absorbant n'est pas suffisante pour permettre la récupération par chalutage à grande vitesse.

Le tableau N° 14 montre les quantités requises absorbant/produit chimique.

- Utilisation d'agents gélifiants

(extrait de Loostföm, même référence que ci-dessus et du projet EPA intitulé : "Three new techniques for a floating pollutant spill control and recovery", par Bannister et al.)

- Plusieurs essais ont été effectués avec des produits qui épaississent le polluant, comme les gels, afin de faciliter la récupération du polluant déversé.

Le but recherché est d'augmenter l'épaisseur de la nappe des produits chimiques déversés à la surface de l'eau, et donc de faciliter sa récupération à l'aide de récupérateurs ou de moyens similaires.

Un article de l'EPA mentionne la récupération des substances qui flottent par des agents gélifiants à base d'amine carbonate, associée à des techniques pour localiser le déversement polluant : des agents fluorescents pour les opérations de nuit et un système de radio-localisation. L'amine carbonate est utilisée pour gélifier rapidement le polluant flottant liquide ; il ne se dilue ni ne s'éparpille guère et peut être ainsi aisément récupéré à l'aide de filets ou de tamis ; il est beaucoup moins volatil (moindres risques d'incendie ou toxicologiques), ne pénètre pas dans le sable ou d'autres matériaux poreux, et peut être aisément récupéré par séparation d'avec le polluant.

Des efforts pour optimiser l'utilisation d'agents gélifiants ont aussi été effectués par Michalovic et al., qui ont élaboré le tableau N° 15. Ils concluent que les essais de gélifiants ont tous été satisfaisants.

Un paramètre qui doit cependant être pris en considération est le coût élevé des agents gélifiants par rapport aux autres produits de traitement. Leur utilisation, comme d'ailleurs celle des absorbants est limitée au traitement de petites pollutions.

- Dispersion des produits dangereux déversés

(extrait de "response to Oil and Chemical Marine Pollution, by CORMACK, 1983, et d'un article de DORNIER/FSSH intitulé "Transport Von Chemikalien auf See", 1983).

Les faibles viscosités des produits chimiques transportés en vrac font penser à l'utilisation de produits dispersants, comme agent de traitement en cas de déversement. Cependant, par analogie avec le cas d'un déversement de diesel, on peut considérer que la dispersion naturelle sera telle que l'application de dispersants ne sera pas utile. Mais, dans certains cas critiques, lorsque le produit divisé présente une menace pour la santé humaine, il peut être nécessaire de l'éliminer de la surface pour éviter son transport et son arrivée à la côte. C'est le cas des substances suivantes pour lesquelles les mesures à prendre ne sont possibles qu'à court terme, c'est à dire immédiatement après le déversement : aniline, n-butanol, adiponitrile. Ces substances s'évaporent relativement vite et présentent un danger pour la santé en cas d'inhalation, des risques d'incendie et d'explosion et il est donc préférable de les disperser. Les dommages que peuvent provoquer de telles substances, dispersées dans la colonne d'eau, à l'environnement marin, sont sans commune mesure avec les menaces qu'elles feraient courir si elles restaient en surface.

Tableau 8 - Produits chimiques chargés ou déchargés à MARSEILLE-MUS
Classement selon l'âge des navires

V : vrac C : colis	Produit	Age des navires		Tonnage annuel
		> 20 ans	10-20 ans	
		Nombre de voyages		
V	NITRATE D'AMMONIUM	57	43	2 865
V	METHYLISOBUTYLKETONE	18	21	4 860
V	HYDROXYDE DE SODIUM	17	85	850 000
V	ACIDE ACETIQUE	16	7	5 605
V	SOUFRE	10	31	433 250
V	METHYLETHYLKETONE	6	10	5 825
V	DIISOCYANATE DE TOLUENE	5	39	6 325
V	TETRACHLORETHYLENE	5	21	5 190
C	HYDROSULFITE DE SODIUM	5	13	2 025
C	CYANURE DE SODIUM	5	11	2 630
V	HYDROXYDE DE POTASSIUM	4	22	1 740
C	CHLORURE D'ALUMINIUM ANHYDRE	4	5	8 640
V	PEROXYDE D'HYDROGENE	3	23	9 815
V	TOLUENE	3	19	4 445
V	ACIDE SULFURIQUE	3	19	7 325
V	DICHLOROMETHANE	3	16	4 245
V	SULFURE DE SODIUM	3	5	1 615
C	ACIDE THIOGLYCOLIQUE	3	0	547
C	ANHYDRIDE PHOSPHORIQUE	3	0	286
V	ACIDE PHOSPHORIQUE	2	33	215 900
V	PHENOL	2	12	5 665
V	ACIDE FORMIQUE	2	9	1 690
V	TRICHLORETHYLENE	2	8	1 590
V	ACIDE NITRIQUE	2	4	1 145
C	ANHYDRIDE ARSENIQUEUX	1	50	4 660
V	ACRYLATE DE BUTYLE	1	25	1 000
V	FLUOR TETRA ETHYLE	1	10	5 980
V	NITRITE DE SODIUM	1	7	2 345
C	ETHYLGLYCOL	1	6	221
C	ACETATE D'ETHYLGLYCOL	1	5	318
C	DIMETHOATE	1	4	1 325
V	DIACETONE ALCOOL	1	4	902
V	DICHLORO-1,2 ETHANE	1	3	3 735
C	NITRATE DE POTASSIUM	1	2	127
C	CHLORATE DE SODIUM	1	0	549
V	TRICHLORETHANE	1	0	545
V	ACETONE	1	0	44
V	XYLENE	0	76	31 790
V	ETHANOL	0	12	13 310
V	NITRONETHANE	0	10	410
V	N et ISOBUTANOL	0	8	16 245
V	ISOPROPANOL	0	8	424
C	BUTYLGLYCOL	0	7	347
V	ETHYLHEXANOL	0	6	26 630
V	TRICHLOROBENZENE	0	6	1 435
V	ETHANOLAMINE	0	6	618
V	ACIDE CHLORHYDRIQUE	0	5	3 425
V	ACIDE CHLORACETIQUE	0	5	1 805
V	MONOETHYLENEGLYCOL	0	4	6 730
C	DIMETHYLETHYLAMINE	0	3	305
V	MONOPROPYLENE GLYCOL	0	3	4 520
C	PENTACHLOROPHENATE DE SODIUM	0	3	227
C	METHYL-4- PENTANOL-2 (méthylisobutylcarbinol)	0	3	100
V	FERROSILICIUM	0	2	17 990
V	CHLOROFORME	0	2	7 150
V	ACIDE HEPTANOIQUE	0	2	3 710
C	ARSENIC	0	2	561
C	CHLORURE DE TRIMETHYLACETYLE	0	2	475
V	ACIDE OXALIQUE	0	2	405
C	CHLORURE DE CHLORACETYLE	0	2	385
C	BUTYLPHENOL	0	2	250
V	ANHYDRIDE MALEIQUE	0	2	242
V	ACIDE CHLOROSULFONIQUE	0	2	212
C	XYLIDINE	0	2	127
C	FORMOL	0	2	58
C	DIMETHYLDICHLOROSILANE	0	2	51
V	METHANOL	0	1	6 925
V	METHYL CETONE	0	1	2 785
V	DICHLOROBENZENE	0	1	2 005
C	CARBURE DE CALCIUM	0	1	933
V	ACRYLAMIDE	0	1	461
C	TRINITROTOLUENE	0	1	300
V	HYPOCHLORITE DE CALCIUM	0	1	203
V	MERPHOLINE	0	1	173
C	ARSENITE DE SODIUM	0	1	137
C	BIFLUORURE D'AMMONIUM	0	1	84
V	ACIDE PROPIONIQUE	0	1	55
C	CYCLODECATRIENE	0	1	48
C	PEROXYDE D'ARSENIC	0	1	34
V	CYCLOHEXANE	0	1	11
C	ETHYLHEXYLE	0	1	11

Tableau 9 - Les risques d'accident pour les navires transportant des gaz liquéfiés,
des produits chimiques chargés en vrac ou en colis,
(pour les navires passant par MARSEILLE-FOS)

Gaz liquéfiés (IGC)		Produits chimiques transportés en vrac (plus de 30 voyages par an)		Produits chimiques transportés en colis (plus de 30 voyages par an)	
Nom	un accident tous les (ans)	Nom	un accident tous les (ans)	Nom	un accident tous les (ans)
BUTANE	20,7	SOUFRE	17,4	DICHLORODIFLUOROMETHANE	11,4
METHANE	27,0	HYDROXYDE DE SODIUM	18,5	CHLORURE DE BARYUM	14,0
PROPANE	28,0	PEROXYDE D'HYDROGENE	22,8	CHLORODIFLUOROMETHANE	20,0
PROMETHANE	43,3	DIISOCYANATE DE TOLUENE	23,7	HYDRAZINE	30,8
ETHYLENE	49,3	ACIDE PHOSPHORIQUE	28,0	ANHYDRIDE ARSENIEUX	36,3
CHLORURE DE VINYLE	285	XYLENE	29,6	DIOXYDE DE CARBONE	43,5
PROPYLENE	308	ACIDE SULFURIQUE	31,9	CARBURE DE CALCIUM	49,3
ISOPROPYLAMINE	336	FERROSILICIUM	33,0	HYDROSULFITE DE SODIUM	51,4
OXYDE D'ETHYLENE	370	HYDROXYDE DE POTASSIUM	35,9	CHLORURE DE TRIMETHYLACETYLE	56,9
BUTADIENE	411	NITRITE DE SODIUM	42,5	CYANURE DE SODIUM	64,9
		ETHANOL	44,0	SILICIURE DE CALCIUM	67,3
		BENZENE	46,2	OXYGENE	67,3
		NITRATE D'AMMONIUM	46,2	CHLORURE DE THIONYLE	80,4
		ACIDE CHLORHYDRIQUE	47,4	PHOSPHORE	82,2
		ACIDE FORMIQUE	48,7	CHLORITE DE SODIUM	92,5
		TETRACHLOROETHYLENE	52,9	FORMOL	112
		METHYLENYL CETONE	56,1	PROTOXYDE D'AZOTE	123
		ACIDE ACETIQUE	56,1	NITRATE DE SODIUM	123
		TOLUENE	56,9	ACIDE THIOGLYCOLIQUE	142
		TRICHOETHANE	56,9	DIMETHOATE	168
		METHANOL	62,7	CHLORURE D'ALUMINIUM ANHYDRE	176
		DICHLOROMETHANE	64,9	HEXAMETHYLENE TETRAMINE	195
		METHYLISOBUTYLE CETONE	67,3	ACETATE D'ETHYLGLYCOL	195
		ACIDE NITRIQUE	67,3	CHLORATE DE SODIUM	218
		PLOMB TETRAETHYLE	82,2	ETHYLGLYCOL	218
		TRICHLOROEBENZENE	86,0	ARSENITE DE SODIUM	218
		TRICHOETHYLENE	94,9	BISULFATE DE SODIUM	247
		SULFURE DE SODIUM	100	PENTACHLOROPHENATE DE SODIUM	247
		ACRYLATE DE BUTYLE	100	SULFURE DE CARBONE	308
		ISOPRANOL	109	NITRATE DE POTASSIUM	370
		DIPENTENE	112		
		N et ISO BUTANOL	123		
		DIACETONE ALCOOL	132		
		HYPOCHLORITE DE CALCIUM	168		
		ACETATE DE VINYLE	218		
		CHLOROFORME	217		
		PHENOL	231		
		DICHLOROEBENZENE	264		

Tableau 10a : Tonnage moyen par chargement, pour les produits chimiques transportables en vrac (chargés ou déchargés à MARSEILLE-FOS)

	Produit	Tonnage annuel
1	HYDROXYDDE DE SODIUM	6 370
	SOUFRE	2 045
	DIISOBUTYLENE	1 500
	ACIDE PHOSPHORIQUE	1 335
	BENZENE	1 180
	ETHYL HEXANOL	1 160
	DICHLORO-1,2 ETHANE	934
	ACIDE HEPTANOIQUE	928
	MONOETHYLENE GLYCOL	897
10	DIETHYLHEXYLPHTALATE	800
	MONOPROPYLENE GLYCOL	695
	DIPROPYLENE GLYCOL	518
	CHLOROFORME	421
	N et ISOBUTANOL	388
	PHENOL	354
	METHYL CETONE	348
	TRIETHYLAMINE	298
	XYLENE	254
	DICHLOROPHENOL	181
20	FERROSILICIUM	161
	ETHANOL	158
	DICHLOROBENZENE	143
	PLOMB TETRA ETHYLE	139
	METHANOL	117
	ACIDE CHLORACETIQUE	106
	NITRATE D'AMMONIUM	95
	METHYLETHYLGETONE	88
	METHYLISOBUTYLGETONE	85
	DICHLOROMETHANE	75
30	TETRACHLORETHYLENE	74
	ACIDE ACETIQUE	71
	TOLUENE	68
	ACIDE SULFURIQUE	63
	PEROXYDE D'HYDROGENE	61
	ACIDE OXALIQUE	51
	ACETATE DE VINYLE	46
	ACIDE CHLORHYDRIQUE	44
	SULFURE DE SODIUM	44
	ACIDE CHLOROSULFONIQUE	42
40	DIISOCYANATE DE TOLUENE	41
	TRICHLORETHYLENE	41
	TETRACHLORURE DE TITANE	39
	ACRYLAMIDE	38
	TRICHLOROBENZENE	37
	PARACRESOL	34
	DIACETONE ALCOOL	32
	NITRITE DE SODIUM	27
	ACRYLATE DE BUTYLE	27
	ETHANOLAMINE	27
50	NITROMETHANE	24
	ACIDE PROPIONIQUE	23
	ANHYDRIDE MALEIQUE	22
	TRICHLORURE DE PHOSPHORE	20
	ACIDE FORMIQUE	19
	MORPHOLINE	19
	TRIMETHYLAMINE	19
	ACIDE NITRIQUE	17
	DIPENTENE	17
	METHACRYLATE DE BUTYLE	17
60	HYDROXYDE DE POTASSIUM	17
	ACETONE	15
	ISOPROPANOL	12
	TOLUIDINE	12
	CYCLOHEXANE	11
	DICYCLOPENTADIENE	11
	TRICHLORETHANE	9
	HYPOCHLORITE DE CALCIUM	9
	ACETATE D'ISOBUTYLE	9
69	CHLORURE FERRIQUE	6

Tableau 10b - Tonnage moyen par chargement, pour
les produits chimiques transportés
en colis (chargés ou déchargés à
MARSEILLE-FOS)

	Produit	Tonnage moyen par voyage
1	CHLORURE D'ALUMINIUM ANHYDRE	412
	PEROXYDE DE PHOSPHORE	80
	DIMETHYLETHER ACETAMIDE	69
	CYANURE DE SODIUM	66
	TRINITROTOLUENE	60
	ARSENIC	47
	ANHYDRIDE ARSENIQUEUX	46
	CADMIUM	43
	TRIOXYDE DE CHROME	42
10	DIMETHOATE	38
	SULFURE DE CARBONE	38
	D D T	36
	ACIDE ADIPIQUE	36
	CHLORURE DE CHLORACETYLE	35
	ISOCYANATE DE DICHLOROPHENYLE	33
	CHLORATE DE SODIUM	32
	BUTYLPHENOL	31
	XYLIDINE	31
	HYDROSULFITE DE SODIUM	28
20	LINDANE	25
	CYCLODODECATRIENE	24
	ACIDE TRIHOGLYCOLIQUE	21
	PARAPHENITIDINE	21
	METHYL GLYCOL	21
	PARAFORMALDEHYDE	21
	BUTYLGLYCOL	20
	DIMETHYLETHYLAMINE	20
	BISULFATE DE SODIUM	19
	ACIDE PHOSPHORIQUE	19
30	HEXAMETHYLENE TETRAMINE	18
	ACETATE D'ETHYLGLYCOL	18
	NITRATE DE NICKEL	18
	ACIDE ARSENIQUE	18
	METHYL-4 PENTANOL-2 (méthyl isobutylacarbinol)	17
	CHLOROFORMIATE D'ETHYLE	17
	PENTOXYDE D'ARSENIC	17
	CHLOROFORMIATE D'ISOBUTYLE	17
	CHLOROFORMIATE DE METHYLE	16
	CHLORURE DE BARYUM	15
40	PHOSPHORE	15
	PENTACHLOROPHENATE DE SODIUM	15
	ISOCYANATE DE METHYLE	15
	PARATHION	15
	FORMOL	14
	CARBONATE DE METHYLE	14
	CHLORITE DE SODIUM	13
	ETHYLGLYCOL	13
	NITRATE DE POTASSIUM	13
	DIMETHYLDICHLOROSILANE	13
50	METHYLDICHLOROSILANE	13
	CARBURE DE CALCIUM	12
	BIFLUORURE D'AMMONIUM	12
	DIETHYL DICHLOROSILANE	11
	ETHYLHEXYLE	11
	HYDRAZINE	10
	PHOSPHURE DE ZINC	10
	SILICIURE DE CALCIUM	9
	ARSENITE DE SODIUM	8
	CHLOROFORMIATE D'ETHYL-2 HEXYLE	8
60	PEROXYDE DE BENZOYLE	8
	DICHLORODIFLUOROMETHANE	7
	CHLORURE DE TRIMETHYLACETYLE	7
	SODIUM	7
	NITRATE DE SODIUM	6
	PARADICHLOROBENZENE	6
	HYDROQUINONE	5
	CHLORODIFLUOROMETHANE	4
	RESORCINOL	4
	ORTHOFORMIATE D'ETHYLE	4
70	DIOXYDE DE CARBONE	3
	CHLORURE DE THIONYLE	3
	PENTASULFIDE DE PHOSPHORE	3
	OXYGENE	2
	METALDEHYDE	2
75	PROTOXIDE D'AZOTE	2

Tableau 10c - Tonnage moyen des gaz liquéfiés
 et liquides volatils (recueil IGC)
 à MARSEILLE-FOS
 (Source : IFREMER - Port Autonome de
 MARSEILLE)

	Produit	Tonnage moyen par voyage
1	METHANE	17 500
	PROPANE	2 800
	CHLORURE DE VINYLE	2 400
	BUTANE	2 100
	BUTADIENE	1 700
	DIISOBUTYLENE	1 500
	PROPYLENE	1 000
	ISOPROPYLAMINE	50
	ETHER ETHYLIQUE	30
10	BROMOMETHANE	5
	OXYDE D'ETHYLENE	5

D'après CORMACK (1983), l'épandage aérien peut être envisagé si l'application du dispersant ne présente pas de problème pour la sécurité du personnel chargé de la lutte.

