



Parc technologique du Canal
8-10 rue Hermès-31526 Ramonville Cedex-France
Tél. +33 (0)5 61 39 46 00-Fax +33 (0)5 61 39 46 10
E. mail : contact@scot.cnes.fr

**Ministère de l'Équipement, des Transports,
du Logement, du Tourisme et de la Mer**

**Direction des Affaires Maritimes
et des Gens de Mer**

Marché n° 02/015/M

ÉTUDE DU TRAFIC MARITIME EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

Rapport de synthèse

15 avril 2004

DT/TRA/03-1212

Étude du trafic maritime en Méditerranée occidentale

Rapport de synthèse

Document n°: DT/TRA/03-1212

Version: 2

Date: 15 avril 2004

Approbations

	Nom	Date	Signature
Préparé par	Alain ROUX Olivier ARNAUD Thomas DEGRE Thierry RABAUTE	12 avril 2004	
Approuvé par le Chef de Projet	Thierry RABAUTE	13 avril 2004	
Distribution autorisée par le Directeur	Didier REBOUX	15 avril 2004	

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	7
2. ÉTAT DE L'ART	8
2.1 Études menées en France	8
2.2 Études menées en France et dans le cadre de projets européens	9
3. CARACTÉRISATION D'ENSEMBLE DU TRAFIC MARITIME EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE	11
3.1 Une vision globale du trafic maritime	11
3.1.1 Un trafic en forte croissance jusqu'en 2002	11
3.1.2 Un trafic principalement lié aux économies européennes	12
3.1.3 Une structure par type de navires spécifique à la Méditerranée Occidentale	12
3.1.4 Une flotte relativement âgée, et une évolution modeste sur la durée de l'étude	13
3.1.5 Une flotte dont la taille moyenne grandit	14
3.1.6 Une forte présence des pavillons à risque	15
3.1.7 Un trafic marqué par une forte saisonnalité	16
3.2 Concentration du trafic maritime en Méditerranée	17
3.2.1 Un trafic entre zones très polarisé	17
3.2.2 Une polarisation que confirme l'analyse par trajets individuels	19
3.2.3 Des résultats étayés par l'analyse de données d'observation de la Terre	23
4. CARACTÉRISATION D'ENSEMBLE DES DENSITÉS ET DE LA DANGÉROSITÉ EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE	28
4.1 Analyse des densités par zone et par routes	30

4.1.1 Des densités par zone en phase avec la concentration des trafics repérée	30
4.1.2 Des densités par routes très inégales	30
4.2 La dangerosité des navires	33
4.3 La dangerosité du trafic maritime	36
4.3.1 La dangerosité finale du trafic par zones	36
4.3.2 La dangerosité finale du trafic sur les principales routes	39
4.4 Cartographie de la densité et de la dangerosité du trafic maritime en Méditerranée Occidentale	41
5. ANALYSE PROSPECTIVE DU TRAFIC MARITIME EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE	45
5.1 Objectifs et méthodologie de l'analyse prospective du trafic maritime en Méditerranée occidentale	45
5.2 La prise en compte de quatre zones économiques et de neuf routes maritimes	47
5.3 Le scénario macro-économique	48
5.3.1 Évaluation des élasticités trafic maritime-croissance	48
5.3.2 Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale selon le scénario macro-économique	50
5.4 Le scénario tendanciel	51
5.5 Les scénarios variantiels	52
5.5.1 Développement accéléré des relations économiques euro-méditerranéennes	53
5.5.2 Le développement du short sea shipping	54
5.5.3 Une nouvelle politique réglementaire	55
5.6 L'évolution prospective du trafic maritime en Méditerranée occidentale : cinq scénarios à horizon 2008	56
5.7 Les principaux enseignements de l'analyse prospective des trafics maritimes en Méditerranée	58
6. ANNEXE. REPRÉSENTATIONS CARTOGRAPHIQUES	60

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Nombre de trajets sur l'ensemble de la zone	11
Tableau 2.	Structure des trajets par catégorie de navire	13
Tableau 3.	Âge des navires présents en Méditerranée	14
Tableau 4.	Répartition des pavillons	15
Tableau 5.	Répartition du trafic par zone, sur l'ensemble de la période:	19
Tableau 6.	Classification des navires en fonction de leur tonnage	20
Tableau 7.	Caractéristiques des trajets touchant les ports ou détroits sélectionnés	21
Tableau 8.	Densité journalière des navires par zones (origine/destination)	31
Tableau 9.	Indice de dangerosité moyen des navires sur les routes principales (origine/destination)	34
Tableau 10.	Indice de dangerosité du trafic sur les routes principales (origine/destination)	37
Tableau 11.	Densité et dangerosité : les principales routes	40
Tableau 12.	Coefficients de projection macro-économique des transports maritimes en Méditerranée occidentale par routes maritimes	50
Tableau 13.	Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario macro-économique	51
Tableau 14.	Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario tendanciel	52
Tableau 15.	Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario euro-méditerranéen	54
Tableau 16.	Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario du développement du short sea shipping	54
Tableau 17.	Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario du renforcement des contraintes réglementaires.	55
Tableau 18.	Répartition des trafics maritimes en Méditerranée occidentale en 2008 par routes maritimes en fonction des cinq scénarios (en nombre de trajets effectués par les navires)	57

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Âge moyen de la flotte mondiale par grands pays maritimes en 2000 (Source : ISEMAR)	14
Figure 2.	Saisonnalité du trafic suivant la catégorie de navire (en indice-Base 100 = moyenne mensuelle de chaque année pour chaque catégorie)	16
Figure 3.	Couverture d'images d'archives 1998	23
Figure 4.	Couverture d'images programmées en 2002	24
Figure 5.	Résultats de l'exploitation de la couverture Radarsat d'archives (année 1998)	26
Figure 6.	Résultats de l'exploitation de la couverture Radarsat programmée (année 2002)	27
Figure 7.	Résultats issus de l'application MARCS	43

1. INTRODUCTION

L'objectif de l'étude est de participer à une meilleure connaissance du trafic maritime en Méditerranée occidentale. Deux approches ont été développées à cet effet :

- ✎ l'une, fondée sur les données de mouvements de navires de la Lloyd's, a pour ambition de parfaire la connaissance statistique du trafic maritime sur la zone, de sa dangerosité et de son évolution envisageable¹. La dangerosité doit être entendue comme la capacité du trafic à induire des risques potentiels d'accidents de part la densité du trafic, la typologie des navires et les principales caractéristiques de ceux-ci.
- ✎ l'autre, qui s'appuie sur l'analyse d'images issues de capteurs spatiaux, examine le potentiel des données issues de l'observation satellitaire dans le repérage du même trafic². Il convient à ce propos de noter que si à l'heure actuelle l'observation de la Terre ne permet pas de répondre à toutes les questions soulevées par l'étude - notamment en termes de couverture géographique et de fréquence d'observation - des progrès significatifs sont envisageables dans les prochaines années en raison du lancement de nouveaux systèmes d'observation.

Le présent rapport propose une vision synthétique des principaux enseignements et limites de l'étude ; il est construit dans une logique d'analyse, et évite autant que faire se peut de multiplier les informations statistiques pour lesquelles le lecteur intéressé pourra se reporter aux rapports techniques. De la même manière, les caractéristiques des bases de données et les méthodes utilisées, qui sont développées dans chaque rapport, ne sont ici qu'évoquées en tant que de besoin.

On trouvera ci après :

- ✎ une analyse statistique des caractéristiques du trafic maritime en Méditerranée occidentale, assortie d'une mise en relation avec les données d'origine satellitaire.
- ✎ une traduction de ce travail statistique en termes de densité et de dangerosité.
- ✎ une vision prospective à cinq ans des mêmes éléments.

¹ Sur ce point, on peut se reporter aux deux rapports techniques produits : « Rapport Annexe 1 : Caractérisation statistique du trafic maritime en Méditerranée Occidentale », « Rapport Annexe 3 : Analyse Prospective ».

² Sur ce point, on peut se reporter au rapport technique : « Rapport Annexe 2 : Observation satellitaire du trafic maritime en Méditerranée Occidentale ».

2. ÉTAT DE L'ART

De très nombreuses études relatives au recueil de données sur le trafic maritime ont été réalisées à partir des années 1970 en France, en Europe, aux USA, au Canada et au Japon, ainsi que dans le cadre de grands projets européens financés par la Direction Générale TRansports et ENergie (DGTREN).

Nous nous limiterons dans cet état de l'art à quelques références françaises et européennes sur le sujet.

2.1 Études menées en France

- ⌘ **1971-1976** : Les toutes premières études ont été réalisées dès 1971 dans le Pas-de-Calais par un consortium franco-britannique (Institut de Recherche des Transports, aujourd'hui INRETS et National Maritime Institute, aujourd'hui BMT) à partir des premiers capteurs radars installés côté anglais à St. Margaret's Bay (près de Douvres) et au Cap Gris-Nez côté français.

Ces expériences avaient permis pour la première fois d'évaluer précisément le trafic maritime évoluant dans cette zone et de constater que l'on se trompait avant celles-ci d'un facteur 10.

Principale référence : « Étude du trafic dans le Pas-de-Calais », IRT, MA.77.149 (1977)

- ⌘ **1974-1975** : Étude du trafic à destination du golfe de Fos: Opérations Diadème-Diogène.

Ces missions qui avaient pour objectif la connaissance du trafic à destination ou en provenance du Golfe de Fos afin de mieux le réguler, ont été réalisées à l'aide d'un radar expérimental installé à cet effet au cap Couronne et du personnel mis à disposition par le port Autonome de Marseille, le Service des Phares et Balises et la Marine Nationale. Ont été établis les routes des navires ainsi que l'identification des principaux « points chauds » (risques de collision).

Principale référence : « The Diademe experiment : experimental study of the maritime traffic in the Gulf of Fos and its approaches », T. Degré , X. Lefevre - Service des Phares et balises, IXème IALA International Conference, Ottawa (1975)

- ⌘ **1977** : Campagne intensive de recueil du trafic maritime sur l'ensemble de la Manche et du Pas-de-Calais par l'IRT/NMI, à partir de capteurs radars des

centres de surveillance à terre ou à bord de navires ancrés, de moyens navals et aériens de la Marine Nationale, de la Royal Navy, des douanes, etc.

Principale référence : « Study of marine traffic in the English Channel »- IRT/NMI, MA.78.116 (juin 1978)

- ⌘ **2000** : Étude du trafic maritime en Manche et évaluation des performances des équipements radar de nouvelle génération.

Cette étude qui a été réalisée au cours du premier semestre 2000 avait pour objectifs de réévaluer, à partir des moyens modernes équipant les CROSS de la Manche, les résultats de la dernière campagne de 1977 et de rechercher une couverture radar optimale de la Manche.

Principale référence : Rapport final d'octobre 2000 de la DAMGM.

2.2 Études menées en France et dans le cadre de projets européens

- ⌘ **1975 à nos jours** : Le ministère des affaires maritimes des Pays-Bas (Directorate Général of Shipping and Maritime Affairs) a financé d'une manière continue depuis 1975 des études relatives au recueil de données sur le trafic maritime et le développement de modèles d'estimation du nombre et des conséquences d'accidents en Mer du Nord, afin d'appuyer leurs décisions en matière de sécurité maritime.

Cette politique a abouti au développement progressif du modèle **SAMSON**¹ (Safety Assessment Models for Shipping and Offshore in the North Sea) par l'organisme MARIN². Le noyau de ce modèle est une base de données très précise de l'image du trafic de la Mer du Nord issue d'enquêtes effectuées dans les ports et auprès de navigants, d'observations radars, etc. Ce noyau alimente plusieurs modèles d'estimation des divers types d'accidents et de leurs conséquences, utilisés pour prévoir les effets de nouvelles mesures en matière de sécurité maritime.

De nombreux rapports ont été publiés, mais malheureusement en hollandais. Quelques articles en anglais sont néanmoins disponibles.

Principale référence: Safety Management Assessment Tool (SMART), VIIIth International Symposium on VTS, C. Van der Tack, Rotterdam (1996)

- ⌘ **1983-1986** : Dans le cadre de l'action de recherche en coopération sur les aides à la navigation maritime depuis le littoral appelée **COST 301** et financée par la Commission des Communautés européennes, l'étude du trafic maritime

¹ précédemment appelé SMART (Safety Management Assessment Ranking Tool) puis MANS model (Management Analysis North Sea)

² précédemment appelé MSCN (Maritime Simulation Centre the Netherlands)

évoluant dans les « eaux COST 301¹ » et des accidents survenus dans ces eaux a été réalisée. Les méthodes de recueil ont été largement inspirées de celles utilisées pour les études néerlandaises mentionnées ci-dessus.

Ce sont celles d'ailleurs qui ont servi de base à la présente étude du trafic maritime en Méditerranée Occidentale (définition d'une structure de route dans la zone considérée à partir d'experts navigants, affectation des volumes de trafic sur ces routes à partir de bases de données « voyages », compléments d'enquêtes auprès des ports).

Principale référence: COST 301 final report - Annex to main report : volume 2 : The maritime environment, traffic and casualties - AN 0104 - March 1987

Un modèle d'évaluation des risques d'accidents a par ailleurs été défini dans cadre de cette action².

Principale référence: COST 301 final report - Annex to main report : volume 9 : Assessment methods and results - AN 0111 - April 1987

⇒ **1990, 1995, 1995-1998** Dans le cadre des développements successifs qui ont abouti au modèle **MARCS** (Marine Accident Risk Calculation System) par la société Det Norske Veritas (Norvège), de nombreuses études relatives au recueil des données sur le trafic maritime ont été réalisées afin d'alimenter et d'appliquer ce modèle. Parmi les premières applications de ce modèle, on peut citer :

- ❖ l'évaluation des risques maritimes le long des côtes britanniques (1990)
- ❖ l'évaluation des risques maritimes suite au naufrage de l'Exxon Valdez dans le Prince William Sound (1995)

Le modèle d'évaluation des risques maritimes MARCS a atteint son développement actuel dans le cadre du projet européen SAFECO I (1995-1998).

Principale référence: SAFECO, Safety of Shipping in Coastal Waters Final report (2000).

¹ Mer Méditerranée, mer Baltique, zone des 200 milles bordant les pays membres de l'Action et l'Islande.

² connu sous le sigle "PAI" : Problem Area Identifier

3. CARACTÉRISATION D'ENSEMBLE DU TRAFIC MARITIME EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

Le travail a porté sur le bassin de Méditerranée occidentale, limité au nord par les côtes espagnoles, françaises et italiennes, au sud par la ligne suivie par les navires en transit entre le détroit de Sicile et le détroit de Gibraltar, à l'est par le détroit de Gibraltar, à l'ouest par le détroit de Sicile.

L'étude statistique et l'étude satellitaire portent sur la période 1998-2002.

Le travail statistique a été mené à partir de deux bases de données acquises auprès de la Lloyd's Marine Intelligence Unit, complétées par de multiples sources ; l'une concernait les navires touchant un port de l'Europe du Sud, l'autre les navires transitant en Méditerranée. 530 000 trajets individuels ont ainsi pu être analysés, sur quatre années d'étude : 1998, 2000, 2001, 2002 (les neuf premiers mois seulement).

3.1 Une vision globale du trafic maritime

3.1.1 Un trafic en forte croissance jusqu'en 2002

Le trafic maritime en Méditerranée occidentale (MEDOC) connaît au début de la période d'étude une forte croissance, à un rythme annuel de 4,5 % environ ; cette croissance cesse, en liaison avec le ralentissement de la conjoncture mondiale, dès 2001 en ce qui concerne le transit, et à partir de 2002 en ce qui concerne le trafic touchant l'Europe du Sud.

	1998	2000	2001	2002 (9 MOIS)	TOTAL
NOMBRE DE NAVIRES PRÉSENTS	129 138	140 663	147 121	113 420	530 342
TAUX DE CROISSANCE ANNUEL MOYEN		4,4 %	4,6 %	-0,4 %	3,3 %

Tableau 1. Nombre de trajets sur l'ensemble de la zone

3.12 Un trafic principalement lié aux économies européennes

Sur l'ensemble des mouvements étudiés, plus de 85 % sont liés, au départ et/ou à l'arrivée, à l'un des trois pays européens. Le poids du transit baisse sur la période d'étude en raison, d'une part du ralentissement du commerce mondial, et d'autre part, de la progression soutenue des flux maritimes intra européens.

3.13 Une structure par type de navires spécifique à la Méditerranée Occidentale

Les navires ont, pour les besoins de l'étude, été regroupés en huit grandes catégories, qui correspondent aux grands types de transport maritime. La structure en unités (navires) permet de repérer les caractéristiques et tendances suivantes :

- ✎ Les navires quantitativement les plus nombreux sont les Cargos (plus de 3000 unités différentes chaque année), et les Vraquiers (un peu moins de 3000 unités) ; mais le nombre de Cargos diminue nettement d'année en année en raison du mouvement d'unitisation qui domine le transport maritime,
- ✎ Les Tankers et Chimiquiers (un peu moins de 2000 unités), et les Porte-Conteneurs (1000 unités environ) viennent ensuite ; mais, pour les raisons avancées ci-dessus, le nombre de Porte-Conteneurs augmente sur la période.
- ✎ Les Rouliers (5 à 600 unités), les Passagers (250 à 300 unités), les Méthaniers (300 environ) sont moins nombreux ; mais ces trois catégories connaissent une progression régulière sur la période.

L'image change sensiblement si l'on observe la flotte de Méditerranée non plus en unités mais en tenant compte de la fréquence d'utilisation de chaque navire. Plusieurs des catégories citées ci-dessus (les Rouliers, 30 trajets par an et par navire en moyenne, les transports de Passagers, 80 trajets annuels, mais aussi les Méthaniers, 15 trajets annuels), font une part importante, voire pour certains la totalité de leurs trajets à l'intérieur de la zone d'étude, et multiplient les allers-retours : leur poids réel dans la structure des trajets est sans commune mesure. Les Porte-Conteneurs, quant à eux, opèrent fréquemment sur des lignes régulières ; leur fréquence est élevée (24 trajets par navire chaque année, en moyenne), et leur présence dans la zone en est également renforcée. A contrario, les deux catégories les plus nombreuses, les Vraquiers et les Cargos, n'effectuent, pour chaque navire, qu'une moyenne, respectivement, de 5 et 10 trajets annuels.

La spécificité du trafic maritime en Méditerranée occidentale apparaît ainsi clairement : si l'évolution du poids des Tankers, Cargos ou Porte-Conteneurs est conforme aux hypothèses que l'évolution du transport maritime mondial permet de poser, celui des Rouliers et des transports de Passagers augmente fortement. Ces deux catégories représentent de fait plus du quart des trajets dans la zone. Leur poids traduit, d'un côté une opportunité liée au tourisme, de l'autre une contrainte liée à l'unitisation : la multiplicité des liaisons entre continent européen

et îles, entre pays européens et Afrique du Nord, impose, en l'absence de portiques performants dans nombre de ports des îles et du sud, le recours aux Rouliers, plutôt qu'aux Porte-Conteneurs.

	1998	2000	2001	2002	TOTAL
VRAQUIERS	10,6 %	10,2 %	9,5 %	9,1 %	9,9 %
CARGOS	27,4 %	24,4 %	23,1 %	21,7 %	24,2 %
MÉTHANIER	3,5 %	3,6 %	3,4 %	3,3 %	3,5 %
PASSAGERS	11,8 %	15,4 %	17,6 %	18,0 %	15,7 %
ROULIERS	11,8 %	12,9 %	13,2 %	14,3 %	13,0 %
TANKERS & CHIMIQUIERS	16,0 %	15,1 %	14,6 %	13,9 %	14,9 %
PORTE-CONTENEURS	17,8 %	17,1 %	17,5 %	18,6 %	17,7 %
AUTRES	1,2 %	1,3 %	1,1 %	1,2 %	1,2 %
TOTAL GÉNÉRAL	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Tableau 2. Structure des trajets par catégorie de navire

3.14 Une flotte relativement âgée, et une évolution modeste sur la durée de l'étude

La flotte opérant en Méditerranée est relativement âgée ; l'âge moyen ressort à 16,5 ans en 1998, et ne baisse que modestement à 16 ans en 2002. Ce résultat est compatible avec celui observé sur l'ensemble du monde où la moyenne d'âge, de l'ordre de 16 ans (Figure 1), tend également à diminuer légèrement.

Les Cargos et les transports de Passagers, deux types de navires qui connaissent une utilisation épisodique et/ou saisonnière, sont les catégories les plus âgées. L'âge moyen des Porte-Conteneurs est, lui, le plus faible de l'ensemble.

Il est bon de noter par ailleurs qu'en général, les navires récents ont un taux d'utilisation plus élevé que les navires anciens. Deux exceptions importantes dans la zone sont cependant à pointer : les Méthaniers, mais surtout les Rouliers, font apparaître une surutilisation des navires anciens, alors même que l'âge moyen de ces catégories est déjà non négligeable.

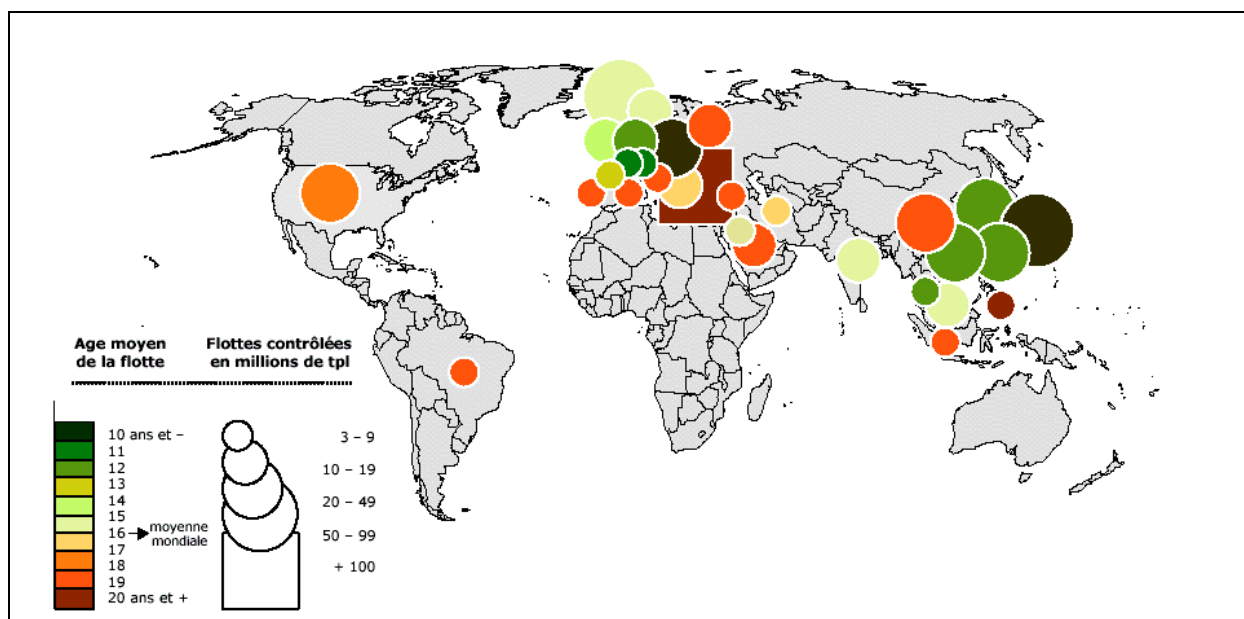


Figure 1. Âge moyen de la flotte mondiale par grands pays maritimes en 2000
(Source : ISEMAR)

	1998	2000	2001	2002
VRAQUIERS	16,4	16,1	16,0	15,8
CARGOS	18,2	18,0	18,2	17,9
MÉTHANIER	14,5	15,5	16,1	16,3
PASSAGERS	19,9	19,6	19,6	19,4
ROULIERS	15,6	15,8	16,5	16,6
TANKERS & CHIMIQUIERS	16,1	15,0	14,4	14,5
PORTE-CONTENEURS	9,5	10,3	10,4	10,5
AUTRES	19,6	20,8	20,6	19,8
TOTAL GÉNÉRAL	16,5	16,2	16,2	16,0

Tableau 3. Âge des navires présents en Méditerranée

3.15 Une flotte dont la taille moyenne grandit

La Méditerranée est surtout fréquentée par des navires de taille petite ou moyenne ; le phénomène est renforcé si l'on pondère la structure par taille par la fréquence d'utilisation.

Mais l'évolution est cependant nette sur la durée de l'étude : les trois catégories les plus grandes voient leur nombre d'unités augmenter de 10 à 35 % alors que le nombre d'unités des deux plus petites stagne ou diminue. Les tailles intermédiaires deviennent les plus représentées, et la taille moyenne de la flotte augmente de façon continue.

3.1.6 Une forte présence des pavillons à risque

Le travail a ici été mené sur la base des inspections de navires effectuées dans les ports ; la typologie retenue est celle du Paris MOU qui affecte aux pavillons une couleur blanche, grise ou noire suivant leur qualité révélée par les inspections.¹

Ce classement est mis à jour annuellement sur la base des inspections sur une période de 3 ans. Il tient compte pour chaque pays du nombre d'inspections réalisées, du nombre de détentions effectivement opérées et d'un seuil de détention acceptable (7 %) fixé par le PSC du Paris MOU. Ces données sont utilisées pour définir un nombre théorique de détentions servant ensuite à délimiter 3 groupes de pavillons dits « blancs », « gris » et « noirs », ce qui correspond à un niveau de risque potentiel croissant².

Il convient de noter que les nationalités répertoriées changent chaque année en fonction des inspections réalisées. Une procédure spécifique basée sur une règle majoritaire a été mise en œuvre pour obtenir une classification des pavillons associés à tous les navires enregistrés dans la base de données manipulée.³

		1998	2000	2001	2002
PAVILLON	BLANC	31,3 %	33,9 %	35,1 %	35,7 %
	GRIS	10,8 %	11,3 %	11,5 %	12,0 %
	NOIR	50,4 %	46,7 %	45,2 %	44,1 %
	NON VU	7,5 %	8,1 %	8,2 %	8,1 %
	TOTAL GÉNÉRAL	100 %	100 %	100 %	100 %

Tableau 4. Répartition des pavillons

Le résultat ne manque pas d'inquiéter. Au début de la période d'étude, plus de la moitié des navires naviguant en Méditerranée le font sous un pavillon « noir ». Le

¹ Les pays pour lesquels aucune information n'était disponible ont été marqués en « Non vus ».

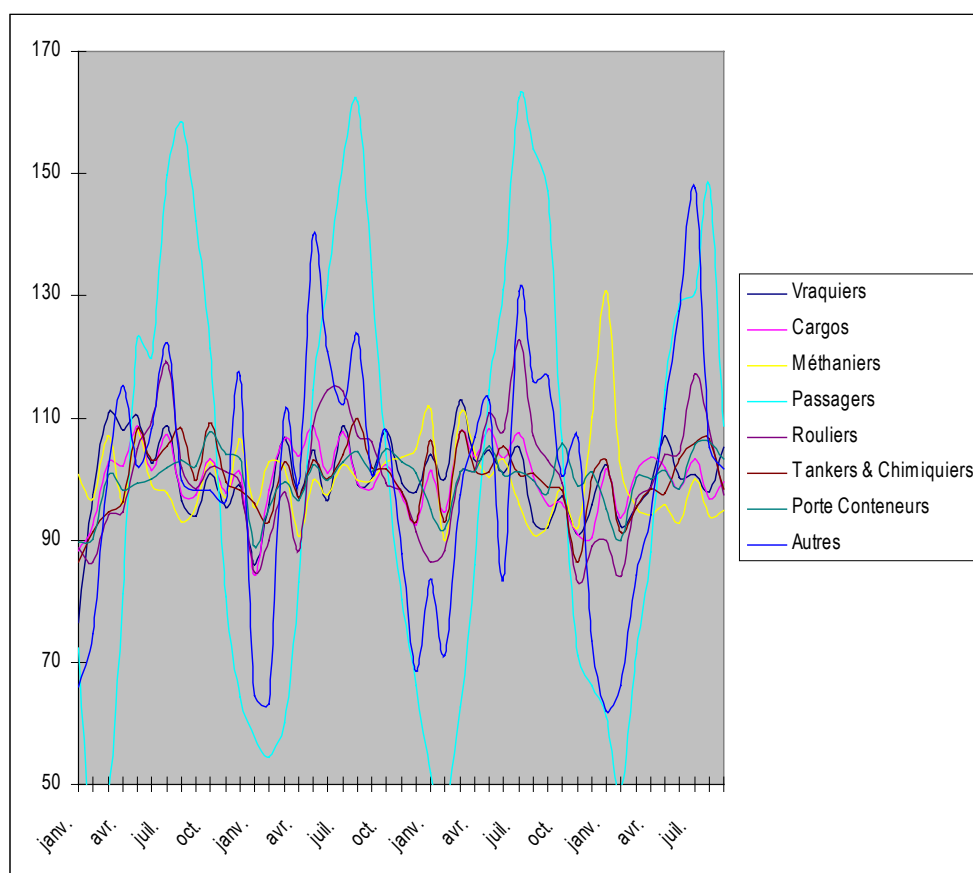
² Pour plus de détails, on se référera au rapport annuel publié par le PSC, qui outre la liste des pavillons blancs, gris et noirs, détaille la méthodologie mise en œuvre pour la qualification de ceux-ci.

³ Cette procédure est détaillée dans l'Annexe 4 du rapport d'étude

poids de ces pavillons diminue certes avec le temps, au bénéfice des pavillons « blancs », mais leur importance reste souciante, puisqu'ils représentent encore en 2002 plus de 44 % des navires.