- Récupération mécanique des produits chimiques flottants
(d'après CORMACK, 1983, même référence que ci-dessus).

Si les produits chimiques sont solides à la température ambiante, des filets, des tamis ou des vortex peuvent être utilisés.

Barrages et récupérateurs peuvent aussi être utilisés pour confiner et récupérer, dans certains cas, des produits chimiques. Cependant, les substances dangereuses qui peuvent être récupérées par des moyens mécaniques ne peuvent pas être manipulées comme les hydrocarbures. Avec les substances les plus dangereuses, le moyen le plus efficace est de les disperser.

Un rapport CEDRE récent (R.86.225.C.) traite des moyens de confinement / récupération des polluants déversés à partir de chimiquiers. Il concerne l'adaptation des équipements existants pour lutter contre les hydrocarbures comme les pompes FRAMO TK5, TK6, TK8 MARFLEX, et des systèmes de récupération comme le SIRENE et le POLLUTANK qui peuvent être utilisés pour récupérer de nombreux produits chimiques. Des essais de laboratoire ont aussi été effectués pour évaluer le comportement agressif des produits chimiques vis à vis de nombreux composants, comme les corps de pompes, les tuyaux, les joints...

c) Pour les produits qui se dissolvent

(extrait de "Hazard assessment and identification of dissolvers and dispersers, par B. Looström, R.I.S.C. 1986, et article présenté au BAWG-OTSOPA/12/12/4-E par la R.F.A., sur les méthodes de lutte contre les matières dangereuses).

Plusieurs types d'agents de traitement sont utilisables pour traiter les déversements de produits chimiques qui se mélangent à l'eau :

- les agents neutralisants (contre les acides et les bases, respectivement le bicarbonate et le dihydrogénophosphate de sodium),
- le charbon activé,
- les agents flocculants,
- les agents oxydants,
- les agents réducteurs,
- les agents complexants,
- les échangeurs d'ions.

Cependant, ces techniques présentent l'inconvénient que des additifs neutralisateurs sont rajoutés au milieu. Avec la technique par floculation, les produits chimiques qui étaient miscibles à l'eau coulent, et doivent être récupérés par dragage. Cette méthode présente aussi l'inconvénient d'éparpiller le nuage chimique floculé, qui s'étale dans la masse d'eau ou dérive en fonction des courants. Par voie de conséquence, l'efficacité de la récupération n'est pas très élevée. Si le nuage eau/produit chimique est récupéré par pompage et les produits adsorbés, ces derniers peuvent être généralement recyclés. Des études ont cependant montré que, mis à part les problèmes de transport, la récupération et l'élimination des additifs chimiques (comme le charbon activé) ainsi que la localisation du nuage eau/produit chimique soulèvent de grandes difficultés.

d) Pour les substances qui coulent

(extrait de BAWG-OTSOPA 12/12/4-E N° 12 - Même référence que ci-dessus)

Dans le cas des substances qui coulent, le problème soulevé par la pollution de l'environnement est déplacé vers le fond mais en principe les dangers ne sont pas éliminés. Le principal problème, lorsque des produits ont coulé, est celui de les localiser. Selon l'intensité des courants et l'état de la mer, les substances, suivant leur densité, dériveront dans une direction préférentielle, en plusieurs portions, qui se désagrègeront et s'éparpilleront, si bien que le cas idéal de l'accumulation dans un endroit localisé ne doit être considéré que comme une exception. Il est donc nécessaire de mettre en place des procédures analytiques particulières en vue de localiser avec précision le produit chimique sur le fond. Dans cet ordre d'idées, il serait possible d'entreprendre des mesures au sein de la colonne d'eau avec des techniques analytiques globales, comme la mesure du pH ou de la conductivité. En suivant cette tactique d'approche, un secteur de mer limité pourrait être balayé, en effectuant un quadrillage de la zone, afin de localiser l'accumulation du produit chimique. Une recherche dans tout le secteur par prélèvement et analyse en laboratoire serait beaucoup plus longue et beaucoup plus compliquée. Lorsque la substance a été localisée sur le sédiment, elle peut être éliminée à l'aide de dragues suceuses. A cette fin, l'opération de dragage pourrait être menée telle quelle ou en présence de jets d'eau agitant la surface du sédiment.

La proportion de vase, sable et produits chimiques récupérés est difficile à évaluer, mais dans le cas d'un prélèvement de sédiment effectué sur une épaisseur de 10 cm, le matériau récupéré contiendrait une grande quantité d'eau, de sable et de vase. Le produit chimique pourrait être séparé de l'eau par gravité et cette dernière rejetée immédiatement à la mer par l'intermédiaire d'un trop-plein.

L'opération de dragage ne peut être effectivement entreprise que s'il s'agit d'une substance insoluble dans l'eau. Même les produits chimiques ayant une faible solubilité peuvent se dissoudre et seront éliminés par dilution dans la masse d'eau. La récupération par dragage des produits qui coulent et qui sont faiblement solubles, ne peut donc être considérée comme une méthode de lutte en cas de déversement.

Les dragues suceuses peuvent travailler jusqu'à une profondeur de 30 m environ.

Dans les eaux plus profondes, d'autres méthodes existent comme les techniques d'aspiration mises au point pour l'exploration des nodules de manganèse. En zone d'estuaire, les capacités de récupération sont considérablement réduites du fait de la topographie irrégulière des fonds.

e) Les produits transportés en colis

L'avis de D. CORMACK (extrait de "present stage of development in hazardous material spillage response" RISC), est le suivant :

Les colis intacts, lorsqu'ils flottent, représentent un danger pour la navigation et doivent être traités comme tels. S'ils ont coulé, ils peuvent être récupérés par des pêcheurs dans leurs filets. Il faut remarquer que la manutention des colis intacts ne représente pas plus de danger, en mer, que lors de leur manutention à terre : les normes de sécurité, pour leur manutention, applicables à terre doivent également l'être en mer. Les décisions concernant la recherche des colis et leur récupération doivent donc être prises avec pondération.

Les colis qui ont séjourné pendant une longue période sur le fond de la mer peuvent présenter une fuite de produit toxique qui risque de causer un dommage à l'environnement ou une menace pour les pêcheurs. Ce sont ces colis qu'il faut rechercher et récupérer en priorité. Mais d'autres facteurs doivent aussi être pris en compte, comme la dilution du produit dans la masse d'eau et les menaces concomitantes pour les pêcheurs, en cas de récupération dans un filet. Enfin, dans de nombreux cas, il n'est pas nécessaire de rechercher et de récupérer les colis sur le fond.

Lorsque des colis arrivent à la côte, le point le plus important est l'information du public. Les recommandations essentielles sont de signaler de ne pas toucher aux colis échoués, et de rappeler que seul du personnel qualifié peut manipuler, récupérer ou éliminer le colis, quel qu'il soit.

Pour information, nous avons inséré, dans l'Annexe VIII, un document qui a maintenant 7 ans, écrit par Bjorn Looström et qui donne une idée générale des risques et des actions à prendre à la suite de déversements de quatre produits chimiques (ammoniac, benzène, acrylonitrile et créosote).

Rappelons pour conclure une étude conduite par l'IFREMER, en collaboration avec le CEDRE et la Société "Aérospatiale" sur l'évaluation des risques de pollution liée au transport maritime de produits dangereux sous forme conditionnée. Environ 500 produits dangereux (classes IMDG 1 à 9) ont été recensés à partir des données fournies par le port de MARSEILLE-FOS, avec pour chacun d'eux les informations suivantes : nom, formule, identification du produit, date, provenance, destination, caractéristiques du navire (type, tonnage, tirant d'eau, pavillon, âge, nombre de cales) position précise du colis sur le navire, poids net, nombre de voyages, type d'emballage (extérieur et intérieur) notamment. L'ensemble de ces données sera saisi vers le mois de mars 1987 et l'étude d'évaluation des risques d'accident mettant en cause un produit conditionné terminée vers la fin 1987.

9.3. Nécessité d'intégrer la lutte contre les pollutions chimiques dans les plans nationaux d'intervention

Les plans d'intervention ont surtout concerné, jusqu'à présent, la lutte contre la pollution par hydrocarbures (ITOPF, 1983, ROCC, 1986, voir bibliographie). L'accroissement du trafic des produits chimiques en Méditerranée, notamment en terme de fréquence, ainsi que la diversité des produits qui sont transportés, font apparaître la nécessité de prendre en compte, au sein des plans nationaux d'intervention, des données sur l'intervention contre les déversements accidentels de substances dangereuses. En effet, la mer Méditerranée possède des caractéristiques hydrologiques et biologiques propres, ce qui la rend davantage vulnérable que l'océan.

Une coopération entre les pays riverains de la Méditerranée, dans le domaine de la prévention et de la lutte contre les substances dangereuses permettrait donc de mieux assurer la sauvegarde de vies humaines et de préserver l'environnement marin en cas d'accident mettant en cause un déversement de produits chimiques.

Pour donner un aperçu du type de recommandation qui peut être proposé, et à titre d'exemple, nous reproduisons ci-dessous le chapitre N° 5 du rapport BAWG-OTSOPA - 15/14/2-E (avril 1986), intitulé : "Present work on matters concerning chemical spill response within the Bonn Agreement and in particular within the Netherlands" :

1. Les opérationnels responsables de la lutte antipollution devraient être formés en "spécialistes" du contrôle et de la lutte contre les déversements accidentels de produits chimiques autres que les hydrocarbures. Une attention particulière devrait concerner l'analyse de la situation et la prise de décision.
2. L'équipe d'intervention de l'équipage et d'autres personnes concernées devraient être formées aux techniques de mesure, aux notions de sauvegarde et à la nature des dangers.
3. Une fois l'identification du danger et les systèmes réponse/décision mis en place 24 h sur 24, un ordinateur devrait être capable d'assister le responsable de la lutte, les opérationnels chargés d'intervenir et les décisions devraient être prises rapidement et avec efficacité.
4. Les équipes d'intervention spécialisées devraient être disponibles à tout moment en cas d'événement de mer (exemple : marins-pompiers, industrie chimique).
5. Dans tous les cas où la décision qui doit être élaborée et exécutée peut être différée de quelques jours, des "spécialistes extérieurs" devraient être consultés.

Tableau 11a - Produits chimiques transportés en vrac,
chargés ou déchargés à MARSEILLE-FOS,
présentant une menace pour l'environnement

Produit	Tonnage annuel
BENZENE	94 400
CHLOROFORME	7 150
DIISOCYANATE DE TOLUENE	6 325
PLOMB TETRA ETHYLE	5 980
PHENOL	5 665
TETRACHLOROETHYLENE	5 190
DICHLORO-1,2 ETHANE	3 735
NITRITE DE SODIUM	2 345
DICHLOROBENZENE	2 005
SULFURE DE SODIUM	1 615
TRICHLORETHYLENE	1 590
TRICHLOROBENZENE	1 435
DICHLOROPHENOL	1 355
ALKYLBENZENE	1 000
TRICHLORETHANE	545
ACRYLAMIDE	461
ISOPROPANOL	424
TETRACHLORURE DE TITANE	351
ANYHYDRIDE MALEIQUE	242
HYPOCHLORURE DE CALCIUM	203
TRICHLORURE DE PHOSPHORE	183
TOLUIDINE	47
PARACRESOL	34

Tableau 11b - Produits chimiques chargés ou déchargés
à MARSEILLE-FOS et transportés en colis,
présentant une menace pour l'environnement

	Produit	Tonnage annuel
1	ANHYDRIDE ARSENIQUEUX	4 460
	CYANURE DE SODIUM	2 630
	HYDROSULFITE DE SODIUM	2 025
	DIMETHOATE	1 325
	HYDRAZINE	1 255
	PHOSPHORE	690
	ARSENIC	561
	ACIDE THIOGLYCOLIQUE	547
	SULFURE DE CARBONE	447
10	TRINITROTOLUENE	300
	DIOXYDE DE CARBONE	240
	PENTACHLOROPHENATE DE SODIUM	227
	D D T	182
	LINDANE	178
	ARSENITE DE SODIUM	137
	CARBONATE DE METHYLE	98
	TRIOXYDE DE CHROME	85
	CHLOROFORMIATE DE METHYLE	80
	PEROXYDE DE PHOSPHORE	80
20	PHOSPHURE DE ZINC	50
	CHLOROFORMIATE D'ETHYLE	50
	CYCLODODECATRIENE	48
	CADMIUM	43
	PENTOXYDE D'ARSENIC	34
	ACIDE ARSENIQUE	18
26	PARATHION	15

Tableau 11 c - Produits chimiques chargés ou déchargés
à MARSEILLE-FOS et transportés en vrac
présentant une menace pour l'homme

	Produit	Tonnage annuel
1	BENZENE	94 400
	DIISOCYANATE DE TOLUENE	6 325
	PLOMB TETRA ETHYLE	5 980
	PHENOL	5 665
	DICHLORO-1,2 ETHANE	3 725
	SULFURE DE SODIUM	1 615
	TRICHLORETHYLENE	1 590
	DICHLOROPHENOL	1 355
	ACIDE NITRIQUE	1 145
10	ACRYLAMIDE	461
	ISOPROPANOL	424
	TETRACHLORURE DE TITANE	351
	ANHYDRIDE MALEIQUE	242
	TRICHLORURE DE PHOSPHORE	183
	TOLUIDINE	47
	PARACRESOL	34
17	CYCLOHEXANE	11

Tableau 11d - Produits chimiques chargés ou déchargés
à MARSEILLE-FOS et transportés en colis
présentant une menace pour l'homme

	Produit	Tonnage annuel
1	ANHYDRIDE ARSENIQUEUX	4 875
	HYDROSULFITE DE SODIUM	2 024
	HYDRAZINE	1 255
	PHOSPHORE	690
	ARSENIC	561
	ACIDE THIOGLYCOLIQUE	547
	PARAPHENITIDINE	368
	TRINITROTOLUENE	300
	DI OXYDE DE CARBONE	240
10	CHLORURE DE THIONYLE	143
	XYLIDINE	127
	CARBONATE DE METHYLE	98
	ISOCYANATE DE DICHLOROPHENYLE	82
	CHLOROFORMIATE DE METHYLE	80
	PEROXYDE DE PHOSPHORE	80
	METHYLDICHLOROSILANE	51
	DIMETHYLDICHLOROSILANE	51
	PHOSPHURE DE ZINC	50
	CHLOROFORMIATE D'ETHYLE	50
20	CYCLODODECATRIENE	48
	CADMIUM	43
	ISOCYANATE DE METHYLE	15
	PARATHION	15
24	DIETHYLEDICHLOROSILANE	11

Tableau 12 - "Risque de déversement" et menace pour l'homme
et l'environnement selon les groupes chimiques

Groupe chimique	Nombre de voyages par an	un accident tous les	Menace	
			- pour l'homme (H)	- pour l'environnement (E)
I	33	112 ans	H	
IIa	8	460 ans	-	
IIb	372	10 ans	H	
TOTAL II	380	10 ans	H	
IIIa	989	4 ans	E	
IIIb	118	31 ans	H	
IIIc	378	10 ans	E	
TOTAL III	1 485	3 ans	H.E	
IVa	622	6 ans	E	
IVc	156	24 ans	E	
TOTAL IV	778	5 ans	E	

IDENTIFICATION DES GROUPES MENTIONNES DANS LE TABLEAU 12

GROUPE I - SUBSTANCES FORMANT DES NUAGES DE GAZ OU DE VAPEUR

Substances transportées sous pression ou réfrigérées

- I-A : gaz moins denses que l'air ; dispersion rapide
- I-B : gaz plus denses que l'air, pour lesquels des précautions particulières doivent être prises

GROUPE II - SUBSTANCES QUI FLOTTENT

groupe II-a : substances qui flottent à la surface de l'eau en formant une nappe au-dessus de laquelle un nuage de vapeur est suspendu et dont la réaction avec l'eau est négligeable ;

groupe II-b : substances qui flottent à la surface de l'eau en formant une nappe, et dont l'évaporation et la réaction avec l'eau sont négligeables ;

groupe II-c : substances qui flottent à la surface de l'eau en formant une nappe au-dessus de laquelle un nuage de vapeur est suspendu et qui réagissent avec l'eau ;

groupe II-d : substances qui flottent à la surface de l'eau en formant une nappe et qui réagissent avec l'eau, sans pratiquement s'évaporer.

GROUPE III - SUBSTANCES QUI SE DISSOLVENT OU SE DISPERSENT

groupe III-a: substances se dissolvant et ne réagissant pas avec l'eau de mer évaporation lente

groupe III-b: substances se dissolvant rapidement dans l'eau de mer, s'évapore rapidement malgré la dissolution, une nappe peut se former à la surface de l'eau

groupe III-c: substances réagissant avec l'eau de mer et se dissolvant

GROUPE IV - SUBSTANCES QUI COULENT

Substances dont la densité est supérieure à l'eau de mer.

groupe IV-a : substances qui, ne se dissolvant pas et ne subissant pas de réactions chimiques, s'accumulent sur le fond ;

groupe IV-b: substances solides ou liquides ayant une densité supérieure à celle de l'eau de mer, coulant vers le fond et pouvant revenir à la surface

groupe IV-c: substances coulant vers le fond, puis se dissolvant ou réagissant avec l'eau de mer.

6. Des procédures d'intervention et des réponses de routine pourraient être mises en place où une distinction serait faite entre la "réponse immédiate" et la "réponse normale".

7. Des procédures de décision et d'action devraient être clairement définies afin de favoriser une réponse rapide en cas d'intervention urgente.