3.1.7 Un trafic marqué par une forte saisonnalité

Le trafic global en Méditerranée est marqué par une forte saisonnalité ; cette saisonnalité est inégalement marquée suivant le type de navires. Les navires dont l'activité est liée au seul cycle économique (Cargos, Porte-Conteneurs, Vraquiers, Tankers, etc.) connaissent une saisonnalité faible ou modérée. Ceux, au contraire, dont les mouvements sont liés pour tout ou partie aux mouvements de personnes (Paquebots, Ferries) ont un trafic marqué par une saisonnalité forte (Rouliers) ou très forte (Passagers).



D'une façon générale les mois d'été sont les plus chargés. Le mois de juillet, qui cumule une activité économique soutenue et une première pointe liée au tourisme de trafic de transports de Passagers et de Rouliers, correspond à un pic chaque année. Symétriquement, les mois d'hiver, janvier, et surtout février présentent un creux caractéristique du taux d'utilisation plus faible des mêmes navires sur cette période.

3.2 Concentration du trafic maritime en Méditerranée

Les trajets individuels ont été analysés successivement dans deux logiques. La première, fondée sur une représentation matricielle de type 7 x 7, regroupe les ports par façade ; les origines et destinations sont affectées à une zone :

- ≡ Espagne,
- ≡ France,
- ≡ Italie,
- ≡ Europe du Sud (regroupement des trois zones précédentes)
- ≡ Afrique du Nord,
- ≡ Détroit de Sicile,
- ≡ Détroit de Gibraltar.¹

La seconde analyse les trajets individuels entre deux ports ou points. L'impossibilité de raisonner sur les 7 000 ports ou lieux présents dans la zone a amené à sélectionner les 36 ports ou lieux les plus importants ; une matrice 37 x 37 a ainsi été construite (pour tenir compte d'une catégorie « Autres »).

3.2.1 Un trafic entre zones très polarisé

Le travail mené en zones, sur la matrice réduite, fait apparaître un trafic très concentré sur les pays européens.

Le trafic intra-européen représente à lui seul près de 38 % des trajets, et l'on constate le poids déterminant de l'Italie, dont le trafic intérieur pèse plus de 14 %. Si l'on ajoute à ces 38 % le trafic d'Europe du Sud à destination des autres zones (22,9 %), et celui, en sens inverse, des autres zones vers l'Europe du Sud (23 %),

¹ Une décomposition un peu plus fine est proposée dans le rapport 1, et n'est pas reprise ici. Elle décompose les pays européens en deux sous zones pour chacun d'eux : îles et continent. Elle décompose également le trafic passant par le détroit de Sicile, suivant que l'origine ou la destination sont le canal de Suez, le détroit des Dardanelles ou la Méditerranée Orientale.

on constate que près de 84 % des trajets analysés sont liés, en origine ou destination, aux trois pays européens. Le trafic de pur transit, non lié à l'Europe du Sud, (Sicile-Gibraltar, et inversement) représente quant à lui 15 % du total des trajets enregistrés.

L'évolution repérée sur la durée de l'étude ne fait que renforcer cette polarisation : le poids des pays européens ne cesse d'augmenter, en particulier sous l'impulsion de l'Espagne, dont la croissance économique fait croître le poids relatif.

La structure de ces trafics par type de navires est très différenciée :

- ✎ Le trafic interne à l'Europe est assez réparti ; on note cependant une sur représentation des Passagers et des Rouliers.
- ✎ Le trafic entre l'Europe et l'Afrique du Nord place en avant les mêmes types de navires, auxquels il faut ajouter une forte présence des Méthaniers, et une nette sous représentation des Porte-Conteneurs.
- ✎ Ce sont, *a contrario*, ces derniers qui, avec les Cargos, et à moindre degré les Tankers, représentent les effectifs les plus importants dans les relations entre Europe et Détroit de Gibraltar.
- ✎ Les Cargos et les Tankers caractérisent, par leur poids important, les trajets entre Europe et Détroit de Sicile.
- ✎ Enfin, le trafic de transit est, logiquement, dominé par les Vraquiers, liquides et solides, par les Cargos et les Porte-Conteneurs. Les Rouliers et les transports de Passagers pèsent sur ces liaisons horizontales, d'un poids très faible.

		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	9,8 %	1,4 %	2,1 %	13,4 %	1,2 %	6,3 %	2,0 %	22,9 %
	FRA	1,3 %	2,6 %	2,1 %	5,9 %	1,3 %	1,0 %	1,5 %	9,7 %
	ITA	2,1 %	2,3 %	14,1 %	18,5 %	1,2 %	2,0 %	6,5 %	28,1 %
	TOTAL	13,3 %	6,4 %	18,2 %	37,8 %	3,7 %	9,2 %	10,0 %	60,7 %
AFRIQUE DU NORD		1,4 %	1,3 %	1,2 %	3,8 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	4,0 %
DÉTROIT DE GIBRALTAR		6,0 %	0,9 %	2,2 %	9,2 %	0,1 %	0,9 %	7,6 %	17,9 %
DÉTROIT DE SICILE		2,3 %	1,2 %	6,5 %	10,0 %	0,0 %	7,4 %	0,0 %	17,4 %
TOTAL GÉNÉRAL		22,9 %	9,7 %	28,1 %	60,8 %	3,8 %	17,8 %	17,6 %	100 %

Tableau 5. Répartition du trafic par zone, sur l'ensemble de la période.¹

3.2.2 Une polarisation que confirme l'analyse par trajets individuels

Le travail mené sur l'ensemble des trajets individuels montre la forte concentration des trajets autour d'un petit nombre de points et de ports. Les annexes du Rapport 1, qui reprennent l'ensemble des trajets, montrent clairement qu'un grand nombre de liaisons potentielles connaissent un trafic inexistant ou extrêmement faible, et justifient le choix fait par la DAMGM d'un travail sur une sélection de ports ou points. Les résultats sont éloquentes ; les 36 points sélectionnés cumulent 80 % des trafics, tant en arrivée qu'en départ. Si l'on ajoute à cela le fait que le trafic en provenance de la catégorie « Autres » (ports non sélectionnés) ne va que pour moins d'un tiers à destination d'un port « Autres », on constate que 90 % environ des trajets ont un port (ou détroit, ou regroupement) de la sélection comme origine et/ou destination.

Ces ports eux-mêmes montrent fréquemment une spécialisation spatiale et par type de navires forte ou très forte ; un petit nombre de ports et de détroits de Méditerranée occidentale ont un trafic suffisamment important pour que les trajets qui les concernent ne soient pas concentrés sur un petit nombre d'origines et de destinations.

Ce sont précisément ces ports ou détroits qui vont par la suite apparaître comme des nœuds de concentration du trafic maritime, et auprès desquels les densités de trafic sont susceptibles d'être problématiques :

- ✎ Barcelone,
- ✎ Gênes,
- ✎ Marseille,
- ✎ Naples,
- ✎ Valence,
- ✎ Palma,
- ✎ Détroit de Gibraltar,
- ✎ Détroit de Sicile, et au-delà, Détroit des Dardanelles et canal de Suez

La classification des navires selon la taille est bâtie sur le regroupement des navires en fonction de leur tonnage : 5 catégories sont différenciées selon leur jauge brute

¹ On trouve en lignes les origines, et en colonnes les destinations ; la valeur 1,3 % au croisement de la ligne France et de la colonne Espagne signifie par exemple qu'1,3 % de l'ensemble des trajets opérés pendant la période ont été effectués par des navires quittant un port français pour aller dans un port espagnol.

(GT) et 5 autres catégories selon leur port en lourd (DWT) selon les modalités présentées dans le Tableau 6.

GT	CATÉGORIE DWT	INDICATEUR DE TAILLE
0 à 5 000 tx	1	Très petite
5 001 à 50 000 tx	2	Petite
50 001 à 80 000 tx	3	Moyenne
80 001 à 150 000 tx	4	Grande
+ de 150 001 tx	5	Très grande

DWT	CATÉGORIE GT	INDICATEUR DE TAILLE
0 à 10 000 t	1	Très petite
10 001 à 50 000 t	2	Petite
50 001 à 100 000 t	3	Moyenne
100 001 à 300 000 t	4	Grande
+ de 300 001 t	5	Très grande

Tableau 6. Classification des navires en fonction de leur tonnage

La catégorie finale retenue pour un navire est la plus élevée des deux. Les indicateurs de taille portés dans le Tableau 7 correspondent également à cette classification.

		TAILLE MOYENNE DES NAVIRES	TYPE DE PORT	CATÉGORIE DE NAVIRES DOMINANTE	ORIGINE/DESTINATION DOMINANTE	SAISONNALITÉ DU TRAFIC
EUROPE DU SUD CONTINENTALE	ALGÉSIRAS	Grande	Hub, Généraliste	Porte-Conteneurs/Tankers	Gibraltar	Faible
	BARCELONE	Très grande	Généraliste	Porte-Conteneurs/Passagers	Europe du Sud	Moyenne
	CIVITAVECCHIA	Grande	Passagers	Passagers	Europe du Sud	Très forte
	GÈNES	Très grande	Généraliste	Passagers	Europe du Sud	Forte
	GIOIA TAURO	Grande	Hub	Porte-Conteneurs	Sicile	Faible
	PORT LA NOUVELLE	Petite	Généraliste	Cargos	Europe du Sud	Forte
	LA SPEZIA	Grande	Généraliste	Porte-Conteneurs	Europe du Sud	Moyenne
	MARSEILLE	Très grande	Généraliste	Cargos	Europe du Sud	Faible
	NAPLES	Grande	Généraliste	Passagers	Europe du Sud	Forte
	NICE	Moyenne	Passagers	Passagers	Europe du Sud	Très forte
	SALERNE	Grande	Généraliste	Porte-Conteneurs	Europe du Sud	Moyenne
	SAVONE	Grande	Généraliste	Cargos	Europe du Sud	Moyenne
	SÈTE	Moyenne	Généraliste	Cargos	Europe du Sud	Moyenne
	TARRAGONE	Grande	Vracs	Tankers	Europe du Sud	Moyenne
	TOULON	Petite	Passagers	Passagers	Europe du Sud	Très forte
	VALENCE	Grande	Généraliste	Porte-Conteneurs	Europe du Sud	Faible
ÎLES EUROPÉENNES	AJACCIO	Moyenne	Terminal passagers	Passagers, Rouliers	Europe du Sud	Très forte
	BASTIA	Grande à très grande	Terminal passagers	Passagers	Europe du Sud	Très forte
	PALERME	Grande	Passagers	Passagers	Europe du Sud	Forte
	PALMA DE MALLORCA	Grande	Généraliste	Rouliers, Passagers	Europe du Sud	Forte
	PORTO TORRES	Grande	Terminal pétrolier et passagers	Passagers	Europe du Sud	Forte

Tableau 7. Caractéristiques des trajets touchant les ports ou détroits sélectionnés

		TAILLE MOYENNE DES NAVIRES	TYPE DE PORT	CATÉGORIE DE NAVIRES DOMINANTE	ORIGINE/DESTINATION DOMINANTE	SAISONNALITÉ DU TRAFIC
ILES EUROPÉENNES	AJACCIO	Moyenne	Terminal passagers	Passagers, Rouliers	Europe du Sud	Très forte
	BASTIA	Grande à très grande	Terminal passagers	Passagers	Europe du Sud	Très forte
	PALERME	Grande	Passagers	Passagers	Europe du Sud	Forte
	PALMA DE MALLORCA	Grande	Généraliste	Rouliers, Passagers	Europe du Sud	Forte
	PORTO TORRES	Grande	Terminal pétrolier et passagers	Passagers	Europe du Sud	Forte
AFRIQUE DU NORD	ALGER	Moyenne	Généraliste	Rouliers	Europe du Sud	Moyenne
	ARZEW	Moyenne	Terminal méthanier et pétrolier	Méthaniers	Europe du Sud	Moyenne
	BEJAIA	Petite	Généraliste	Cargos	Europe du Sud	Forte
	BIZERTE	Petite	Généraliste	Cargos	Europe du Sud	Moyenne
	ORAN	Moyenne	Généraliste	Passagers	Europe du Sud	Très forte
	SKIKDA	Moyenne	Terminal méthanier et pétrolier	Méthaniers	Europe du Sud	Moyenne
DÉTROIT DE SICILE	CANAL DE SUEZ	Grande	Généraliste	Porte-Conteneurs	Gibraltar	Faible
	DÉTROIT DES DARDANELLES	Grande	Généraliste	Cargos	Europe + Gibraltar	Moyenne
	MÉD. ORIENTALE	Très grande	Généraliste	Cargos	Europe du Sud	Faible
	LE PIRÉE	Grande	Généraliste	Porte-Conteneurs	Europe du Sud	Faible
	RAS LANUF	Petite	Terminal pétrolier	Tankers	Europe, Gibraltar	Moyenne
	SFAX	Moyenne	Généraliste	Cargos	Europe (origine), Gibraltar (destination)	Moyenne
	TRIPOLI	Petite	Généraliste	Cargos	Gibraltar	Moyenne
	VENISE	Petite	Généraliste	Tankers	Europe du Sud	Moyenne
DÉTROIT DE GIBRALTAR		Très grande	Généraliste	Cargos, Vraquiers	Europe du Sud	Faible

Tableau 7. Caractéristiques des trajets touchant les ports ou détroits sélectionnés (suite)

3.2.3 Des résultats étayés par l'analyse de données d'observation de la Terre

Afin de compléter les informations sur le trafic maritime présentées dans les chapitres précédents, une autre source de données a été mise en œuvre : l'observation de la Terre. L'objectif de cette démarche est d'extraire des informations caractéristiques à partir d'images satellitaires afin d'étayer les résultats de l'analyse statistique. Ceci a été essentiellement réalisé par l'acquisition et le traitement de deux couvertures d'images radar issues du système canadien Radarsat.

L'étude globale d'une couverture vise à acquérir la vision la plus instantanée possible de la position des bateaux sur la zone cartographiée. Chaque couverture est obtenue par juxtaposition d'images Radarsat, chaque image représentant une zone de 300 x 300 km couverte avec une résolution - ou capacité à discriminer deux objets au sol - de 50 m. Il convient de préciser que les caractéristiques de l'orbite du satellite Radarsat ne permette pas une couverture exhaustive de la zone étudiée dans un délai compatible avec le parcours du bassin méditerranéen occidental par un navire (2 à 3 jours).

Dans le cadre de l'étude, une première couverture a été obtenue à partir d'une douzaine d'images d'archives se répartissant sur une période de 4 mois de mars à juillet 1998, à l'exception de l'une d'entre elles acquise en 2000 afin d'avoir au moins une image couvrant le sud de la Sardaigne et le nord de la Sicile (Figure 3).

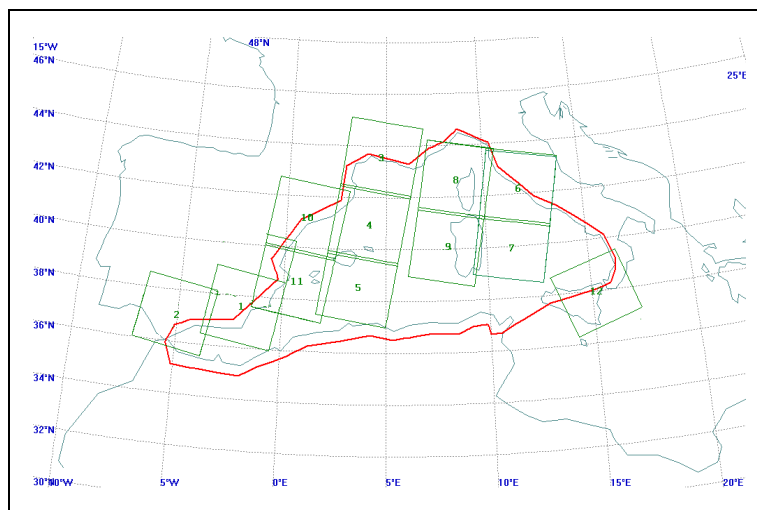


Figure 3. Couverture d'images d'archives 1998

Une deuxième couverture de la zone d'étude a été obtenue par programmation du satellite au cours de l'été 2002. Cette démarche a permis de déterminer un

second jeu de 13 images (Figure 4). La programmation a permis cette fois-ci d'assurer une couverture plus efficace de la zone d'étude.

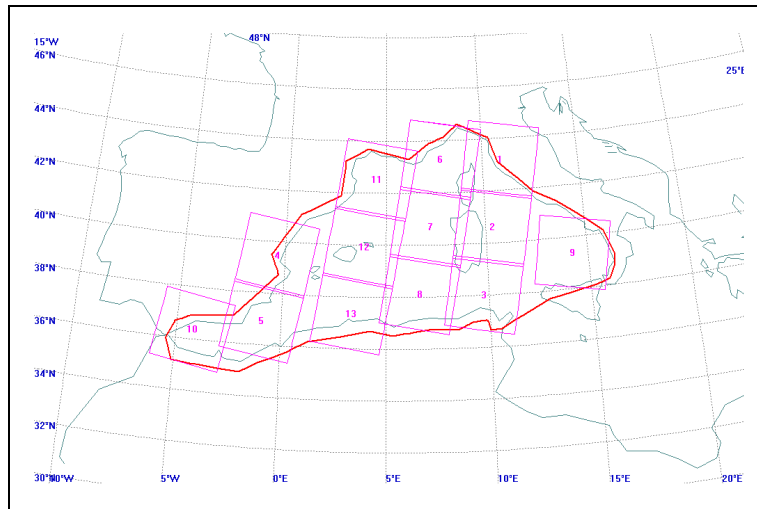


Figure 4. Couverture d'images programmées en 2002

Des techniques de traitement d'images ont ensuite été mises en œuvre pour identifier et localiser sur les deux couvertures les navires, éliminer les navires détectés en double ainsi que les objets fixes ayant un comportement visuellement proche de ceux-ci (petits îlots dont l'écho est comparable avec un bateau, rochers isolés, balises ...)¹.

Les résultats obtenus démontrent les possibilités d'identification des navires en mer à partir d'images Radarsat dans le mode de prise de vue retenu. L'exploitation de ces données permet de déterminer avec une bonne précision (moins de 500 m) les coordonnées des navires détectés sur chaque image.

La Figure 5 et la Figure 6 montrent la carte de l'ensemble des navires détectés sur chacune des deux couvertures radar. Chaque couleur correspond à une date de prise de vue différente, plusieurs images pouvant être acquises successivement par le satellite sur la même orbite.

La première couverture a été construite à partir de 12 images d'archives étalées sur plusieurs mois de l'année 1998 (plus une image acquise en 2000). Elle ne couvre que partiellement l'Afrique du Nord, le sud de la Sardaigne et l'ouest de la Sicile. Elle a permis de recenser 772 navires.

La deuxième couverture a été acquise durant l'été 2002 en moins d'une semaine. Elle couvre de manière plus complète la Méditerranée et notamment l'Afrique du Nord et a permis de détecter 908 navires.

¹ Pour plus de détail, on se reportera à l'Annexe 2 du rapport d'étude.

Cette méthode permet d'avoir des informations sur une zone géographique importante en adoptant une approche globale. Cependant, les informations obtenues sont plus limitées que celles issues de l'exploitation des bases de données telles que celles enregistrées par le LMIS, puisqu'elles ne concernent que la localisation des navires à un instant donné.

Le volume de données radar traité ici permet donc uniquement d'avoir une vision instantanée du trafic maritime à l'intérieur des limites de la zone observée à une data précise. Les performances de la détection dépendent également étroitement de la taille des bateaux à identifier et de l'état de la mer.

On retrouve néanmoins sur les cartes obtenues des concentrations de trafic évoquées au paragraphe 3.2.2 :

- ⌘ À proximité des ports de Barcelone, Marseille, Valence, Palma de Mallorca et des détroits de Gibraltar et de Sicile pour les résultats relatifs à l'année 1998,
- ⌘ À proximité des ports de Gênes, Naples, Valence, et des détroits de Gibraltar et de Sicile pour les résultats relatifs à l'année 2002.

Dans le cadre de l'étude, une analyse complémentaire a également été menée pour déterminer la possibilité de couvrir par des données radar la zone géographique de la Méditerranée occidentale sur un intervalle de temps compatible avec la durée d'un voyage maritime en Méditerranée, soit 2 à 3 jours maximum.

Les systèmes d'observation radar actuels (le système canadien Radarsat-1 et le système européen Envisat) permettent de couvrir entre 60 et 95 % de la zone dans ce délai, une couverture exhaustive réclamant 2 à 4 jours supplémentaires selon le satellite considéré. La réalisation de prises de vues permettant d'avoir une vision « quasi-instantanée » d'une zone telle que la Méditerranée occidentale ne paraît donc pas envisageable à court terme.

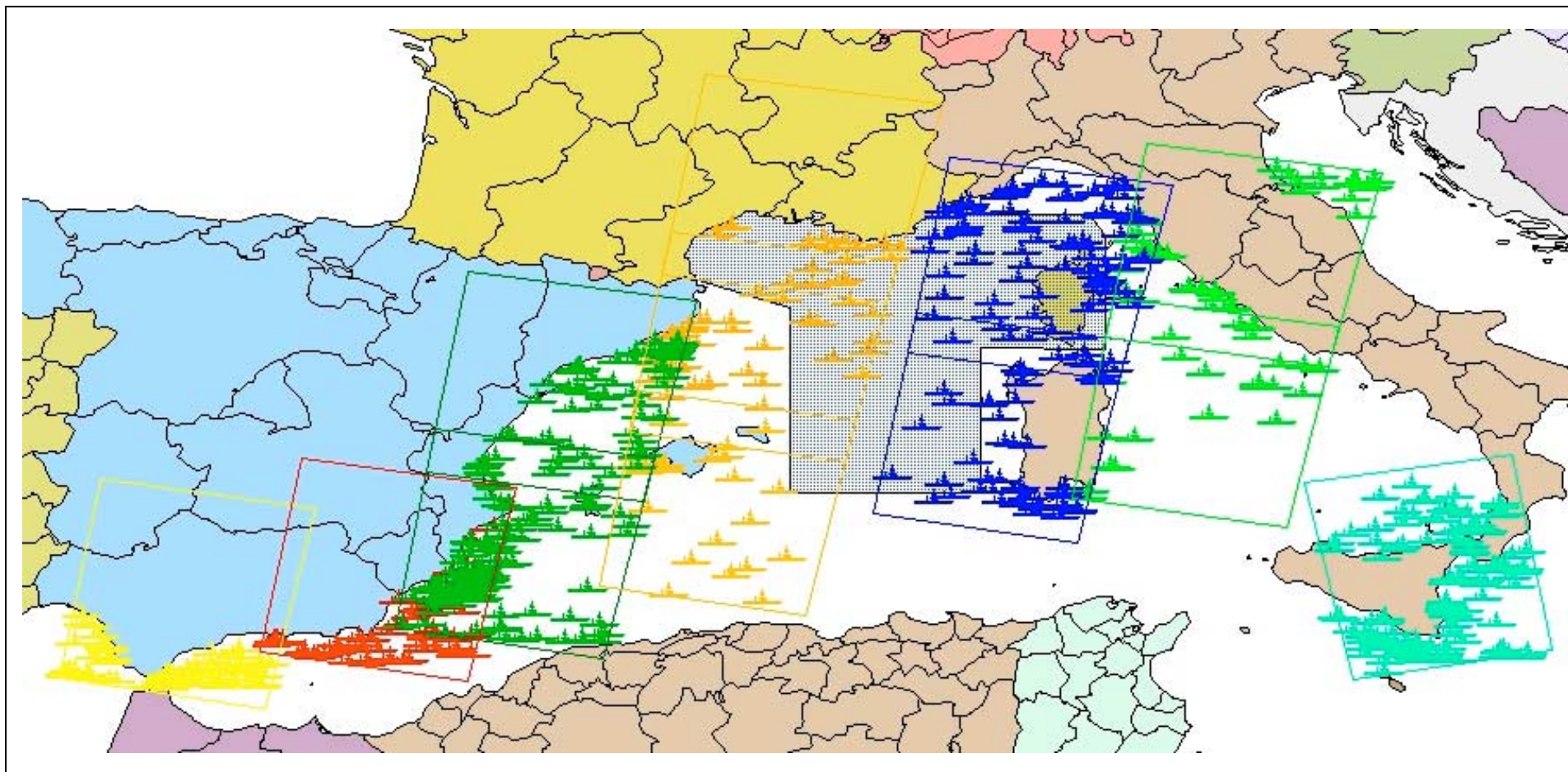


Figure 5. Résultats de l'exploitation de la couverture Radarsat d'archives (année 1998)

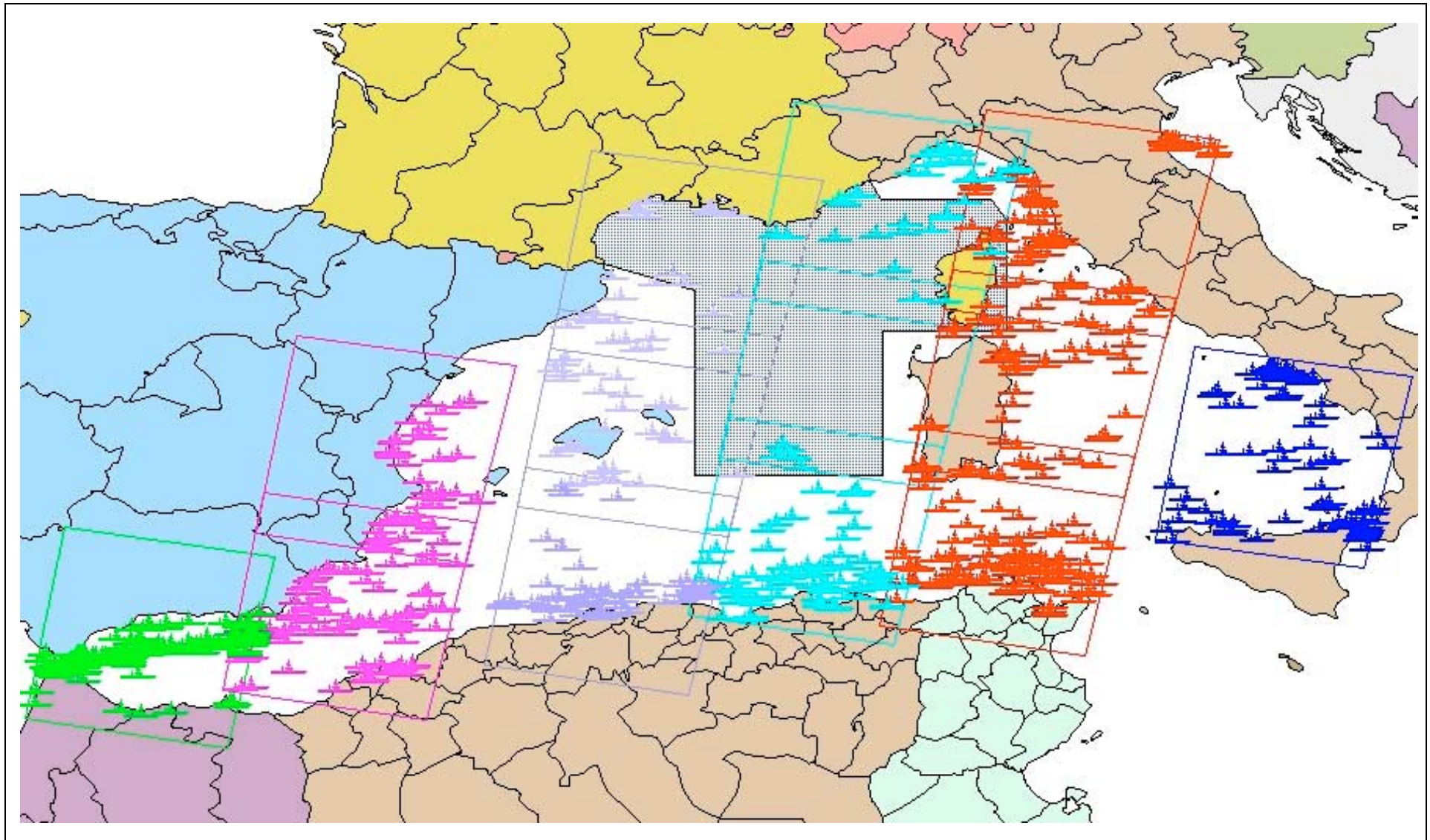


Figure 6. Résultats de l'exploitation de la couverture Radarsat programmée (année 2002)

4. CARACTÉRISATION D'ENSEMBLE DES DENSITÉS ET DE LA DANGEROUSITÉ EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

L'analyse des 530 000 trajets individuels de la base a permis de mesurer la concentration du trafic sur des trajets vus jusqu'ici comme des couples de points (ports ou détroits). Ces trajets ont ensuite été «spatialisés», c'est-à-dire traduits en termes de routes effectivement suivies par les navires¹. Cette étape a permis de calculer des indicateurs de densité, annuelle, mensuelle, et quotidienne, sur chacune des routes. Mais il a semblé utile d'ajouter une dimension « qualitative » à cette mesure de densité, en examinant la nature du navire effectuant le trajet, pour tenir compte de la plus ou moins grande dangerosité de sa présence sur une route donnée.

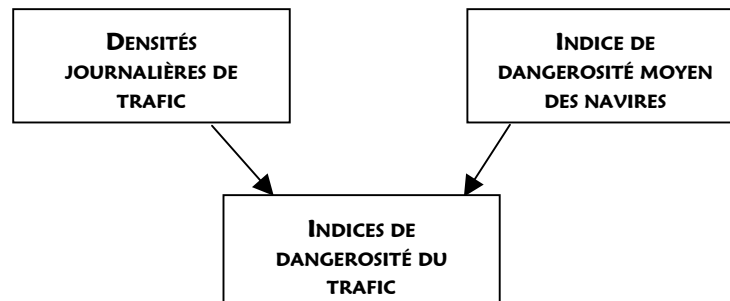
La notion de dangerosité utilisée ici est différente de la notion de risque dans le sens où elle ne prend pas en compte d'éléments extérieurs au trafic lui-même. Ainsi, dans une estimation du risque, il est nécessaire de prendre en compte les conséquences potentielles d'un événement en termes de vies humaines ou d'impact sur l'environnement marin ou côtier, et donc de définir des fonctions de coût associées à ces notions pour définir des niveaux en dessous desquels ces conséquences seraient jugées acceptables.

La notion de dangerosité ne retient quant à elle que des informations intrinsèques au trafic. Elle permet de réaliser dans un premier temps une hiérarchisation des navires selon le risque potentiel induit par leur mise en circulation en se basant sur leurs caractéristiques principales. On définit ainsi un premier élément qui est la dangerosité du navire. Densité du trafic et dangerosité des différents navires sont ensuite combinées pour obtenir une image de la dangerosité finale du trafic tout d'abord sur une route particulière, puis sur une zone géographique plus étendue.

Cette notion de dangerosité doit être conçue comme un indicateur de risque potentiel intégrant à la fois les principales caractéristiques des navires et leur présence simultanée sur un même parcours ou dans une même zone, plus que comme une estimation quantifiée du risque qui nécessiterait des informations beaucoup plus détaillées.

¹ Pour nombre de trajets, les navires ont été répartis entre routes principales et routes secondaires, lorsqu'une alternative existait. Ce travail : définition des coordonnées des routes principales et secondaires, ainsi que les règles de répartition entre elles a été possible grâce aux éléments fournis par l'INRETS.

La répartition entre routes principales et secondaires n'est pas reprise dans ce rapport ; le lecteur intéressé peut se reporter au Rapport 1.



La démarche adoptée pour la représentation cartographique des résultats permet d'intégrer le fait que les trajets observés entre deux ports ne suivent pas une route « idéale » mais sont en fait contenus dans un intervalle centré sur celle-ci, d'une largeur de quelques milles.

L'indice de dangerosité du navire est construit sur la base des seules informations contenues dans la base :

- ⌘ Catégorie du navire,
- ⌘ Taille du navire,
- ⌘ Âge du navire,
- ⌘ Pavillon du navire.¹

Deux précautions sont nécessaires avant d'examiner les résultats :

- ⌘ La démarche n'est pas destinée à appréhender le risque maritime, mais à apprécier la dangerosité relative d'un trajet donné effectué par un navire spécifique. Le travail proposé ici consiste à prendre en compte le fait qu'un navire donné ne « pèse » pas le même poids en termes de danger potentiel sur une route, suivant qu'il s'agit d'un porte conteneur neuf naviguant sous pavillon blanc, ou d'un super tanker de plus de 25 ans naviguant sous pavillon noir. Il s'agit donc en fait de pondérer la présence de chaque navire sur une route par un coefficient qui lui est propre. L'indice de dangerosité du trafic n'est donc en fait qu'une mesure de densité pondérée par la dangerosité apparente des navires.
- ⌘ Par construction, cet indice est ordinal. Les résultats obtenus peuvent, de zone à zone, ou de route à route, être comparés entre eux, pour établir un classement et/ou des typologies, mais le chiffre obtenu en lui-même n'a pas de sens : les dangerosités de trafic obtenues peuvent être classées entre elles, mais il importe d'être prudent dans l'interprétation des niveaux atteints.

¹ Voir Rapport 1, § 5 pour les modalités de construction de l'indice.

4.1 Analyse des densités par zone et par routes

4.1.1 Des densités par zone en phase avec la concentration des trafics repérée

Les densités ont été mesurées à deux niveaux, conformément à la démarche adoptée jusqu'ici : au niveau des zones, tout d'abord, et à celui des routes individuelles ensuite.

L'analyse des densités par zones confirme l'analyse globale précédemment menée. Le trafic interne aux trois pays européens fait apparaître des densités élevées, voire très élevées ; on constate de surcroît que les densités internes à chaque pays sont systématiquement supérieures à celles qui caractérisent les relations bilatérales, traduisant par là l'importance pour chacun des pays européens du trafic entre ports continentaux et îles. Un effet d'opportunité apparaît par ailleurs dans l'intensité, liée à la proximité, des densités entre Gibraltar et l'Espagne, d'un côté, et entre la Sicile et l'Italie, de l'autre. La densité relativement élevée entre Gibraltar et Sicile traduit l'importance de la Méditerranée Occidentale comme zone de transit. Les relations avec l'Afrique du Nord, malgré leur importance stratégique, génèrent quant à elles des densités beaucoup plus modestes.

Il faut enfin noter que l'évolution de 1998 à 2002 ne fait que renforcer l'analyse ci-dessus : les densités liées à la zone européenne augmentent plus vite que les autres, et la montée en puissance de l'Espagne est particulièrement nette.

4.1.2 Des densités par routes très inégales

Les densités par route individuelle sont extrêmement dispersées, et n'atteignent des niveaux importants que pour un petit nombre d'entre elles.

Ces densités, malgré la sélection opérée, sont faibles ou modérées sur une grande majorité des trajets. Quelques trajets cependant concentrent un nombre de navires élevé qui justifie l'étude.

Si l'on raisonne à partir des points extrêmes que sont les ports et détroits, 13 d'entre eux seulement connaissent une densité (arrivées + départs) supérieure à 10 navires par jour.

Sur l'ensemble des 1 369 routes théoriques générées dans la matrice 37 x 37, 24 seulement font apparaître sur l'ensemble de la période une densité journalière supérieure à deux navires par jour (les regroupements de type « autres ports » ne sont pas repris ici).

On constate ici, à nouveau, que la majorité des routes ont une origine ou une destination européenne.

1998		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	26,51	5,52	6,84	38,87	3,92	23,68	6,99	73,46
	FRA	4,98	6,93	6,32	18,23	4,49	4,14	5,66	32,52
	ITA	6,79	7,52	47,79	62,10	4,11	7,75	24,19	98,15
	TOTAL	38,28	19,97	60,95	119,20	12,52	35,57	36,84	204,13
AFRIQUE DU NORD		4,33	4,65	4,30	13,29	0,00	0,53	0,03	13,85
DÉTR. DE GIBRALTAR		22,86	3,62	8,58	35,07	0,49	4,04	29,01	68,61
DÉTROIT DE SICILE		8,33	4,48	24,58	37,39	0,03	27,90	0,00	65,32
TOTAL GÉNÉRAL		73,81	32,73	98,41	204,95	13,04	68,04	65,88	351,91

2000		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	35,34	5,74	7,93	49,01	4,25	24,70	7,65	85,61
	FRA	5,19	8,07	8,19	21,45	4,66	4,12	5,79	36,02
	ITA	8,31	9,17	55,12	72,60	4,41	7,70	24,33	109,04
	TOTAL	48,84	22,98	71,24	143,06	13,32	36,52	37,77	230,67
AFRIQUE DU NORD		4,77	4,69	4,74	14,20	0,00	0,49	0,02	14,71
DÉTR. DE GIBRALTAR		23,99	3,60	8,79	36,38	0,52	3,63	30,02	70,55
DÉTROIT DE SICILE		8,61	5,04	24,73	38,38	0,03	29,14	0,00	67,55
TOTAL GÉNÉRAL		86,21	36,31	109,49	232,01	13,86	69,78	67,81	383,47

Tableau 8. Densité journalière des navires par zones (origine/destination)

2001		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	42,77	5,77	8,30	56,84	5,48	24,50	7,90	94,72
	FRA	5,28	13,04	8,34	26,65	5,22	3,81	5,77	41,45
	ITA	8,47	9,47	57,51	75,46	4,66	7,27	24,87	112,26
	TOTAL	56,52	28,28	74,15	158,94	15,36	35,59	38,54	248,43
AFRIQUE DU NORD		5,91	5,14	4,77	15,82	0,00	0,70	0,03	16,56
DÉTR. DE GIBRALTAR		23,43	3,46	8,28	35,17	0,62	2,32	30,18	68,29
DÉTROIT DE SICILE		8,81	4,48	25,08	38,37	0,01	29,47	0,00	67,85
TOTAL GÉNÉRAL		94,66	41,36	112,28	248,31	16,00	68,07	68,75	401,13

2002		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	51,99	5,43	9,01	66,43	5,87	24,54	8,20	105,04
	FRA	4,98	12,58	8,89	26,46	5,29	3,56	5,45	40,75
	ITA	8,87	9,89	58,80	77,56	4,94	7,61	26,71	116,81
	TOTAL	65,84	27,90	76,70	170,44	16,10	35,71	40,36	262,60
AFRIQUE DU NORD		6,35	5,07	5,00	16,42	0,00	0,73	0,01	17,16
DÉTR. DE GIBRALTAR		23,39	3,36	8,41	35,16	0,74	5,14	28,84	69,88
DÉTROIT DE SICILE		9,13	4,18	26,19	39,50	0,02	28,43	0,00	67,95
TOTAL GÉNÉRAL		104,71	40,51	116,31	261,53	16,86	70,00	69,21	417,59

Tableau 8. Densité journalière des navires par zones (origine/destination) (suite)

4.2 La dangerosité des navires

La dangerosité individuelle des navires varie, par construction, de 1 à 6,6¹. Sur cette base, une dangerosité moyenne par route ou par zone est calculée. Ces dangerosités par route sont extrêmement dispersées (de 1,5 à plus de 5) ; mais beaucoup de ces résultats sont produits par un nombre trop faible de navires pour être significatifs. L'analyse des données sur les principales zones est plus convaincante.

- ✎ La dangerosité moyenne des navires, zone par zone varie de 1,74 à 4,39.²
- ✎ La dangerosité moyenne des navires assurant le trafic interne à l'espace européen est systématiquement inférieure à celle des navires naviguant dans les autres zones.
- ✎ La dangerosité moyenne des navires assurant le trafic intérieur d'un espace national est la plupart du temps inférieure à celle des navires assurant des trajets entre cet espace national et le reste du monde ; la seule exception concerne les relations de l'Italie avec l'Espagne.
- ✎ Les chiffres les plus élevés sont obtenus par l'Afrique du Nord d'une part (quelles que soient les relations étudiées), et par les échanges transitant par le détroit de Sicile (que leur origine/destination soit l'Europe du Sud ou le détroit de Gibraltar), d'autre part.
- ✎ Le rajeunissement de la flotte d'une part, l'évolution des réglementations et des pratiques, d'autre part, débouchent sur une diminution quasi systématique de l'indice moyen de dangerosité des navires.
- ✎ La dangerosité moyenne des navires sur les routes secondaires, lorsqu'elles existent et sont prises en compte, est supérieure à celle que l'on repère sur les routes principales alternatives. Ce résultat n'est guère étonnant ; dans un espace aussi restreint que la mer Méditerranée, le choix pour un navire d'emprunter une route alternative est fréquemment lié à une réglementation nationale sur le transport de marchandises dangereuses. Les navires concernés sont dès lors déroutés sur les routes secondaires et poussent vers le haut la dangerosité moyenne des navires qui les empruntent.

¹ Les données individuelles sont disponibles dans la base de données développée dans le cadre du projet.

² Ces chiffres peuvent être interprétés en termes de « poids » moyen d'un navire effectuant un trajet ou circulant dans une zone.

1998		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	2,31	2,40	2,38	2,33	3,07	2,45	3,00	2,47
	FRA	2,27	2,06	2,50	2,27	2,44	2,31	3,11	2,45
	ITA	2,37	2,52	2,23	2,28	2,66	2,36	2,70	2,41
	TOTAL	2,31	2,33	2,27	2,30	2,71	2,41	2,82	2,44
AFRIQUE DU NORD		3,07	2,47	2,74	2,75		2,96	3,95	2,77
DÉTR. DE GIBRALTAR		2,47	2,55	2,67	2,53	2,61	3,35	3,08	2,81
DÉTROIT DE SICILE		2,94	2,91	2,58	2,70	3,94	3,12		2,88
TOTAL GÉNÉRAL		2,48	2,45	2,41	2,44	2,71	2,76	2,94	2,60

2000		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	2,11	2,16	2,23	2,14	2,77	2,37	2,88	2,30
	FRA	2,05	1,98	2,52	2,21	2,40	2,23	3,01	2,36
	ITA	2,14	2,55	2,27	2,29	2,45	2,26	2,67	2,38
	TOTAL	2,11	2,25	2,30	2,23	2,53	2,33	2,77	2,35
AFRIQUE DU NORD		2,69	2,43	2,63	2,59		2,94	4,39	2,60
DÉTR. DE GIBRALTAR		2,40	2,42	2,50	2,42	2,64	3,09	2,99	2,70
DÉTROIT DE SICILE		2,92	2,84	2,51	2,65	3,51	3,03		2,81
TOTAL GÉNÉRAL		2,30	2,37	2,38	2,35	2,54	2,67	2,87	2,50

*Tableau 9. Indice de dangerosité moyen des navires sur les routes principales
(origine/destination)*

2001		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	2,01	2,30	2,17	2,06	2,92	2,28	3,00	2,25
	FRA	2,14	1,82	2,54	2,11	2,51	2,25	3,05	2,30
	ITA	2,02	2,55	2,24	2,26	2,43	2,11	2,62	2,33
	TOTAL	2,02	2,16	2,27	2,16	2,63	2,24	2,76	2,30
AFRIQUE DU NORD		2,93	2,59	2,57	2,71		2,87	3,30	2,72
DÉTR. DE GIBRALTAR		2,30	2,36	2,35	2,32	2,62	2,99	2,93	2,62
DÉTROIT DE SICILE		3,08	2,82	2,46	2,64	3,15	2,97		2,79
TOTAL GÉNÉRAL		2,25	2,31	2,33	2,29	2,63	2,59	2,84	2,45

2002		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	1,95	2,18	2,16	1,99	2,93	2,26	2,95	2,18
	FRA	2,04	1,74	2,35	2,00	2,34	2,17	2,83	2,17
	ITA	2,01	2,34	2,15	2,16	2,34	2,10	2,52	2,25
	TOTAL	1,96	2,04	2,18	2,07	2,55	2,21	2,65	2,21
AFRIQUE DU NORD		2,91	2,38	2,42	2,59		2,89	3,28	2,61
DÉTR. DE GIBRALTAR		2,25	2,32	2,36	2,28	2,76	2,93	2,88	2,58
DÉTROIT DE SICILE		3,05	2,67	2,37	2,56	3,84	2,92		2,71
TOTAL GÉNÉRAL		2,18	2,17	2,24	2,21	2,56	2,56	2,74	2,37

*Tableau 9. Indice de dangerosité moyen des navires sur les routes principales
(origine/destination) (suite)*

4.3 La dangerosité du trafic maritime

4.3.1 La dangerosité finale du trafic par zones

La dangerosité finale du trafic, résultante des deux analyses précédentes (densité et dangerosité des navires), fait apparaître plusieurs éléments intéressants pour l'étude lorsqu'on l'étudie sur les grandes zones :

- ⌘ Zone par zone, les indices les plus élevés concernent :
 - ❖ Les trafics internes aux espaces italiens et espagnols ; la densité plus faible, mais aussi la qualité du pavillon placent la France en retrait à cet égard,
 - ❖ Les transits Est-Ouest et Ouest-Est, entre Sicile et Gibraltar,
 - ❖ Les trafics entre l'Espagne et Gibraltar d'une part, et entre l'Italie et le détroit de Sicile d'autre part.
- ⌘ Au niveau des zones, les densités repérées semblent être le facteur constitutif premier de la dangerosité des trafics (mais les modalités additives du mode de calcul incitent à la prudence dans l'interprétation). Les indices les plus élevés sont obtenus dans la zone européenne et dans ses relations avec les deux détroits.
- ⌘ Cependant, les dangerosités relatives des navires poussent vers le haut certains indices de dangerosité : les écarts entre densités sont atténués par la prise en compte de la dangerosité relative des navires ; c'est en particulier le cas des trafics entre l'Afrique du Nord et l'Europe, ainsi que des trafics de transit, et des trafics entre l'Europe et le reste du monde transitant par le détroit de Sicile.
- ⌘ Le niveau élevé des indices ayant trait au détroit de Sicile est pour une part non négligeable, quelle que soit l'origine ou la destination, du à la qualité médiocre des navires qui y transitent.
- ⌘ Il faut enfin noter que la dangerosité globale du trafic augmente d'année en année sur la période : malgré l'amélioration de la qualité de la flotte (qui se traduit par une décroissance de nombre d'indices de dangerosité des navires), l'augmentation des densités pousse vers le haut les indices de dangerosité du trafic. Le phénomène est flagrant dans le cas de l'Espagne, pour laquelle on a vu précédemment que la dynamique économique générerait un différentiel de croissance du trafic maritime, et donc des densités sur les routes la concernant.

1998		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	61,14	13,28	16,24	90,66	12,01	58,01	20,95	181,64
	FRA	11,31	14,30	15,79	41,40	10,98	9,55	17,62	79,55
	ITA	16,08	18,94	106,61	141,62	10,95	18,25	65,30	236,12
	TOTAL	88,53	46,51	138,64	273,68	33,94	85,82	103,87	497,31
AFRIQUE DU NORD		13,29	11,51	11,81	36,61	0,00	1,58	0,11	38,30
DÉTR. DE GIBRALTAR		56,41	9,22	22,95	88,58	1,29	13,51	89,47	192,84
DÉTROIT DE SICILE		24,49	13,03	63,41	100,93	0,13	86,94	0,00	188,00
TOTAL GÉNÉRAL		182,72	80,27	236,80	499,80	35,35	187,85	193,45	916,45

2000		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	74,68	12,43	17,71	104,82	11,79	58,45	22,05	197,10
	FRA	10,67	15,98	20,67	47,32	11,16	9,20	17,45	85,13
	ITA	17,82	23,34	125,13	166,29	10,80	17,39	64,94	259,41
	TOTAL	103,16	51,75	163,52	318,43	33,75	85,03	104,44	541,65
AFRIQUE DU NORD		12,84	11,41	12,47	36,72	0,00	1,45	0,07	38,24
DÉTR. DE GIBRALTAR		57,51	8,69	21,97	88,17	1,36	11,21	89,88	190,61
DÉTROIT DE SICILE		25,17	14,30	62,09	101,56	0,11	88,35	0,00	190,02
TOTAL GÉNÉRAL		198,67	86,15	260,05	544,87	35,21	186,04	194,39	960,51

*Tableau 10. Indice de dangerosité du trafic sur les routes principales
(origine/destination)*

2001		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	86,01	13,28	18,04	117,33	16,00	55,95	23,72	213,00
	FRA	11,32	23,73	21,18	56,23	13,10	8,58	17,63	95,53
	ITA	17,08	24,17	129,01	170,27	11,34	15,32	65,16	262,09
	TOTAL	114,41	61,19	168,23	343,83	40,44	79,84	106,51	570,62
AFRIQUE DU NORD		17,33	13,34	12,26	42,93	0,00	2,01	0,11	45,04
DÉTR. DE GIBRALTAR		54,00	8,19	19,49	81,68	1,63	6,93	88,48	178,71
DÉTROIT DE SICILE		27,10	12,64	61,62	101,37	0,04	87,58	0,00	188,99
TOTAL GÉNÉRAL		212,84	95,36	261,60	569,80	42,11	176,36	195,10	983,37

2002		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	101,23	11,82	19,42	132,48	17,22	55,34	24,17	229,21
	FRA	10,15	21,86	20,87	52,88	12,34	7,73	15,41	88,37
	ITA	17,84	23,10	126,55	167,49	11,53	15,97	67,35	262,35
	TOTAL	129,23	56,78	166,84	352,85	41,09	79,04	106,93	579,92
AFRIQUE DU NORD		18,46	12,04	12,08	42,58	0,00	2,10	0,05	44,72
DÉTR. DE GIBRALTAR		52,71	7,78	19,84	80,32	2,05	15,03	82,94	180,34
DÉTROIT DE SICILE		27,86	11,15	62,10	101,11	0,09	83,01	0,00	184,21
TOTAL GÉNÉRAL		228,25	87,75	260,86	576,87	43,23	179,18	189,92	989,20

*Tableau 10. Indice de dangerosité du trafic sur les routes principales
(origine/destination) (suite)*

4.3.2 La dangerosité finale du trafic sur les principales routes

L'appréhension des densités et de la dangerosité du trafic ne saurait se satisfaire d'un travail par zones. Sur la base de la matrice 37 x 37 constituée à partir des ports sélectionnés, un travail plus fin a été mené sur les 104 routes les plus fréquentées¹.

Sur ces routes, 10 présentent une densité très élevée, 31 sont fréquentées par une flotte estimée fortement problématique. La combinaison des deux critères fait ressortir 17 routes (toutes principales) dont la dangerosité du trafic est élevée :

- ⌘ Six concernent des liaisons entre des ports d'Europe du Sud et Gibraltar : dans la majorité des cas, c'est la densité du trafic qui est ici déterminante ; deux routes présentent cependant une dangerosité des navires élevée (Gênes Gibraltar et Tarragone Gibraltar),
- ⌘ Trois concernent le transit entre Sicile et Gibraltar : pour deux d'entre elles, densité et dangerosité des navires s'ajoutent,
- ⌘ Sept concernent des routes intra européennes, entre ports continentaux, ou entre ports continentaux et îles : pour trois d'entre elles, c'est à nouveau la densité qui détermine le classement. Le cas des quatre autres est intéressant : ces quatre routes (deux relient un port continental italien à des ports français et espagnol, une relie un port italien continental à la Sicile, et la dernière un port continental espagnol à Palma) ne présentent ni une densité, ni une dangerosité des navires très élevée. C'est donc la combinaison des deux qui joue ici : la dangerosité moyenne des navires potentialise la densité pour rendre la route finalement dangereuse.
- ⌘ Une d'entre elles concerne le trafic Nord-Sud : Alger-Marseille. Dans ce dernier cas, la densité est modérément élevée, mais c'est la dangerosité de la flotte, pour une bonne part en liaison avec le type de navires et l'âge, qui explique l'indice élevé.

¹ Certains trajets ont été décomposés en routes principales et routes secondaires. On obtient finalement 129 routes.

ROUTE	DENSITÉ ÉLEVÉE	DANGÉROSITÉ DES NAVIRES ÉLEVÉE	DANGÉROSITÉ FINALE ÉLEVÉE
Valence-Gibraltar	X		X
Barcelone-Gibraltar	X		X
Barcelone-Valence	X		X
Marseille-Gibraltar	X		X
Marseille-Barcelone	X		X
Gênes-Gibraltar		X	X
Gênes-Barcelone			X
Gênes-Marseille			X
Naples-Marseille		X	
Le Pirée-Gibraltar		X	X
Le Pirée-Marseille		X	
Le Pirée-Naples		X	
Dardanelles-Gibraltar	X	X	X
Dardanelles-Valence		X	
Dardanelles-Barcelone		X	
Dardanelles-Marseille		X	
Dardanelles-Gênes		X	
Dardanelles-Naples		X	
Suez-Gibraltar	X		X
Tripoli-Gibraltar		X	
Savone-Gibraltar		X	
La Spezia-Dardanelles		X	
Tarragone-Gibraltar	X	X	X
Civitavecchia-Gibraltar		X	
Civitavecchia-Naples		X	
Salerne-Valence		X	
Salerne-Dardanelles		X	
Palerme-Naples			X
Palma-Barcelone	X		X
Palma-Gibraltar		X	
Palma-Valence			X
Algésiras-Gibraltar	X		X
Algésiras-Dardanelles		X	
Sète-Gibraltar		X	
Sète-Barcelone		X	
Bastia-Gênes		X	
Bastia-Savone		X	
Bastia-La Spézia		X	
Bougie-Marseille		X	
Alger-Barcelone		X	
Alger-Marseille		X	X
Oran-Marseille		X	
Sfax-Gibraltar		X	

Tableau 11. Densité et dangerosité : les principales routes

4.4 Cartographie de la densité et de la dangerosité du trafic maritime en Méditerranée Occidentale

Le travail a jusqu'ici été mené sur des zones, ou sur des routes individuelles ; dans un espace fermé comme la Méditerranée Occidentale, il va de soi que ces routes se croisent et se superposent fréquemment sur tout ou partie de leur longueur. L'addition des données relatives à ces segments génère alors des densités et des dangerosités cumulées qui peuvent modifier l'image jusqu'ici obtenue.

Le travail a ici été mené sur l'ensemble de la base, et non plus sur les seules routes dangereuses sélectionnées, et il a donné lieu à une représentation cartographique qui traduit en quelques cartes une somme d'informations difficile à interpréter autrement.

On trouvera en annexe de ce document un jeu de cartes présentant la densité et le niveau de dangerosité du trafic obtenu par maillage de la zone d'étude et cumul des densités ou niveaux de dangerosité associés aux différentes routes croisant les cellules du maillage établi.

Qu'il s'agisse de la cartographie de la densité ou du niveau de dangerosité, la représentation des « Valeurs annuelles moyennes » fournit une première image tout à fait parlante de la façon dont les densités et les dangerosités de trafic se cumulent dans un petit nombre de zones et sur un petit nombre de routes, pour déboucher sur une densité finale élevée ou très élevée. Le nombre de routes à dangerosité remarquable augmente nettement par rapport à l'analyse des routes individuelles :

- ✎ La route Déroit de Sicile-Déroit de Gibraltar,
- ✎ La route Déroit de Messine-Déroit de Gibraltar,
- ✎ La route Déroit de Gibraltar-sud de la Sardaigne,
- ✎ La route Déroit de Gibraltar-Valence, puis Barcelone, puis Marseille, puis Gênes,
- ✎ La zone comprise entre les Îles Baléares et la Côte espagnole,
- ✎ La route Barcelone-Marseille,
- ✎ La côte entre Marseille et Gênes d'un côté, entre Marseille et Sète de l'autre,
- ✎ La route Marseille-Ajaccio puis détroits de Bonifacio,
- ✎ La route déroit de Bonifacio-Déroit de Messine,
- ✎ Les routes Bastia-Marseille, Bastia-Nice, Bastia-Gênes,

- ✎ La plupart des routes de la Mer Tyrrhénienne,
- ✎ La plupart des routes entre Marseille, Gênes, Barcelone et Valence, et les principaux ports d'Afrique du Nord,

L'évolution de la situation de 1998 à 2002 apparaît tout aussi clairement si l'on observe les cartes annuelles qui sont proposées. La typologie reste identique, mais la concentration se renforce dans certaines zones ; c'est en particulier le cas du triangle Barcelone-Valence-Îles Baléares.

Enfin, les cartes trimestrielles proposées ensuite confirment la saisonnalité du trafic en Méditerranée Occidentale. Si les routes Est-Ouest et Nord-Sud montrent une faible variation à travers le temps de leur dangerosité, il n'en va pas de même des routes intra européennes, et en particulier de toutes celles qui relient des ports continentaux aux Îles européennes. Les mers Tyrrhénienne, Ligure, et Baléares, ont un profil typique des zones où trafic lié à l'économie et trafic lié aux mouvements de personnes se superposent : le premier trimestre correspond à un creux en termes de dangerosité ; celle-ci augmente au deuxième trimestre, avant de connaître un pic pendant l'été, et de décroître ensuite.

Cette cartographie a été complétée par une analyse quantitative réalisée plus localement à l'aide de l'outil spécialisé MARCS (Marine Accident Calculation Risk System). Cet outil réalise une modélisation des différentes composantes du risque, nécessitant des données beaucoup plus importantes en volume et en type que celles qui ont été utilisées dans le cadre de l'analyse qualitative dont les résultats ont été précédemment décrits. Son application à l'ensemble de la Méditerranée occidentale étant en dehors du champ du projet, il a été appliqué uniquement sur un site spécifique de la Méditerranée occidentale - le Canal de Corse -, afin d'obtenir des résultats par une approche différente permettant de corroborer ceux issus de l'analyse qualitative.

MARCS est conçu pour déterminer le nombre d'accidents potentiels par an pour une zone géographique donnée. Il permet une étude détaillée en répartissant les informations décrivant le trafic en classes de type de navires et en catégories de tailles. Une estimation des paramètres de risques est alors possible pour chaque classe et catégorie. Plusieurs types d'accidents sont également pris en compte dans le processus de modélisation. Des modèles basés sur des algorithmes spécifiques et alimentés par des données qui leur sont propres permettent d'intégrer le niveau de risque associé à cette typologie d'accident.

D'un point de vue général, l'apport de cette analyse locale est évident en ce qui concerne la finesse des résultats, qui offrent une localisation beaucoup plus précise des zones à risques que ne le permet l'analyse qualitative (Figure 7). Ceci est bien évidemment rendu possible par l'utilisation d'un maillage plus fin que celui mis en œuvre précédemment. Ainsi la répartition du niveau de risques à l'intérieur d'une maille de l'analyse globale peut varier de façon significative, ce qui permet

également d'avoir une meilleure approche de l'estimation du risque en bordure de côte ou à proximité des îles.