X - PROPOSITION D'UN PROGRAMME A MENER PAR LE ROCC

Un des points de l'étude de synthèse demandée au CEDRE par l'OMI concerne des recommandations à effectuer afin que des actions puissent être menées, par l'intermédiaire du ROCC, auprès des pays riverains de la Méditerranée.

A la lumière de ce qui vient d'être présenté dans les chapitres précédents, un certain nombre d'actions peuvent être proposées, à savoir :

- a) des contacts avec les responsables régionaux du programme COST-301,
- b) la rédaction d'un nouveau chapitre ayant trait aux produits chimiques dans le guide de lutte contre les pollutions, du ROCC,
- c) la proposition de stages de formation, à caractères généraux ou plus spécialisés,
- d) l'organisation d'un séminaire sur le trafic maritime de substances dangereuses en Méditerranée et sur la possibilité d'intégrer les méthodes de lutte contre les produits chimiques dans les plans nationaux d'intervention,
- e) l'incorporation, dans le personnel du ROCC, d'un chimiste spécialisé dans les problèmes de lutte contre les pollutions par substances dangereuses.

a) Contacts avec les responsables régionaux du programme COST-301

L'"Istituto per l'Automazione de la Navigazione", à Gênes, qui centralise les données de trafic pour l'ensemble de la Méditerranée, devrait être à même de fournir des données informatisées concernant le trafic ou les accidents maritimes en Méditerranée d'ici quelques semaines.

Il sera donc utile de voir, dans un premier temps, dans quelle mesure ces données pourront être accessibles (transfert de listings, cession de logiciels) dans le cadre d'une éventuelle coopération entre le ROCC et les organismes du programme COST-301.

b) Rédaction d'un chapitre consacré aux produits chimiques dans le guide du ROCC sur la lutte contre les pollutions

Le manuel du ROCC intitulé "guide de lutte contre les pollutions par hydrocarbures en Méditerranée" pourrait être adapté à la lutte contre les produits chimiques par la rédaction d'un nouveau chapitre consacré aux substances dangereuses, en tenant compte de secteurs géographiques les plus menacés et des produits chimiques présentant le risque le plus élevé.

c) Organisation de stages de formation à caractères généraux ou spécialisés

- stage à caractère général : ce type de stage concerne la nécessité d'introduire, dans les stages de formation existant pour les hydrocarbures, des thèmes consacrés à la connaissance du comportement, à la lutte contre les pollutions par produits chimiques, en cas de déversement accidentel.

Parmi les points qui peuvent être traités, citons :

- . la connaissance des risques liés au trafic maritime de substances dangereuses,
- . la prévention de la pollution par la connaissance de la réglementation internationale du trafic maritime de marchandises dangereuses, aussi bien en vrac qu'en colis.

C'est d'ailleurs dans cette optique que le prochain stage MEDIPOL (MEDIPOL 87, du 6 au 16 avril 1987) a prévu dans son programme d'aborder plusieurs présentations liées aux substances dangereuses.

- organisation d'un cours spécialisé dans la lutte contre les pollutions par substances dangereuses : ce cours serait destiné à optimiser les capacités d'intervention des différents pays riverains ; les points concernés pourraient être :

- . étude des procédures de lutte antipollution lors d'une intervention (vêtements de protection, hélitreuillage, etc.),
- . opportunité et manière de lutter contre les déversements de produits chimiques,
- . circulation de l'information, en cas d'accident, entre les pays riverains de la Mer Méditerranée,
- . choix des techniques à mettre en oeuvre pour lutter contre la pollution.

Ce type de stage, qui concerne des problèmes plus techniques, demande une organisation importante, avec mise en place d'équipements et de moyens d'intervention.

Tableau 14 - Quantité d'absorbant requise pour l'absorption
de produits chimiques
(Sources : "Absorption et agglomération de
produits chimiques" - Rapport CEDRE R.86.193.R.,
1986, par H. DIDIER)

Produit	Poids (g)	Poids sec "BULTHANE" (g)	Rapport optimum (en poids)
BUTANOL	24,1	1,2	r = 20
ACETATE DE BUTYLE	23,8	0,9	r = 26
CUMENE	24,1	1,8	r = 13
CYCLOHEXANE	24,7	1,1	r = 22
CYCLOHEXANONE	24,0	0,8	r = 30
METHYLETHYLKETONE	24,3	1,3	r = 19
METHYLISOBUTYLKETONE	24,0	1,3	r = 18
TOLUENE	24,7	1,5	r = 16
XYLENE	24,0	1,4	r = 17

Tableau 15 - Quantités minimales de gélifiants requises pour la formation d'un gel immobile (g/10 ml)

Produit (10 ml)	"M" GELGARD (g)	"Imbiber beads" (g)	1 422 HYCAR (2 % CABOSIL) (g)	CARBOPOL (g)	MéLange A (*) (g)
ACETATE D'ETHYLE		0,89	0,72		1,05
ACETONE			0,58	1,38	1,15
ACIDE SULFURIQUE	1,22		1,45		0,98
ACRYLONITRILE	5,47	4,21	0,58	1,43	1,25
ANILINE			0,72		1,47
BENZALDEHYDE		2,95	0,54		1,57
BENZENE		0,58	0,54		0,59
BUTANOL				0,74	1,74
CHLOROFORME		0,47	0,33		0,76
CYANHYDRINE ACETONE	11,6		1,23	2,64	2,10
CYCLOHEXANE		0,95			0,88
CYCLOHEXANONE		2,52	0,54		1,35
DICHLORURE D'ETHYLENE		1,10	0,43		1,05
DISULFURE DE CARBONE	7,56	0,79	2,50		1,25
EAU	0,07				0,12
EAU DE CHLORE	0,14				0,47
ESSENCE		0,74	3,62		1,27
ETHANOL				0,52	0,98
ETHER DE PETROLE	3,74	0,58	2,17		1,03
ETHYLENE GLYCOL	4,32			0,67	0,78
FORMALDEHYDE	0,58			0,74	0,52
HYDROXYDE D'AMMONIUM	0,22				0,32
ISOPRENE		0,42	1,52		0,83
ISOPROPANOL				1,11	1,94
KEROSENE		2,37	6,11		1,94
METHANOL				0,57	1,03
METHYL ETHYL CETONE		0,84	0,54		1,13
OCTANE		4,05		1,61	1,89
ORTHOCHLOROBENZENE		0,74	0,51		1,08
PHENOL			0,54	1,80	1,20
PYRIDINE		1,58	0,51		1,03
TETRACHLORURE DE CARBONE		0,42		1,41	1,20
TETRAHYDROFURANE		0,68	0,47	0,94	0,76
TRICHOETHYLENE		0,63	0,47		0,81
XYLENE		0,74	1,09		1,18

(*) MéLange A : 20 % de GELGARD, d'Imbiber beads, HYCAR (2 % CABOSIL), CARBOPOL et CABOSIL.

OPTIMIZATION OF UNIVERSAL GELLING AGENT AND DEVELOPMENT OF MEANS OF APPLYING TO SPILLED HAZARDOUS MATERIALS

J.G. MICHALOVIC, C.K. AKERS, R.E. BAIER and R.J. PILIE

Calspan Corp.
Buffalo, New York

d) Organisation d'un séminaire au niveau des pays riverains qui aurait pour but d'échanger des informations sur :

. le trafic maritime de substances dangereuses en Méditerranée,

. le contenu des plans d'intervention, en vue d'inclure dans ces plans les questions liées à l'intervention et à la lutte en mer en cas de déversement accidentel.

Les thèmes de ce séminaire pourraient concerner :

- une récapitulation des informations contenues dans les guides de lutte existants ainsi que dans les systèmes informatisés (ex : HACS) permettant de prédire les actions à mener dans les heures qui suivent l'accident, en informant des dangers le personnel chargé du sauvetage et de la lutte,

- une étude de scénarios d'accidents suivie de propositions d'intervention adaptées.

Ces études seraient basés sur des cas réels ou des cas potentiels et permettraient de proposer des réponses adaptées en fonction :

- du comportement physico-chimique et toxicologique du produit concerné,

- des caractéristiques météo-océaniques.

e) Incorporation d'un chimiste dans le personnel du ROCC

Pour permettre la mise en oeuvre d'un tel programme, il sera sans doute nécessaire de profiter des mutations ou changements susceptibles d'intervenir dans la composition de l'Etat-Major du ROCC pour y inclure un expert chimiste de bon niveau.

ORIGINE DES INFORMATIONS*

Des données en provenance de l'OMI, de la Lloyd's, du PNUE, de l'Accord de BONN (BAWG), du programme COST-301, du MARIN, du DMI, du FSSH, des USCG, des SCG, du RIJKSWATERSTAAT, du RISC, de la Marine Nationale (CECMED), du CROSSMED, de l'IFREMER, de l'IFP, de la DPNM, de la MAVRAC, du Port Autonome de MARSEILLE, de la Société GAZOCEAN, du SHOM, de la CEPPOL, du CEDRE et de rapports canadiens, grecs, italiens et anglais ont été utilisées.

NOTA : Voir en dernière page la liste des abréviations.

ANNEXES

A N N E X E I

METHODES EXISTANTES POUR TRAITER LES ETUDES DE FIABILITE OU DE SECURITE
(IN / Bureau Veritas, 1985 : Etude de faisabilité d'une analyse de risques
de pollution des côtes françaises)

SCHEMA PROBABILISTE

La construction d'un schéma probabiliste adapté, intégrant l'ensemble des paramètres énumérés ci-dessus, s'appuie sur la démarche suivante :

- Analyse des processus de pollution :

Il s'agit d'établir l'ensemble des scénarios conduisant à une pollution. Cet examen couvre tous les produits dangereux retenus, les types de navires transporteurs et les divers conditionnements possibles.

- Lois de probabilités :

Sur l'analyse précédente s'appuie l'établissement de lois de probabilité de pollution nécessitant la quantification de l'influence des paramètres caractéristiques.

L'établissement de ces lois permet de définir la probabilité de pollution associée à un navire, un produit, un conditionnement et un environnement donnés.

- Exploitation :

Un tel niveau de précision dans la connaissance du risque autorise de multiples développements, en particulier la connaissance des probabilités de pollution :

- . par côte,
- . par produit,
- . par type de navire,
- . par quantité transportée.

ou toute combinaison de ces diverses variables.

La probabilité d'occurrence étant connue, l'estimation de la gravité de la pollution permet le calcul de paramètre de criticité :

$$C_i = P_i \times \lambda_i$$

avec :

C_i - criticité

λ_i - probabilité d'occurrence

P_i - paramètre caractérisant la gravité des conséquences.

L'accès au paramètre de criticité permet une véritable hiérarchisation du niveau de risques associé à chaque produit.

Les résultats de l'analyse probabiliste ont une implication directe dans la définition des moyens d'intervention :

- . optimisation de l'implantation géographique des dispositifs d'interventions,
- . optimisation des capacités d'intervention en relation avec les tonnages transportés,
- . optimisation des moyens d'intervention aux produits (matériels, protections, entraînement des équipes d'intervention...)
- . mise en place d'un catalogue de procédures d'intervention adaptées aux produits les plus critiques.

METHODES

Les méthodes disponibles pour traiter les études de fiabilité ou de sécurité sont de deux types :

- . les méthodes inductives
- . les arbres de défaillance.

3.2.1. Méthodes inductives

3.2.1.1. F.M.E.A. (Failure Mode and Effect Analysis) - Analyse des modes de défaillance et de leurs effets)

Ce type de méthode est utilisé en règle générale pour :

- analyser les conséquences des défaillances pouvant affecter un matériel ou un système,
- identifier les pannes ayant des conséquences importantes quant à différents critères tels que : la réussite des missions fixées aux systèmes, la disponibilité, les charges de travail de la maintenance, la sécurité...

Lorsque l'utilisation de la F.M.E.A. est uniquement axée sur le critère de sécurité, les objectifs recherchés sont de :

- . identifier les modes de panne et d'erreurs pouvant porter atteinte au bon fonctionnement et en déterminer la cause,
- . établir, parmi les pannes et erreurs, la liste de celles qui ont des conséquences graves sur la sécurité,
- . préciser, pour chaque mode de panne ou d'erreur, les procédures de détection et les actions correctrices à mettre en oeuvre,
- . s'assurer que la probabilité de chaque mode de panne ou d'erreur a été suffisamment réduite,
- . s'assurer que l'influence sur la sécurité de chaque mode de panne ou d'erreur a été suffisamment réduite.

Il est possible d'introduire, à ce niveau de l'analyse, un élément quantitatif appelé de paramètre de criticité pour l'appréciation du couple probabilité - gravité.

Le paramètre de criticité C_i étant le produit de la probabilité horaire d'apparition λ_i par un facteur P_i quantifiant la gravité des conséquences.

- . fournir aux Responsables des choix techniques, des éléments qualitatifs et quantitatifs relatifs à la sécurité

3.2.1.2. Analyse préliminaire des risques

La méthode a pour objet :

- d'identifier :
 - . les éléments dangereux,
 - . les situations dangereuses,
 - . les accidents potentiels,
- de déterminer la gravité des conséquences, de définir les règles de conception et les procédures permettant de maîtriser les situations dangereuses et d'éliminer les accidents potentiels.

Les analyses préliminaires des risques se présentent sous la forme de tableaux à colonnes qui se lisent de gauche à droite suivant le principe consistant à imaginer comment pour un sous-système donné dans une phase de fonctionnement donnée une situation dangereuse pourrait se transformer en accident et quelles en seraient les conséquences.

Les colonnes correspondent aux notions suivantes :

- 1) sous système ou fonction : identification de l'ensemble fonctionnel étudié,
- 2) phase : identification des modes d'utilisation pendant lesquels certains éléments de l'ensemble peuvent générer un risque
- 3) éléments dangereux : identification des éléments auxquels on peut associer un danger intrinsèque
- 4) évènement causant une situation dangereuse : identification des conditions, évènements indésirables, pannes ou erreurs qui peuvent transformer un élément dangereux en situation dangereuse
- 5) situations dangereuses: identification des situations dangereuses résultant de l'interaction de l'élément dangereux et de l'ensemble du système à la suite d'un évènement décrit en 4)
- 6) évènement causant un accident potentiel : identification des conditions, évènements indésirables, pannes ou erreurs qui peuvent transformer une situation dangereuse en accident,
- 7) accident potentiel : identification des possibilités d'accidents résultant des situations dangereuses à la suite d'un évènement décrit en 6)
- 8) conséquences : identification des conséquences attachées aux accidents potentiels,
- 9) classification par gravité : mesure qualitative de la gravité des conséquences
Par exemple, suivant la norme MIL.STD 882 : mineur, significatif, critique, catastrophique
- 10) mesures préventives : recensement des mesures proposées pour éliminer ou maîtriser les risques identifiés,
- 11) application des mesures préventives : recueil d'informations touchant :
 - . l'efficacité des mesures préventives,
 - . leur introduction dans les procédures d'utilisation ou dans le système.

3.2.2. Arbre de défaillance

3.2.2.1. Description de la méthode

La méthode dite de l'arbre de défaillance est une méthode déductive qui partant d'un évènement indésirable bien défini reconstitue graphiquement les combinaisons d'évènements pouvant conduire à la réalisation du-dit évènement indésirable.

L'arbre de défaillance est formé de niveaux successifs tels que chaque évènement soit généré à partir des évènements du niveau inférieur par l'intermédiaire d'opérateurs logiques. Le processus déductif est poursuivi jusqu'à ce que l'on aboutisse à des évènements élémentaires caractérisés par les critères suivants :

- ils sont indépendants entre eux,
- leurs probabilités peuvent être estimées,
- les spécialistes n'éprouvent pas le besoin de les décomposer en combinaisons d'évènements plus simples.

Ces évènements élémentaires peuvent être de quelque nature que ce soit : pannes, erreurs humaines, conditions atmosphériques, séismes, ...

Une analyse par arbre de défaillance peut se décomposer en 6 étapes :

- 1) Définition de l'évènement indésirable,
- 2) Examen du système,
- 3) Construction de l'arbre de défaillance
- 4) Recueil des données quantitatives
- 5) Evaluation de la probabilité
- 6) Analyse des résultats.

- Définition de l'évènement indésirable

A priori cette étape pourrait être considérée comme très simple.

En fait, il convient de bien analyser le système avant de faire un choix. Un évènement indésirable trop général conduirait à un arbre de défaillance tellement compliqué qu'il deviendrait impossible de le traiter ;

- Examen du système

Une excellente connaissance de l'ensemble du système et des procédures d'utilisation est indispensable. Ces impératifs imposent de confier l'analyse à des équipes pluridisciplinaires dans lesquelles chaque participant aura une connaissance très approfondie des éléments le concernant ;

- Construction de l'arbre de défaillance

L'arbre de défaillance est constitué de niveaux successifs reliés entre eux par l'intermédiaire de portes logiques (principalement les portes ET, OU, SI) qui, pour une bonne compréhension, répondent à un formalisme précis ;

- Recueil des données quantitatives

Il s'agit de se constituer un catalogue dans lequel les variables aléatoires caractéristiques de la probabilité d'apparition des évènements élémentaires seront définies.

Suivant que l'arbre dépend ou non du temps, cela reviendra à estimer une densité de probabilité ou à connaître les fonctions dépendant du temps qui caractérisent les probabilités des variables aléatoires. ;

- Evaluation de la probabilité

Cette étape consiste à déterminer de manière globale la probabilité de l'évènement indésirable mais aussi à définir les chemins les plus critiques et à calculer la probabilité de chacun d'entre eux.

Lorsque l'arbre ne dépend pas du temps, la probabilité finale se calcule par les règles de l'algèbre de Boole. Lorsque l'arbre dépend du temps, des méthodes de simulation permettent de ne calculer que les probabilités des chemins les plus critiques.

Dans de tels cas, lorsque le nombre de tirages nécessaire à la détermination des chemins critiques devient prohibitif l'on a recours à des méthodes de réduction de variance qui permettent de réduire considérablement les coûts ordinateurs tout en conservant à la méthode une précision acceptable ;

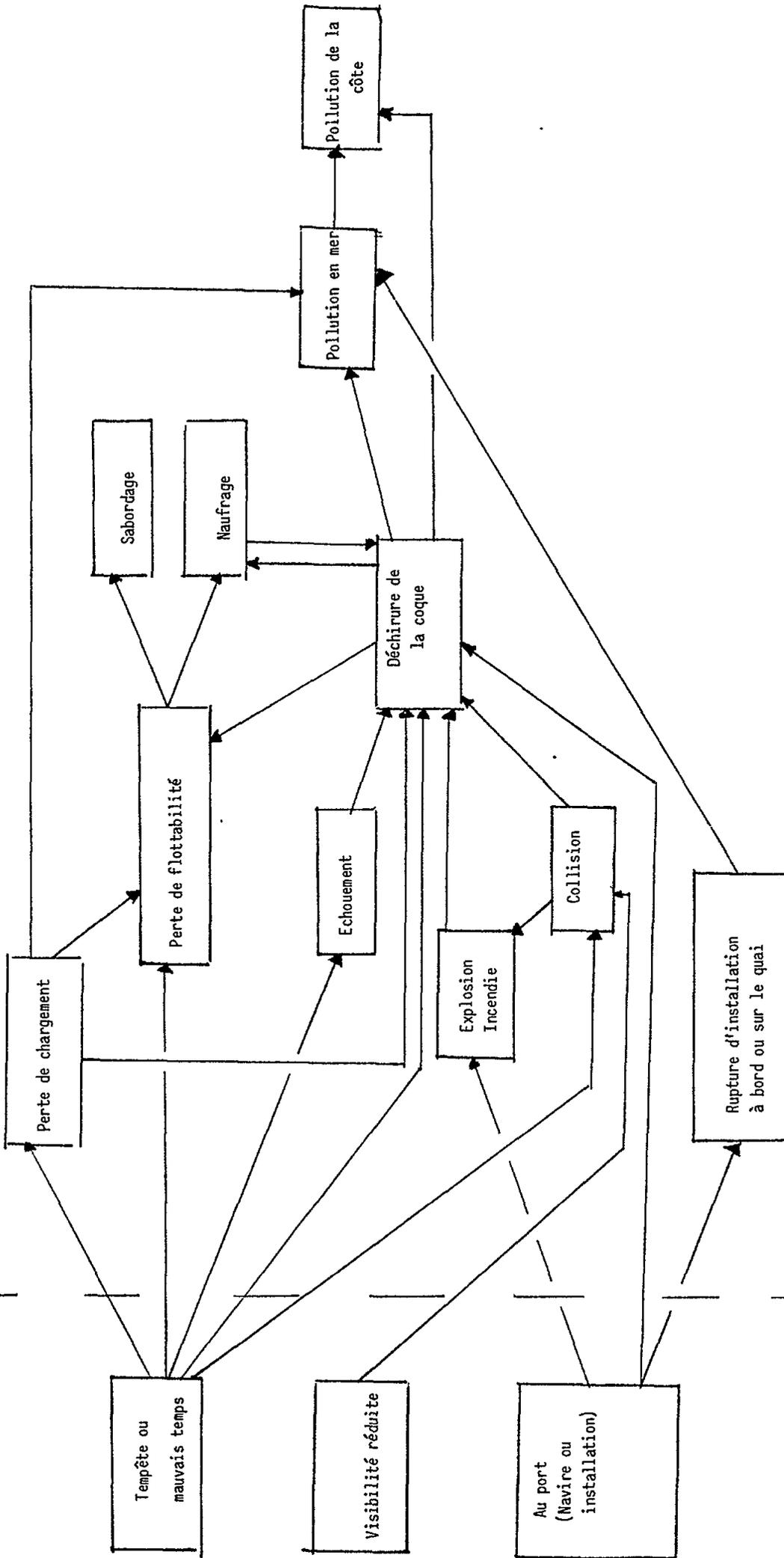
- Analyse des résultats

L'analyse par arbre de défaillance permet de :

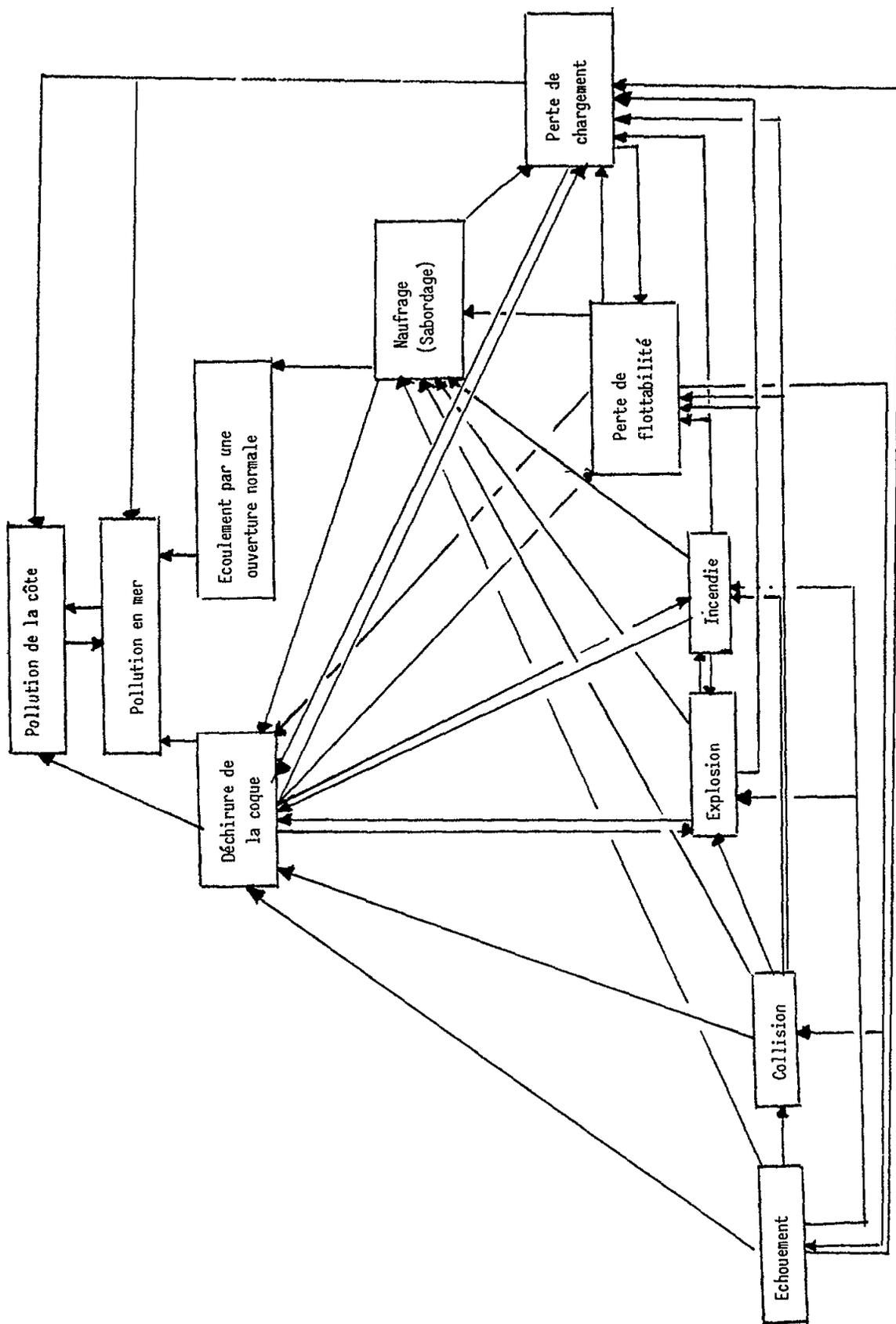
- calculer la probabilité d'apparition de l'évènement indésirable,
- déterminer les chemins critiques,
- éliminer les fausses redondances pouvant donner une sensation de sécurité illusoire,
- mettre en évidence l'influence d'un évènement donné qui, par exemple, interviendrait dans plusieurs chemins critiques.

A N N E X E I I

GRAPHES DE SYNTHÈSE DES SCÉNARIOS D'ACCIDENT ET
D'ANALYSE PRÉLIMINAIRE DE RISQUES, OBTENUS À PARTIR
DES DONNÉES D'ACCIDENT LE LONG DES CÔTES FRANÇAISES
(Rapport CEDRE, 1982).



GRAPHE DE SYNTHESE DES SCENARIOS D'ACCIDENT



GRAPHE D'ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES

R.

A N N E X E I I I

LISTE DES EVENEMENTS DE BASE

(les événements ont été classés par grandes catégories ; celles-ci ont des frontières très floues du fait, en particulier de la non-décomposition en événements élémentaires).

Cette liste a été élaborée pour évaluer les risques de déversement pétrolier en mer, mais peut être étendue aux produits chimiques flottants.

ELEMENTS NATURELS (1 à 53)

- 1 Visibilité réduite (brouillard,.....)
- 2 Mauvaise visibilité au coucher ou au lever du jour
- 3 Vent (responsable d'une forte mer)
- 4 Vent vers la côte (entraînant un navire)
- 5 Vent vers la côte (entraînant une nappe d'hydrocarbure, au point 1)
- 6 Vent dirigé vers la mer (entraînant une nappe d'hydrocarbure à partir d'un point différent de 1)
- 7 Vent insuffisant pour permettre une évaporation totale
- 8 Vent suffisant pour permettre un début d'évaporation
- 9 Soleil insuffisant pour permettre une évaporation totale
- 10 Soleil suffisant pour permettre un début d'évaporation
- 11 Météo empêchant d'effectuer un allègement (état de la mer pour le navire, Météo... pour l'hélicoptère)
- 12 La météo a empêché d'alléger dès le début (mais a évolué favorablement après)
- 13 La météo s'est dégradée au point de nécessiter l'interruption de l'allègement
- 14 Météo empêchant une intervention de remorqueur
- 15 La météo a empêché de déclencher l'opération de remorquage dès le début (mais a évolué favorablement)
- 16 La météo s'est dégradée faisant échouer le remorquage
- 17 La météo empêche l'opération de colmatage ou de pompage
- 18 Courants (responsables d'une forte mer)
- 19 Courants vers la côte (entraînant un navire)
- 20 Courants vers la côte (entraînant une nappe d'hydrocarbure du point 1)
- 21 Courants dirigés vers la mer (entraînant une nappe d'hydrocarbure à partir d'un point différent de 1)
- 22 Les courants au fond sont trop importants pour effectuer un pompage sur l'épave
- 23 Les courants sont trop importants pour effectuer un colmatage (celui-ci ayant lieu au fond ou à la surface)

- 24 Courants dont la composante perpendiculaire au barrage est supérieure à 1 noeud
- 25 Courants de surface insuffisants pour permettre l'étalement de la nappe
- 26 La cargaison est projetée sur le navire (du fait de l'état de la mer)
- 27 Mer agitée : creux supérieure à 1.5 m (empêchant la pose de barrage ou la récupération d'hydrocarbures)
- 28 Mer agitée empêchant tout traitement (force 5 et plus)
- 29 Brassage du produit effectué rapidement (présence de houle)
- 30 Houle(favorisant la dérive du navire vers la côte)
- 31 Absence de marée à l'endroit de l'échouement
- 32 Présence de marée à l'endroit de l'échouement
- 33 Mer haute lors de l'échouement
- 34 Zone où la marée est importante (le navire, même bien posé, se déchirera du seul fait de la pression due à sa cargaison non compensée par celle de l'eau)
- 35 Côtes de rochers
- 36 Plage de sable
- 37 Plage de galets
- 38 Les remorqueurs ne peuvent pas accéder au lieu d'intervention (topographie...)
- 39 Présence d'obstacles résistants autour du lieu d'échouement (ils vont entraver les manoeuvres de dégagements)
- 40 Présence d'obstacles autour du navire (le bloquent et l'empêchent de se dégager)
- 41 Présence d'obstacles tels que le navire échoué est bloqué et déchiré (le remorquage est impossible)
- 42 Obstacle en mer (banc de sable, récif,....)
- 43 Obstacle souple (vase,....)
- 44 Fonds marins meubles
- 45 Configurations des fonds défavorables (le navire se retrouve en porte-à-faux)
- 46 Site de déversement inaccessible pour un alléreur (pas assez de place)

- 47 L'épave est inaccessible pour un pompage (profondeur)
- 48 Topographie (responsable d'une forte mer : profondeur des fonds, forme)
- 49 Tranche d'eau importante (sur le lieu de l'échouement)
- 50 Zone ne pouvant pas être protégée par des barrages (trop étendue,.....)
- 51 Zone sensible (emploi d'agent coulant proscrit)
- 52 Zone sensible (emploi de dispersant proscrit)
- 53 Pas d'agent coulant naturel en quantité suffisante (plancton,....)

MATERIEL (54 à 84)

- 54 Rupture du matériel de chargement ou déchargement (tuyaux, vannes.... entre le navire et l'installation de réception.)
- 55 Rupture d'un collecteur de circuit d'hydrocarbure près d'une source de chaleur
- 56 Le navire embarque de l'eau par un collecteur défaillant (rupture d'un collecteur de prise d'eau)
- 57 Le navire embarque de l'eau par un panneau de cale (cas des Vraquiers)
- 58 Gite ou assiette trop importante dans la tempête (due à une perte de chargement....)
- 59 Perte de chargement due à une rupture d'un des matériels d'arrimage (cable...)
- 60 Echauffement excessif d'un moteur (pompe par exemple) lors des opérations de chargement ou déchargement
- 61 Echauffement excessif d'un moteur en mer (moteurs différents de ceux utilisés lors des opérations de chargement)
- 62 Frottement anormal produisant un échauffement (au niveau d'arbre de transmission, paliers....)
- 63 Feu dans les circuits électriques
- 64 Chute d'une pièce métallique contre les parois de la citerne (outil, boulon) au port
- 65 Chute d'une pièce métallique contre les parois de la citerne (outil, boulon) en mer
- 66 Avarie de barre
- 67 Avarie de propulsion

- 68 Perte de manoeuvrabilité à proximité d'un navire (avarie propulsion barre)
- 69 Vétusté du navire (d'où coque fragile)
- 70 Corrosion externe anormale (d'où coque fragile)
- 71 Présence de rouille sur les parois de la citerne
- 72 Radar en panne
- 73 Moyen de contrôle du chargement (sonde....) défaillant
- 74 Non fonctionnement du matériel de mouillage
- 75 Non fonctionnement du matériel de détection d'hydrocarbure (IR....)
- 76 Non fonctionnement du matériel de transmission radio
- 77 Le matériel d'allègement s'est avéré inadéquate
- 78 Le matériel de remorquage s'est avéré inadéquate
- 79 Panne du matériel embarqué pour l'allègement (pompe...)
- 80 Panne du matériel de remorquage
- 81 Avarie du remorqueur
- 82 Avarie du navire allègueur
- 83 Pas de protection de la citerne (absence de compartiment vide)
- 84 Pas de radar

CARGAISON (85 à 105)

- 85 Présence de vapeurs de carburants dans la citerne (absence d'oxygène du fait d'un système d'inertage)
- 86 Présence de vapeurs inflammables dans la citerne (carburant + oxygène)
- 87 Présence de vapeurs inflammables au-dessus du navire en mer (due à différentes opérations : entretien, dégazage....)
- 88 Une quantité importante d'hydrocarbure était présente
- 89 Quantité trop importante de produit déversé pour permettre une évaporation totale des fractions évaporables
- 90 Le pétrole contient du soufre
- 91 Produit peu sensible aux agents coullants (produits lourds)
- 92 Le produit contient une quantité de produits tensioactifs insuffisante
- 93 Le produit contient une quantité importante d'asphaltènes et de résines

- 94 Le produit ne se prête pas à un allègement ou à un pompage (il est trop visqueux)
- 95 Le produit est trop visqueux pour être récolté par pompage en mer
- 96 Le produit est trop visqueux pour être dispersé
- 97 Le produit n'est pas assez visqueux pour être récolté par chalutage
- 98 Le produit n'est pas constitué seulement de fractions légères
- 99 Le produit n'est composé que de fractions légères
- 100 Présence de fractions non évaporables ou non solubles de densité inférieure à 1
- 101 Toutes les fractions de densité inférieure à 1 sont évaporables ou solubles
- 102 Densité initiale du produit inférieure à 1
- 103 La cargaison flotte au moins momentanément (cargaison autre qu'hydrocarbures)
- 104 La cargaison flotte (cargaison autre qu'hydrocarbures)
- 105 Auto-inflammation de la cargaison (fermentation de coton, ballast....)