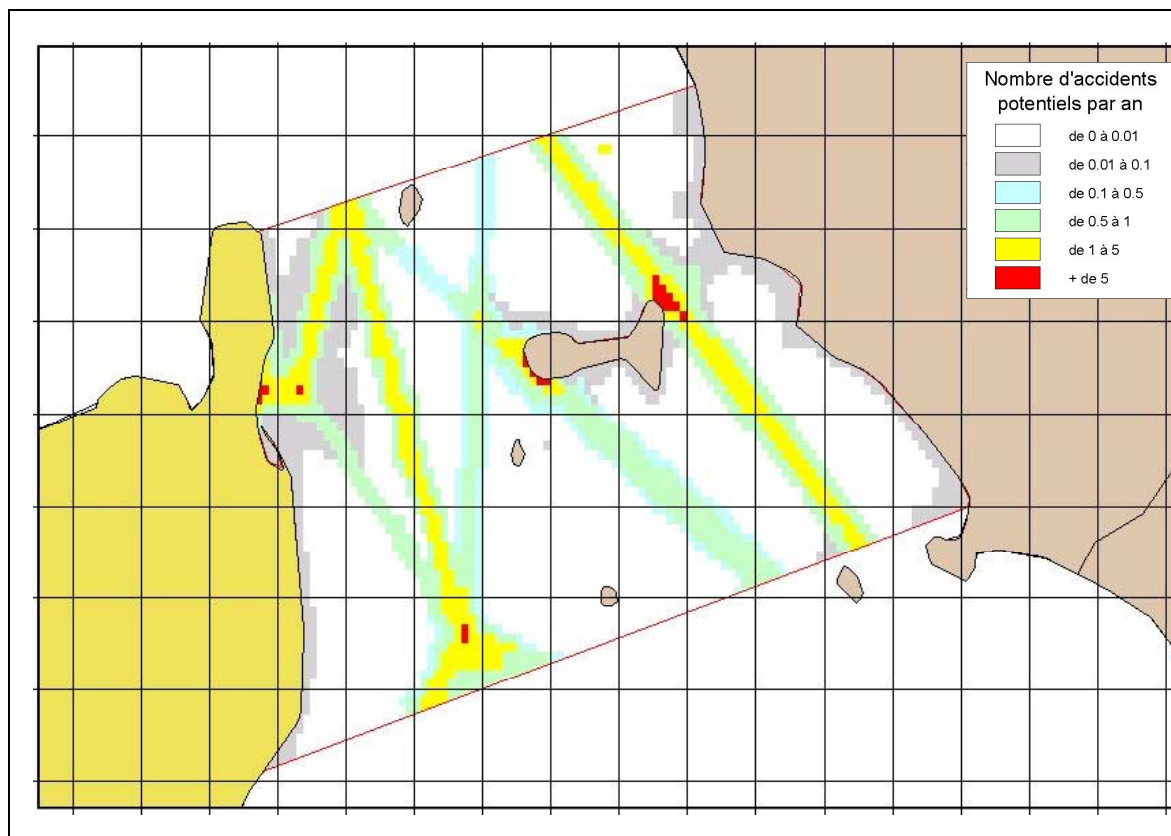


Figure 7. Résultats issus de l'application MARCS

En ce qui concerne la répartition du niveau de dangerosité établie par la première approche et du niveau de risque issu de la seconde, on constate une corrélation globalement satisfaisante. Du point de vue de leurs résultats, les deux approches apparaissent donc comme cohérentes et leur comparaison ne met pas en évidence d'anomalie significative.

Si l'on se place maintenant du point de vue de leur mise en œuvre, il est clair que l'approche quantitative conduit à une quantification plus fine du niveau de risque notamment aux abords des zones côtières. Toutefois, les données mises en œuvre ne permettent pas une application systématique quel que soit le site considéré : dans le cas du canal de Corse, la disponibilité de ces informations ne constitue pas un problème majeur, mais il ne saurait en être de même sur l'ensemble de la Méditerranée, voire au delà des limites de celle-ci. L'approche qualitative a pour elle l'avantage de se baser sur des données accessibles de façon à peu près similaire pour toutes les zones maritimes, puisque d'une part les données du LMIS sont enregistrées dans tous les ports et d'autre part, la reconstitution des routes

maritimes est généralement réalisable en se basant sur les dires d'experts. Sa mise en œuvre est également d'un coût plus réduit.

L'ensemble de ces remarques conduit donc à privilégier l'approche qualitative pour la prise en compte des zones les plus larges et à réserver l'approche quantitative à de petites zones d'intérêt très spécifique notamment sur les plans économique ou écologique.

5. ANALYSE PROSPECTIVE DU TRAFIC MARITIME EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

5.1 Objectifs et méthodologie de l'analyse prospective du trafic maritime en Méditerranée occidentale

Dans le cadre de cette étude du trafic maritime en Méditerranée occidentale, la caractérisation statistique des trafics doit être complétée par une démarche prospective de nature à cerner les évolutions envisageables, soit sur la base d'une analyse des facteurs ou des chocs susceptibles d'influer sur le volume et la structure des trajets, soit à partir d'une extrapolation des tendances en cours.

Cette démarche prospective doit concerner les cinq prochaines années, soit à horizon 2008, et la dynamique des trafics maritimes en Méditerranée dépendra de très nombreux facteurs :

- ⌘ les tendances en cours, s'agissant du trafic maritime en Méditerranée occidentale ;
- ⌘ les évolutions macro-économiques, tant mondiales que nationales, qui détermineront les volumes d'échanges commerciaux, et leur structure par types de marchandises ;
- ⌘ les dynamiques propres au transport maritime à l'échelle globale (place des divers types de transports maritimes, nature et taille des navires utilisés...) ;
- ⌘ les spécificités du transport maritime en Méditerranée occidentale, ce qui recouvre les politiques menées à l'échelle des grands ports méditerranéens, leur compétitivité respective, l'arrivée à maturation de certains investissements en cours, le degré de réalisation des chaînes de transport multimodales (route-mer, rail-mer), les stratégies des donneurs d'ordres, la progression plus ou moins rapide du short sea shipping, le développement plus ou moins soutenu des transports à grande distance transitant par l'axe Suez-Gibraltar, en particulier dans le domaine des hydrocarbures, et des marchandises conteneurisées.
- ⌘ les évolutions réglementaires faisant suite aux catastrophes environnementales liées à des sinistres maritimes, même si la Méditerranée a été quelque peu épargnée jusqu'ici : possibilité de transposer les mesures des Paquets Erika I et II à la Méditerranée (Erika I : navires à double coque, contrôle portuaire renforcé,

contrôle accru sur les sociétés de classification ; Erika II : mise en place, notamment, d'un système de gestion et d'information du trafic maritime, VTMISS)...

Il est évidemment irréaliste de souhaiter intégrer l'ensemble de ces facteurs ou de s'appuyer sur un modèle explicite faisant l'objet d'une estimation statistique, faute de données ou d'informations suffisamment étendues. L'objectif est de construire un ensemble de scénarios prospectifs en affectant des coefficients de projection, à cinq ans, au volume et à la structure des trafics maritimes observés en Méditerranée occidentale en 2003, sous trois éclairages complémentaires :

- ✎ une projection macro-économique des trafics maritimes à partir d'hypothèses de croissance économique, ce qui exige de raisonner par approximations et recoupements de données par grandes zones géographiques ;
- ✎ une projection tendancielle des trafics maritimes, par extrapolation à 5 ans des évolutions observées, en s'appuyant sur la base de données par trajets maritimes de la Lloyds ;
- ✎ des variantes apportées au scénario macro-économique en spécifiant trois types de chocs :
 - ❖ un développement accéléré des relations commerciales euro-méditerranéennes ;
 - ❖ une croissance marquée du short sea shipping parmi les trois pays européens de la façade méditerranéenne ;
 - ❖ une nouvelle politique réglementaire conduisant à un rajeunissement significatif des navires, induisant des rotations plus nombreuses et une diminution drastique de la part des armements sous pavillon de complaisance.

Cela va nous permettre de retracer l'évolution prévisible des trafics à horizon 2008 selon 5 scénarios :

- ✎ Le scénario macro-économique,
- ✎ Le scénario tendanciel,
- ✎ Le scénario euro-méditerranéen,
- ✎ Le scénario du développement du short sea shipping,
- ✎ Le scénario du renforcement des contraintes réglementaires.

Le détail de la démarche, des calculs et des résultats figure dans l'Annexe 3 du Rapport d'étude à laquelle on pourra donc se reporter.

5.2 La prise en compte de quatre zones économiques et de neuf routes maritimes

Le niveau de désagrégation des projections de trafics à horizon 2008 ne saurait être aussi fin que celui adopté dans la caractérisation des trafics observés. On raisonne à l'échelle de l'ensemble de la Méditerranée occidentale, mais surtout par trafics entre grandes zones géographiques, l'analyse prospective par trajets maritimes de port à port n'étant pas réalisable.

On a donc distingué quatre zones économiques :

- ✎ Méditerranée européenne, regroupant l'Espagne, la France et l'Italie ;
- ✎ Afrique du Nord, associant l'Algérie, le Maroc et la Tunisie ;
- ✎ Reste du Monde Ouest, afin de rendre compte des trafics maritimes transitant par Gibraltar ;
- ✎ Reste du Monde Est, pour les flux maritimes empruntant le détroit de Sicile et impliquant notamment le Moyen Orient et le canal de Suez.

Dans la base de données de la Lloyds qui a été utilisée dans la caractérisation statistique du trafic maritime en Méditerranée (Cf. Annexe 1), les données disponibles pour l'Afrique du Nord sont limitées aux trafics impliquant un port de Méditerranée européenne. Dès lors, en intégrant cette contrainte, en croisant ces 4 zones, et en y ajoutant les échanges intra-zones seulement pour la Méditerranée européenne, on peut décomposer les trafics maritimes au sein de la Méditerranée occidentale en 9 routes maritimes :

- ✎ Route 1. Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Afrique du Nord
- ✎ Route 2. Afrique du Nord $\Rightarrow$ Méditerranée européenne
- ✎ Route 3. Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Méditerranée européenne
- ✎ Route 4. Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Reste du Monde Ouest
- ✎ Route 5. Reste du Monde Ouest $\Rightarrow$ Méditerranée européenne
- ✎ Route 6. Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Reste du Monde Est
- ✎ Route 7. Reste du Monde Est $\Rightarrow$ Méditerranée européenne
- ✎ Route 8. Reste du Monde Ouest $\Rightarrow$ Reste du Monde Est
- ✎ Route 9. Reste du Monde Est $\Rightarrow$ Reste du Monde Ouest

5.3 Le scénario macro-économique

Il s'agit de retenir un cadrage macro-économique prospectif, à horizon de 5 ans, pour les économies méditerranéennes (Espagne, France, Italie, Tunisie, Algérie et Maroc), mais aussi à l'échelle globale afin de pouvoir évaluer les trafics des pays européens de la façade méditerranéenne à destination ou en provenance du reste du monde et transitant par Suez ou Gibraltar et, également, les trafics transversaux de Suez à Gibraltar. On a utilisé les résultats des projections les plus récentes de croissance économique définies par le FMI, en particulier dans le World Economic Outlook, publié en avril 2002 et avril 2003, ou par la Commission Européenne. En ce qui concerne les transports de marchandises et, plus spécifiquement les transports maritimes, on a procédé de la même manière en utilisant les données et les prévisions les plus récentes diffusées par la CNUCED sur les transports maritimes à l'échelle mondiale, avant de compléter cette information de base à partir de données rétrospectives ou de prévisions proposées par divers organismes : CNUCED à nouveau, OCDE, Conférence Européenne des Ministres des Transports, ISEMAR, CETMO...

5.3.1 Évaluation des élasticités trafic maritime-croissance

Les échanges internationaux, leur évolution, leur structure par produits ou par pays, sont expliqués par les économistes en distinguant des effets de compétitivité, liés aux prix relatifs ou aux taux de change, et des effets d'échelle, associés à la dynamique macro-économique et à la croissance. On spécifie ainsi des fonctions d'exportation ou d'importation et on calcule des élasticités-prix et des élasticités-revenu, tant pour les exportations que pour les importations :

- ⌘ L'élasticité-prix représente le rapport de la variation relative de la demande à la variation relative du prix. L'élasticité prix est normalement négative car la demande ou consommation baisse lorsqu'un prix augmente. Une élasticité supérieure à - 1 indique une forte sensibilité au prix. L'élasticité prix est un élément très important à prendre en compte dans le cadre de la politique de prix.
- ⌘ L'élasticité-revenu représente le rapport de la variation relative de la demande d'un bien à la variation relative des revenus des ménages. L'élasticité revenu est positive pour la plupart des biens, mais peut être parfois négative pour des biens inférieurs dont la consommation baisse avec l'augmentation des revenus (pâtes, pommes de terre,...).

Il est possible de mener une démarche comparable pour les services de transports maritimes. Mais pour ce faire, il convient de disposer de séries statistiques complètes, sur longue période, ce qui rend la tâche irréalisable dans le cas des transports maritimes en Méditerranée occidentale.

Toutefois, autant les échanges internationaux de marchandises que les transports maritimes internationaux semblent réagir, à court ou moyen terme, aux inflexions de la croissance économique. Cela justifie l'utilisation par les organismes internationaux spécialisés, ou parmi de nombreux experts, de la notion d'élasticité commerce-croissance ou élasticité trafic maritime-croissance qui est constituée par le ratio entre la croissance des tonnages transportés, par exemple par voie maritime, et la croissance d'un indicateur macro-économique comme la croissance du PIB réel, pour la zone considérée.

Il ne s'agit pas à proprement parler d'une élasticité-revenu, ce qui supposerait que l'on spécifie une fonction de réaction aux variations de la demande internationale, et donc à la croissance du PIB mondial ou d'un PIB pondéré sur la base des spécialisations géographiques. Ce ratio est en fait un indicateur synthétique des rapports multiples entre la dynamique de la croissance économique, les effets induits sur la compétitivité et l'adaptation des structures économiques, d'un côté, et la dynamique des performances commerciales et de l'orientation des flux, d'un autre côté. C'est en même temps un indicateur facile à calculer pour un pays donné ou une zone régionale, en particulier dans une démarche prospective.

Sur cette base, on a calculé pour chaque route maritime une élasticité-croissance des transports maritimes permettant l'évaluation d'un taux de croissance annuel moyen, et donc d'un coefficient de projection à cinq ans, en fonction des prévisions de croissance économique de la zone de référence. Les résultats apparaissent dans le Tableau 12.

	ELASTICITÉ- CROISSANCE DU TRAFIC MARITIME	TAUX DE CROISSANCE ANNUEL ANTICIPÉ À 5 ANS DU PIB RÉEL DE LA ZONE DE RÉFÉRENCE	PROJECTION EN TAUX DE CROISSANCE ANNUEL DES TRANSPORTS MARITIMES	COEFFICIENT MULTIPLICATEUR À 5 ANS
ROUTE 1. MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE ⇒ AFRIQUE DU NORD	0,9	4,1	3,69	1,198
ROUTE 2. AFRIQUE DU NORD ⇒ MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	1,5	2,5	3,75	1,202
ROUTE 3. MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE ⇒ MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	1,5	2,9	4,35	1,237
ROUTE 4. MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE ⇒ RESTE DU MONDE OUEST	0,9	4,4	3,96	1,214
ROUTE 5. RESTE DU MONDE OUEST ⇒ MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	0,9	2,5	2,25	1,117
ROUTE 6. MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE ⇒ RESTE DU MONDE EST	0,9	4,5	4,05	1,219
ROUTE 7. RESTE DU MONDE EST ⇒ MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	1,5	2,5	3,75	1,202
ROUTE 8. RESTE DU MONDE OUEST ⇒ RESTE DU MONDE EST	0,9	4,5	4,05	1,219
ROUTE 9. RESTE DU MONDE EST ⇒ RESTE DU MONDE OUEST	0,9	4,4	3,96	1,214

Tableau 12. Coefficients de projection macro-économique des transports maritimes en Méditerranée occidentale par routes maritimes

5.3.2 Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale selon le scénario macro-économique

L'analyse macro-économique de la dynamique des transports maritimes internationaux repose sur des données de commerce international en volume. En combinant les élasticités transport maritime-croissance et les prévisions de

croissance, on a donc obtenu des coefficients de projection des tonnages transportés. Le passage à des données en termes de trafics maritimes, et donc de trajets effectués par des navires, suppose que l'on tienne compte des évolutions de la productivité de la flotte, liée tout à la fois aux tonnages transportés et aux vitesses de rotations de chaque navire. Mais sur un horizon de 4-5 années, en particulier pour la période 1998-2001, il n'y pas d'évolution significative des productivités opérationnelles de la flotte mondiale. En conséquence, il n'y a pas lieu d'intégrer un coefficient de gain de productivité dans le passage des tonnages aux trafics maritimes, surtout en raisonnant en taux de croissance annuels moyens. On considérera donc que les coefficients de variation des trafics sont identiques aux coefficients de variations des tonnages transportés. Dans une analyse à plus long terme, à un horizon de 10-15 ans par exemple, cette hypothèse ne serait pas recevable et une correction serait nécessaire.

A partir de cet ensemble de conventions, la matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale dans le cadre du scénario macro-économique est la suivante.

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	1,237	1,198	1,214	1,219
AFRIQUE DU NORD	1,202	-	-	-
RESTE DU MONDE OUEST	1,117	-	-	1,219
RESTE DU MONDE EST	1,202	-	1,214	-

Tableau 13. Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario macro-économique

5.4 Le scénario tendanciel

La construction d'un scénario tendanciel à 5 ans du trafic maritime en Méditerranée occidentale exige le calcul d'un ensemble de coefficients d'extrapolation des évolutions observées. Dans ce but, on s'est appuyé sur la même base de données de la Lloyd's utilisée pour caractériser les trafics maritimes (Cf. l'Annexe 1). Il s'agit de statistiques afférentes à des trajets empruntés par des navires au cours d'une période, mensuelle ou annuelle, et permettant de projeter à horizon 2008 le niveau des trafics actuels par routes maritimes en fonction des évolutions observées depuis 1998.

A partir des taux de croissance observés, on peut calculer une matrice des coefficients de projection tendancielle à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale par zones économiques (Tableau 14).

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	1,613	1,407	1,001	1,075
AFRIQUE DU NORD	1,338	-	-	-
RESTE DU MONDE OUEST	1,003	-	-	1,068
RESTE DU MONDE EST	1,04	-	1,099	-

Tableau 14. Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario tendanciel

5.5 Les scénarios variantiels

Pour une part essentielle, l'évaluation des trafics maritimes en Méditerranée occidentale à horizon 2008 s'appuie sur les deux séries de coefficients de projection précédemment obtenus, à partir d'une analyse macro-économique et sur la base d'une extrapolation des tendances observées depuis 1998. Toutefois, il paraît utile de compléter cette démarche en introduisant des scénarios variantiels fondés sur les chocs susceptibles d'influer sur la structure des trafics.

Indépendamment de la dynamique du commerce international et de la croissance économique des pays riverains, le trafic maritime en Méditerranée occidentale est soumis aux mêmes tendances structurelles qui marquent depuis une dizaine d'années les transports maritimes à l'échelle mondiale.

On peut ainsi citer :

- ⌘ le développement rapide de la conteneurisation, parallèlement à la modernisation des infrastructures portuaires ;
- ⌘ le rajeunissement des flottes et la mise à la casse des navires les plus anciens ;
- ⌘ l'augmentation de la taille moyenne des navires et l'accélération des rotations ;
- ⌘ la mise en cause des pavillons de complaisance, notamment pour les pays méditerranéens susceptibles d'être intégrés dans l'Union européenne ;

- ⇒ l'expansion du *short sea shipping* afin de décongestionner les transports routiers...

A l'échelle méditerranéenne, les experts tendent à privilégier trois types de chocs spécifiques pouvant influencer significativement sur les volumes et la structure des transports maritimes :

- ⇒ un développement rapide des trafics euro-méditerranéens ;
- ⇒ une impulsion nouvelle dans le domaine du *short sea shipping* ;
- ⇒ un renforcement des dispositifs réglementaires de nature à améliorer la sécurité environnementale.

Tels sont les trois types de chocs spécifiques qu'il paraît opportun d'intégrer dans nos scénarios variantiels. L'impact éventuel de ces trois types de chocs dans l'analyse prospective des trafics maritimes en Méditerranée occidentale peut être appréhendé en modulant les coefficients de projection à horizon 2008 précédemment calculés sur une base macro-économique.

5.5.1 Développement accéléré des relations économiques euro-méditerranéennes

Le nouveau Partenariat Euro-Méditerranéen issu de la Conférence de Barcelone est loin d'avoir encore produit tous les effets escomptés, les démantèlements tarifaires restant encore partiels et sélectifs. Mais les politiques de *mise à niveau* des infrastructures portuaires parmi les pays du Sud de la Méditerranée, couplées à une croissance désormais plus soutenue au Maghreb, pourraient impulser une nouvelle dynamique dans les échanges commerciaux euro-méditerranéens se traduisant par une expansion beaucoup plus rapide des trafics maritimes Nord-Sud.

On considérera que l'accélération de l'intégration euro-méditerranéenne créera un surcroît de croissance de l'ordre de 20 % sur quatre routes maritimes :

- ⇒ Route 1. Méditerranée européenne ⇒ Afrique du Nord
- ⇒ Route 2. Afrique du Nord ⇒ Méditerranée européenne
- ⇒ Route 6. Méditerranée européenne ⇒ Reste du Monde Est
- ⇒ Route 7. Reste du Monde Est ⇒ Méditerranée européenne

On peut ainsi calculer une matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale sur la base d'un développement accéléré des relations économiques euro-méditerranéennes (Tableau 15).

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	1,237	1,437	1,214	1,462
AFRIQUE DU NORD	1,442	-	-	-
RESTE DU MONDE OUEST	1,117	-	-	1,219
RESTE DU MONDE EST	1,442	-	1,214	-

Tableau 15. Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario euro-méditerranéen

5.5.2 Le développement du short sea shipping

L'accroissement de la part du *short sea shipping* est désormais une priorité à l'échelle européenne, en particulier le long de l'Arc latin. Si ces « autoroutes de la mer » nécessitent d'importants investissements et la mise en place de nouvelles connexions inter-modales, de nombreuses initiatives ont d'ores et déjà été prises, en particulier parmi les opérateurs espagnols et italiens. On peut donc anticiper une très forte expansion de ces flux maritimes à courte distance entre l'Espagne, la France et l'Italie, mais également entre les ports de chacun de ces trois pays.

Le développement du *short sea shipping* en Europe pourrait induire une expansion plus marquée des trafics maritimes entre les ports situés en Espagne, en France et en Italie, de l'ordre de 30 %, et donc en ce qui concerne la Route 3. Méditerranée européenne ⇒ Méditerranée européenne.

La matrice des coefficients de projection afférents à ce scénario du développement du *short sea shipping* figure dans le Tableau 16.

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	1,608	1,198	1,214	1,219
AFRIQUE DU NORD	1,202	-	-	-
RESTE DU MONDE OUEST	1,117	-	-	1,219
RESTE DU MONDE EST	1,202	-	1,214	

Tableau 16. Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario du développement du short sea shipping

5.5.3 Une nouvelle politique réglementaire

Plus qu'à l'instigation de l'OMI, c'est surtout à l'échelle européenne que se sont exprimées les préoccupations les plus vives en matière de risque de pollution associé aux transports maritimes et que plusieurs initiatives ont été lancées. Afin de renforcer la sécurité maritime, divers types d'actions sont envisagées :

- ⌘ le renforcement des contrôles sur l'état des navires amenés à fréquenter les ports ;
- ⌘ une généralisation à moyen-terme de l'interdiction des pétroliers à coque unique ;
- ⌘ un contrôle plus étroit sur les sociétés de classification, chargées de vérifier la sécurité sur les navires...

Il est peu probable que des évolutions marquées puissent intervenir dans les cinq années à venir mais on peut cependant intégrer dans notre exercice prospectif la mise en place d'une nouvelle politique réglementaire conduisant à un rajeunissement accéléré de la flotte et à une diminution rapide de la place des pavillons de complaisance dans les armements.

En ce sens, l'introduction d'une nouvelle politique réglementaire à l'échelle méditerranéenne pourrait susciter une diminution des trafics de l'ordre de 10 %, à tonnages transportés constants, induite par une hausse des tonnages moyens et une intensification des rotations. Ce choc concernerait donc 7 routes maritimes sur 9, excluant les flux transversaux Est $\Rightarrow$ Ouest et Ouest $\Rightarrow$ Est qui pourraient échapper au renforcement de la réglementation européenne.

Le Tableau 17 regroupe les coefficients de projection à horizon 2008 selon le scénario du renforcement des contraintes réglementaires.

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	1,113	1,078	1,092	1,097
AFRIQUE DU NORD	1,081	-	-	-
RESTE DU MONDE OUEST	1,005	-	-	1,219
RESTE DU MONDE EST	1,081	-	1,214	-

Tableau 17. Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario du renforcement des contraintes réglementaires.

5.6 L'évolution prospective du trafic maritime en Méditerranée occidentale : cinq scénarios à horizon 2008

Pour chacun des scénarios, les coefficients de projection à horizon 2008 doivent être appliqués à l'année de base 2003 pour laquelle nous ne disposons évidemment pas des données statistiques. On a donc calculé les trafics maritimes pour une année fictive 2003, dénommée 2003*, à partir de la moyenne des années 2001 et 2002, cette dernière étant estimée à partir d'une annualisation des données afférentes aux neuf premiers mois sur la base des saisonnalités des années précédentes. Cette convention de méthode se justifie aisément en référence à la dynamique mondiale des transports maritimes. En effet, après une croissance ininterrompue depuis 15 ans, le commerce maritime mondial a marqué le pas en 2001, et compte tenu des décalages de conjoncture entre les économies européennes et les autres grandes zones économiques, les États-Unis en particulier, mais aussi l'Asie et l'Amérique latine, ce ralentissement des trafics maritimes n'a touché la Méditerranée occidentale qu'en 2002. Il est donc acceptable de définir 2003* à partir des données de 2001 et 2002.

Afin de mener une comparaison synthétique des résultats obtenus, notamment en termes de répartition des densités de trafics, il convient de représenter l'ensemble des trafics simulés par routes maritimes, en nombre de trajets effectués par les navires pour chaque route maritime. C'est ce qui apparaît dans le Tableau 18 où figurent les principaux résultats de notre analyse prospective, les résultats détaillés figurant dans l'Annexe 3 (Tableaux 27 à 36).

	ANNÉE DE BASE 2003*	SCÉNARIO MACRO- ÉCONOMIQUE	SCÉNARIO TENDANCIEL	SCÉNARIO EURO- MÉDITERRANÉEN	SCÉNARIO DU <i>SHORT SEA SHIPPING</i>	SCÉNARIO DU RENFORCEMENT DES CONTRAINTES RÉGLEMENTAIRES
ROUTE 1. MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE ⇒ AFRIQUE DU NORD	5 614	6 725	7 898	8 067	6 725	6 051
ROUTE 2. AFRIQUE DU NORD ⇒ MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	5 761	6 924	7 996	8 037	6 924	6 227
ROUTE 3. MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE ⇒ MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	58 828	72 770	94 889	72 770	94 595	65 475
ROUTE 4. MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE ⇒ RESTE DU MONDE OUEST	12 817	15 560	12 829	15 560	15 560	13 996
ROUTE 5. RESTE DU MONDE OUEST ⇒ MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	12 663	14 144	12 700	14 144	14 144	12 726
ROUTE 6. MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE ⇒ RESTE DU MONDE EST	14 340	17 480	15 415	20 965	17 480	15 730
ROUTE 7. RESTE DU MONDE EST ⇒ MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	14 131	16 985	14 696	20 376	16 985	15 275
ROUTE 8. RESTE DU MONDE OUEST ⇒ RESTE DU MONDE EST	10 656	12 989	11 380	12 989	12 989	12 989
ROUTE 9. RESTE DU MONDE EST ⇒ RESTE DU MONDE OUEST	10 470	12 710	11 506	12 710	12 710	12 710
ENSEMBLE DU TRAFIC EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE	145 280	176 287	189 309	185 888	198 112	161 179

Tableau 18. Répartition des trafics maritimes en Méditerranée occidentale en 2008 par routes maritimes en fonction des cinq scénarios
(en nombre de trajets effectués par les navires)

5.7 Les principaux enseignements de l'analyse prospective des trafics maritimes en Méditerranée

A l'échelle de l'ensemble des trafics, tous les scénarios conduisent à une augmentation significative du nombre de trajets maritimes en Méditerranée occidentale pour 2008 : la progression la plus élevée est de + 52 800 trajets dans le scénario du *short sea shipping* ; la plus faible est de + 15 900 pour le scénario du renforcement des contraintes réglementaires. Le scénario macro-économique prévoit une progression de 31 000 trajets et le scénario tendanciel de 44 000 trajets.

Si l'on décompose les trafics par grandes routes maritimes, la très forte dominance des trajets de la Route 3 (Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Méditerranée européenne) se confirme dans tous les scénarios. La part de ce trafic passe de 40,5 % en 2003 à 41,3 % dans le scénario macro-économique. Elle atteint 50,1 % dans le scénario tendanciel et 47,7 % dans le scénario du *short sea shipping*. Cela représente des progressions tout à fait considérables : + 13 900 pour le scénario macro-économique, + 35 700 pour le scénario du *short sea shipping*, + 36 000 pour le scénario tendanciel.

S'agissant des autres routes qui rendent compte de l'ouverture mondiale des trois pays européens (Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Reste du Monde Ouest, Reste du Monde Ouest $\Rightarrow$ Méditerranée européenne, Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Reste du Monde Est et Reste du Monde Est $\Rightarrow$ Méditerranée européenne), leur part, pour chacune d'elles, reste de l'ordre de 8 à 10 % du total et les progressions s'avèrent moins massives en nombre de trajets, malgré des taux de croissance élevés pour certaines d'entre elles : sur l'axe Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Gibraltar, avec des progressions de l'ordre de 2 700 à 1 200, selon les scénarios, dans le sens Est-Ouest, et d'environ 1 500 dans le sens Ouest-Est ; sur l'axe Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Détroit de Sicile et Suez, avec des progressions autour de 1 000 à 3 000 trajets supplémentaires selon les scénarios, quelles que soient les directions.

En ce qui concerne les flux transversaux (Reste du Monde Ouest $\Rightarrow$ Reste du Monde Est et Reste du Monde Est $\Rightarrow$ Reste du Monde Ouest), si les pourcentages que ces trafics représentent à l'échelle de l'ensemble de la Méditerranée occidentale évoluent peu, entre 6 et 8 % du total, à la hausse ou à la baisse selon les scénarios, on observe une progression du nombre des trajets maritimes qui reste, là encore, relativement modeste, comparée à celle prévue pour les flux entre l'Espagne, la France et l'Italie : de l'ordre de 1 000 à 2 000 trajets supplémentaires entre 2003 et 2008.

Enfin, les transports maritimes Nord-Sud restent relativement faibles à l'échelle de l'ensemble de la Méditerranée occidentale, soit environ 4 % du total, avec des progressions élevées en taux de croissance, mais relativement modérées en nombre de trajets, même dans le scénario euro-méditerranéen. Autant dans le sens Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Afrique du Nord que sur l'axe Afrique du Nord $\Rightarrow$ Méditerranée européenne, la croissance des trajets maritimes à horizon 2008 est de l'ordre de + 1 100 à + 2 400, selon les scénarios, et de + 400 dans le scénario du renforcement des contraintes réglementaires.

S'agissant de la sensibilité des trafics estimés en fonction des scénarios, et, donc, des hypothèses retenues, les progressions les plus marquées apparaissent dans le scénario tendanciel et dans le scénario du *short sea shipping* : respectivement, + 44 000 et + 52 800 à l'échelle globale, et environ + 36 000 dans les deux cas pour les transports maritimes Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Méditerranée européenne.

Comparé au scénario macro-économique, le scénario du *short sea shipping* crée un différentiel de progression des trajets tout à fait significatif : + 21 800, autant à l'échelle globale que pour les transports maritimes Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Méditerranée européenne. Toujours en référence au même scénario macro-économique, le scénario euro-méditerranéen suscite un différentiel de progression des trajets de l'ordre de + 9 600 à l'échelle de l'ensemble des trafics, et de + 1 300 à + 1 100 pour les trajets Nord-Sud entre l'Europe méridionale et les pays du Maghreb.

Enfin, le scénario du renforcement des contraintes réglementaires induit un ralentissement significatif de la progression des trajets maritimes. En référence, là encore, au scénario macro-économique, la progression d'ensemble des trafics est réduite de 16 200 trajets, dont près de 7 300 pour les transports maritimes Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Méditerranée européenne. C'est là une indication intéressante, même si les hypothèses qui fondent un tel scénario paraissent très fragiles.

6. ANNEXE. REPRÉSENTATIONS CARTOGRAPHIQUES



Parc technologique du Canal
8-10 rue Hermès - 31526 Ramonville Cedex - France
Tél. +33 (0)5 61 39 46 00 - Fax +33 (0)5 61 39 46 10
E. mail : contact@scot.cnes.fr

**Ministère de l'Équipement, des Transports,
du Logement, du Tourisme et de la Mer**
**Direction des Affaires Maritimes
et des Gens de Mer**
Marché n° 02/015/M

ÉTUDE DU TRAFIC MARITIME EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

Annexe 1

27 janvier 2004

DT/TRA/03-1212

Étude du trafic maritime en Méditerranée occidentale

Annexe 1

Document n°: DT/TRA/03-1212

Version: 2

Date: 27 janvier 2004

Approbations

	Nom	Date	Signature
Préparé par	Alain ROUX Olivier ARNAUD	23 janvier 2004	
Approuvé par le Chef de Projet	Thierry RABAUTE	27 janvier 2004	
Distribution autorisée par le Directeur	Didier REBOUX	27 janvier 2004	

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	7
1.1 Objectif	7
1.2 Champ d'application	7
1.3 Démarche proposée	8
1.4 Partenaires impliqués	8
2. MÉTHODOLOGIE, BASES DE DONNÉES DISPONIBLES ET OPTIONS RETENUES	10
2.1 Caractéristiques et limites de l'étude	10
2.2 Besoins en données	10
2.3 Descriptif des bases utilisées	12
2.3.1 Base REGIONCALLS	12
2.3.2 Base TRANSIT	15
2.4 Traitements effectués	17
2.4.1 Base REGIONCALLS	17
2.4.2 Base TRANSIT	18
2.4.3 Synthèse	18
3. LE TRAFIC MARITIME DANS L'ENSEMBLE DE LA ZONE	21
3.1 Structure et évolution du trafic de 1998 à 2002	21
3.1.1 Le trafic maritime global en Méditerranée occidentale	21
3.1.2 Types de navires fréquentant la Méditerranée Occidentale	23
3.1.3 Âge de la flotte fréquentant la Méditerranée occidentale	27
3.1.4 Taille des navires fréquentant la Méditerranée occidentale	34
3.1.5 Pavillon d'appartenance des navires fréquentant la Méditerranée occidentale	36
3.1.6 Saisonnalité globale du trafic	39
4. DÉCOMPOSITION DU TRAFIC MARITIME EN ZONES GÉOGRAPHIQUES	45
4.1 Structure et évolution du trafic par zone de 1998 à 2002	45
4.2 Saisonnalité du trafic	56
5. DÉCOMPOSITION DU TRAFIC MARITIME EN TRAJETS	61
5.1 Méthodologie	61
5.2 Structure du trafic et répartition du trafic par origine/destination	62
5.3 Structure et évolution du trafic des ports sélectionnés	72
6. ANNEXE A - STRUCTURE DU TRAFIC	76
6.1 Annexe A1 - Poids du trafic au départ et à l'arrivée	76

6.2 Annexe A2 - Répartition des trajets sur routes principales et secondaires	79
6.3 Annexe A3 - Trafic journalier moyen	82
7. ANNEXE B - FICHES TRAFIC DES PORTS	85

Liste des figures

Figure 1.	Zone d'étude	11
Figure 2.	Parts respectives du trafic lié aux pays européens et du transit dans les mouvements de navires en Méditerranée occidentale	23
Figure 3.	Parts respectives des catégories de navire dans la flotte présente en Méditerranée Occidentale	25
Figure 4.	Âge moyen de la flotte mondiale par grands pays maritimes en 2000 (Source : ISEMAR)	28
Figure 5.	Âge moyen des navires présents en Méditerranée	30
Figure 6.	Âge moyen des navires pondéré par le nombre de trajets effectué par chaque navire	31
Figure 7.	Part respective des tailles de navire	36
Figure 8.	Saisonnalité globale du trafic	40
Figure 9.	Saisonnalité du trafic suivant la catégorie de navire (en indice - Base 100 = moyenne mensuelle de chaque année pour chaque catégorie)	42
Figure 10.	Saisonnalité du trafic	56

Liste des tableaux

Tableau 1.	Contenu de la base REGIONCALLS	13
Tableau 2.	Contenu de la base TRANSIT	15
Tableau 3.	Comparaison des notions de mouvement et de trajet	17
Tableau 4.	Contenu de la base finale	19
Tableau 5.	Nombre de trajets sur l'ensemble de la zone	22
Tableau 6.	Trafic lié aux pays européens et transit	22
Tableau 7.	Nombre de navires présents en Méditerranée Occidentale par catégorie	26
Tableau 8.	Nombre global de trajets par catégorie de navire	26
Tableau 9.	Nombre de trajets par catégorie de navire	27
Tableau 10.	Nombre de navire par tranche d'âge	29
Tableau 11.	Âge des navires présents en Méditerranée	29

Tableau 12. Âge des navires pondéré par le nombre de trajets effectué par chaque navire	30
Tableau 13. Navires mis en service, par catégorie et par année d'étude	32
Tableau 14. Répartition des nouveaux navires par catégorie	33
Tableau 15. Pourcentage de rajeunissement apparent de la flotte	33
Tableau 16. Sur ou sous-utilisation des navires anciens	34
Tableau 17. Classification des navires en fonction de leur tonnage	35
Tableau 18. Taille des navires évoluant en Méditerranée occidentale	35
Tableau 19. Pavillon d'appartenance des navires	38
Tableau 20. Répartition des pavillons	39
Tableau 21. Trafic moyen et écart type (mensuel et quotidien)	39
Tableau 22. Trafic mensuel (recalculé pour l'année 2002)	41
Tableau 23. Répartition du trafic par zone	46
Tableau 24. Répartition du trafic par zone et par années	47
Tableau 25. Poids du trafic par zone et par année	49
Tableau 26. Répartition du trafic par catégorie entre les zones	52
Tableau 27. Répartition du trafic mensuel entre les zones	57
Tableau 28. Liste des ports pris en compte	62
Tableau 29. Décomposition des trajets au départ de l'Afrique du Nord	64
Tableau 30. Décomposition des trajets au départ du détroit de Gibraltar	66
Tableau 31. Décomposition des trajets au départ du détroit de Sicile	67
Tableau 32. Décomposition des trajets au départ de l'Europe du sud continentale	69
Tableau 33. Décomposition des trajets au départ des îles européennes	71
Tableau 34. Caractéristiques des trajets touchant les ports ou détroits sélectionnés	74

1. INTRODUCTION

1.1 Objectif

L'objectif de la présente étude est de parfaire la connaissance du trafic maritime dans la partie occidentale de la mer Méditerranée en fournissant à la DAMGM des éléments quantifiés permettant d'apprécier les risques maritimes dans la zone.

Ces éléments seront établis à partir d'informations d'origines différentes (données portuaires, images satellite, prospection) et permettront de caractériser le trafic maritime actuel, d'établir les tendances d'évolution de celui-ci pour les prochaines années et d'étudier les risques d'accidents majeurs liés à celui-ci afin de définir à terme une politique de surveillance inscrite dans un contexte régional.

1.2 Champ d'application

La démarche globale mise en œuvre dans le cadre de cette étude comporte cinq volets principaux :

- ✎ La collecte d'informations décrivant le trafic maritime auprès des autorités portuaires couvrant la Méditerranée occidentale et d'organismes détenteurs de bases de données relatives à ce trafic et l'analyse statistique de ces informations,
- ✎ L'extraction d'informations caractéristiques à partir de données d'observation de la Terre ou d'observations in situ permettant de corroborer les résultats de l'analyse statistique précédemment évoquée,
- ✎ Une étude prospective sur les tendances caractérisant l'évolution du trafic maritime pour les années à venir,
- ✎ La réalisation d'une étude méthodologique sur les risques d'accidents liés au trafic et leurs conséquences,
- ✎ La synthèse de l'ensemble des informations obtenues.

Ce document constitue l'annexe au rapport final de l'étude concernant le volet relatif au recueil et à l'analyse des données descriptives du trafic maritime en Méditerranée occidentale et à l'analyse statistique de ce trafic. Il occupe à ce titre

une place majeure dans l'étude et a pour objectif de parfaire la connaissance du trafic maritime dans la partie occidentale de la Méditerranée d'un point de vue statistique. Il est décomposé en quatre parties :

- ✎ La première présente la méthodologie employée et fait le point sur les bases de données utilisées.
- ✎ La deuxième partie propose une vision globale du trafic maritime dans l'ensemble de la Méditerranée Occidentale, de son évolution et de sa saisonnalité.
- ✎ Ce trafic est ensuite analysé dans la troisième partie dans une logique économique qui décompose l'espace étudié en grandes zones.
- ✎ La quatrième partie obéit à une logique maritime ; le trafic est ici décomposé en routes individuelles, dont les caractéristiques sont analysées.

1.3 Démarche proposée

Cette partie de l'étude est destinée à collecter des informations décrivant le trafic maritime en Méditerranée occidentale et à organiser et analyser ces informations afin d'en retirer les grandes tendances du trafic.

Elle se décompose en plusieurs points :

- ✎ L'identification des données appropriées et de leurs sources,
- ✎ La collecte de ces données,
- ✎ L'organisation des informations obtenues et leur intégration dans une base de données,
- ✎ L'analyse statistique des données enregistrées.

1.4 Partenaires impliqués

Les partenaires impliqués dans ce volet de l'étude sont :

- ✎ Mediasim pour l'identification des sources de données (mise en contact avec une partie des organismes appropriés), pour la réalisation de la collecte proprement dite et la mise en forme des informations recueillies, ainsi que pour l'analyse statistique,
- ✎ Europhar également pour l'identification des sources de données et le support à la collecte (mise en contact avec d'autres organismes),

- ⌘ Scot pour la définition du modèle de base de données,
- ⌘ L'INRETS qui apporte sa contribution à la définition de la structure de la base de données et au peuplement de celle-ci, ainsi qu'à son utilisation ultérieure.

2. MÉTHODOLOGIE, BASES DE DONNÉES DISPONIBLES ET OPTIONS RETENUES

L'objectif est ici de caractériser le trafic maritime en Méditerranée occidentale. Trois débouchés sont attendus :

- ⌘ Parfaire la connaissance statistique du trafic maritime dans la zone d'étude,
- ⌘ Servir de base aux représentations cartographiques et à la comparaison avec les images satellitaires,
- ⌘ Servir de référentiel à l'étude prospective.

Dans ce cadre, le travail a consisté à se donner une représentation statistique la plus fine possible (sous contrainte des données disponibles) du trafic maritime, de ses caractéristiques structurelles, de saisonnalité et d'évolution.

2.1 Caractéristiques et limites de l'étude

La zone d'étude est définie comme le bassin de Méditerranée Occidentale, limité au nord par les côtes espagnoles françaises et italiennes, au sud par la ligne suivie par les navires en transit entre le détroit de Sicile et le détroit de Gibraltar, à l'est par le détroit de Gibraltar, à l'ouest par le détroit de Sicile (Figure 1). Les ports d'Afrique du Nord ne sont pris en compte dans l'étude qu'à travers leurs relations avec les pays d'Europe du Sud ; le trafic entre pays d'Afrique du Nord, ainsi que celui entre les pays d'Afrique du Nord et le reste du monde est hors du champ de l'étude.

L'étude statistique couvre la période 1998-2002 et porte sur le trafic maritime marchand dans la zone ; la pêche, la navigation de plaisance et les navires militaires ne sont pas inclus dans le périmètre d'analyse.

2.2 Besoins en données

L'étude nécessitait d'obtenir auprès des acteurs portuaires et maritimes les données concernant les flux maritimes en Méditerranée occidentale, dans une logique

« navires » et non dans une logique « marchandises », et ce pour tous les points d'entrée et de sorties (ports, détroits).

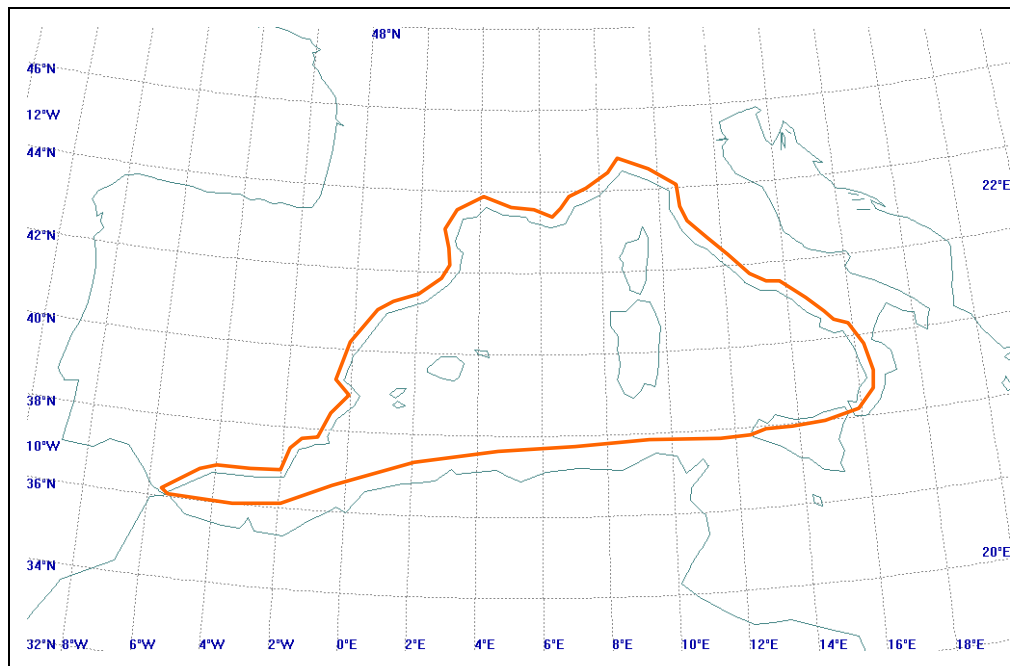


Figure 1. Zone d'étude

La caractérisation du trafic supposait d'obtenir les informations minimales suivantes, sur une base quotidienne :

- ✎ Date d'arrivée,
- ✎ Origine,
- ✎ Caractéristiques du navire (type, taille, âge, pavillon, etc.)
- ✎ Date de départ,
- ✎ Destination.

Pour ce faire, tous les ports de la zone ont été contactés au cours de l'année 2002 et ont été sollicités, ainsi que le réseau Europhar. Beaucoup ont répondu et fourni des informations qui ont ensuite été utilisées à des fins de vérification et/ou de recadrage. Mais il est très vite apparu que les données obtenues ne permettaient pas de mener à bien l'étude telle qu'elle était prévue, pour toute une série de raisons, dont les plus importantes sont les suivantes :

- ✎ Hétérogénéité des formats de données fournies,
- ✎ Caractère incomplet des informations (années, caractéristiques des navires),
- ✎ Nombreux ports manquants,

- ⌘ Impossibilité pour une majorité de ports d'obtenir des données quotidiennes,
- ⌘ Impossibilité d'obtenir des données fiables et complètes sur le transit.

C'est pourquoi il a été décidé de faire appel à la seule source disposant de données cohérentes et pertinentes sur le champ d'étude, la Lloyd's Intelligence Maritime Unit, auprès de laquelle deux bases de données ad-hoc ont été obtenues :

- ⌘ La première concerne le trafic maritime dans la zone définie dès lors que le mouvement touche un port d'Europe du Sud (limite nord de la zone d'étude),
- ⌘ La seconde concerne le transit transversal entre Sicile et Gibraltar de navires n'effectuant pas d'escale dans un port d'Europe du Sud.

2.3 Descriptif des bases utilisées

Les deux bases de données utilisées sont en fait des extractions issues des bases de données globales REGIONCALLS et TRANSIT maintenues par le LMIS. Elles concernent les années 1998, 2000, 2001 ainsi que les 9 premiers mois de 2002. proviennent

2.3.1 Base REGIONCALLS

Cette base se décompose en 13 tables dont la description est fournie dans le Tableau 1. Elle inclut un total de 349 629 mouvements.

TABLE	DESCRIPTION	CHAMPS	DESCRIPTION DES CHAMPS
AREA	Zone géographique	AREA	Code de la zone
		AREA_DESCRIPTION	Descriptif court de la zone
COUNTRY	Code du pays	COUNTRYCODE	Code du pays
		COUNTRYDESCRIPTION	Nom du pays
DATE_QUALIFIER	Précision sur les dates de départ/arrivée	DATE_QUALIFIER_VALUE	
		DATE_QUALIFIER	
MOVES_1998, MOVES_2000, MOVES_2001, MOVES_2002	Déplacements des navires	LLPNO	Numéro du navire
		REFNO	Numéro de l'enregistrement
		MOVE_IDNO	Numéro de mouvement
		PLACE_IDNO	Numéro du port actuel
		MOVEMENT_TYPE	Type de déplacement
		MOVEMENT_TYPE_QUALIFIER	Type de déplacement détaillé
		ARRIVAL_DATE	Date d'arrivée port actuel
		ARRIVAL_EST	Champ vide
		ARRIVAL_DATE_QUAL	Champ vide
		SAILED_DATE	Date de départ du port actuel
		SAILED_EST	Champ vide
		SAILED_DATE_QUAL	Non rempli
		PRE_PLACE_IDNO	Numéro du port précédent
		PRE_PLACE_SLDT	Date de départ du port précédent
		PRE_PLACE_SLDT_EST	Champ vide
		PRE_PLACE_SLDT_QUAL	Champ vide
		NEXT_PLACE_IDNO	Numéro du prochain port
		NEXT_PLACE_ARDT	Date d'arrivée au prochain port
		NEXT_PLACE_ARDT_EST	Champ vide
		NEXT_PLACE_ARDT_QUAL	Champ vide
		EDIT_DATE	Date d'édition
MOVETYPE	Type de mouvement	MOVETYPE	Code du mouvement
		MOVETYPEDESC	Descriptif du type de mouvement

Tableau 1. Contenu de la base REGIONCALLS

TABLE	DESCRIPTION	CHAMPS	DESCRIPTION DES CHAMPS
MOVETYPE QUALIFIER	Type de mouvement	CODE	Code du type de mouvement
		DESCR1	Descriptif : direction ou raison du mouvement
		DESCR2	Descriptif : direction polaire (E,W,S,N), type de mouvement
PLACES	Caractérisation des sites	PLACEINDO	Numéro du port ou du site
		NAME	Nom du port ou du site
		COUNTRYCODE	Code pays du port ou du site
		AREACODE	Code de la zone géographique
		AREASEQ	Secteur géographique
		PLACETYPE	Type du port ou du site
		LATDIR	Orientation générale latitude (N/S)
		LATDEGREE	Latitude en degrés
		LATMINUTES	Latitude en minutes
		LATSECONDS	Latitude en secondes
		LONGDIR	Orientation générale longitude (E/W)
		LONGDEGREE	Longitude en degrés
		LONGMINUTES	Longitude en minutes
		LONGSECONDS	Longitude en secondes
PLACETYPE	Descriptif du site	PLACETYPE	Type du site
		PLACETYPEDESCRIPTION	Descriptif détaillé du site
VESSEL TYPES	Typologie des navires	VESSELTYPE	Type du navire
		VESSELTYPEDESCRIPTION	Type détaillé du navire
VESSELS	Caractérisation des navires	LLPNO	Numéro du navire
		NAME	Nom du navire
		FLAG	Pavillon du navire
		YOB	année de construction
		GT	TJB
		NET	
		DWT	TPL
		CONTACTNAME	Personne de contact
		GENTYPE	Type général du navire
		SUBTYPE	Type secondaire du navire
		IMONO	Numéro d'immatriculation du navire
		EDITDATE	Date d'édition
		VESSELTYPE	Type complet du navire

Tableau 1. Contenu de la base REGIONCALLS (suite)

2.3.2 Base TRANSIT

Cette base se décompose en 8 tables dont la description est fournie dans le Tableau 2. Elle inclut un total de 73 578 trajets.

TABLE	DESCRIPTION	CHAMPS	DESCRIPTION DES CHAMPS
AREA	Zone géographique	AREA	Code de la zone
		AREA_DESCRIPTION	Descriptif court de la zone
COUNTRY	Code du pays	COUNTRYCODE	Code du pays
		COUNTRYDESCRIPTION	Nom du pays
DATE_QUALIFIER	Précision sur les dates de départ/arrivée	DATE_QUALIFIER_VALUE	
		DATE_QUALIFIER	
MOVETYPE	Type de mouvement	MOVETYPE	Code du mouvement
		MOVETYPEDESC	Descriptif du type de mouvement
MOVETYPE QUALIFIER	Type de mouvement	CODE	Code du type de mouvement
		DESCR1	Descriptif : direction ou raison du mouvement
		DESCR2	Descriptif : direction polaire (E,W,S,N), type de mouvement
PLACES	Caractérisation des sites	PLACEINDO	Numéro du port ou du site
		NAME	Nom du port ou du site
		COUNTRYCODE	Code pays du port ou du site
		AREACODE	Code de la zone géographique
		AREASEQ	Secteur géographique
		PLACETYPE	Type du port ou du site
		LATDIR	Orientation générale latitude (N/S)
		LATDEGREE	Latitude en degrés
		LATMINUTES	Latitude en minutes
		LATSECONDS	Latitude en secondes
		LONGDIR	Orientation générale longitude (E/W)
		LONGDEGREE	Longitude en degrés
		LONGMINUTES	Longitude en minutes
		LONGSECONDS	Longitude en secondes

Tableau 2. Contenu de la base TRANSIT

TABLE	DESCRIPTION	CHAMPS	DESCRIPTION DES CHAMPS
PLACETYPE	Descriptif du site	PLACETYPE	Type du site
		PLACETYPEDESCRIPTION	Descriptif détaillé du site
TRANSITS_EB_1998, TRANSITS_EB_2000, TRANSITS_EB_2001, TRANSITS_EB_2002, TRANSITS_WB_1998, TRANSITS_WB_2000, TRANSITS_WB_2001, TRANSITS_WB_2002	Déplacements des navires	LLPNO	Numéro du navire
		TRANSIT_DIRECTION	Sens du transit
		SAILED_PLACE_IDNO	Numéro du port d'origine
		SAILED_DATE	Date de départ
		SAILED_DATE_ESTIMATED	Date de départ estimée
		SAILED_DATE_QUALIFIER	Champ vide
		ARRIVAL_PLACE_IDNO	Numéro du port de destination
		ARRIVAL_DATE	Date d'arrivée
		ARRIVAL_DATE_ESTIMATED	Date d'arrivée estimée
		ARRIVAL_DATE_QUALIFIER	Champ vide
VESSEL TYPES	Typologie des navires	VESSELTYPE	Type du navire
		VESSELTYPEDESCRIPTION	Type détaillé du navire
VESSELS	Caractérisation des navires	LLPNO	Numéro du navire
		NAME	Nom du navire
		FLAG	Pavillon du navire
		YOB	Année de construction
		GT	TJB
		NET	
		DWT	TPL
		CONTACTNAME	Personne de contact
		GENTYPE	Type général du navire
		SUBTYPE	Type secondaire du navire
		IMONO	Numéro d'immatriculation du navire
		EDITDATE	Date d'édition
		VESSELTYPE	Type complet du navire

Tableau 2. Contenu de la base TRANSIT (suite)

2.4 Traitements effectués

Les bases fournies par la Lloyd's sont très complètes mais sont construites sur une logique de suivi individuel des trajets d'un navire qui ne correspond pas aux objectifs de l'étude.

La base d'origine est construite sur une logique de « mouvement ». Pour la Lloyd's, un mouvement correspond à l'arrivée d'un navire dans un port ou site, en provenance d'un autre port ou site, puis à son départ vers un autre port ou site (Tableau 1). Un mouvement recouvre donc deux trajets et la base a été retravaillée pour retrouver la notion de trajet comme exposé ci-dessous.

2.4.1 Base REGIONCALLS

Dans cette base, les enregistrements contenus dans les tables MOVES_XXXX contiennent deux trajets. Dans un premier temps, les 4 tables annuelles (MOVES_XXXX) ont été regroupées. Puis les enregistrements « mouvement » ont ensuite été transformés en enregistrements « trajet » selon la règle présentée dans le Tableau 3.

BASE	ENREGISTREMENT	ORIGINE	DESTINATION/ORIGINE	DESTINATION
LLOYD'S	1 enregistrement « Mouvement »	• 1 port d'origine • 1 date de départ	• 1 port actuel • 1 date d'arrivée • 1 date de départ	• 1 port de destination • 1 date d'arrivée
DAMGM	2 enregistrements « trajet »	• 1 port d'origine • 1 date de départ	• 1 port de destination • 1 date d'arrivée	
			• 1 port d'origine • 1 date de départ	• 1 port de destination • 1 date d'arrivée

Tableau 3. Comparaison des notions de mouvement et de trajet

Mais ce découpage générerait alors des doubles comptes, lorsque les trajets étaient effectués entre deux ports de la zone d'étude (le trajet de départ de l'un correspondant au trajet d'arrivée de l'autre).

Dans cette nouvelle table, il a donc été nécessaire de supprimer certains trajets selon les règles suivantes :

- ⌘ Un navire est enregistré 2 fois dans la nouvelle table si l'un des 2 ports de destination dans la table Lloyds fait partie des ports de la zone d'étude.
- ⌘ Les enregistrements doublons ont été supprimés.

Cette base a par ailleurs été retravaillée pour supprimer des scories, peu nombreuses, et pour compléter les informations manquantes, plus fréquemment. Les bateaux « ventouses », ainsi que ceux pour lesquelles la base n'indiquait aucune origine ou destination, ont été supprimés. Dans la table VESSELS (caractéristiques des navires), les informations concernant le pavillon, la taille, le type, l'âge des navires, ont été complétées à partir de diverses sources d'information, parmi lesquelles le PSC s'est avéré la plus pertinente.

2.4.2 Base TRANSIT

Les 8 tables annuelles (TRANSITS_XXXX) ont été regroupées. Les informations étant ici fournies sous forme de trajet, aucun traitement de conversion n'a été nécessaire.

Dans la table VESSELS (caractéristiques des navires), les informations concernant le pavillon, la taille, le type, l'âge des navires, absentes ont été complétées comme dans le cas précédent. Enfin, les doublons ont été supprimés.

2.4.3 Synthèse

Les deux tables TRANSIT et REGIONCALLS ont été ensuite regroupées pour constituer la base de données finale dont la structure est présentée dans le Tableau 4.

Une dernière phase de contrôle des informations contenues a été effectuée sur cette nouvelle base à partir de laquelle l'ensemble des travaux statistiques présentés dans ce document ont été réalisés. Au final, ce sont 530 342 trajets ont été retenus pour mener l'étude.