LES OPERATIONS OU SITUATIONS DE NAVIGATION NORMALES (106 à 117)

- 106 Introduction d'oxygène (lors d'une intervention dans une citerne,....)
- 107 Citerne sous gaz inerte
- 108 Projection d'eau (lors du lavage des citernes) créant de l'électricité statique
- 109 Projection de crude (lors du lavage des citernes) créant de l'électricité statique
- 110 Projection de pétrole (lors du remplissage des citernes) créant de l'électricité statique
- 111 Opération de déchargement
- 112 Ballastage (rejette les vapeurs inflammables au-dessus du navire)
- 113 Travail avec une source de chaleur (chalumeau,...) lors d'opérations d'entretien de routine
- 114 Les navires sont contrebordiers (font la même route en sens inverse)

- 115 Les routes des navires se croisent (mais ont des directions différentes)
- 116 Un des navires rattrape l'autre
- 117 L'atterrissage (l'approche de la terre)

ELEMENTS HUMAINS (118 à 182)

- 118 Déversement accidentel au port dû à une erreur humaine lors des opérations de chargement ou déchargement (erreur d'ouverture d'une vanne)
- 119 Perte de chargement due à un mauvais arrimage (cas d'un porte conteneurs)
- 120 Perte de chargement par largage volontaire (pour rééquilibrer le navire...)
- 121 Mauvaises répartitions de chargement répétées causant une fragilité de la coque
- 122 Erreur humaine entraînant une mauvaise répartition du chargement
- 123 Erreur de manoeuvre à proximité d'un navire
- 124 Rien n'est fait pour éviter la collision car il y a une mauvaise interprétation de la route ou de la vitesse du navire
- 125 La manoeuvre est trop tardive car il y a eu hésitation de la part d'un commandant
- 126 Mauvaise interprétation de la manoeuvre de l'autre navire d'où manoeuvres contradictoires
- 127 Manoeuvre de correction inefficace pour contrer la dérive
- 128 Absence de manoeuvre de correction pour contrer la dérive
- 129 Manoeuvre d'évitement d'un navire gênant (amène à s'approcher dangereusement des côtes)
- 130 Une manoeuvre a permis de partiellement ralentir la dérive
- 131 Chocs répétés d'accostage (erreur de manoeuvre) fragilisant la coque
- 132 Echouage (action volontaire d'échouer un navire)
- 133 Erreur de navigation fatale (se diriger directement vers la côte....)
- 134 Pas de manoeuvre correctrice (pour contrer une manoeuvre initiale dangereuse)
- 135 Non respect de la réglementation (séparation du trafic....)
- 136 Non respect de la réglementation de circulation près des côtes par méconnaissance (grand nombre de règlements parfois différents d'un pays à l'autre)

- 137 Non respect de la réglementation de circulation près des côtes du fait de la difficulté d'application (règlement pas très réaliste)
- 138 Non respect de la réglementation de circulation près des côtes par non respect délibéré (souvent cause économique)
- 139 Erreur de navigation par négligence (ne prend pas ses repères,....)
- 140 Erreur de navigation par mauvaise interprétation due à une modification des moyens de repérage (ces repères ont été détruits, déplacés....)
- 141 Erreur de navigation par mauvaise interprétation due à l'utilisation des cartes périmées
- 142 Erreur de navigation par mauvaise utilisation des données (se tromper de signification....)
- 143 Erreur de navigation par mauvaise condition physique (maladie, alcool....)
- 144 Hésitation à communiquer l'information (de la part du commandant responsable.....)
- 145 Mauvaise connaissance des procédures d'alertes (d'où cheminement trop long avant d'informer les autorités compétentes)
- 146 Le remorquage n'est pas demandé par le navire
- 147 le remorquage n'est pas demandé par le Préfet Maritime
- 148 Pas de veille sur un des navires
- 149 Radar non utilisé (pas de surveillance par radar)
- 150 Apport d'électricité statique venant de l'extérieur de la citerne (fil de nylon, vêtements,....)
- 151 Apport de chaleur divers : cigarette, outillage (aussi bien sur le navire que sur le quai)
- 152 Erreur humaine d'appréciation ou d'interprétation lors de la détection d'une nappe
- 153 Mauvaise évaluation de la dérive des nappes (les modèles ne prennent pas en compte un paramètre important localement...)
- 154 Mauvaise coordination dans l'emploi de plusieurs méthodes (par exemple emploi de dispersant puis tentative de récupérer le produit en mer)
- 155 Mise en oeuvre trop lente des moyens de lutte contre la pollution en mer
- 156 Mauvaise coordination des moyens d'allègement
- 157 Personnel inexpérimenté pour pratiquer un allègement
- 158 Pas d'équipe d'intervention disponible (pour être déposée sur le navire lors du remorquage)
- 159 Déclenchement de l'alerte trop long

- 160 Mauvaise coordination lors du remorquage (entre remorqueur, navire et terre)
- 161 Personnel inexpérimenté pour réaliser un remorquage
- 162 Mauvaise coordination lors de la pose du barrage
- 163 Méthode d'emploi d'agents coulants inadéquate
- 164 Mauvaise utilisation des dispersants (équipage non expérimenté, mauvais choix de produit....)
- 165 Mauvaise coordination des moyens mis en oeuvre pour la récupération par pompage
- 166 Mauvaise coordination des moyens mis en oeuvre pour la récupération par chalutage
- 167 Mauvaise coordination des moyens mis en oeuvre pour l'épandage des dispersants (guidage par avion...)
- 168 Fragilité de la coque due à la construction (conception, réalisation....)
- 169 Mauvaise procédure de lavage des citernes (fragilisation de la coque par corrosion interne)
- 170 L'opération a tardé à être déclenchée à cause d'une mauvaise coordination (recherche de matériel)
- 171 L'opération a tardé à être déclenchée à cause d'un manque d'information (sur la qualité du produit, sur le lieu de déversement)
- 172 Sous évaluation du danger de la part du capitaine (lorsque le navire est en avarie)
- 173 Pas de demande d'assistance (le capitaine ne la juge pas utile)
- 174 Refus de la proposition d'assistance, son coût étant jugé trop élevé
- 175 L'opération de pompage est jugée trop coûteuse (par rapport à une autre méthode, y compris celle de ramasser le pétrole sur la côte)
- 176 L'allègement est jugé trop coûteux (par rapport à une autre méthode, y compris celle de ramasser le pétrole sur la côte)
- 177 L'opération de colmatage est jugée trop coûteuse (par rapport à une autre méthode, y compris celle de ramasser le pétrole sur la côte)
- 178 Plus personne à bord pour effectuer le mouillage (le navire est abandonné)
- 179 Pétardage des citernes intactes (décision prise pour traiter toute la pollution en une seule fois)
- 180 Sabordage du navire
- 181 Acte de piraterie, sabotage, guerre...
- 182 Recherche d'eau calme lors d'une tempête

EVENEMENTS NON DECOMPOSES (183 à 253)

- 183 Demande d'assistance non captée
- 184 Pas de moyen ayant fonctionné pour repérer le navire en perdition (un autre navire sur zone, moyen de surveillance du rail....)
- 185 Pas de surveillance sur zone pour détecter la nappe (navire, avion...)
- 186 Pas de remorqueur disponible à proximité (ceux qui existent sont trop éloignés)
- 187 Pas de remorqueur disponible car ceux qui existent effectuent d'autres interventions
- 188 Le remorqueur met trop de temps à arriver sur les lieux (avarie en cours de trajet...)
- 189 Pas d'allègueur disponible (il n'y a pas de navire disponible apte à être transformé en allègueur)
- 190 L'allègueur n'est pas disponible assez rapidement (délais pour trouver le navire ou pour l'équiper)
- 191 Pas de moyen pour déposer le matériel sur le navire accidenté (hélicoptère venant déposer le groupe de pompage...)
- 192 Les moyens pour déposer le matériel sur le navire accidenté n'ont pas été disponibles assez rapidement
- 193 L'opération de pompage nécessite une technologie longue à mettre en oeuvre
- 194 L'opération de colmatage nécessite une technologie longue à mettre en oeuvre
- 195 Equipe pour le pompage sur l'épave non disponible
- 196 Equipe pour le colmatage non disponible
- 197 Matériel de pompage sur épave non disponible
- 198 Matériel de colmatage non disponible
- 199 Pas de barrage disponible
- 200 Moyen de mise en place des barrages non disponibles
- 201 Agent coulant non disponible
- 202 Moyen d'épandage des agents coulants ou absorbants flottants non disponible
- 203 Pas de produit absorbant flottant disponible

- 204 Navires pour la récupération par pompage non disponibles
- 205 Navires pour la récupération par chalutage non disponibles
- 206 Matériel de récupération par pompage non disponible
- 207 Matériel de stockage pour la méthode de pompage non disponible
- 208 Matériel de chalutage non disponible
- 209 Matériel de stockage pour la méthode de chalutage non disponible
- 210 Dispersant non disponible
- 211 Matériel d'épandage de dispersant non disponible
- 212 Navires pour l'épandage de dispersant non disponibles
- 213 Rupture d'une installation côtière non portuaire
- 214 Rupture d'une installation dans les terres près d'un cours d'eau
(cf fiche 39)
- 215 Rupture d'une installation portuaire par collision d'un navire (sea line
....)
- 216 Rupture d'un stockage dans un port
- 217 Rupture d'un pipe dans un port (autre cause qu'une collision de navire)
- 218 Déchirure de la coque sur le fond ou sur un obstacle immergé (présence
d'un obstacle surélevé, hauteur d'eau (marée) non prise en compte)
- 219 Déchirure de la coque due à une collision avec une installation
- 220 Déchirure de la coque due à une collision avec un autre navire
- 221 Le déversement à partir d'une installation côtière, n'a pas pu être
stoppé rapidement
- 222 Déversement provenant d'une plate-forme
- 223 Le déversement à partir d'une plate-forme pétrolière n'a pas pu être
stoppé rapidement
- 224 Le déversement a été très rapide
- 225 Le pétrole arrive trop rapidement à la côte pour permettre une évaporation
totale (courant, localisation du déversement....)
- 226 Ecoulement du produit du fait d'une défaillance à bord du navire échoué
- 227 Relargage de la cargaison solide à partir d'une épave au fond
- 228 Collision avec un navire non contrôlé (type KAVO KAMBANOS cf fiche n°7)
- 229 Collision avec une mine

- 230 Collision avec une plate-forme
- 231 Collision avec un bateau feu, bouée ou autre objet immobile....
- 232 Le navire a été repris et emmené en mer (par la mer ou par les^e hommes)
- 233 Le navire n'a pas coulé avant
- 234 Le navire ne s'est pas échoué définitivement avant
- 235 Navire ayant rompu ses amarres (cas du JUAN A LAVELLAJA cf fiche n°8)
- 236 L'échouement se fait avec une vitesse d'arrivée réduite
- 237 La partie A n'a pas supporté le choc lors de l'échouement
- 238 Déchirure provoquée par un échouement en mer
- 239 Choc violent au fond lors du naufrage
- 240 Choc violent au fond après le naufrage (collision d'un autre navire sur l'épave)
- 241 Citerne de soutes touchée
- 242 Présence d'un compartiment vide (citerne de ballast, peak avant, chambre des pompes....) entre la coque et la citerne de cargaison qu'il protège
- 243 Parois citerne compartiment touchée
- 244 Citerne concernée pleine (soit protégée par un compartiment vide, soit directement contre la coque)
- 245 Pas de réparation de l'avarie (avarie trop grave, équipage non compétent pour cette tâche, équipe d'intervention non disponible....)
- 246 Intervention de remorqueurs
- 247 Taille et état de chargement important (c'est un seuil variable au delà duquel, compte tenu de la vitesse de dérive, le matériel de mouillage ne peut pas résister à la force d'inertie)
- 248 Importance du chargement (suivant l'état du chargement, le navire ne réagira pas de la même façon aux influences des autres facteurs)
- 249 Taille du navire (suivant l'état du chargement, le navire ne réagira pas de la même façon aux influences des autres facteurs)
- 250 Feu dans les emménagements
- 251 Perte de flottabilité
- 252 Brèche trop grande pour permettre un colmatage

253 Feu dans les installations sur le quai ou sur le navire

COMPLEMENTS

254 Foudre

255 Tempête

256 Absence de dissolution ou de mise en émulsion quantitative

ANNEX IV

RELATION BETWEEN THE CONDITIONS OF
THE MARITIME TRANSPORT OF DANGEROUS
GOODS AND THE PROTECTION OF THE
MARINE ENVIRONMENT

- FINAL REPORT -
September 1985

Contract No.: 84-B-6621-11-003-11-N

FORSCHUNGSSTELLE FÜR DIE SEESCHIFFFAHRT ZU HAMBURG E.V.
HAMBURG MARITIME RESEARCH



2000 HAMBURG 50
ELBCHAUSSEE 43

The term "harmful substances" is defined in numerous international conventions. All definitions list the objects to be protected from an environment pollution. Subsequently, "harmful Substance" means any substance which, if led into the sea, is liable

- to create hazards to human health,
- to harm living resources and marine life,
- to damage amenities or
- to interfere with other legitimate uses of the sea

(MARPOL Art. II , Interventions Protocol Art. I , London Convention Art. I, Oslo Convention Art. I)

Helsinki (Art II) extends the objects to be protected to the impairment of the quality for use of sea water and emphasizes that the legitimate use of the sea includes fishing (see also Art. 1 Law of the Sea Convention, 1982).

The Intervention Convention confines the right of intervention to those cases that make it necessary to prevent, mitigate or eliminate grave and imminent danger to the coastline or related interests from pollution following upon a maritime casualty which may reasonably be expected to result in major harmful consequences (Art. I). "Related interests" also mean the interests of a coastal state directly affected or threatened by a maritime casualty, such as

- maritime, coastal, port or estuarian activities, including fishery activities constituting an essential means of livelihood for the persons concerned;
- tourist attractions of the area concerned;
- the health of the coastal population and the well-being of the area concerned, including the conservation of living marine resources and wild life.

CHEMICALS CARRIED IN BULK

According to MARPOL Annex II Reg. 1 "noxious liquid substances" means any substance designated in Appendix II (List of Noxious Liquid Substances Carried in Bulk). Appendix III contains a "List of Other Liquid Substances Carried in Bulk". The substances listed there have been evaluated and found to lie outside the scope of MARPOL Annex II, because they are presently considered as presenting no harm to the marine environment as prescribed by MARPOL (Reg. 4 of Annex II).

Where it is proposed to carry liquid substances in bulk which are enumerated in none of the substance lists, the government of a contracting state involved in the proposed operation shall establish and agree on a provisional assessment of the proposed operation. This proposional assessment shall be based on guidelines for use in the categorization of noxious liquid substances which are given in Appendix I of Annex II (Reg. 3 of Annex II).

Annex II divides the noxious liquid substances into 4 categories depending on their hazard to marine resources, human health, amenities and other legitimate uses of the sea (Reg. 3 of Annex II):

- Category A Substances which justify the application of stringent anti-pollution measures;
- Category B Substances which justify the application of special anti-pollution measures;
- Category C Substances which require special operational conditions;
- Category D Substances which require some attention to operational conditions.

The Guidelines for the Categorization of Noxious Liquid Substances contain a general description of the substances' danger potential (Appendix I of Annex II).

The categorization of substances has been performed by a working group of GESAMP

In order to be able to evaluate the dangers to the marine environment arising when a substance is led into the sea, the GESAMP working group developed a Hazard Evaluation Procedure. According to this procedure the hazard profile of a substance is investigated by means of 5 valuation criteria. These 5 criteria are labelled with the first 5 capital letters of the alphabet and they mean, in abridged form :

- A Bioaccumulation and tainting;
- B Damage to living resources;
- C Hazard to human health, oral intake;
- D Hazard to human health, skin contact and inhalation;
- E Reduction of amenities.

The particular hazards are subdivided into up to 7 danger grades. One danger grade each per criterium is assigned to every substance . This results in a Hazard Profile of the substance.

The transfer of the categorization according to the Hazard Profile Procedure onto MARPOL categories A, B, C and D is effected by means of the classification matrix in Tab. XXXI

Hazard Profile				MARPOL 73 Annex II Pollution Category
A	B	C	E	
*	-	-	-	Category A
E	4	-	-	
T	3	-	-	
Z	3	-	XXX	
T	-	-	-	Category B
Z	-	-	-	
-	3	-	-	
-	2	-	XXX*	
-	2	-	-	Category C
-	1	4	XX	
-	1	3	XX	
-	1	-	-	Category D
-	-	4	-	
-	-	3	X	
-	-	-	XXX	
-	-	-	XX	
-	D/BOD	-	-	

Table XXXI

* If the substance is non-volatile and insoluble (vapour pressure <1 mm Hg at 200°C and solubility <2g/100 ml at 200°C) otherwise it may be rated as Category C.

The MARPOL categories only render the dangerousness of substances in respect of a water pollution. The hazard to human health through skin contact and inhalation (GESAMP-criterion D) is therefore not being taken into consideration.

Substances which have been evaluated and found to fall within one of the Categories A, B, C or D are listed in Appendix II of Annex II of MARPOL (Appendix III of Annex IV of Helsinki respectively). The Appendix comprises some 180 substances. With the proposed amendment of Annex II

the number of substances listed will increase considerably to some 420 substances, 95 of which being included provisionally.

Other lists of dangerous liquid chemicals are given in the Chemical Tanker Codes

But, because the Codes and the Annex II of MARPOL have different objectives, the lists of substances are not identical. IMO has already agreed that the BCH-Code and the IBC-Code should be extended to cover pollution aspects and the IMO is currently reviewing them to ensure that they are aligned with Annex II when the latter enters into force

. This means that the safety requirements

for each product listed in Chapter VI of the BCH-Code and Chapter 17 of the IBC-Code have to be reviewed and if necessary reassessed taking into account the hazards the product poses to the marine environment.

LIQUIFIED GASES CARRIED IN BULK

The carriage of liquified gases in bulk is treated in the International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquified Gases in Bulk (IGC-Code) (Res. MSC. 5...), the Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquified Gases in Bulk (Gas Carrier Code) (Res. A. 328 (IX)) and the Code for Existing Ships Carrying Liquified Gases in Bulk (Res. A. 329 (IX)). The IGC-Code will become mandatory under SOLAS Chapter VII Part C from July 1, 1986

The Codes are applicable to liquified gases listed in the Codes (e.g. Chapter 19 of the IGC-Code). The list of the IGC-Code contains 30 substances. Only seven of these products are included in the revised list of noxious liquid substances of MARPOL Annex II, Appendix II and one substance has been found to fall outside the MARPOL Categories. The remaining IGC-Code-substances have not been assessed under MARPOL.

But on the other hand, the Intervention Protocol, 1973 listed 22 liquified gases carried in bulk as being liable to create marine pollution (section 3 of the Annex of the Protocol). These substances have been taken from the Gas Carrier Code.

SUBSTANCES CARRIED IN PACKAGED FORM

The transport of substances carried in packaged form is treated in the International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG-Code), a companion of more than 10.000 pages in five loose leaf volumes. The General Index enumerating the dangerous goods fills nearly 200 pages.

The legal status of the IMDG-Code is that of a recommendation, only, but some 37 countries have adopted the Code fully or partially as national law and another five states are considering adoption.

The Code has been designed to assist compliance with the general requirements of SOLAS, Chapter VII. Hence, the striking objective of the IMDG-Code is the safety of ships and persons on board and not the protection of the marine environment. Under MARPOL, Annex III the governments shall issue detailed requirements on the conditions for the transport of harmful substances in packaged forms for preventing or minimizing pollution of the marine environment (Reg. 1). With the objective to provide a uniform basis for these national regulations the MEPC laid down basic principles for good practice for packaged substances which are considered to present a serious hazard to the marine environment.

(MEPC/Circ. 78; September 19, 1979). These substances shall be called "marine pollutants". Two annexes are attached to the MEPC/Circ. 78. Annex 1 deals with principles concerning the inclusion of pollutants in the IMDG-Code. In section 1 the selection criteria for hazard profiles of substances are given. Annex 2 consists of a list of marine pollutants amounting to some 150 products.

The Sub-Committee on the Carriage of Dangerous Goods (CDG) on its 37th session in May 1985 discussed the matter and proposed

- to add a new section to the General Introduction on the IMDG-Code dealing with marine pollutants
- to include in class 9 of the IMDG-Code (miscellaneous dangerous substances) those harmful substances which do not fall into any other IMO hazard class;
- to modify the IMDG-Code schedules for those dangerous substances which are also harmful. This could include the addition of the words "marine pollutants" in the schedules and for those harmful substances which present a serious hazard to the environment, deletion of inappropriate packagings or the insertion of a requirement that additional protection such as a closed freight container is necessary.

RELATION BETWEEN THE CONDITIONS OF
THE MARITIME TRANSPORT OF DANGEROUS
GOODS AND THE PROTECTION OF THE
MARINE ENVIRONMENT

- FINAL REPORT -
September 1985

Contract No.: 84-B-6621-11-003-11-N

A N N E X E V

HISTORIQUE DES TRAVAUX SUR LE-TRAFIC MARITIME EN MEDITERRANEE :

Les programmes TRAMED 77 et COST 301

L'étude TRAMED 77, dirigée par le Commandement en Chef pour la Méditerranée (CECMED) de la Préfecture Maritime de la III^e région (PREMAR III), avait pour objet principal de déterminer les rails de navigation commerciale de l'ensemble du bassin de la Méditerranée ainsi que la densité du trafic dans ces rails. L'ensemble des informations a été recueilli entre 1977 et 1979 auprès des pays riverains de la Méditerranée, par le Groupe de Recherche Opérationnelle de TOULON (G.R.O.T.). Plus de 1 000 croquis ont ainsi pu être centralisés en provenance de différents pays.

Les informations recueillies ont surtout concerné les hydrocarbures et les gaz liquéfiés manutentionnés dans les ports méditerranéens et ventilés par pays de provenance ou de destination. Le concours de presque 300 ports répartis sur le pourtour de la Méditerranée était très fragmentaire, un grand nombre d'entre eux ne disposant pas des informations pour lesquelles ils avaient été sollicités. D'autre part, il n'a pas été possible de dénombrer les bateaux qui transitaient par la Méditerranée, c'est à dire qui effectuaient des liaisons Atlantique - Golfe Persique ou Mer Noire, ou vice-versa, sans toucher de port méditerranéen. Les efforts effectués pour centraliser les informations de l'étude "TRAMED 77", comme celles des études précédentes, appelées "TRACOM 69" et "TRACOM 74" ont permis de dégager les tendances principales de trafic en Méditerranée, qui ont largement été reprises dans le cadre du programme européen COST 301 (*) ("task force" 8.50, relative à la Méditerranée).

Le but du programme Méditerranéen est d'étudier la faisabilité d'un S.T.M. (Services du Trafic Maritime) Régional. Un centre opérationnel recevra ses informations d'organismes existants tels que les ports et les S.T.M. locaux (Tarifa pour Gibraltar, Pertusato pour les Bouches de Bonifacio, Messine, Suez, etc.). Après avoir intégré ces données dans un ordinateur, l'image réelle du trafic commercial devrait être connue. Le centre sera implanté à Gênes et sera connu sous le sigle M.E.C.C. (Mediterranean Coordinating Center).

Le M.E.C.C. aura à gérer un fichier informatisé correspondant à environ 4 000 navires journaliers, en Méditerranée. Ce centre sera complètement opérationnel lorsque ce nombre dépassera 9 000 messages par jour. Le centre sera alors capable d'interagir avec le trafic, à trois niveaux :

1. Informations et assistance à la navigation et aux activités marines concomitantes ;
2. Recours et première assistance en cas d'accident ;
3. Renforcement des règles et organisation du trafic selon la réglementation nationale ou internationale.

(*) Le sigle C.O.S.T. est utilisé par la Commission des Communautés Européennes pour désigner un programme d'études (Cooperation On Science and Technology), le nombre 301 correspondant au projet défini par la Division des Transports appelé "Les aides à terre à la navigation maritime". Ce programme intéresse l'ensemble des pays de la C.E.E.

Le code 8.50 désigne le groupe de travail chargé, plus spécialement, de mettre au point des expérimentations sur le trafic maritime commercial en Méditerranée.

La décision d'installer un S.T.M. en Méditerranée est due au caractère spécifique de cette mer ainsi qu'à l'importance de la navigation dans cette zone très fréquentée. Selon M. PRUNIERAS, Directeur du Service des Phares et Balises, le "caractère spécifique de la Méditerranée est renforcé par le fait que beaucoup de pays méditerranéens ne disposeront pas, à une échéance prévisible, de systèmes de surveillance du trafic par radar du genre de ceux qui équipent les côtes de la Mer du Nord".

Au service de la localisation, les six satellites du programme européen "NAVSAT", qui seront lancés en 1983, complèteront la localisation radar. Le problème le plus délicat sera vraisemblablement l'identification des navires, notamment de ceux qui refuseront de se signaler. Un procédé de traitement informatisé de toutes les données disponibles permettra d'identifier, par recoupement, les navires ("Le Marin" du 21.09.84).

En attendant cette panoplie de moyens et de compétences qui sera vraisemblablement opérationnelle vers les années 1995, la Méditerranée dispose actuellement de 12 STM régionaux dont 3 seulement importants : au Canal de Suez, à MARSEILLE-FOS et sur le versant atlantique du détroit de Gibraltar ; les autres STM sont d'un intérêt très local.

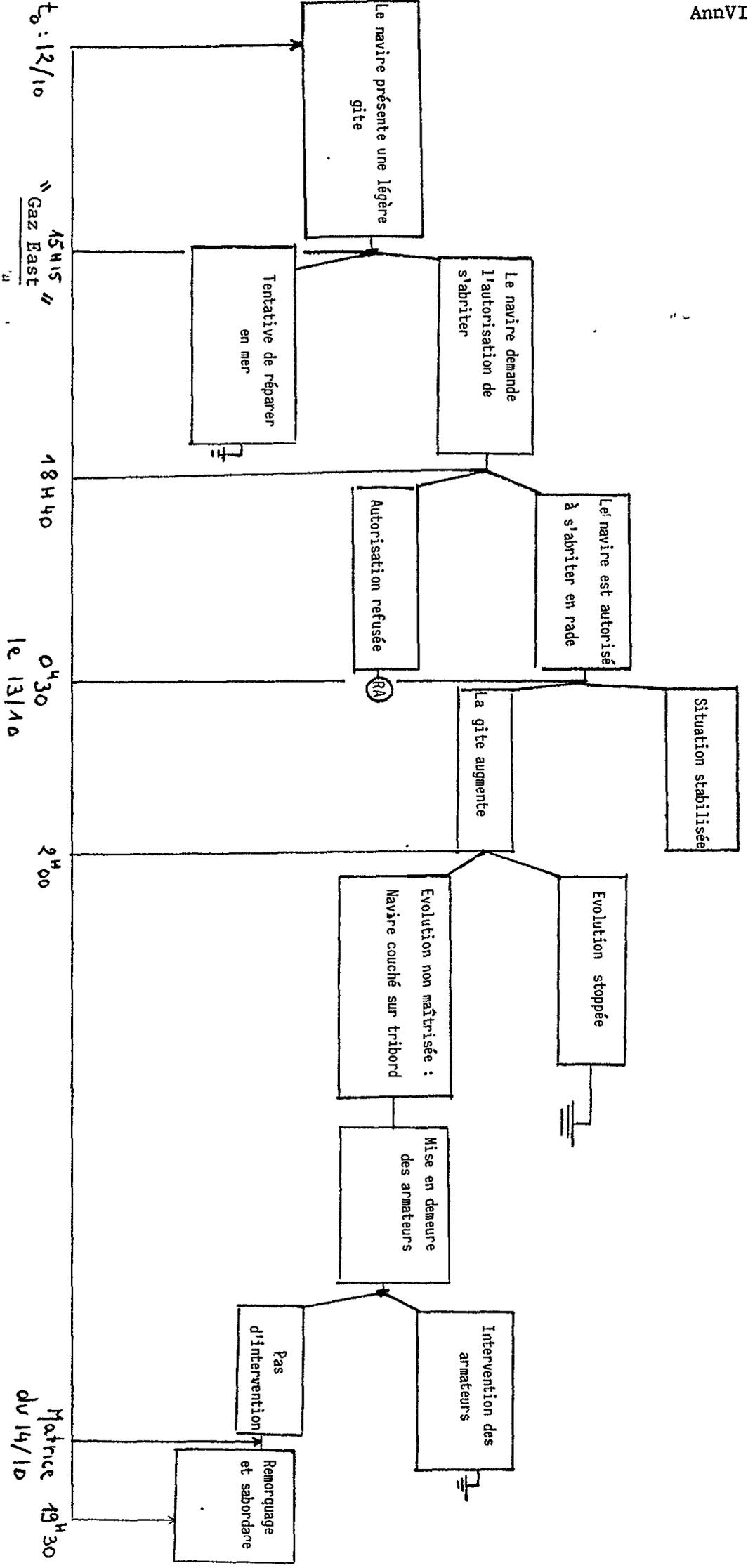
Cependant, avant d'atteindre cet objectif à moyen terme (environ 10 ans), les objectifs à court terme du COST 301 sont les suivants :

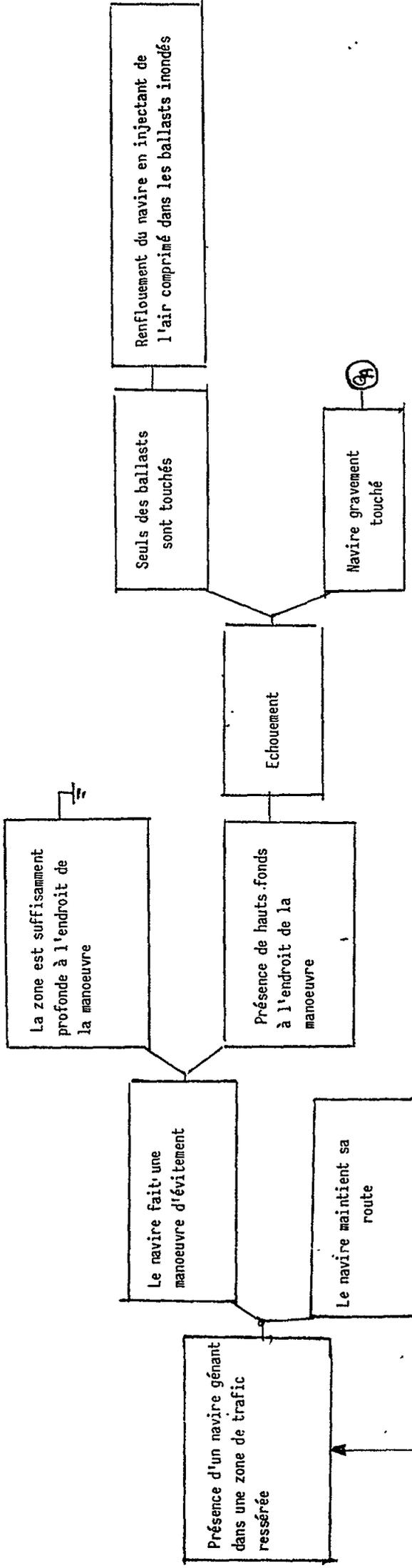
- détermination des secteurs les plus dangereux ainsi que la meilleure façon de réduire les risques dus au trafic maritime ;
- établissement de méthodes à mettre en oeuvre, pour les bateaux en difficulté ou pour ceux transportant des marchandises dangereuses, et assistance dans les eaux côtières, près des ports et dans les ports en vue d'assurer la sécurité de la navigation dans ces zones.

ANNEXE VI

CAS D'ACCIDENTS EN MEDITERRANEE ET ARBRES D'EVENEMENTS

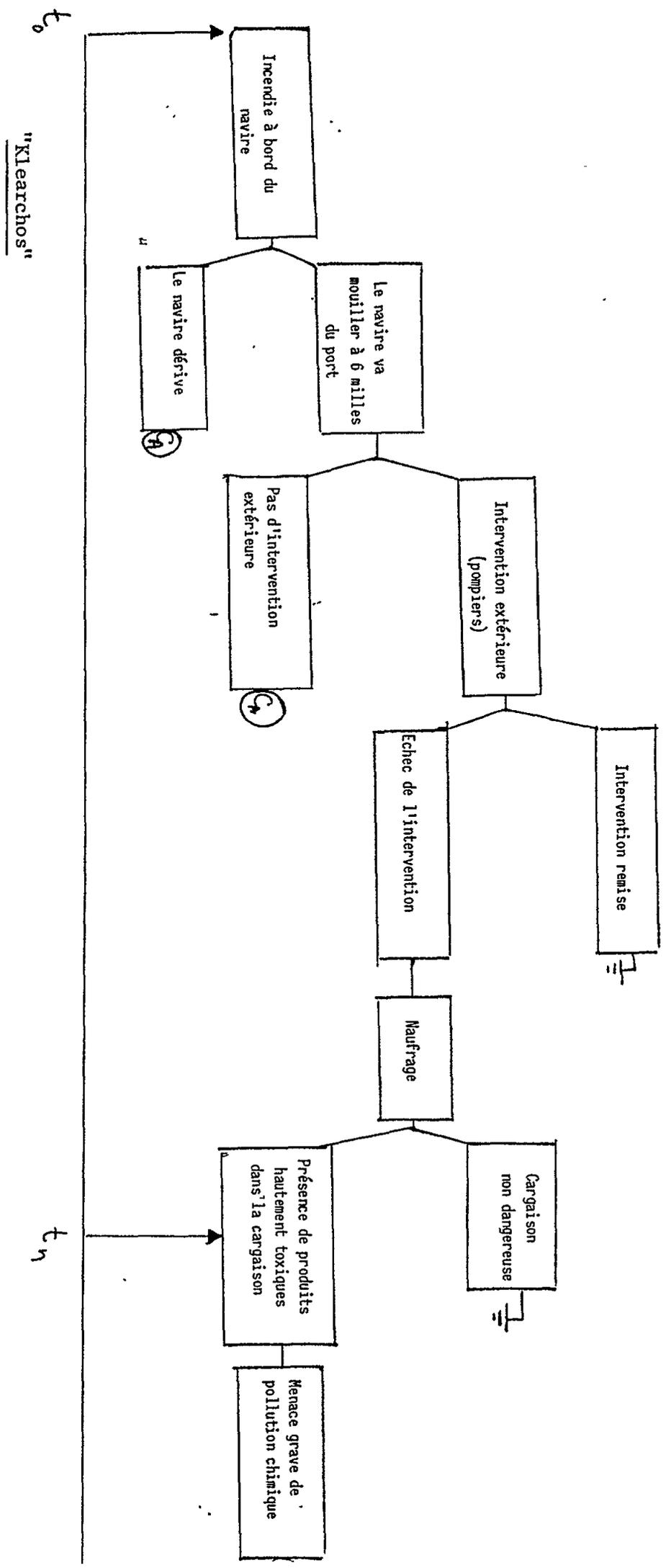
(source: rapport CEDRE, par J. ESCANDE, 1982)





20

" El Paso Paul Kayser "



ANNEXE VII

Définition des termes décrivant les caractéristiques des risques

ORGANISATION MARITIME
INTERNATIONALE



COMITE DE LA PROTECTION DU MILIEU
MARIN - 21ème session
Point 15 de l'ordre du jour

OMI

MEPC 21/15
24 janvier 1985
Original : ANGLAIS

Le mot "risque" indique la possibilité et la probabilité qu'une substance donnée porte atteinte au milieu ou à l'homme. On trouvera ci-dessous un bref exposé des diverses caractéristiques des risques.

- 1 Combustibilité : aptitude d'une matière à brûler dans des conditions normales. Pour que la combustion se produise, il faut de l'oxygène, un combustible et une source d'inflammation.
- 2 Inflammabilité : facilité avec laquelle une matière s'enflamme soit spontanément en présence d'une température élevée, soit en présence d'une étincelle ou d'une flamme découverte. L'inflammabilité d'une matière est généralement décrite en termes de limite inférieure et de limite supérieure d'inflammabilité. A la première et à la seconde correspondent respectivement la plus faible et la plus forte concentration de mélange combustible-air pouvant s'enflammer et entretenir la combustion. Les mélanges dont le dosage n'atteint pas la limite inférieure d'inflammabilité ou dépasse la limite supérieure sont ininflammables.
- 3 Explosivité : aptitude d'une substance, pure ou mélangée à d'autres, à réagir rapidement, à engendrer localement des températures élevées et à produire des volumes importants de gaz. En général, lorsqu'une matière inflammable contenue dans un espace limité est enflammée, il se produit une explosion. Comme l'inflammabilité, l'explosivité s'exprime en termes de limite inférieure et de limite supérieure.
- 4 Caractère corrosif : aptitude d'une matière à provoquer la détérioration électrochimique des métaux et des alliages du fait de leur réaction avec l'environnement ou la destruction des tissus humains sous l'action des acides et des bases. On peut plus ou moins connaître le risque de corrosion par les acides et les bases d'après leur pH. Le pH d'une solution neutre est de 7; celui des acides est inférieur à 7 et celui des bases supérieur à 7.
- 5 Réactivité : aptitude d'une matière à se transformer chimiquement par combinaison, remplacement ou décomposition. Les réactions chimiques peuvent être endothermiques et exiger alors de la chaleur pour se maintenir, ou exothermiques et dégager de la chaleur.