TABLE	DESCRIPTION	CHAMPS	DESCRIPTION DES CHAMPS
AREA	Zone géographique	AREA	Code de la zone
		AREA_DESCRIPTION	Descriptif court de la zone
COUNTRY	Code du pays	COUNTRYCODE	Code du pays
		COUNTRYDESCRIPTION	Nom du pays
DATE_QUALIFIER	Précision sur les dates de départ/arrivée	DATE_QUALIFIER_VALUE	
		DATE_QUALIFIER	
MOVETYPE	Type de mouvement	MOVETYPE	Code du mouvement
		MOVETYPEDESC	Descriptif du type de mouvement
MOVETYPE QUALIFIER	Type de mouvement	CODE	Code du type de mouvement
		DESCR1	Descriptif : direction ou raison du mouvement
		DESCR2	Descriptif : direction polaire (E,W,S,N), type de mouvement
PLACES	Caractérisation des sites	PLACEINDO	Numéro du port ou du site
		NAME	Nom du port ou du site
		COUNTRYCODE	Code pays du port ou du site
		AREACODE	Code de la zone géographique
		AREASEQ	Secteur géographique
		PLACETYPE	Type du port ou du site
		LATDIR	Orientation générale latitude (N/S)
		LATDEGREE	Latitude en degrés
		LATMINUTES	Latitude en minutes
		LATSECONDS	Latitude en secondes
		LONGDIR	Orientation générale longitude (E/W)
		LONGDEGREE	Longitude en degrés
		LONGMINUTES	Longitude en minutes
		LONGSECONDS	Longitude en secondes
		7 champs supplémentaires	Champs nécessaires pour les travaux et extractions
PLACETYPE	Descriptif du site	PLACETYPE	Type du site
		PLACETYPEDESCRIPTION	Descriptif détaillé du site

Tableau 4. Contenu de la base finale

TABLE	DESCRIPTION	CHAMPS	DESCRIPTION DES CHAMPS
TRAJET	Trajets effectués par les navires	LLPNO	Numéro du navire
		TRANSIT_DIRECTION	Sens du transit
		DE_PLACE_IDNO	Numéro du port d'origine
		DE_PLACE_SLDT	Date de départ du port d'origine
		VERS_PLACE_IDNO	Numéro du port de destination
		VERS_ARRIVAL_DATE	Date d'arrivée au port de destination
		7 champs supplémentaires	champs nécessaires pour les travaux et extractions
VESSEL TYPES	Typologie des navires	VESSELTYPE	Type du navire
		VESSELTYPEDESCRIPTION	Type détaillé du navire
VESSELS	Caractérisation des navires	LLPNO	Numéro du navire
		NAME	Nom du navire
		FLAG	Pavillon du navire
		YOB	Année de construction
		GT	TJB
		NET	
		DWT	TPL
		CONTACTNAME	Personne de contact
		GENTYPE	Type général du navire
		SUBTYPE	Type secondaire du navire
		IMONO	Numéro d'immatriculation du navire
		EDITDATE	Date d'édition
		VESSELTYPE	Type complet du navire
		12 champs supplémentaires	Champs nécessaires pour les travaux et extractions

Tableau 4. Contenu de la base finale (suite)

3. LE TRAFIC MARITIME DANS L'ENSEMBLE DE LA ZONE

3.1 Structure et évolution du trafic de 1998 à 2002

3.1.1 Le trafic maritime global en Méditerranée occidentale

La base a permis d'exploiter plus de 530 000 trajets individuels¹, sur les quatre années d'étude, ce qui correspond à plus de 140 000 trajets annuels. Il est à noter que la base de la Lloyds ne couvrait que les trois premiers trimestres de l'année 2002, seuls disponibles au moment de l'acquisition. Les chiffres de 2002 ont été retravaillés à partir des neuf premiers mois pour obtenir une série fictive complète ; l'hypothèse posée ici est que l'année 2002 connaît la même saisonnalité que les années 2000 et 2001. Les chiffres obtenus doivent cependant être maniés avec prudence ; ils ne sont mentionnés ici qu'à titre d'indication, et la plupart des calculs effectués par la suite le seront sur la base des seuls mois connus.

Sur l'ensemble de la période considérée, le nombre de navires fréquentant la Méditerranée occidentale croît à un rythme moyen de 3,3 % par an. Cette moyenne cache cependant la nette rupture constatée en 2002. Jusqu'en 2001, de fait, le trafic croît à un rythme annuel de 4,5 % ; les neuf premiers mois de 2002 marquent un coup d'arrêt brutal : on enregistre même une baisse de 0,4 % environ du nombre de trajets.

Cette quasi stagnation correspond bien à ce que l'on constate en matière de commerce international sur la période : après une période de forte croissance des échanges internationaux de 1995 à 2000, la conjoncture économique des États-Unis, du Japon, et de l'Asie se traduit dès 2001 par un recul des flux de marchandises en tonnage. Les chiffres concernant la Méditerranée occidentale font apparaître un décalage cohérent avec la conjoncture européenne : ce n'est qu'en 2002 que la rupture apparaît nettement.

¹ Un trajet est un mouvement de navire entre deux points de la zone : deux ports, un détroit et un port, deux détroits, etc.

	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
NOMBRE DE NAVIRES PRÉSENTS	129 138	140 663	147 121	113 420 (9 mois)	530 342
				146 886 (e)	563 808 (e)
TAUX DE CROISSANCE ANNUEL MOYEN		4,4%	4,6%	- 0,4% (9 mois)	3,3%

Tableau 5. Nombre de trajets sur l'ensemble de la zone

La liaison entre ce décalage et la santé relative de l'Union Européenne apparaît clairement dans le Tableau 6 : si la fréquentation de la Méditerranée ne fait globalement apparaître de baisse qu'en 2002, la stagnation du trafic de transit (somme des transits Est-Ouest et Ouest-Est) débute dès 2001 ; le ralentissement des échanges mondiaux se fait ainsi sentir d'abord à travers le nombre de navires transitant en Méditerranée sans toucher un port européen, puis, à partir de 2002, concerne l'ensemble de la zone.

	1998	2000	2001	2002	TOTAL
TRAFFIC TOUCHANT UN PORT DE LA ZONE	108 357	119 061	125 319	97 929	450 666
TRANSIT	20 781	21 602	21 802	15 491	79 676
TOTAL	129 138	140 663	147 121	113 420	530 342

Tableau 6. Trafic lié aux pays européens et transit

De façon générale, on constate que le trafic maritime lié aux pays européens représente en moyenne 85 % du total des flux (en nombre de navires) (Figure 2) ; cette part augmente légèrement dans le temps, tendance qui s'accélère à compter de 2001. On verra par la suite que, outre le ralentissement du commerce mondial, ce phénomène est lié au développement des relations maritimes intra-européennes.

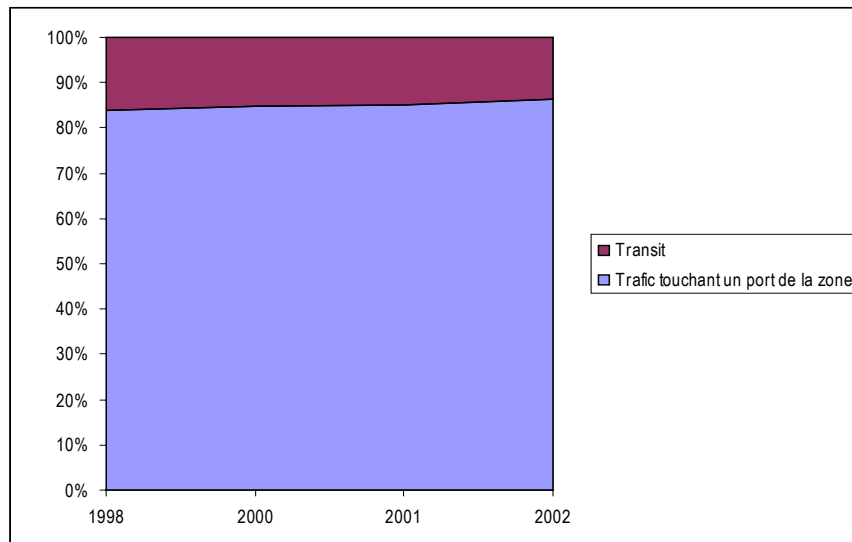


Figure 2. Parts respectives du trafic lié aux pays européens et du transit dans les mouvements de navires en Méditerranée occidentale

3.1.2 Types de navires fréquentant la Méditerranée Occidentale

Deux catégories concentrent plus de la moitié des navires fréquentant la Méditerranée occidentale¹ : les Cargos et les Vraquiers ; suivent les Tankers, les Porte-Conteneurs, les « Autres » navires (barges, navires de servitude, navires spécialisés, etc.), les Rouliers, les Paquebots et les Méthaniers.

Ces catégories connaissent sur les cinq années de l'étude une évolution très contrastée :

- ✎ Le nombre de vraquiers croît légèrement de 1998 à 2002 ; leur poids dans l'ensemble de la flotte reste pratiquement stable,
- ✎ Méthaniers, Paquebots, Rouliers, connaissent une croissance en volume plus rapide, quoique raisonnable ; leur poids augmente modérément,
- ✎ Tankers, jusqu'en 2001, et Porte-Conteneurs, surtout, et ce jusqu'en 2002, voient leur nombre fortement augmenter, et leur poids dans la flotte augmente nettement en conséquence,
- ✎ La seule catégorie qui baisse, tant en volume qu'en poids, est celle des Cargos, qui, en liaison avec le mouvement planétaire d'unitisation, souffrent en Méditerranée de la concurrence combinée des Porte-Conteneurs et des Rouliers.

¹ Il s'agit ici du nombre de navires effectuant chaque année au moins un trajet en Méditerranée ; les chiffres cités décrivent donc la population des navires présents, et ne doivent pas être interprétés en termes de densité, le nombre de trajets effectué par chaque navire étant fort variable.

L'image est sensiblement modifiée si l'on tient compte du nombre de trajets et non plus du nombre brut de navires :

- ⌘ Malgré la baisse du nombre de navires de la catégorie, les Cargos restent cependant à la première place en termes de trajets, mais leur utilisation diminue nettement sur la période,
- ⌘ Les Vraquiers, dont le nombre brut augmente, connaissent, d'une année sur l'autre, une évolution contrastée du nombre de trajets,
- ⌘ Méthaniers et Tankers voient le nombre de trajets effectués varier de façon similaire au nombre de navires présents,
- ⌘ Ce sont les transports de Passagers, les Rouliers et les Porte-Conteneurs qui montrent l'évolution la plus notable ; la croissance du nombre de trajets, qui s'ajoute à la croissance du nombre de navires présents, traduit le recours de plus en plus prononcé à ce mode de transport (en ce qui concerne les Porte-Conteneurs), l'expansion du tourisme maritime et les spécificités de la Méditerranée (en ce qui concerne les Rouliers et les Paquebots).

L'analyse, navire par navire des trajets effectués chaque année, va dans le même sens. Vraquiers, Cargos, Méthaniers et Tankers effectuent un nombre de trajets annuel stable ou en légère baisse. Après une croissance notable de 1998 à 2000, les Porte-Conteneurs souffrent dès l'an 2001 de la récession qui touche le trafic mondial. Paquebots et Rouliers, à nouveau, connaissent un comportement atypique : le nombre de trajets moyen augmente de façon continu, et de façon particulièrement nette pour la première catégorie.

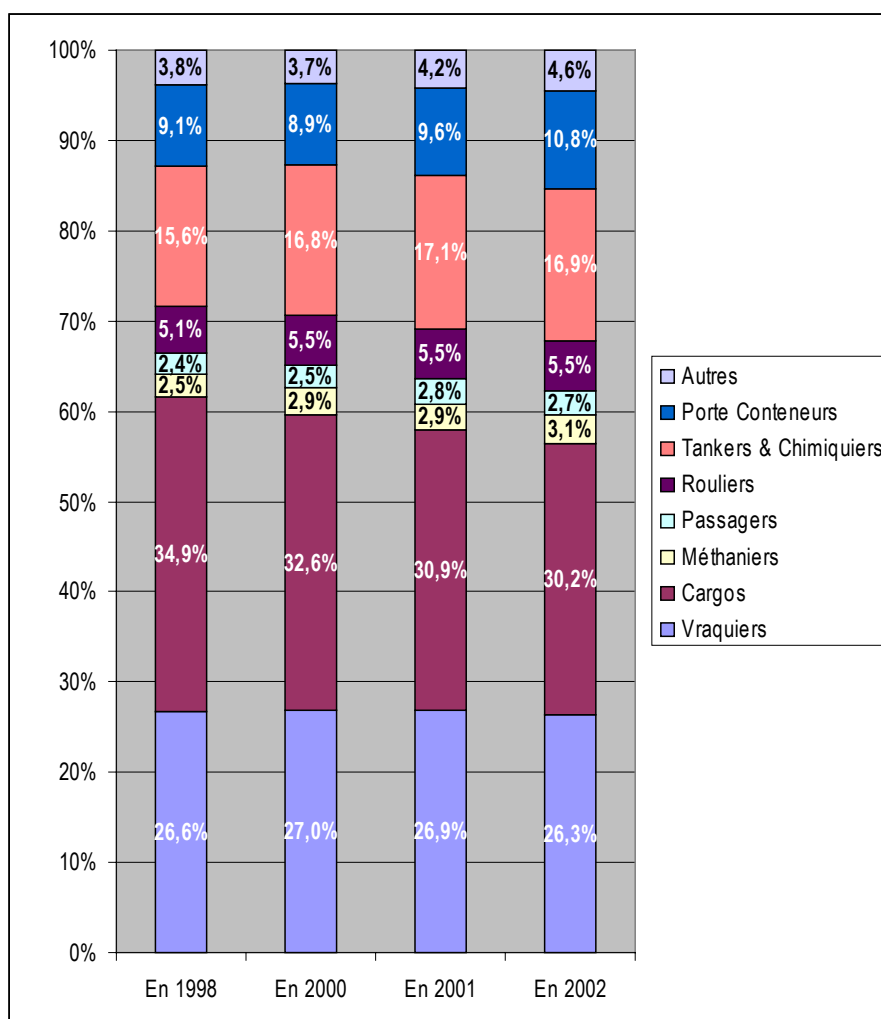


Figure 3. Parts respectives des catégories de navire dans la flotte présente en Méditerranée Occidentale

	1998	2000	2001	2002
VRAQUIERS	2 833	2 905	2 972	2 592
CARGOS	3 713	3 519	3 414	2 970
MÉTHANIER	267	315	321	304
PASSAGERS	257	274	311	262
ROULIERS	544	595	611	543
TANKERS & CHIMIQUIERS	1 657	1 808	1 883	1 669
PORTE-CONTENEURS	965	958	1 058	1 061
AUTRES	400	404	467	449
TOTAL GÉNÉRAL	10 636	10 778	11 037	9 850

Tableau 7. Nombre de navires présents en Méditerranée Occidentale par catégorie

	1998	2000	2001	2002	TOTAL
VRAQUIERS	13 645	14 402	13 961	10 329	52 337
CARGOS	35 439	34 378	34 000	24 617	128 434
MÉTHANIER	4 458	5 128	5 056	3 737	18 379
PASSAGERS	15 179	21 602	25 909	20 418	83 108
ROULIERS	15 220	18 179	19 382	16 187	68 968
TANKERS & CHIMIQUIERS	20 639	21 194	21 486	15 731	79 050
PORTE-CONTENEURS	23 029	24 015	25 776	21 072	93 892
AUTRES	1 529	1 765	1 551	1 329	6 174
TOTAL GÉNÉRAL	129 138	140 663	147 121	113 420	530 342

Tableau 8. Nombre global de trajets par catégorie de navire

	1998		2000		2001		2002	
	MOYENNE	PLUS HAUT	MOYENNE	PLUS HAUT	MOYENNE	PLUS HAUT	MOYENNE	PLUS HAUT
VRAQUIERS	4,8	226	5,0	197	4,7	213	4,0	177
CARGOS	9,5	270	9,8	257	10,0	217	8,3	277
MÉTHANIERES	16,7	135	16,3	154	15,8	153	12,3	140
PASSAGERS	59,1	432	78,8	516	83,3	492	77,9	458
ROULIERS	28,0	348	30,6	492	31,7	413	29,8	476
TANKERS & CHIMIQUES	12,5	229	11,7	210	11,4	216	9,4	141
PORTE-CONTENEURS	23,9	293	25,1	272	24,4	244	19,9	254
AUTRES	3,8	211	4,4	154	3,3	47	3,0	119
TOTAL GÉNÉRAL	12,1	-	13,1	-	13,3	-	11,5	-

Tableau 9. Nombre de trajets par catégorie de navire

3.1.3 Âge de la flotte fréquentant la Méditerranée occidentale

La flotte naviguant en Méditerranée est relativement ancienne. L'âge moyen ressort à un peu plus de 16 ans, et l'on constate que chaque année près de 4 000 navires de plus de vingt ans effectuent un ou plusieurs trajets en Méditerranée. *A contrario*, le poids prépondérant des navires jeunes (moins de dix ans) traduit le fait qu'après plusieurs crises, la décennie des années 90 correspond à un regain de la démographie maritime.

La flotte naviguant en Méditerranée rajeunit légèrement sur la période, l'âge moyen passant de 16,5 à 16 ans, en volume, et de 16,3 à 15,8 ans lorsqu'on tient compte du nombre de trajets effectués par chaque navire. Ce résultat est compatible avec celui observé sur l'ensemble du monde où la moyenne d'âge, de l'ordre de 16 ans (Figure 4), tend également à diminuer légèrement.

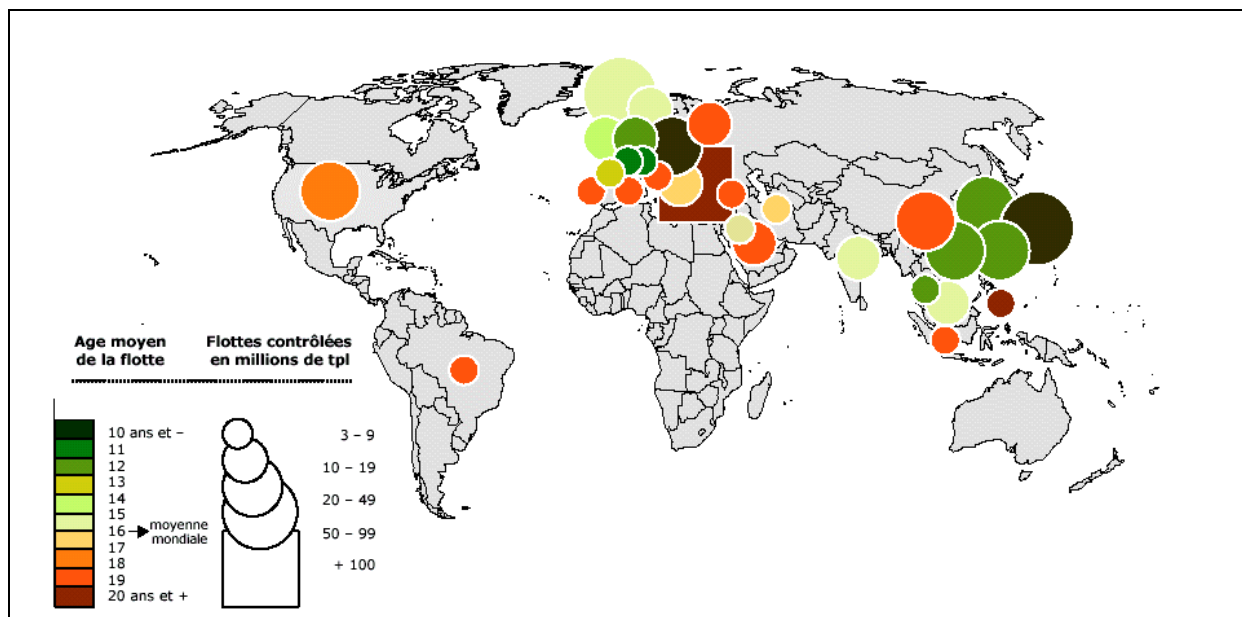


Figure 4. Âge moyen de la flotte mondiale par grands pays maritimes en 2000 (Source : ISEMAR)

L'évolution est cependant hétérogène suivant les catégories, et l'écart entre les deux mesures traduit la plus ou moins forte fréquence d'utilisation des navires neufs et anciens :

- ✎ L'âge moyen des Vraquiers et des Cargos reste relativement stable sur la période, quelle que soit la méthode de mesure,
- ✎ Les Méthaniers vieillissent, ont un taux de renouvellement faible, l'âge moyen des navires effectuant des trajets en Méditerranée augmente en conséquence,
- ✎ Les Paquebots et les Rouliers, dont l'âge moyen reste stable ou augmente légèrement, malgré un taux de renouvellement non négligeable, voient leur âge pondéré par les trajets diminuer sensiblement sur la période, traduisant un rythme d'utilisation plus important des navires neufs ou récents,
- ✎ Les Tankers et Chimiquiers connaissent un taux de renouvellement relativement élevés, et leur âge moyen diminue sensiblement, tant en volume qu'une fois pondéré par le nombre de trajets effectué, traduisant la tendance à utiliser les navires récents,
- ✎ Les Porte Conteneurs, qui sont les navires les plus récents au début de l'étude, connaissent, logiquement, un vieillissement relatif : leur taux de renouvellement apparent, important, ne compense pas leur utilisation de plus en plus intensive.

	1998	2000	2001	2002
[1 ; 10 ANS]	2 952	3 428	3 652	3 445
[11 ; 15 ANS]	1 611	1 210	1 197	1 100
[16 ; 20 ANS]	2 096	2 286	2 212	1 777
[21 ; 25 ANS]	2 480	2 253	2 169	1 822
PLUS DE 25 ANS	1 497	1 601	1 807	1 706
TOTAL GÉNÉRAL	10 636	10 778	11 037	9 850
ÂGE MOYEN	16,5	16,2	16,2	16,0

Tableau 10. Nombre de navire par tranche d'âge

	1998	2000	2001	2002
VRAQUIERS	16,4	16,1	16,0	15,8
CARGOS	18,2	18,0	18,2	17,9
MÉTHANIER	14,5	15,5	16,1	16,3
PASSAGERS	19,9	19,6	19,6	19,4
ROULIERS	15,6	15,8	16,5	16,6
TANKERS & CHIMIQUIERS	16,1	15,0	14,4	14,5
PORTE CONTENEURS	9,5	10,3	10,4	10,5
AUTRES	19,6	20,8	20,6	19,8
TOTAL GÉNÉRAL	16,5	16,2	16,2	16,0

Tableau 11. Âge des navires présents en Méditerranée

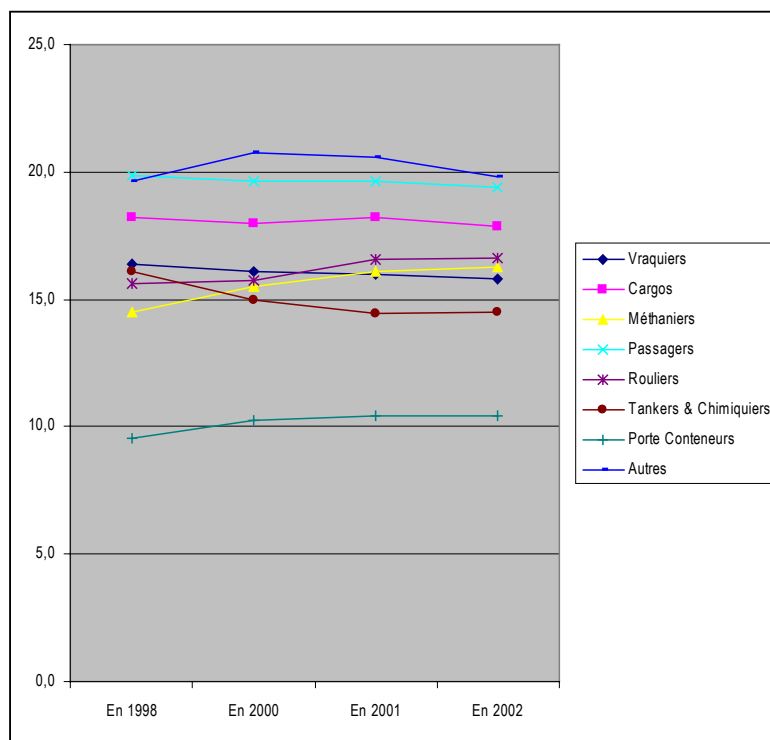


Figure 5. Âge moyen des navires présents en Méditerranée

	1998	2000	2001	2002
VRAQUIERS	18,0	18,5	18,7	18,5
CARGOS	17,0	16,4	16,6	16,2
MÉTHANIER	16,9	18,0	18,2	18,6
PASSAGERS	18,0	18,5	17,2	15,7
ROULIERS	18,0	17,1	17,5	18,7
TANKERS & CHIMIQUIERS	17,1	15,8	14,7	13,8
PORTE CONTENEURS	10,9	11,4	12,0	12,4
AUTRES	21,1	22,0	22,2	22,2
TOTAL GÉNÉRAL	16,3	16,2	16,1	15,8

Tableau 12. Âge des navires pondéré par le nombre de trajets effectué par chaque navire

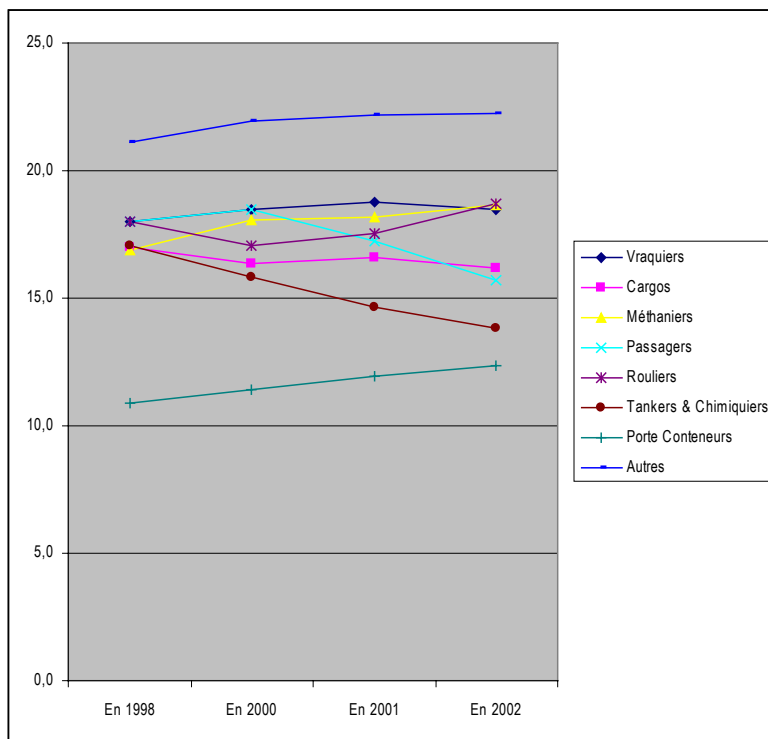


Figure 6. Âge moyen des navires pondéré par le nombre de trajets effectué par chaque navire

D'une façon générale, on constate que deux types de navires connaissent sur la période un rajeunissement sensiblement plus rapide que la moyenne ; ces deux catégories correspondent aux tendances de fond du transport maritime d'une part, au développement du tourisme et à la place spécifique de la Méditerranée d'autre part :

- ✎ Les Porte-Conteneurs présentent le taux de rajeunissement¹ apparent le plus élevé ; la poursuite de la tendance à l'unitisation, la croissance de la taille moyenne des Porte-Conteneurs, la prépondérance des ports européens équipés dans le trafic de la zone expliquent le nombre proportionnellement élevé de navires mis en service,
- ✎ Le développement du tourisme de croisières en Méditerranée se traduit quant à lui par un taux de nouveaux paquebots en proportion élevé. Quantitativement, l'évolution est cependant modeste, en liaison avec les faibles effectifs de cette catégorie. On a vu par ailleurs que la forte saisonnalité des trajets de ce type de navires amène à mettre en service pendant l'été des paquebots parfois fort anciens, ce qui modère ce rajeunissement apparent.

¹ Celui-ci est en fait un taux de croissance relatif de chaque catégorie ; il correspond au ratio entre le nombre de nouveaux navires ayant fréquenté la zone, et le nombre de navires total de chaque catégorie.

La flotte de Tankers et de Chimiquiers est elle en situation intermédiaire : de nouveaux navires sont régulièrement mis en service, et le taux de renouvellement est conforme à l'âge moyen de la flotte constaté.

La situation est plus inquiétante en ce qui concerne les Cargos, et surtout les Rouliers. Ces deux catégories, très présentes et typiques de la Méditerranée occidentale, connaissent des taux de renouvellement plus faibles que la moyenne, malgré le nombre pourtant non négligeable d'entrées nouvelles. Cette faiblesse ne laisse guère augurer de diminution de l'âge moyen de ces catégories, qui apparaît dans l'étude comme déjà élevé. La situation n'est que légèrement meilleure en ce qui concerne les Méthaniers et les Vraquiers.