6 Toxicité : aptitude d'une matière à provoquer des lésions des tissus vivants, à altérer le système nerveux central, à susciter des maladies graves ou, dans les cas extrêmes, à entraîner la mort lorsqu'elle est inhalée, ingérée, injectée ou absorbée par la peau. On peut de façon générale répartir les substances toxiques en deux catégories, en fonction du type de réaction physiologique qui se produit après pénétration dans l'organisme :

- .1 réaction locale : la substance toxique agit au niveau du point ou de la zone de pénétration ou de contact. Il n'y a pas nécessairement absorption;
- .2 réaction systémique : la substance toxique agit ailleurs qu'au point de contact, ce qui présuppose une absorption. L'intoxication systémique peut provoquer des lésions de la totalité d'un système organique, altérer les constituants du sang ou détériorer le système nerveux central.

Les divers types de substances toxiques entraînant un effet spécifique sont :

- .3 les substances asphyxiantes : substances qui entravent la respiration, provoquant un manque d'oxygène mortel. Les substances asphyxiantes simples sont des gaz inertes qui déplacent l'oxygène et réduisent la teneur en oxygène de l'atmosphère à un niveau insuffisant pour la respiration (CO₂, méthane, par exemple). Les substances chimiques asphyxiantes empêchent l'acheminement de l'oxygène à partir des poumons ou son transfert aux cellules;
- .4 les substances irritantes : substances qui enflamment les membranes séreuses, les muqueuses ou les tissus conjonctifs du système respiratoire, de la peau ou des yeux;
- .5 les substances carcinogènes : substances qui provoquent le développement de tumeurs cancéreuses dans les tissus vivants;
- .6 les substances tératogènes : substances qui provoquent une anomalie physique au cours du développement de l'embryon;
- .7 les substances mutagènes : tout agent capable d'induire des mutations de l'ADN entraînant une transformation permanente et transmissible du patrimoine génétique.

7 Bioaccumulation : phénomènes et processus divers entraînant d'une manière ou d'une autre l'accroissement de la concentration d'une substance dans un organisme vivant.

8 Valeurs limites de-seuil acceptables : aux Etats-Unis, l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists a mis au point la notion de valeurs limites de-seuil acceptables (TLV) à utiliser sur les lieux de travail. Ces valeurs indiquent les la concentrations maximales auxquelles d'une substance à laquelle un travailleur ordinaire devrait peut être exposé sans subir d'effet nocif. Elles sont exprimées en-temps-moyen-pendéé en moyenne pondérée dans le temps (TWA) pour la journée de 8 heures ou et la semaine de 40 heures ou en limite d'exposition momentanée pour les des incursions de 15 minutes au-dessus au-temps-moyen-pendéé de la valeur TWA.

L'emploi des valeurs limites de-seuil acceptables suppose que l'on a identifié la ou les substances incriminées.--La valeur limite de-seuil acceptable fournit un élément d'information permettant d'évaluer une situation dangereuse. Toutefois, il est impossible de parvenir à une évaluation complète avec cette seule donnée qu'on ne devrait pas utiliser pour déterminer la frontière exacte entre un environnement sûr et un environnement dangereux.

On peut se procurer auprès de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists, P.O. Box 1937, Cincinnati, Ohio 45201, Etats-Unis d'Amérique, la brochure intitulée Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment. Cette brochure est remise à jour tous les ans.

ANNEXE VIII

Studies on how to respond to discharges into the sea
for selected chemicals

Source :Swedish Coast Guard Headquarters
(B. LOOSTROM- 1980-09-12)

Bonn Agreement Working Group (BAWG) is planning to elaborate guidelines for response actions to discharges of chemicals into the sea. To contribute to a basis for the work, studies are here presented on how to respond to discharges into the sea of the following four chemicals which have been selected by BAWG:

· ammonia (evaporator)
· benzene (floaters)
· acrylonitrile (dissolver)
· creosote (sinker)

The conditions specified by BAWG are the following:

- A tanker accident in the North Sea where the complete content of two wing tanks is released.
- Incident location 15 nautical miles from the coast at a water depth of 30 metres.
- Wind direction towards the coast, force 5 Beaufort (=approximately 10 m/s).
- Water current parallel to the coast, speed 1 knot.

The content of two wing tanks in a large chemical tanker is estimated to $2 \times 1\,000 = 2\,000$ cubic metres.

AMMONIA

General information

Ammonia is a colourless gas. Its odour is extremely irritating and suffocating. It is carried at sea under excess pressure and/or low temperature in liquefied and anhydrous state.

The density of liquefied ammonia is 0.68 (at -33.4°C , 1 atm.) The boiling point is -33.4°C . It will dissolve easily in water.

Ammonia is used for production of e.g. fertilizers, explosives, plastics and synthetic fibres.

Ammonia is a strong irritant to the eyes and the respiratory tract. It burns on wet skin. Higher concentrations in air that 0.5 - 1.0 % cause severe lung irritation, violent coughing, pulmonary oedema and death. Recommended highest short time limits range from 50 ppm during maximum 5 minutes to 100 ppm during maximum 30 minutes.

The fire hazard is low. Ammonia is difficult to ignite by exposure to heat or flame. Ammonia can explode when ignited under favorable conditions (e.g. in enclosed space).

When liquefied ammonia is discharged into the sea, a vigorous vaporization will start. Under certain conditions the initial vaporization will be extremely vigorous. Especially in an underwater discharge the reaction will be rather similar to an explosion ("pressure explosion").

Investigations have shown that 60% of a massive spill of liquefied ammonia on the water will dissolve in the water. In the case of underwater spills the dissolved part will be greater.

Ammonia is dissolved in water under formation of ammonium hydroxide and increase of temperature and pH of the solution. Ammonium hydroxide is a corrosive base which is harmful to the aquatic life even in very low concentrations.

40% of the ammonia will vaporize and spread in the air. The initial reaction is extremely rapid and liberates (in low wind conditions) a dense, white fog of vapour, probably containing a large fraction of aerosols.

Actual discharge

2 000 cubic metres of liquefied ammonia correspond to a weight of 1 360 tons. At a discharge of this amount on the sea, about 820 tons will dissolve in the water and 540 tons will evaporate into the air.

In a tanker accident, 1 360 tons of liquefied ammonia would most likely be released over a period of time ranging from minutes to hours. Immediately after touching the water surface the ammonia will spread into the air and water.

It is difficult in such a case to assess the extension of the area where the ammonia concentration in the air is dangerous to health. The calculations in the literature give results which fall very much apart, from each other. The area dangerous to health may extend several nautical miles downwind from the source. Therefore appropriate warnings must be given to seafarers and also to aircraft. The U S Coast Guards Chemical Hazards Response Information System (CHRIS) also gives 2 000 metres as the maximum downwind distance over which a release of 540 tons of ammonia into the air may ignite. However, this assumes worst case weather conditions (steady, low wind) and instantaneous discharge.

The models in literature which describe the dissolution in water of ammonia are established for flowing rivers and streams, and not for the open sea conditions. Experiments have shown that the initial distribution of an ammonia spill on the water only affects the upper layers of the water. However, it is quite probable that the ammonia soon after its distribution in the direction of the water current also will reach the deeper layers.

Ammonia is toxic to aquatic organisms and will cause damage or death at concentrations below 10 ppm (mg/l). 820 tons of dissolved ammonia in water can in theory give 82 million tons of 10 ppm solution. If the depth is 30 metres it is possible (in theory) that a 100 meter wide water area will be affected along a distance of 15 nautical miles in the water current direction.

However the ammonia will spread, it is evident that such a spill will affect large water areas.

Response

During the response activities three risk zones can be recognized.

Zone I. The fire hazard of ammonia is low but yet it can ignite and the risk zone which for 540 tons of evaporated ammonia can be calculated from CHRIS is 300 x 2 000 metres along the wind direction. This zone must not be entered by ships or engine-driven units which can act as ignition sources. The spill source shall be attacked or inspected from the windward side. Only when the discharge is stopped, the zone can be entered.

Zone II. This is the zone where the concentration of ammonia is too high to breath for unprotected personnel. A rough and preliminary assessment based on data in the literature will give the extension 4 x 15 nautical miles along the wind direction right up to the coast. The zone also comprises all air above these limits. As soon as possible after the accident, warnings must be given to seafarers and aircraft so they do not enter the zone. The zone must be supervised by Coast Guard cutters and aircraft. The zone shall continuously be monitored with gas detection meters. Special.

attention must be given to the coast at the far end of the zone. If the monitoring shows rising concentrations, the zone must immediately be extended further inland. The personnel who enters zone II must wear breathing apparatus and closer to the spill source even full protective suits.

Zone III. This zone is the water area which is affected by the ammonium hydroxide. The extension is very difficult to assess in advance, but from what have been calculated above, it may be very large. The zone shall be defined through monitoring with pH-meters and shall be continuously mapped from these results. This zone shall not be used for fishing and recreational activities. The zone extends along the water current at right angle to the wind direction. The water area where the ammonium hydroxide concentration is highest (close to the spill source) may be treated with sodium dihydrogen phosphate which will neutralize the ammonium hydroxide and reduce the damage of the marine environment. The spreading of the agent can be done with injector jet pipes which are fed with water and allowed to suck directly from the bags with solid sodium dihydrogen phosphate. This method of spreading will transfer the agent as a slurry to the water where it will dissolve and neutralize the ammonium hydroxide. However, the theoretical amount of sodium dihydrogen phosphate will be almost 6 000 tons to fully neutralize the 820 tons of dissolved ammonia. Although the agent is considered completely harmless (it is used in baking powders) such an operation must of course be carried out in consultation with ecological expertise.

BENZENEGeneral information

Benzene is a colourless liquid with gasoline-like odour. The density is 0.88, solubility in water 0.1 %, freezing point +5.5°C, boiling point 80.1°C and vapour pressure 75 mm Hg (at 20°C).

Benzene has a wide use as a solvent and for manufacture of pharmaceutical drugs, dyes and other organic compounds.

Benzene vapour irritates mucous membranes and can also penetrate the skin. Accute exposure to more than 0.3 % benzene in air may cause poisoning with narcotic effects such as restlessness, excitement, convulsions, depression and, if exposure is continued, death through respiratory failure.

Benzene is harmful to aquatic life even in very low concentrations.

Benzene is very flammable and there is an explosion hazard in the presence of an ignition source in a confined space.

When benzene is discharged at sea, it will float and spread out on the surface of the water. Small amounts will dissolve in the water and affect the marine life. Vaporization will start and will proceed comparatively rapidly, especially in warm weather.

Actual discharge

2 000 cubic metres of benzene correspond to a weight of 1 760 tons. In a tanker accident this amount would most likely be released over a period of time ranging from minutes to hours. After touching the water, the benzene will spread out on the water surface and start to vaporize. The vaporization rate is very much dependant on the water temperature. According to CHRIS this amount of benzene will vaporize in 90 minutes at a water temperature of 20°C. At lower temperatures the vaporization time will be greater. Below +5.5°C the benzene will freeze and form solid layers which still float (density 0.90).

As the solubility of benzene in water is very slight (0.1%) a rather small part of the spill will be dissolved. It will affect only the water areas close to the pathway of the spill. But the toxicity of benzene is high enough to cause considerable damage to the marine life in this location.

Response

The vaporized benzene gives rise to a zone where the atmosphere is dangerous to health. It is difficult to assess the extension of this zone but it may be reasonable to expect an area of one or two nautical miles in the wind direction from the polluted water site. As soon as possible after the discharge it is necessary to monitor and map this zone continuously by gas detection meters. Seafarers and aircraft must be warned and the surrounding area must be patrolled by Coast Guard cutters and aircraft. The zone shall be entered only by personnel equipped with breathing apparatus. Close to the spill they shall also wear full protective suits.

In the vicinity of the spill the fire risk shall be monitored with explosimeters. Relevant safety measures shall be taken to restrict access by ships and engine-driven units which contain ignition sources. The spill source and the floating spill itself shall be attacked or inspected from the windward side. Entry of this area shall be restricted as far as possible for all personnel due to the high flammability of benzene. This precaution does apply especially for conditions when the vaporization of benzene is too high to get time for meaningful skimming operations.

The water area under the pathway of the benzene slick shall be monitored by sampling and analyses during the course of the response operation and afterwards. This area shall be mapped in order to make an assessment of the environmental damage possible. However the amount of dissolved benzene is too small to make any combating action possible within the water phase.

In summertime when the water temperature is greater than $+10^{\circ}\text{C}$ it may be difficult to pick any benzene before it evaporates. But in lower temperatures and especially when the benzene is solid (below $+5.5^{\circ}\text{C}$) it can probably be taken up by belt skimmers or rotating disc skimmers. The operations must be carried out under strict safety precautions. Working personnel must be equipped with breathing apparatus and full protective suits. The work must be continuously monitored with explosimeters.

Disposal

Recovered benzene (mixed with water) shall be sent to a refinery or disposal plant for purification by means of distillation.

ACRYLONITRILEGeneral information

Acrylonitrile is a colourless to light yellow liquid with a sweet, mildly irritating odour. The density is 0.81, solubility in water 6.8 % (at 20°C), freezing point -83.5°C, boiling point 77.3°C and vapour pressure 100 mm Hg (at 20°C).

Acrylonitrile is used for manufacture of e.g. plastics, synthetic fibres and adhesives.

Acrylonitrile vapour is highly toxic and cause (from low to high concentration) weakness, headache, nausea, abdominal pain, asphyxia and death.

Acrylonitrile is harmful to aquatic life even in very low concentration

Acrylonitrile is flammable and can explode in an enclosed space in the presence of an ignition source. The combustion products of burning acrylonitrile are extremely toxic.

When acrylonitrile is discharged at sea it will initially float and spread out and then dissolve into the water. Before dissolution some amount will vaporize. The degree of vaporization is due to environmental factors such as water temperature and wind force.

Actual discharge

2 000 cubic metres of acrylonitrile correspond to a weight of 1 620 tons. In a tanker accident this amount would most likely be released over a period of time ranging from minutes to hours. After touching the water the acrylonitrile will spread out on the water surface and start to vaporize into the air and dissolve into the water. The values of vapor pressure and solubility are high enough to make the acrylonitrile vanish from the water surface in a comparatively short time.

Due to the high solubility and high toxicity of acrylonitrile the marine life close to the spill source will be considerably damaged. The spreading of the dissolved acrylonitrile will affect large water areas. Acrylonitrile is harmful to many marine organisms at concentrations of 10 ppm. 1 200 tons of acrylonitrile will give a theoretical amount of 120 million tons of 10 ppm solution. If the depth is 30 metres it is possible (in theory) that a 100 meter wide area will be affected along a distance of 22 nautical miles in the water current direction.

Response

Three risk zones can be recognized during the response activities.

Zone 1. Near the spill source there is a zone where the fire risk is high. It is difficult to predict the extension of the

zone and it cannot be monitored with explosimeters as they are not calibrated for acrylonitrile. But it is reasonable to consider an initial area of half a nautical mile in the wind direction from the undissolved slick. The zone must not be entered by ships or engine driven units which can act as ignition sources. The spill source and the slick shall be attacked or inspected from the windward side.

Zone II. This is the zone where the vapors are hazardous to unprotected personnel. It is difficult to assess the extension of the zone because a great part of the acrylonitrile dissolves into the water. It is possible that the zone will extend to a distance of one or two nautical miles along the wind direction. The extension of the zone must be continuously monitored by gas detection meters. Seafarers and aircraft must be warned and the surrounding area must be patrolled by Coast Guard cutters and aircraft. The zone shall be entered only by personnel equipped with breathing apparatus. Close to the spill they shall also wear full protective suits.

Zone III. This zone is the water area which is affected by the dissolved acrylonitrile. From what has been calculated above the extension of the zone may be very large. The zone shall be continuously mapped through sampling and analyses. This zone shall not be used for fishing and recreational activities. The zone extends along the water current at right angle to the wind direction.

The spreading, vaporization and dissolution of the acrylonitrile will make the spill very difficult to recover. The high toxicity and the fire risk will make the situation still worse. Probably the best way is only to supervise the zones. It is probably not reasonable to treat the polluted waters with any treating agent. Possibly it may be sensible to help local concentrations of acrylonitrile to disperse by agitating the area with water sprays or propeller blasts from cutters.

CREOSOTE

General information

The kind of creosote which is most often bulk transported at sea is the coal tar creosote (creosote oil) which is a distillation product of coal tar which in turn is derived by carbonization (destructive distillation) of bituminous coal. Creosote is a complex mixture of aromatic hydrocarbons and phenols which is used mainly for impregnating wood. It is a yellowish to dark green-brown, oily liquid. The odour is tar-like.

The density is usually 1.05 - 1.09 (compared to sea water 1.03). It is practically insoluble in water. The freezing point is generally below 0°C but sometimes higher (up to +30°C). The boiling point is generally 190-240°C. The vapour pressure is generally below 1 mm Hg (at 20°C).

Creosote is irritating to skin and eyes. It is a recognized carcinogen of skin and an experimental carcinogen of the lungs - but this probably pertain to repeated or prolonged contacts.

The effect of low concentrations of creosote on aquatic life is unknown but probably will both acute and chronic damage appear at discharges at sea. Creosote will be fouling on shorelines.

The fire hazard is moderate when exposed to heat or flame.

The density of creosote is very close to and most often slightly greater than the density of sea water. At a discharge at sea creosote will sink slowly to the bottom.

Actual discharge

2 000 cubic metres of creosote correspond to a weight of about 2 140 tons. In a tanker accident this amount would most likely be released over a period of time ranging from minutes to hours. After touching the water the creosote will follow the water current and slowly sink to the bottom. It is very difficult to predict where it will reach the bottom e.g. at a water current of 1 knot and a water depth of 30 metres. The creosote will probably be spread on the bottom in the direction of the water current.

The solubility of creosote is very slight. Exact solubility data are not given in the literature. But the solubility is probably enough for very small amounts of toxic components to be released in soluble state into the water and affect the marine life, especially on and close to the bottom sediments.

Response

The polluted bottom area must be mapped carefully. This is best done visually by divers which must be equipped with completely tight dry diving suits. The bottom-lying creosote can then be dredged with a hydraulic dredge under the supervision of divers. A mechanical dredge or a hydraulic dredge with a mechanical cutterhead should not be used as they cause turbulence at the bottom that would spread the creosote

still more and cause greater damage to the marine environment. In order to recover as much as possible of the creosote, a great part of bottom sediment must be dredged together with the creosote.