	1998	1999	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
VRAQUIERS	142	133	110	191	48	624
CARGOS	148	115	144	95	44	546
MÉTHANIER	13	19	25	10	7	74
PASSAGERS	27	13	28	31	12	111
ROULIERS	36	47	42	15	16	156
TANKERS & CHIMIQUIERS	126	137	144	101	62	570
PORTE CONTENEURS	149	53	77	94	73	446
AUTRES	52	39	41	41	31	204
TOTAL GÉNÉRAL	693	556	611	578	293	2731

Tableau 13. Navires mis en service, par catégorie et par année d'étude

	1998	1999	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
VRAQUIERS	20,5 %	23,9 %	18,0 %	33,0 %	16,4 %	22,8 %
CARGOS	21,4 %	20,7 %	23,6 %	16,4 %	15,0 %	20,0 %
MÉTHANIER	1,9 %	3,4 %	4,1 %	1,7 %	2,4 %	2,7 %
PASSAGERS	3,9 %	2,3 %	4,6 %	5,4 %	4,1 %	4,1 %
ROULIERS	5,2 %	8,5 %	6,9 %	2,6 %	5,5 %	5,7 %
TANKERS & CHIMIQUIERS	18,2 %	24,6 %	23,6 %	17,5 %	21,2 %	20,9 %
PORTE CONTENEURS	21,5 %	9,5 %	12,6 %	16,3 %	24,9 %	16,3 %
AUTRES	7,5 %	7,0 %	6,7 %	7,1 %	10,6 %	7,5 %
TOTAL GÉNÉRAL	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Tableau 14. Répartition des nouveaux navires par catégorie

	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
VRAQUIERS	5,0%	3,8%	6,4%	1,9%	4,3%
CARGOS	4,0%	4,1%	2,8%	1,5%	3,1%
MÉTHANIER	4,9%	7,9%	3,1%	2,3%	4,6%
PASSAGERS	10,5%	10,2%	10,0%	4,6%	8,8%
ROULIERS	6,6%	7,1%	2,5%	2,9%	4,8%
TANKERS & CHIMIQUIERS	7,6%	8,0%	5,4%	3,7%	6,2%
PORTE CONTENEURS	15,4%	8,0%	8,9%	6,9%	9,8%
AUTRES	13,0%	10,1%	8,8%	6,9%	9,7%
TOTAL GÉNÉRAL	6,5%	5,7%	5,2%	3,0%	5,1%

Tableau 15. Pourcentage de rajeunissement apparent de la flotte

Le Tableau 16, qui correspond au ratio entre l'âge moyen des navires présents et l'âge moyen des navires utilisés (pondéré par le nombre de trajets effectués) donne à penser que les comportements d'utilisation ne changent guère à travers le temps, globalement : la sur-utilisation des navires récents est faible et stable. Ce résultat

n'est imputable, en fait, qu'à deux catégories de navires, les Paquebots et les Cargos. Ces navires, dont l'âge moyen est, au départ, élevé, sont les seuls pour lesquels le ratio est inférieur à 100, traduisant le fait que nombre de navires - plus anciens - ne sont utilisés que ponctuellement (Cargos) ou pendant les périodes de pointe (Paquebots). La catégorie la plus problématique est ici celle des Rouliers : la flotte est vieille, elle vieillit sur la période, et l'on constate par ailleurs un taux d'utilisation plus élevé des navires anciens. La sur-utilisation apparente des Porte-Conteneurs anciens n'est *a contrario* guère inquiétante : l'âge moyen de ces navires est peu élevé et leur ancienneté est dès lors toute relative.

	1998	2000	2001	2002
VRAQUIERS	109,8	114,8	117,3	117,0
CARGOS	93,4	91,0	91,0	90,5
MÉTHANIER	116,3	116,2	112,9	114,5
PASSAGERS	90,7	94,2	87,8	81,0
ROULIERS	115,5	108,2	105,8	112,7
TANKERS & CHIMIQUIERS	106,1	105,9	101,5	95,3
PORTE CONTENEURS	114,2	110,9	114,8	118,3
AUTRES	107,8	105,7	107,7	112,3
TOTAL GÉNÉRAL	99,0	99,8	99,0	98,8

Tableau 16. Sur ou sous-utilisation des navires anciens

3.14 Taille des navires fréquentant la Méditerranée occidentale

La classification des navires selon la taille est bâtie sur le regroupement des navires en fonction de leur tonnage : 5 catégories sont différenciées selon leur jauge brute (GT) et 5 autres catégories selon leur port en lourd (DWT) selon les modalités présentées dans le Tableau 17. La catégorie finale retenue pour un navire est la plus élevée des deux.

GT	CATÉGORIE DWT	INDICATEUR DE TAILLE
0 à 5 000 tx	1	Très petite
5 001 à 50 000 tx	2	Petite
50 001 à 80 000 tx	3	Moyenne
80 001 à 150 000 tx	4	Grande
+ de 150 001 tx	5	Très grande

DWT	CATÉGORIE GT	INDICATEUR DE TAILLE
0 à 10 000 t	1	Très petite
10 001 à 50 000 t	2	Petite
50 001 à 100 000 t	3	Moyenne
100 001 à 300 000 t	4	Grande
+ de 300 001 t	5	Très grande

Tableau 17. Classification des navires en fonction de leur tonnage

Quantitativement, la Méditerranée semble surtout fréquentée par des navires de taille moyenne ou petite ; l'évolution est cependant nette sur la période, conformément à ce que l'on repère au niveau mondial : les navires de taille élevée ou très élevée (catégories 3, 4, et 5) voient leur nombre et leur poids dans la population augmenter de façon continue.

	1998	2000	2001	2002
TAILLE 1 (TRÈS PETITE)	3 290	3 261	3 351	2 892
TAILLE 2 (PETITE)	5 475	5 402	5 421	4 920
TAILLE 3 (MOYENNE)	1 194	1 385	1 485	1 384
TAILLE 4 (GRANDE)	559	581	614	537
TAILLE 5 (TRÈS GRANDE)	118	149	166	117
TOTAL GÉNÉRAL	10636	10778	11037	9850

Tableau 18. Taille des navires évoluant en Méditerranée occidentale

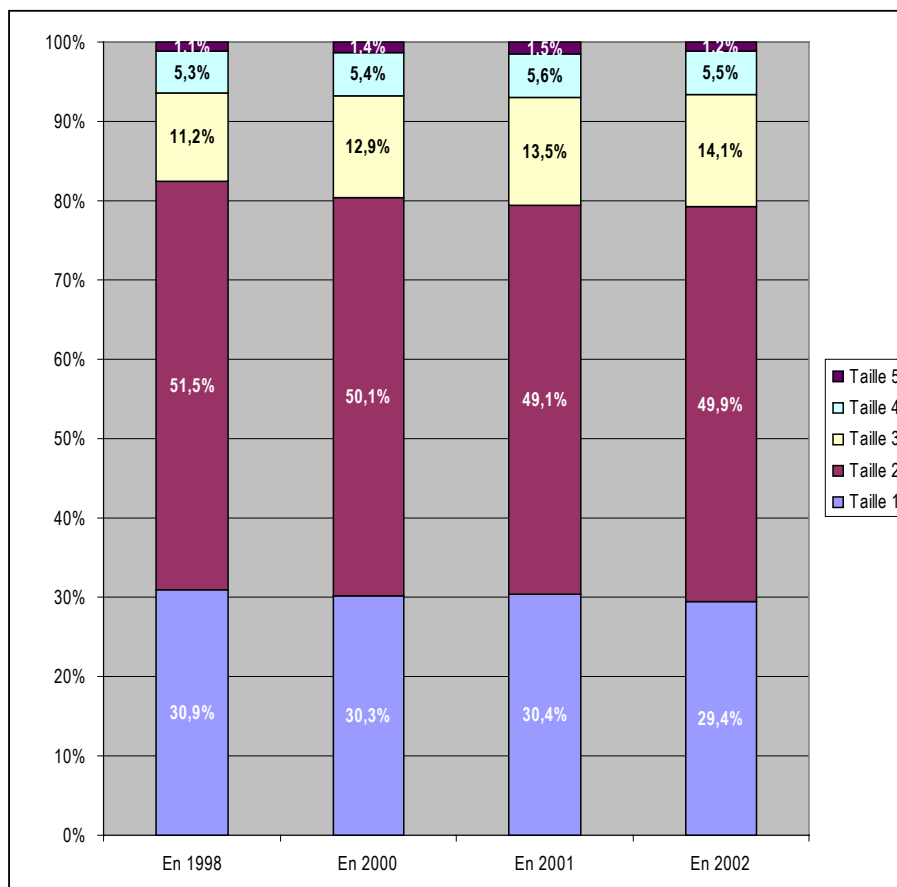


Figure 7. Part respective des tailles de navire

3.15 Pavillon d'appartenance des navires fréquentant la Méditerranée occidentale

Les tableaux ci-dessous présentent les navires suivant leur pavillon d'appartenance, et suivant le classement par le Paris MOU (Blanc, Gris, Noir).

Ce classement est mis à jour annuellement sur la base des inspections sur une période de 3 ans. Il tient compte pour chaque pays du nombre d'inspections réalisées, du nombre de détentions effectivement opérées et d'un seuil de détention acceptable (7 %) fixé par le PSC du Paris MOU. Ces données sont utilisées pour définir un nombre théorique de détentions servant ensuite à délimiter 3 groupes de pavillons dits « blancs », « gris » et « noirs »¹.

Il convient de noter que les nationalités répertoriées changent chaque année en fonction des inspections réalisées. Une procédure spécifique basée sur une règle

¹ Pour plus de détails, on se référera au rapport annuel publié par le PSC, qui outre la liste des pavillons blancs, gris et noirs, détaille la méthodologie mise en œuvre pour la qualification de ceux-ci.

majoritaire a été mise en œuvre pour obtenir une classification des pavillons associés à tous les navires enregistrés dans la base de données manipulée.¹

Le poids de chaque pavillon sur l'ensemble de la période (1998-2002) est mesuré soit en termes de navires présents, soit en termes de trajets effectués.

Plusieurs points sont à noter :

- ⌘ Le pourcentage de navires à pavillon noir est très élevé. Ces pavillons représentent en moyenne 46,7 % des navires. Leur importance diminue certes sur la période, mais reste cependant prépondérante.
- ⌘ Les pavillons blancs voient *a contrario* leur poids augmenter de façon sensible ; les deux autres groupes restent stables en termes de nombre de navires.
- ⌘ Il est heureux de constater que les navires battant pavillon noir effectuent un nombre de trajets annuel plus faible que la moyenne : leur poids, mesuré en trajets, n'est plus que de 32,1 % sur l'ensemble de la période. Mais la même conclusion est à retenir en ce qui concerne le pavillon blanc : l'écart des poids en nombre de navires et en trajets est plus faible que pour le pavillon noir, mais il est significatif. Ce sont les deux autres catégories qui sont sur-représentées par la mesure en termes de trajets ; les navires italiens d'une part (pavillon gris) et des Îles Canaries, second pavillon espagnol (non inspecté) d'autre part ont un taux de rotation entre îles et continent qui démultiplie leur importance.
- ⌘ A l'exception de ces deux derniers pavillons, les pays européens et d'Afrique du Nord sont caractérisés par la faiblesse de leur flotte : aucun d'entre eux ne dépasse 0,5 % en termes de navires, ni 2 % en termes de trajet.
- ⌘ Le trafic est très concentré sur un petit nombre de pavillons : six d'entre eux (Italie, Panama, Malte, Îles Canaries, Libéria et Bahamas) effectuent plus de 50 % des mouvements sur l'ensemble de la zone d'études.

Sur la période, il faut cependant noter que la situation semble s'améliorer : le pourcentage de pavillons noirs diminue, modérément, mais de façon continue, traduisant par là l'effet conjoint des comportements des acteurs du transport maritime et des réglementations et contrôles mis en place par les États.

¹ Cette procédure est détaillée dans l'Annexe 4 du rapport d'étude

PAVILLON	CODE PAYS	1998	2000	2001	2002	POIDS (NAVIRES)	POIDS (TRAJETS)
Blanc	LBR	609	667	692	629	6,1%	4,4%
	BHS	511	509	550	490	4,9%	3,9%
	GRC	406	448	463	400	4,1%	2,6%
	ATG	363	431	461	439	4,0%	5,2%
	NLD	257	329	362	345	3,1%	3,2%
	SGP	161	157	175	136	1,5%	0,8%
	HKG	149	186	207	180	1,7%	0,6%
	CHN	147	109	94	88	1,0%	0,3%
	MHL	118	139	165	145	1,3%	0,9%
	DEU	116	131	133	133	1,2%	1,9%
	GBR	108	121	116	130	1,1%	1,5%
	IOM	95	115	128	112	1,1%	0,7%
	FRA	32	28	35	37	0,3%	1,9%
	Total	3324	3651	3874	3518	34,0%	30,1%
Gris	ITA	422	460	490	474	4,4%	18,3%
	ESP	27	39	36	50	0,4%	0,5%
	TUN	13	14	12	11	0,1%	0,5%
	Total	1146	1221	1268	1184	11,4%	23,5%
Noir	PAN	1356	1371	1421	1305	12,9%	7,7%
	MLT	995	1008	968	885	9,1%	7,0%
	CYP	712	651	649	569	6,1%	3,3%
	VCT	471	415	366	283	3,6%	3,1%
	TUR	414	387	409	374	3,7%	3,0%
	RUS	303	263	293	261	2,6%	1,0%
	KHM	224	191	165	120	1,7%	0,8%
	UKR	135	108	120	98	1,1%	0,7%
	DZA	56	52	46	36	0,4%	1,1%
	MAR	34	27	31	36	0,3%	0,9%
	Total	5364	5033	4994	4346	46,7%	32,1%

Tableau 19. Pavillon d'appartenance des navires

PAVILLON	CODE PAYS	1998	2000	2001	2002	POIDS (NAVIRES)	POIDS (TRAJETS)
Non vu	NIS	313	362	360	302	3,2%	1,9%
	DIS	156	177	185	172	1,6%	1,8%
	CNI	90	109	131	125	1,1%	7,8%
	Total	802	873	901	802	8,0%	14,4%
Total Général		10636	10778	11037	9850	100%	100%

Tableau 19. Pavillon d'appartenance des navires (suite)

PAVILLON	1998	2000	2001	2002
Blanc	31,3%	33,9%	35,1%	35,7%
Gris	10,8%	11,3%	11,5%	12,0%
Noir	50,4%	46,7%	45,2%	44,1%
Non vu	7,5%	8,1%	8,2%	8,1%
Total général	100%	100%	100%	100%

Tableau 20. Répartition des pavillons

3.1.6 Saisonnalité globale du trafic

Le trafic maritime en Méditerranée occidentale est marqué par d'assez fortes variations, relativement régulières d'une année sur l'autre.

La moyenne mensuelle se situe entre 10 000 et 12 000 trajets, mais avec un écart type supérieur à 1 000 pour la plupart des années. En moyenne quotidienne, on constate que 350 à 400 navires prennent la mer ou pénètrent chaque jour en Méditerranée occidentale, avec un écart type supérieur à 40.

	1998	2000	2001	2002
MOYENNE MENSUELLE	10762	11722	12260	12241
ÉCART TYPE	942	1150	1237	1177
MOYENNE QUOTIDIENNE	354	385	403	402
ÉCART TYPE	41	47	47	42

Tableau 21. Trafic moyen et écart type (mensuel et quotidien)

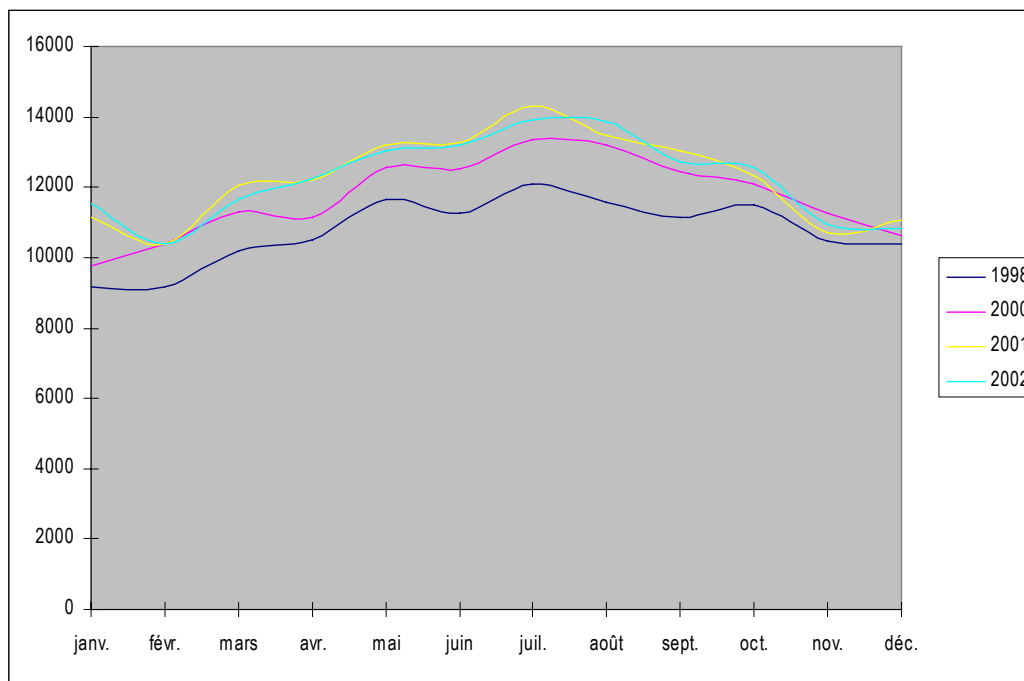


Figure 8. Saisonnalité globale du trafic

Les mois d'été sont systématiquement ceux qui connaissent le plus fort trafic ; le mois de juillet, qui cumule l'impact d'une activité économique importante et une montée en puissance des flux liés au tourisme, correspond à un pic pour les quatre années considérées. Le mois d'août est également élevé, mais le ralentissement de l'activité économique le place légèrement en retrait. A contrario, les mois d'hiver, janvier et février, correspondent, et ce pour toutes les années, à un creux sensible.

La saisonnalité est inégalement marquée suivant le type de navires. Les navires dont l'activité est liée au seul cycle économique (Cargos, Porte-Conteneurs, Vraquiers, Tankers, etc.) connaissent une saisonnalité faible ou modérée. Ceux, au contraire, dont les mouvements sont liés pour tout ou partie aux mouvements de personnes (Paquebots, Ferries) ont un trafic marqué par une saisonnalité forte (Rouliers) ou très forte (Passagers). Les navires classés en « Autres » ont également un trafic très saisonnier ; mais la composition de ce groupe est trop hétérogène, et les effectifs concernés trop faibles pour que l'on s'arrête sur ces fluctuations.

	1998	2000	2001	2002
JANVIER	9 180	9 749	11 124	11 523
FÉVRIER	9 174	10 388	10 378	10 381
MARS	10 197	11 306	12 054	11 656
AVRIL	10 516	11 145	12 190	12 232
MAI	11 649	12 582	13 189	13 030
JUIN	11 262	12 513	13 269	13 210
JUILLET	12 094	13 364	14 309	13 905
AOÛT	11 577	13 206	13 466	13 867
SEPTEMBRE	11 150	12 436	13 029	12 730
OCTOBRE	11 481	12 105	12 336	12 553
NOVEMBRE	10 462	11 261	10 705	10 959
DÉCEMBRE	10 396	10 608	11 072	10 840
TOTAL	129 138	140 663	147 121	146 886

Tableau 22. Trafic mensuel (recalculé pour l'année 2002)

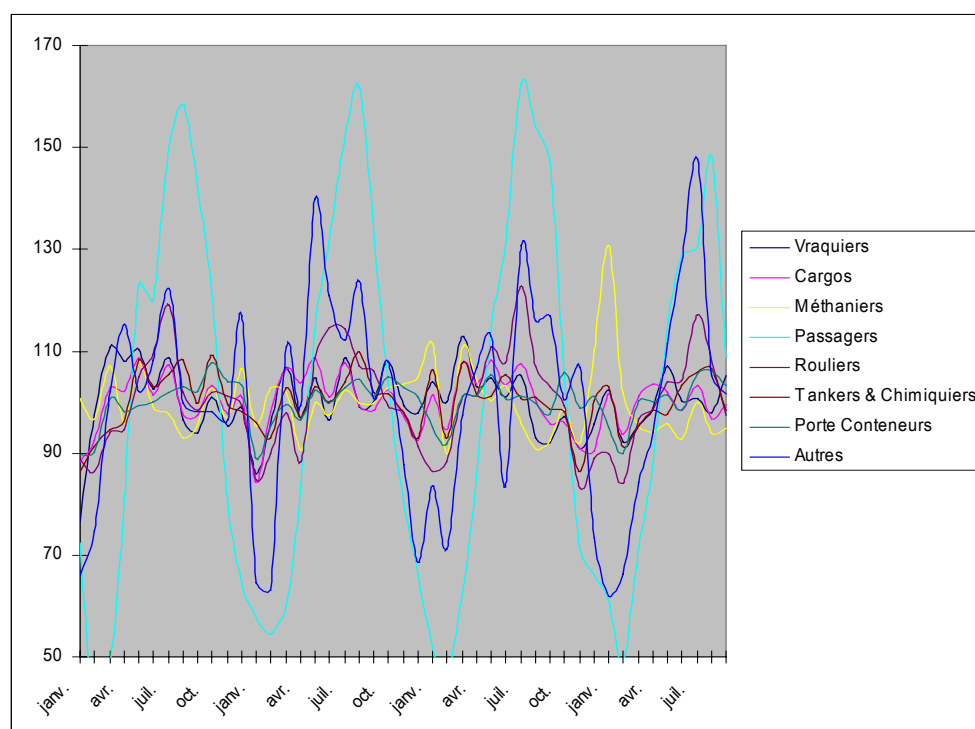


Figure 9. Saisonnalité du trafic suivant la catégorie de navire
(en indice - Base 100 = moyenne mensuelle de chaque année pour chaque catégorie)

	1998											
	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
VRAQUIERS	869	1109	1261	1228	1255	1166	1236	1098	1067	1148	1085	1123
CARGOS	2607	2729	3038	3017	3213	2993	3167	2875	2881	3051	2884	2984
MÉTHANIER	374	359	398	357	401	368	363	345	355	382	360	396
PASSAGERS	914	484	613	1027	1555	1517	1894	2004	1801	1536	1021	813
ROULIERS	1125	1097	1194	1200	1330	1389	1510	1292	1247	1292	1283	1261
TANKERS & CHIMIQUIERS	1484	1572	1628	1655	1861	1772	1813	1860	1716	1879	1711	1688
PORTE CONTENEURS	1723	1729	1935	1885	1904	1919	1955	1976	1958	2068	1995	1982
AUTRES	84	95	130	147	130	138	156	127	125	125	123	149
TOTAL GÉNÉRAL	9180	9174	10197	10516	11649	11262	12094	11577	11150	11481	10462	10396

	2000											
	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
VRAQUIERS	1031	1151	1282	1165	1256	1159	1306	1189	1201	1297	1191	1174
CARGOS	2415	2814	3052	2970	3117	2889	3088	2846	2820	2935	2782	2650
MÉTHANIER	407	439	435	387	426	416	437	426	426	439	442	448
PASSAGERS	1039	980	1081	1495	2063	2372	2737	2913	2411	1873	1447	1191
ROULIERS	1284	1361	1483	1338	1646	1736	1733	1621	1608	1504	1483	1382
TANKERS & CHIMIQUIERS	1695	1642	1817	1711	1821	1765	1838	1940	1798	1796	1729	1642
PORTE CONTENEURS	1783	1908	1993	1933	2047	1998	2060	2089	2024	2102	2058	2020
AUTRES	95	93	163	146	206	178	165	182	148	159	129	101
TOTAL GÉNÉRAL	9749	10388	11306	11145	12582	12513	13364	13206	12436	12105	11261	10608

	2001											
	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
VRAQUIERS	1210	1165	1315	1200	1217	1175	1225	1081	1071	1132	1056	1114
CARGOS	2871	2681	3056	2931	3068	2930	3045	2847	2711	2723	2574	2563
MÉTHANIERES	470	379	467	439	422	435	404	383	390	415	388	464
PASSAGERS	1120	1000	1353	1856	2472	2829	3506	3326	3181	2298	1538	1430
ROULIERS	1397	1425	1634	1638	1789	1741	1983	1728	1663	1605	1343	1436
TANKERS & CHIMIQUERS	1903	1664	1929	1814	1813	1889	1802	1808	1765	1759	1545	1795
PORTE CONTENEURS	2045	1972	2174	2174	2262	2162	2175	2143	2097	2274	2123	2175
AUTRES	108	92	126	138	146	108	169	150	151	130	138	95
TOTAL GÉNÉRAL	11124	10378	12054	12190	13189	13269	14309	13466	13029	12336	10705	11072

	2002								
	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.
VRAQUIERS	1154	1038	1075	1114	1205	1129	1133	1102	1185
CARGOS	2750	2538	2737	2804	2759	2660	2794	2620	2692
MÉTHANIERES	539	420	393	388	395	382	412	387	391
PASSAGERS	1385	1107	1617	1993	2596	2914	2958	3358	2463
ROULIERS	1613	1510	1735	1768	1868	1869	2102	1936	1748
TANKERS & CHIMIQUIERS	1782	1578	1647	1701	1688	1784	1832	1844	1700
PORTE CONTENEURS	2211	2095	2331	2329	2359	2289	2462	2469	2405
AUTRES	89	95	121	135	160	183	212	151	146
TOTAL GÉNÉRAL	11523	10381	11656	12232	13030	13210	13905	13867	12730

4. DÉCOMPOSITION DU TRAFIC MARITIME EN ZONES GÉOGRAPHIQUES

4.1 Structure et évolution du trafic par zone de 1998 à 2002

Mesuré en termes de nombre de navires, le trafic maritime en Méditerranée montre le poids prépondérant de l'Europe du Sud.

A un premier niveau, on constate en effet que les trois pays qui la composent sont concernés par 60,7 % du trafic en origine, et par 60,8 % en destination. Si l'on combine les deux, ce sont près de 84 % des mouvements de navires sur l'ensemble de la période qui ont pour origine ou destination un port européen. Le transit, conformément à ce qui a été vu précédemment, ne représente que 16 % environ des mouvements¹.

A un deuxième niveau, le trafic intra-européen montre l'importance des flux internes à l'Union Européenne ; ce trafic qui regroupe les mouvements entre le continent et les îles espagnoles, françaises et italiennes, d'une part, et le trafic entre ports continentaux des trois pays d'autre part, représente 37,8 % de l'ensemble des mouvements sur la période. L'Italie vient au premier rang en la matière², ses ports étant origine ou destination de plus de 18 % des mouvements ; l'Espagne vient ensuite avec plus de 13 %, tant en entrée qu'en sortie. Le trafic lié à la France ne représente, quant à lui que 6 % en moyenne.

Les flux entre pays européens du Sud et reste du monde transitant par Gibraltar (y compris les ports européens de la façade atlantique) représentent 9,2 % des mouvements tant en entrée qu'en sortie.

Le poids des relations avec le reste du monde transitant par le détroit de Sicile est similaire, puisqu'il se situe à 9,2 % en sortie et 10 % en entrée.

Enfin, les relations entre les pays européens et l'Afrique du Nord ne représentent qu'un peu moins de 4 % en moyenne.

¹ Ces chiffres sont biaisés vers le haut compte tenu du contenu de la base utilisée ; celle-ci n'intègre les pays d'Afrique du Nord que pour autant que le trajet concerné touche un port d'Europe de Sud. C'est ainsi tout le trafic entre pays du Maghreb, mais aussi celui entre les pays du Maghreb et le reste du monde (trafic qui passe soit par le détroit de Gibraltar, soit par le détroit de Sicile) qui est ici exclu. La Lloyds estime à 8 905 les données manquantes pour l'année 2001, soit 6 % du trafic ici utilisé pour la même année. Les chiffres cités ci-dessus sont ainsi gonflés en proportion.

² Seuls les ports de la mer Tyrrhénienne et de la Sicile sont ici pris en compte.

A un troisième niveau, il faut souligner l'importance du trafic interne à chaque pays européen, qu'il s'agisse des mouvements, prépondérants, entre continent et îles, ou de ceux entre ports continentaux. L'Italie représente à elle seule 14 % des flux totaux, et l'Espagne près de 10 %. La France quant à elle, est à nouveau ici en retrait.

Enfin, si l'on retire les îles de l'étude, on constate que le trafic bilatéral entre pays européens ne représente, pour chaque couple de pays, que de 1,3 à 2,6 % du total des trajets.

		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	9,8 %	1,4 %	2,1 %	13,4 %	1,2 %	6,3 %	2,0 %	22,9 %
	FRA	1,3 %	2,6 %	2,1 %	5,9 %	1,3 %	1,0 %	1,5 %	9,7 %
	ITA	2,1 %	2,3 %	14,1 %	18,5 %	1,2 %	2,0 %	6,5 %	28,1 %
	TOTAL	13,3 %	6,4 %	18,2 %	37,8 %	3,7 %	9,2 %	10,0 %	60,7 %
AFRIQUE DU NORD		1,4 %	1,3 %	1,2 %	3,8 %	0,0 %	0,2 %	0,0 %	4,0 %
DÉTROIT DE GIBRALTAR		6,0 %	0,9 %	2,2 %	9,2 %	0,1 %	0,9 %	7,6 %	17,9 %
DÉTROIT DE SICILE		2,3 %	1,2 %	6,5 %	10,0 %	0,0 %	7,4 %	0,0 %	17,4 %
TOTAL GÉNÉRAL		22,9 %	9,7 %	28,1 %	60,8 %	3,8 %	17,8 %	17,6 %	100 %

Tableau 23. Répartition du trafic par zone

ORIGINE	DESTINATION	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	195	180	255	196	826
	DÉTROIT DE SICILE	10	6	12	4	32
	EUROPE DU SUD CONTINENTALE	4 420	4 787	5 342	4 093	18 642
	ÎLES EUROPÉENNES	430	396	434	340	1 600
	TOTAL	5 055	5 369	6 043	4 633	21 100
DÉTROIT DE GIBRALTAR	AFRIQUE DU NORD	180	188	227	200	795
	DÉTROIT DE GIBRALTAR	1 474	1 324	846	1 387	5 031
	DÉTROIT DE SICILE	10 591	10 960	11 019	7 787	40 357
	EUROPE DU SUD CONTINENTALE	12 252	12 695	12 281	9 121	46 349
	ÎLES EUROPÉENNES	601	633	598	397	2 229
	TOTAL	25 098	25 800	24 971	18 892	94 761
DÉTROIT DE SICILE	AFRIQUE DU NORD	12	11	5	6	34
	DÉTROIT DE GIBRALTAR	10 190	10 642	10 783	7 704	39 319
	EUROPE DU SUD CONTINENTALE	11 866	12 182	12 153	9 419	45 620
	ÎLES EUROPÉENNES	1 940	1 974	2 016	1 451	7 381
	TOTAL	24 008	24 809	24 957	18 580	92 354
EUROPE DU SUD CONTINENTALE	AFRIQUE DU NORD	4 182	4 499	5 184	4 018	17 883
	DÉTROIT DE GIBRALTAR	12 328	12 692	12 433	9 174	46 627
	DÉTROIT DE SICILE	11 696	11 933	12 031	9 585	45 245
	EUROPE DU SUD CONTINENTALE	27 537	30 482	31 557	24 587	114 163
	ÎLES EUROPÉENNES	7 182	9 825	11 645	9 319	37 971
	TOTAL	62 925	69 431	72 850	56 683	261 889
ÎLES EUROPÉENNES	AFRIQUE DU NORD	387	361	423	328	1 499
	DÉTROIT DE GIBRALTAR	679	671	585	481	2 416
	DÉTROIT DE SICILE	1 976	2 082	2 245	1 572	7 875
	EUROPE DU SUD CONTINENTALE	7 155	9 850	11 621	9 229	37 855
	ÎLES EUROPÉENNES	1 855	2 290	3 426	3 022	10 593
	TOTAL	12 052	15 254	18 300	14 632	60 238
TOTAL GÉNÉRAL		129 138	140 663	147 121	113 420	530 342

Tableau 24. Répartition du trafic par zone et par années

L'évolution sur la période ne manque pas d'être intéressante.