The dredged material shall be transferred to barges and transported to a harbour which has facilities to receive it. Personnel which are working close to the dredge material must be equipped with breathing apparatus and protective suits.

Disposal

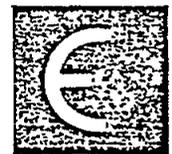
The sediment material should be transported to disposal sites for long term storage, for future use in e.g. roadbed filling.

ANNEX IX

Lecturers



ROTTERDAM INTERNATIONAL
SAFETY CENTRE B.V.

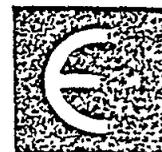


THE COMMISSION OF THE
EUROPEAN COMMUNITIES

HAZARDOUS MATERIAL SPILLS IN THE MARITIME SECTOR



ROTTERDAM INTERNATIONAL
SAFETY CENTRE B.V.



THE COMMISSION OF THE
EUROPEAN COMMUNITIES

Ir. P. Bockholts

TNO
Division of Technology for Society
Dept. of Industrial Safety

Response / Preparation:
Support of Hazard identification and decision making.

K.J. Bolt

Directorate General Shipping
and Maritime Affairs
Dept. P.N.M.

Hazard awareness:
Management objectives for a
response organisation.
Hazard awareness / Prevention:
Regulations, State of the art,
White spots, Limitations.

B.H. Brinkhuis

Depot Milieubeheer B.V.

Preparation / Response tools
Demonstration clean-up methods.
Field excursions.
Industrial clean-up capabilities.
Cases.

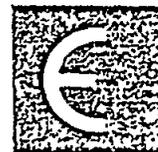
Th.A. Buys

Depot Milieubeheer B.V.

Preparation / Response tools
Demonstration clean-up methods.
Field excursions.
Industrial clean-up capabilities.
Cases.



ROTTERDAM INTERNATIONAL
SAFETY CENTRE B.V.



THE COMMISSION OF THE
EUROPEAN COMMUNITIES

Dr. D. Cormack

Warren Spring Laboratories
Dept. of Industry

Preparation:
Hazard assessment and
identification of packed and
hazardous materials.
Control and reduction of
effects.
Conclusions for objectives.
Discussions.

Capt. A. van Eden

Rijkswaterstaat
North Sea Directorate

Introduction:
Official opening of the course.
Communication:
Response organisation
Rijkswaterstaat

H.Ph. Groenewoud

Depot Milieubeheer B.V.

Preparation / Response tools
Demonstration clean-up methods.
Field excursions.
Industrial clean-up capabi-
lities.
Cases.

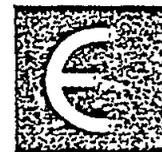
G.M. Hadfield

Dow Chemical (Nederland) BV
Manager Europe Safety Security
Loss Prevention

Preparation / Communication:
Presentation DOW.



ROTTERDAM INTERNATIONAL
SAFETY CENTRE B.V.



THE COMMISSION OF THE
EUROPEAN COMMUNITIES

M.H. de Heer

Chemical Laboratory "Dr. A. Verwey"
Analysts and Consulting Chemists
Samplers and Weighers
Bulk-oil-surveyors

Hazard awareness:
Properties of hazardous
materials.
Preparation:
Hazardous materials exposure
risks.
Measurement limitations.
Exposure risks of personnel.
Personnel protection.

Dr. R.P.W.M. Jacobs

Nederlandse Aardolie Mij.
Environmental Dept.

Hazard awareness:
Management objectives for a
response organisation.

Drs. B.M.G. Jansen

Central Environmental Protection
Agency (Rijnmond) Rotterdam

Response organization:
Rijnmond area.

Ing. W. Koops

Rijkswaterstaat
North Sea Directorate

Hazard awareness:
Hazard material spills. Cases.
Response / Preparation:
General steps in preparation
Preparation:
Conclusions for objectives.
Discussions.

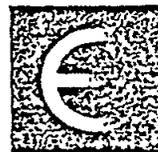
B. Looström

Swedish Coast Guard

Preparation:
Hazard assessment and
identification of packed
hazardous materials.
Control and reduction of
effects.
Conclusions for objectives.
Discussions.



ROTTERDAM INTERNATIONAL
SAFETY CENTRE B.V.



THE COMMISSION OF THE
EUROPEAN COMMUNITIES

Dipl. Ing. P. Nimptsch

BASF

Response:
Industrial Response activity.
Philosophy, Organisation.
Demonstrations of Industrial
Response.
Techniques.

E. Norman

National Foam

Preparation / Response tools:
The control of Fire and
Hazardous Vapours by water and
foam techniques.
Principles.

M. Renson

Commission of European Communities
Representative

Introduction:
The Community Action Plan of
Harmfull Substances Spilled at
Sea.

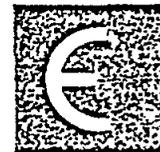
Ing. E.W. Rocco

Dow Chemical (Nederland) BV
Director Governmental Relations
Materials
Management Dow Europe

Preparation / Communication:
Presentation DOW.



ROTTERDAM INTERNATIONAL
SAFETY CENTRE B.V.



THE COMMISSION OF THE
EUROPEAN COMMUNITIES

J.A.C. van Rooy

Smit Tak International Ocean Towage
& Salvage Co.
Salvage Superintendent

Hazard awareness:
Management objectives for a
response organisation.

Ir. T. Verhoeff

Rotterdam International Safety Centre
Course director

Introduction:
Aim and outline of the course.
Aim of student activities.
Domestic affairs.
Preparation:
Evaluation of week one.
Conclusions for objectives.
Discussions.

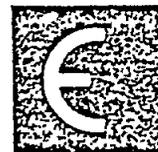
Drs. F.W.J. Vos

Rotterdam International Safety Centre
Course director

Introduction:
Aim and outline of the course.
Aim of student activities.
Domestic affairs.
Incident management.
Response:
Response capabilities
evaluation.
Response / Preparation:
Objectives for "tool"
development.
Preparation:
Evaluation of week one.
Conclusions for objectives.
Discussions.
Recapitulation / Evaluation:
Recapitulation of syndicat
activities.
General "objectives".



ROTTERDAM INTERNATIONAL
SAFETY CENTRE B.V.



THE COMMISSION OF THE
EUROPEAN COMMUNITIES

H.J.G. Walenkamp

Smit Tak International Ocean Towage
& Salvage Company
Salvage Superintendent

Hazard awareness:
Hazard materials spills. Cases.
Management objectives for a
response organisation.

A.J.W. Wolters.

Municipal Port Management
Port of Rotterdam
Deputy Harbourmaster
Operational Safety

Response organization:
Port of Rotterdam

BIBLIOGRAPHIE.

COST

- COST 301, 1984 - Glossary of terms, abbreviations and symbols and their sources. Ref. D5/200/2808-020/ER/MP/22
- COST 301, 1984 - Mediterranean Report to COST 301 C.S.T. on Mediterranean trials : a draught scheme Rapport préparé par Soncin G. et Volta E.
- COST 301, 1984 - COST 301 Mediterranean Report préparé par P. Corona -
- COST 301, 1985 - Trials on the Mediterranean Sea - Introductory note - Rapport réalisé par OPEFORM le 21.01.85
- COST 301, 1985 - Analysis of traffic data in the COST-301 area. COST-301/NL/MARIN/2.13 - OP.7 B/01/85 (Maritime Research Institute Netherlands)
- COST 301, 1985 - Identification of maritime traffic in Italian territorial waters - vol 1 - Technical Report - Study carried out by CETENA for ECC ref VII/417-85 -
vol 3 - Final Report ref VII/66/85-EN
- COST 301, 1985 - Ship casualties in the greek seas, by Const. A. Philippon Hellenic Institute of Marine Technology
- COST 301, 1986 - Marine traffic casualties in the COST 301 area 1978-1982 Final Report on contract EUR-NM-013-NL, Ref. COST 301/NL/MARIN/72.23 DP.1 B/11/85, August 1986 (Author : Capt. R. Trufon)

CEDRE

- CEDRE, 1981 - Approche des problèmes posés par la Marine Nationale pour répondre à une éventuelle pollution d'origine chimique survenant en mer par J. Gineste
- CEDRE, 1982 - Le transport maritime de produits chimiques - Bulletin du CEDRE n° 10 par G. Adam
- CEDRE, 1982 - Evaluation des risques de pollution que courent les côtes françaises (par les méthodes d'analyse de la sécurité des systèmes)
Rapport préparé par J. Escande.
- CEDRE, 1983 - Danger potentiel du transport maritime des matières dangereuses - Bulletin du CEDRE n° 13 - par J.C. DHUEZ.
- CEDRE, 1983 - Danger potentiel du transport maritime des matières dangereuses.
Bulletin n° 13 - p 2-5
- CEDRE, 1983 - Les risques de pollution accidentelle massive par les produits chimiques dangereux passant au large des côtes françaises par J.L. COMMO et R. PASQUET.
Rapport R. 83.775.R.
- CEDRE, 1985 - Evaluation du risque de pollution accidentelle que courent les côtes françaises - par E. MAUGUEN.
Rapport R. 85.80.E.
- CEDRE, 1985 - Le risque de pollution par les épaves dangereuses - Le cas des produits toxiques autres que les hydrocarbures - par G. BERGOT Rapport R- 85.108.R.
- CEDRE, 1986 - Adaptation des équipements existants à l'allègement des transporteurs de produits chimiques. Utilisation des moyens propres aux navires - Recensement des navires stockeurs. par R. BARIOU - Rapport R.86.210.C.

CEDRE, 1986 - Etablissement d'une liste prioritaire de substances dangereuses - Proposition CEDRE Novembre 85 Rapport R.86.216.C par R. KANTIN

CEDRE, 1986 - Absorption et agglomération de produits chimiques Rapport R.86.193.R par H. DIDIER

CEDRE, 1986 - Confinement et récupération des polluants flottants - Adaptation des équipements existants à une lutte contre pollutions par produits chimiques. par J.Y. HUET, Rapport R.86.225.C.

JOURNAL DE LA MARINE MARCHANDE

- Transports maritimes : prévisions 1984-1995 p 1036-1040
- Pavillons de libre immatriculation - l'épreuve du nouvel ordre économique et social - 1er août 1985 p 1874-1875
- La Méditerranée : zones de crises - 9 Janvier 1986 : p 69-70
- Lloyd's register of shipping - Les pertes de navires en 1985 : 307 unités pour 1 651 210 tjb - 25 Sept. 1986 p. 2306-2307

HAZARDOUS CARGO BULLETIN

- Traffic : n° 2 spot for Marseilles. March 1986 : 25
- Bulk chemicals : a brighter horizon ? oct. 86 : 25-28
- Bulk chemicals : Boom days are gone - oct. 86 : 16-23
- Ports : southern crossroads - nov. 86 : 41-44

BAWG-OTSOPA

- BAWG-OTSOPA 10/12/1-E, 1982 - Response measures for chemical spillage (U.K.)
- BAWG-OTSOPA 10/12/4-E, 1983 - Present work on preparedness for grave chemical pollution (Norway)
- BAWG-OTSOPA 12/12/1-E, 1984 - Risk Analysis : bulk transport of chemical by sea (The Netherlands)
(Rykswaterstaat)
- BAWG-OTSOPA 12/12/4-E, 1984 - Transport of chemical substances by sea : data inventory, hazard potential and combating possibilities (Federal Republic of Germany)
- BAWG-OTSOPA 14/INFO. 6-E, 1985. Report (in preparation) about counteracting measures for chemical spillages (The Netherlands)
- BAWG-OTSOPA 15/5/1-F, 1986 . Bilan des infractions aux dispositions prévues par les conventions MARPOL 73/78 et OILPOL 54 concernant les rejets d'hydrocarbures en mer (France)
- BAWG-OTSOPA 15/INFO.7.E, 1986 - Research and development concerning chemical accidents or spills (Sweden)
- BAWG-OTSOPA 15/14/1-E, 1986 - Sea transport of chemicals. A threat to the environment ? (Sweden)
- BAWG-OTSOPA 15/14/2-E, 1986. Present work on matters concerning spill responses within the Bonn agreement and in particular within the Netherlands (Netherlands)
- BAWG-OTSOPA 15/14/4-E, 1986 - R + D program for response to chemical emergencies
Part A : a developing and dimensioning threat assessment - a pilot study - (Sweden)
- BAWG-OTSOPA 15/14/7-E, 1986 - Research and developing concerning chemical accidents or spills (Sweden)

DIVERS

- ATOCHEM, 1983 - Information Chimie - Special usines Chapter
"Mediterranée" ; p 236-271.
- BUREAU VERITAS, 1985 - Etude de faisabilité d'une analyse de
risques de pollution des côtes françaises.
2 volumes. Ref : 5595 TRD 1 LEG/MM AT 1102
- CANADIAN COAST GUARD, 19? - Etude services du trafic maritime.
Rapport final - Garde côtière
canadienne - n° TP 5965 F
- CANADIAN COAST GUARD - Venil traffic service - Final report -
- CANUTEC, 1986 Dangerous goods - Guide to initial emergency
response - Canutec (613) 996-6666 Canada
- CCAF, 1982 - Le transport maritime, études statistiques (Comité
Central des Armateurs Français) p 20-30
- CHEMICAL PARCEL TANKERS, a fair play distribution
- CNEXO, 1981 La protection de l'environnement marin par les
Nations-Unies. Programme d'activités sur les mers
régionales. par M. Falicon
Publications du CNEXO - Rapports économiques et
juridiques n° 9.
- CORMACK, 1983 - Response to oil and chemical marine pollution.
- EPA - 600/S2-83-115 (dec 83) Project summary -
Three new techniques for floating pollutant -
Spill control and recovery -
W.W. Bannister, A.H. Donatelli, W.A. Curby, D.L. Kan,
W.J. Dalton and D.A. Porta

FSSH, 1985 - Forschungsstelle für die Seeschifffahrt zu Hamburg -
Relation between the conditions of the maritime
transport of the dangerous goods and protection of
the marine environment Rapport n° 617.

General Tullstyrelsen - Swedish Board of customs - Coastguard
Headquarter-Treating of floating spills of chemicals
on the water surface by systems using sorbent
materials or other agents - by Bjorn Looström, 1986,
10 -24.

1986 HAZARDOUS MATERIAL SPILL CONFERENCE - paper 021.

Risk Analysis : Transport of chemicals in bulk by sea
to and from Rotterdam (Ripkswaterstoat).

IMO, 1973 - "Protocol relating to intervention on the high seas in
cases of marine pollutions by substances other than
oil".

IMO, 1979 - Any other business M/V CAVTAT Marine environment
protection committee 11 th session 6 juin 1979.

INTERNATIONAL EXPERTS DISCUSSION MEETING ON : LEAD-OCCURENCE,
FATE AND POLLUTION IN THE MARINE ENVIRONMENT.

- The acute toxicity and bio accumulation of some lead
alkyl compounds in marine animals by Maddock B.G. and
Taylor D - Rovinj, Yugoslavia October 18-22, 1977.

INTERNATIONAL EXPERTS DISCUSSION MEETING ON : LEAD-OCCURENCE, FATE
AND POLLUTION IN THE MARINE ENVIRONMENT.

- Dispersion of lead alkyls from pools located on the
sea-bed by J.W. Cleaver. Rovinj, Yugoslavia 18-22
October 1977.

ITOPF Final Report - Resources to combat US Navy oil spills
 in Europe.
 Contract N68171 - 83 - C - 9598

MARINE NATIONALE, 1985 - Surveillance du trafic maritime
 dans les Bouches de Bonifacio

Réf : EMM|PL|AMO|NP n° 15 - du 11 février 1985

MARSEILLE FIRE BRIGADE BROCHURE

Bataillon de Marins-Pompiers de Marseille
Centre d'Instruction Sécurité.

MARSEILLE INFORMATIONS n° 132.133 Mars-Avril 82.

OCDE, 1985 - Les transports Maritimes 1984, Paris 1985

OMI/MEPC/21/15 - 01.24.1985 - Manuel sur les déversements de
 substances dangereuses autre que les hydrocarbures -
 Révision du projet de la première partie :
 évaluation en intervention - 01.24.85.

PETROLE 85, 1986 - Activité de l'industrie du pétrole -
 Comité professionnel du pétrole.

PLAN BLEU - Perspectives sur le bassin méditerranéen
 (Développement et Environnement).

Plan d'action pour la Méditerranée.

PORT AUTONOME DE MARSEILLE - Activités 1983.

ROCC Guide de lutte contre les pollutions par
 hydrocarbures en Méditerranée.
 IMO - Mediterranean Action plan.

LISTE DES PRINCIPALES ABREVIATIONS

- BAWG : Bonn Agreement Working Group
- CECMED : Commandement en chef pour la Méditerranée (France)
- CEDRE : Centre de Documentation, de Recherche et
d'Expérimentations sur les Pollutions Accidentelles
des Eaux. (France)
- CEPPOL : Commission d'Etudes Pratiques de Lutte Anti-Pollution
(France)
- CETENA : "Italian ship Research Centre".
- CHRIS : Chemical Hazards Response Information System.
- COST : Cooperation on Science and Technology (See Annex V)
- CROSSMED : Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de
Sauvetage pour la Méditerranée. (France)
- DMI : Danish Maritime Institute
- DPNM : Direction des Ports et de la Navigation Maritime
(France)
- EPA : Environmental Protection Agency.
- FSSH : Forschungsstelle für die Seeschifffahrt zu Hamburg E.V -
Hamburg Maritime Research (FRG).
- HACS : Hazards Assessment Computer System.

IFP : Institut Français du Pétrole

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer. (France)

INSERM : Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (France).

IRCHA : Institut National de Recherches Chimiques Appliquées (France).

MARIN : Maritime Research Institute Netherlands

PREMAR III: Préfecture Maritime III^e région (France)

RISC : Rotterdam International Safety Centre

SCG : Swedish Coast Guard

SHOM : Service hydrographique et océanographique de la Marine (France)

USCG : United States Coast Guard.