Le changement le plus notable concerne le poids des trois pays européens dans le trafic maritime de la zone. De 1998 à 2001, celui-ci passe, en entrée, de 58,3 à 61,9 % (62,6 sur les neuf premiers mois de 2002), et en sortie, de 58,1 à 62 % (62,9 % en 2002). La croissance espagnole est responsable au premier chef de cette croissance ; la part du trafic touchant un port de ce pays augmente, sur la période, de plus de 2,5 % dans les deux sens. Les mouvements concernant les ports connaissent, eux aussi une évolution positive, mais plus modeste ; la part de l'Italie fluctue modérément, et ne présente pas de profil clair.

Le trafic touchant les ports d'Afrique voit son poids légèrement augmenter de 1998 à 2001, presque exclusivement en liaison avec l'Espagne ici encore.

Tous les autres mouvements voient leur poids diminuer sur la période :

- ⌘ Le transit baisse, dans les deux sens, mais plus nettement dans le sens Ouest-Est, dès 2001, en liaison, comme cela a été souligné ci-dessus, avec le ralentissement relatif de la conjoncture mondiale,
- ⌘ Le trafic entre ports européens du sud et le reste du monde transitant par Gibraltar connaît une forte baisse : de 1998 à 2001, son poids dans la base passe de 10,1 à 8,8 % en sortie (8,5 % en 2002) et de 10 à 8,8 % en entrée (8,4 % en 2002),
- ⌘ L'évolution est dans le même sens, mais d'une ampleur moindre en ce qui concerne le trafic lié aux pays européens passant par le détroit de Sicile : les taux baissent respectivement de 10,7 à 9,6 % en sortie (idem en 2002) et de 10,6 à 9,7 % en entrée (9,8 % en 2002).

1998		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	7,5%	1,6%	2,0%	11,0%	1,1%	6,7%	2,0%	20,8%
	FRA	1,4%	2,0%	1,8%	5,2%	1,3%	1,2%	1,6%	9,2%
	ITA	2,0%	2,2%	13,6%	17,7%	1,2%	2,2%	6,9%	28,0%
	TOTAL	10,9%	5,7%	17,3%	33,9%	3,5%	10,1%	10,6%	58,1%
AFRIQUE DU NORD		1,2%	1,3%	1,2%	3,8%	0,0%	0,2%	0,0%	3,9%
DÉTROIT DE GIBRALTAR		6,5%	1,0%	2,5%	10,0%	0,1%	1,1%	8,2%	19,4%
DÉTROIT DE SICILE		2,4%	1,3%	7,0%	10,7%	0,0%	7,9%	0,0%	18,6%
TOTAL GÉNÉRAL		20,9%	9,3%	28,0%	58,3%	3,7%	19,3%	18,8%	100%

2000		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	9,2%	1,5%	2,1%	12,8%	1,1%	6,4%	2,0%	22,3%
	FRA	1,3%	2,1%	2,2%	5,6%	1,2%	1,1%	1,5%	9,4%
	ITA	2,2%	2,4%	14,3%	18,9%	1,1%	2,0%	6,4%	28,5%
	TOTAL	12,7%	6,0%	18,6%	37,3%	3,5%	9,5%	10,0%	60,2%
AFRIQUE DU NORD		1,2%	1,2%	1,2%	3,7%	0,0%	0,1%	0,0%	3,8%
DÉTROIT DE GIBRALTAR		6,2%	0,9%	2,3%	9,5%	0,1%	0,9%	7,8%	18,3%
DÉTROIT DE SICILE		2,3%	1,3%	6,5%	10,1%	0,0%	7,6%	0,0%	17,6%
TOTAL GÉNÉRAL		22,4%	9,5%	28,6%	60,5%	3,6%	18,1%	17,8%	100%

Tableau 25. Poids du trafic par zone et par année

2001		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	10,6%	1,4%	2,1%	14,1%	1,4%	6,1%	2,0%	23,6%
	FRA	1,3%	3,2%	2,1%	6,6%	1,3%	0,9%	1,5%	10,4%
	ITA	2,1%	2,4%	14,3%	18,8%	1,2%	1,8%	6,3%	28,1%
	TOTAL	14,1%	7,0%	18,5%	39,6%	3,8%	8,8%	9,7%	62,0%
AFRIQUE DU NORD		1,5%	1,3%	1,2%	3,9%	0,0%	0,2%	0,0%	4,1%
DÉTROIT DE GIBRALTAR		5,8%	0,9%	2,1%	8,8%	0,2%	0,6%	7,5%	17,0%
DÉTROIT DE SICILE		2,2%	1,2%	6,3%	9,6%	0,0%	7,3%	0,0%	17,0%
TOTAL GÉNÉRAL		23,5%	10,3%	28,0%	61,9%	4,0%	16,9%	17,2%	100%

2002		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	12,4%	1,3%	2,2%	15,8%	1,4%	5,8%	2,0%	25,0%
	FRA	1,2%	3,0%	2,1%	6,3%	1,3%	0,8%	1,4%	9,8%
	ITA	2,2%	2,4%	14,0%	18,5%	1,2%	1,8%	6,5%	28,0%
	TOTAL	15,7%	6,7%	18,3%	40,7%	3,8%	8,5%	9,8%	62,9%
AFRIQUE DU NORD		1,5%	1,2%	1,2%	3,9%	0,0%	0,2%	0,0%	4,1%
DÉTROIT DE GIBRALTAR		5,6%	0,8%	2,0%	8,4%	0,2%	1,2%	6,9%	16,7%
DÉTROIT DE SICILE		2,2%	1,1%	6,3%	9,6%	0,0%	6,8%	0,0%	16,4%
TOTAL GÉNÉRAL		25,0%	9,8%	27,8%	62,6%	4,0%	16,7%	16,7%	100%

Tableau 25. Poids du trafic par zone et par année (suite)

La structure par type de navires des échanges de zone à zone est très variable, en liaison avec les spécialisations nationales ou locales :

⌘ Trafic des pays européens :

- ❖ Le trafic interne à la zone européenne est caractérisé par le poids important des navires transportant des passagers (Paquebots, Rouliers) et des marchandises diverses (Cargos et Porte Conteneurs). Cette structure se renforce avec le temps ; on note par ailleurs une diminution, logique du poids des Cargos au bénéfice des Porte-Conteneurs et des Rouliers.
- ❖ Le trafic avec l'Afrique du Nord fait lui aussi apparaître un poids important des navires liés au transport de personnes et de marchandises diverses. Deux différences essentielles apparaissent avec le trafic précédent : le faible poids des Porte Conteneurs, en liaison avec le petit nombre de ports d'Afrique du Nord équipés de portiques et l'importance des aller retour de Méthaniers (avec l'Algérie).
- ❖ Le trafic en provenance ou à destination de Gibraltar est structurellement différent : les Cargos et les Porte Conteneurs dominant, les seconds remplaçant petits à petit les premiers au fil du temps. Les Vraquiers, les Tankers et Chimiquiers sont également très présents. Les Rouliers et Passagers, qui sont caractéristiques du trafic intra méditerranéen ont un poids notablement plus faible.
- ❖ Le même type de profil se retrouve dans les flux en provenance ou à destination du détroit de Sicile. Le poids des Vraquiers y est logiquement plus faible qu'à Gibraltar, et le poids des Tankers et Chimiquiers tout aussi logiquement plus élevé. Cargos et Rouliers sont ici plus présents, en liaison avec le trafic à destination de la Méditerranée Orientale ; le poids des Porte-Conteneurs s'en trouve *a contrario* tiré vers le bas par rapport à Gibraltar. Comme pour les deux regroupements précédents, la déformation sur les cinq années d'étude n'est pas suffisamment nette pour être significative.

⌘ Trafic de l'Afrique du Nord : par construction, seul le trafic avec les pays d'Europe du Sud est ici significatif. Sa structure dans le sens Sud-Nord est similaire à ce qui est observé en sens inverse.

⌘ Trafic passant par le Détroit de Gibraltar vers le détroit de Sicile (Transit Ouest-Est) et réciproquement (Transit Est-Ouest).

Les navires les plus représentés sont les Cargos et les Vraquiers, dans les deux sens. Viennent ensuite les Porte-Conteneurs et les Tankers. Un déséquilibre apparaît à ce niveau : le sens de circulation des lignes de Porte-Conteneurs se traduit par un poids nettement plus élevé de ces navires dans le sens Ouest-Est. Les Tankers sont au contraire légèrement plus nombreux en sens inverse. Le trafic de transit des autres catégories de navires est faible dans les deux sens.

1998		AFRIQUE DU NORD	DÉTR. DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	EUROPE DU SUD	TOTAL GÉNÉRAL
EUROPE DU SUD	Vraquiers	4,4%	13,6%	7,1%	3,7%	6,1%
	Cargos	17,6%	29,4%	34,5%	20,9%	24,7%
	Méthaniers	10,2%	3,4%	4,5%	1,9%	3,1%
	Passagers	25,8%	2,4%	2,6%	25,9%	17,5%
	Rouliers	23,7%	8,5%	8,3%	17,1%	14,4%
	Tankers & Chimiquiers	9,7%	16,4%	23,6%	11,8%	14,6%
	Porte Conteneurs	6,0%	25,0%	18,7%	18,3%	18,7%
	Autres	2,7%	1,3%	0,8%	0,4%	0,8%
	Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
AFRIQUE DU NORD	Vraquiers	-	33,8%	10,0%	3,9%	5,0%
	Cargos	-	24,1%	80,0%	21,7%	21,9%
	Méthaniers	-	11,8%	-	9,7%	9,7%
	Passagers	-	0,5%	-	24,5%	23,5%
	Rouliers	-	1,0%	10,0%	22,8%	22,0%
	Tankers & Chimiquiers	-	28,2%	-	8,8%	9,5%
	Porte Conteneurs	-	0,5%	-	6,0%	5,8%
	Autres	-	-	-	2,6%	2,5%
	Total	-	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
DÉTROIT DE GIBRALTAR	Vraquiers	19,4%	37,7%	25,7%	14,5%	20,6%
	Cargos	25,6%	31,0%	32,4%	32,1%	32,1%
	Méthaniers	17,8%	3,1%	2,0%	3,5%	3,0%
	Passagers	-	3,5%	0,8%	2,4%	1,7%
	Rouliers	1,1%	1,6%	5,3%	7,0%	5,9%
	Tankers & Chimiquiers	33,9%	18,4%	16,3%	17,5%	17,2%
	Porte Conteneurs	1,7%	1,7%	15,2%	21,7%	17,6%
	Autres	0,6%	3,1%	2,3%	1,3%	1,8%
	Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
DÉTROIT DE SICILE	Vraquiers	8,3%	26,9%	-	6,7%	15,3%
	Cargos	75,0%	34,2%	-	31,0%	32,4%
	Méthaniers	8,3%	2,5%	-	4,4%	3,6%
	Passagers	-	0,8%	-	2,4%	1,7%
	Rouliers	8,3%	4,7%	-	9,6%	7,5%
	Tankers & Chimiquiers	-	16,8%	-	22,9%	20,3%
	Porte Conteneurs	-	12,1%	-	21,9%	17,7%
	Autres	-	2,0%	-	1,1%	1,5%
	Total	100,0%	100,0%	-	100,0%	100,0%
TOTAL GÉNÉRAL		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tableau 26. Répartition du trafic par catégorie entre les zones

2000		AFRIQUE DU NORD	DÉTR. DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	EUROPE DU SUD	TOTAL GÉNÉRAL
EUROPE DU SUD	Vraquiers	2,9%	13,2%	7,2%	3,9%	5,8%
	Cargos	17,8%	29,0%	31,7%	16,4%	21,0%
	Méthaniers	12,1%	4,2%	3,7%	1,9%	3,2%
	Passagers	30,7%	2,5%	3,0%	32,2%	22,6%
	Rouliers	19,3%	8,8%	10,0%	19,4%	16,1%
	Tankers & Chimiquiers	8,6%	16,0%	24,0%	10,0%	13,2%
	Porte Conteneurs	6,7%	24,8%	19,4%	15,4%	17,0%
	Autres	1,9%	1,4%	1,0%	0,8%	1,0%
	Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
AFRIQUE DU NORD	Vraquiers	-	32,8%	-	3,5%	4,5%
	Cargos	-	28,3%	83,3%	21,7%	22,0%
	Méthaniers	-	7,8%	-	11,2%	11,1%
	Passagers	-	1,1%	-	28,6%	27,6%
	Rouliers	-	3,3%	-	18,3%	17,8%
	Tankers & Chimiquiers	-	26,1%	16,7%	7,1%	7,8%
	Porte Conteneurs	-	0,6%	-	7,6%	7,4%
	Autres	-	-	-	1,9%	1,8%
	Total	-	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
DÉTROIT DE GIBRALTAR	Vraquiers	31,9%	37,7%	27,2%	13,4%	20,7%
	Cargos	23,4%	28,3%	30,2%	31,8%	30,9%
	Méthaniers	18,1%	4,5%	2,8%	4,3%	3,8%
	Passagers	1,1%	6,1%	0,4%	2,5%	1,8%
	Rouliers	0,5%	1,5%	4,6%	7,4%	5,9%
	Tankers & Chimiquiers	25,0%	17,6%	16,4%	17,2%	17,0%
	Porte Conteneurs	-	2,0%	16,0%	22,0%	18,2%
	Autres	-	2,3%	2,3%	1,4%	1,8%
	Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
DÉTROIT DE SICILE	Vraquiers	27,3%	27,1%	-	7,1%	15,7%
	Cargos	45,5%	32,8%	-	28,0%	30,0%
	Méthaniers	27,3%	3,3%	-	3,8%	3,6%
	Passagers	-	0,4%	-	3,3%	2,0%
	Rouliers	-	3,9%	-	11,5%	8,2%
	Tankers & Chimiquiers	-	18,0%	-	23,4%	21,1%
	Porte Conteneurs	-	12,8%	-	22,0%	18,0%
	Autres	-	1,7%	-	1,1%	1,4%
	Total	100,0%	100,0%	-	100,0%	100,0%
TOTAL GÉNÉRAL		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tableau 26. Répartition du trafic par catégorie entre les zones (suite)

2001		AFRIQUE DU NORD	DÉTR. DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	EUROPE DU SUD	TOTAL GÉNÉRAL
EUROPE DU SUD	Vraquiers	2,7%	12,0%	7,3%	3,8%	5,4%
	Cargos	18,8%	27,6%	32,3%	14,7%	19,5%
	Méthaniers	12,3%	3,9%	3,7%	1,5%	2,8%
	Passagers	27,0%	2,7%	3,3%	36,2%	25,7%
	Rouliers	21,3%	8,6%	9,2%	19,3%	16,3%
	Tankers & Chimiquiers	10,4%	16,1%	23,1%	9,0%	12,3%
	Porte Conteneurs	7,0%	27,8%	19,9%	15,0%	17,1%
	Autres	0,5%	1,4%	1,1%	0,5%	0,7%
	Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
AFRIQUE DU NORD	Vraquiers	-	28,2%	-	2,9%	4,0%
	Cargos	-	25,5%	41,7%	22,1%	22,3%
	Méthaniers	-	13,7%	50,0%	11,3%	11,5%
	Passagers	-	0,8%	-	26,1%	25,0%
	Rouliers	-	4,3%	-	20,6%	19,8%
	Tankers & Chimiquiers	-	26,7%	8,3%	9,5%	10,3%
	Porte Conteneurs	-	0,8%	-	7,2%	6,9%
	Autres	-	-	-	0,4%	0,4%
	Total	-	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
DÉTROIT DE GIBRALTAR	Vraquiers	29,1%	36,1%	27,0%	12,2%	19,7%
	Cargos	19,4%	23,5%	28,6%	31,2%	29,7%
	Méthaniers	9,7%	5,1%	2,8%	3,9%	3,5%
	Passagers	0,9%	2,8%	0,4%	2,7%	1,7%
	Rouliers	4,8%	1,9%	4,2%	7,0%	5,6%
	Tankers & Chimiquiers	35,2%	21,2%	17,9%	17,0%	17,7%
	Porte Conteneurs	-	5,3%	16,9%	24,6%	20,3%
	Autres	0,9%	4,1%	2,3%	1,5%	1,9%
	Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
DÉTROIT DE SICILE	Vraquiers	-	26,4%	-	7,1%	15,4%
	Cargos	60,0%	32,8%	-	27,6%	29,8%
	Méthaniers	20,0%	3,1%	-	3,9%	3,6%
	Passagers	-	0,4%	-	3,5%	2,2%
	Rouliers	-	3,5%	-	10,7%	7,6%
	Tankers & Chimiquiers	20,0%	18,6%	-	22,8%	21,0%
	Porte Conteneurs	-	13,2%	-	23,2%	18,9%
	Autres	-	2,1%	-	1,1%	1,6%
	Total	100,0%	100,0%	-	100,0%	100,0%
TOTAL GÉNÉRAL		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tableau 26. Répartition du trafic par catégorie entre les zones (suite)

2002		AFRIQUE DU NORD	DÉTR. DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	EUROPE DU SUD	TOTAL GÉNÉRAL
EUROPE DU SUD	Vraquiers	2,9%	11,8%	7,6%	3,2%	5,0%
	Cargos	19,4%	26,6%	29,7%	12,9%	17,8%
	Méthaniers	11,3%	3,6%	3,7%	1,4%	2,7%
	Passagers	26,4%	3,2%	3,6%	35,9%	25,8%
	Rouliers	21,2%	7,8%	9,3%	22,1%	18,1%
	Tankers & Chimiquiers	9,5%	15,8%	22,6%	8,0%	11,4%
	Porte Conteneurs	8,8%	29,6%	22,1%	16,1%	18,4%
	Autres	0,4%	1,6%	1,4%	0,4%	0,8%
	Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
AFRIQUE DU NORD	Vraquiers	-	21,9%	-	2,3%	3,1%
	Cargos	-	38,8%	25,0%	22,2%	22,9%
	Méthaniers	-	10,2%	25,0%	11,2%	11,1%
	Passagers	-	0,5%	-	26,1%	25,0%
	Rouliers	-	5,6%	-	20,8%	20,2%
	Tankers & Chimiquiers	-	20,9%	50,0%	8,0%	8,6%
	Porte Conteneurs	-	1,0%	-	8,8%	8,5%
	Autres	-	1,0%	-	0,6%	0,6%
	Total	-	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
DÉTROIT DE GIBRALTAR	Vraquiers	28,5%	33,9%	27,7%	11,9%	20,2%
	Cargos	26,5%	27,9%	28,9%	29,3%	29,0%
	Méthaniers	5,5%	4,2%	3,0%	3,6%	3,4%
	Passagers	-	4,3%	0,3%	3,7%	2,3%
	Rouliers	4,5%	1,5%	4,0%	6,3%	5,0%
	Tankers & Chimiquiers	31,5%	22,6%	17,0%	16,8%	17,4%
	Porte Conteneurs	2,5%	2,5%	16,3%	26,8%	20,4%
	Autres	1,0%	3,1%	2,9%	1,4%	2,1%
	Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
DÉTROIT DE SICILE	Vraquiers	-	25,6%	-	7,6%	15,0%
	Cargos	50,0%	33,5%	-	26,0%	29,1%
	Méthaniers	-	3,3%	-	3,7%	3,5%
	Passagers	-	0,2%	-	3,5%	2,2%
	Rouliers	-	3,3%	-	10,6%	7,6%
	Tankers & Chimiquiers	50,0%	18,8%	-	22,3%	20,9%
	Porte Conteneurs	-	12,6%	-	24,8%	19,8%
	Autres	-	2,6%	-	1,4%	1,9%
	Total	100,0%	100,0%	-	100,0%	100,0%
TOTAL GÉNÉRAL		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tableau 26. Répartition du trafic par catégorie entre les zones (suite)

4.2 Saisonnalité du trafic

La saisonnalité du trafic est plus ou moins marquée suivant les zones auxquelles on s'intéresse. Le trafic intra Méditerranée occidentale varie fortement au cours de l'année, avec un creux (indice de 80-85) en janvier-février, et une pointe (indice de 115-120) en juillet-août). Le transit Est-Ouest montre une grande régularité tout au long de l'année. Le transit Ouest-Est laisse apparaître une saisonnalité plus marquée qu'en sens inverse, mais qui reste cependant modérée.

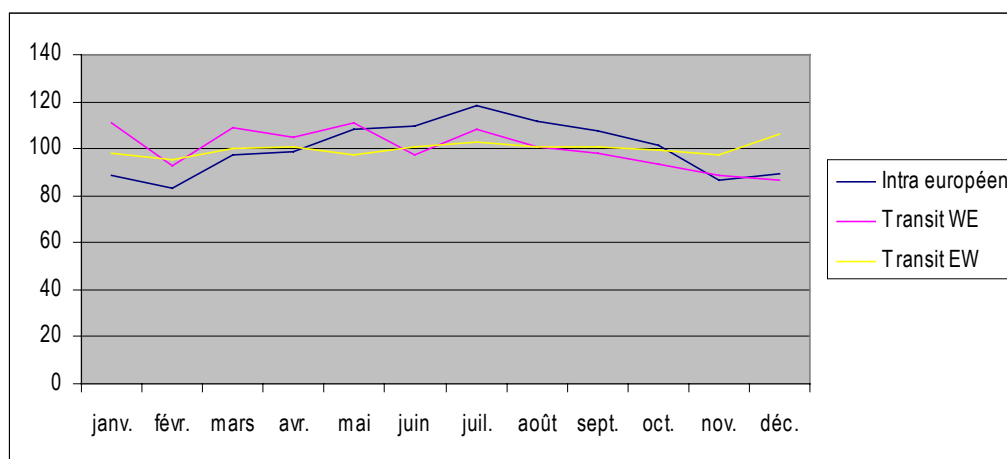


Figure 10. Saisonnalité du trafic

Si l'on observe le trafic en détail (voir tableaux 1998 à 2002 ci-dessous), on constate que la saisonnalité du trafic intra Méditerranée est principalement imputable aux pays européens

- ⌘ Dans leurs relations bilatérales (lignes 1-1),
- ⌘ Et dans leurs relations avec le Maghreb (lignes 1-2) ou avec la Méditerranée Orientale (lignes 1-3).

Les flux à destination ou en provenance des détroits, et en liaison avec les relations économiques de l'Europe du Sud avec le reste du monde, montrent quant à eux une saisonnalité beaucoup plus faible.

1998			JANV.	FÉVR.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DÉC.	TOTAL
INTRA MED	1	1	3 223	2 708	2 980	3 297	3 966	3 997	4 476	4 204	4 142	4 021	3 456	3 259	43 729
		2	329	337	362	349	350	390	448	448	380	374	373	429	4 569
		3	807	915	994	1 066	1 144	1 057	1 164	1 092	1 020	1 162	1 042	1 034	12 497
		4	77	93	102	104	106	104	91	92	90	109	97	110	1 175
		5	850	949	1 133	1 121	1 204	1 107	1 139	1 071	1 054	1 181	1 069	1 129	13 007
		Total	5 286	5 002	5 571	5 937	6 770	6 655	7 318	6 907	6 686	6 847	6 037	5 961	74 977
	2	1	375	344	392	361	356	422	472	465	406	432	401	424	4 850
		3	3	1	2	1	-	1	1	-	1	-	-	-	10
		5	21	15	22	12	18	6	19	22	17	21	12	10	195
		Total	399	360	416	374	374	429	492	487	424	453	413	434	5 055
	3	1	992	913	988	1 072	1 130	1 071	1 100	1 025	993	1 077	1 031	976	12 368
		2	3	2	-	2	1	-	2	-	1	1	-	-	12
		Total	995	915	988	1 074	1 131	1 071	1 102	1 025	994	1 078	1 031	976	12 380
	4	1	125	105	130	121	126	118	125	112	122	117	109	128	1 438
		Total	125	105	130	121	126	118	125	112	122	117	109	128	1 438
	5	1	972	967	1 097	1 063	1 203	1 101	1 104	1 051	1 133	1 108	1 049	1 005	12 853
		2	11	11	13	16	16	12	18	21	11	19	9	23	180
		5	97	117	162	145	151	105	131	146	105	89	90	136	1 474
		Total	1 080	1 095	1 272	1 224	1 370	1 218	1 253	1 218	1 249	1 216	1 148	1 164	14 507
	Total			7 885	7 477	8 377	8 730	9 771	9 491	10 290	9 749	9 475	9 711	8 738	8 663
TRANSIT E	5	3	510	658	662	648	682	678	692	665	653	650	657	679	7 834
		4	167	217	241	237	253	230	233	240	214	245	258	222	2 757
		Total	677	875	903	885	935	908	925	905	867	895	915	901	10 591
	Total		677	875	903	885	935	908	925	905	867	895	915	901	10 591
TRANSIT W	3	5	455	638	702	703	757	671	690	721	625	663	635	648	7 908
		Total	455	638	702	703	757	671	690	721	625	663	635	648	7 908
	4	5	163	184	215	198	186	192	189	202	183	212	174	184	2 282
		Total	163	184	215	198	186	192	189	202	183	212	174	184	2 282
	Total		618	822	917	901	943	863	879	923	808	875	809	832	10 190
TOTAL GÉNÉRAL			9 180	9 174	10 197	10 516	11 649	11 262	12 094	11 577	11 150	11 481	10 462	10 396	129 138

Tableau 27. Répartition du trafic mensuel entre les zones

2000			JANV.	FÉVR.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DÉC.	TOTAL
INTRA MED	1	1	3 529	3 495	3 863	3 881	4 769	5 063	5 441	5 312	4 940	4 460	4 004	3 690	52 447
		2	296	339	379	342	395	435	530	548	455	364	406	371	4 860
		3	820	1 012	1 090	1 040	1 196	1 132	1 144	1 145	1 085	1 180	1 024	1 006	12 874
		4	86	91	78	88	92	96	100	107	104	94	100	105	1 141
		5	986	1 065	1 170	1 102	1 212	1 076	1 152	1 107	1 100	1 186	1 153	1 054	13 363
		Total	5 717	6 002	6 580	6 453	7 664	7 802	8 367	8 219	7 684	7 284	6 687	6 226	84 685
	2	1	349	345	413	348	418	480	550	586	486	377	435	396	5 183
		3	-	-	-	-	2	2	-	-	1	-	-	1	6
		5	19	16	14	13	8	16	13	13	13	17	15	23	180
		Total	368	361	427	361	428	498	563	599	500	394	450	420	5 369
	3	1	973	1 001	1 081	1 032	1 077	1 084	1 117	1 045	1 035	1 146	1 042	965	12 598
		2	1	-	-	2	1	1	2	-	2	1	-	1	11
		Total	974	1 001	1 081	1 034	1 078	1 085	1 119	1 045	1 037	1 147	1 042	966	12 609
	4	1	129	120	129	127	132	126	139	138	141	129	119	129	1 558
		Total	129	120	129	127	132	126	139	138	141	129	119	129	1 558
	5	1	1 100	1 067	1 138	1 118	1 196	1 073	1 126	1 110	1 111	1 175	1 061	1 053	13 328
		2	17	14	18	20	9	13	18	17	12	12	25	13	188
		5	112	103	87	124	114	117	151	118	116	132	85	65	1 324
		Total	1 229	1 184	1 243	1 262	1 319	1 203	1 295	1 245	1 239	1 319	1 171	1 131	14 840
	Total			8 417	8 668	9 460	9 237	10 621	10 714	11 483	11 246	10 601	10 273	9 469	8 872
TRANSIT E	5	3	534	639	697	666	729	628	668	687	665	694	632	665	7 904
		4	184	213	236	273	262	258	277	278	270	274	269	262	3 056
		Total	718	852	933	939	991	886	945	965	935	968	901	927	10 960
	Total			718	852	933	939	991	886	945	965	935	968	901	927
TRANSIT W/	3	5	450	697	729	770	758	705	710	776	679	659	695	628	8 256
		Total	450	697	729	770	758	705	710	776	679	659	695	628	8 256
	4	5	164	171	184	199	212	208	226	219	221	205	196	181	2 386
		Total	164	171	184	199	212	208	226	219	221	205	196	181	2 386
	Total			614	868	913	969	970	913	936	995	900	864	891	809
TOTAL GÉNÉRAL			9 749	10 388	11 306	11 145	12 582	12 513	13 364	13 206	12 436	12 105	11 261	10 608	140 663

Tableau 27. Répartition du trafic mensuel entre les zones (suite)

2001			JANV.	FÉVR.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DÉC.	TOTAL
INTRA MED	1	1	3 699	3 611	4 233	4 651	5 319	5 623	6 396	6 005	5 846	4 980	3 893	3 993	58 249
		2	425	376	488	436	476	496	574	560	494	449	398	435	5 607
		3	1 039	991	1 086	1 063	1 228	1 133	1 199	1 098	1 073	1 119	981	1 052	13 062
		4	100	95	118	102	100	97	96	100	103	111	94	98	1 214
		5	1 123	977	1 192	1 164	1 186	1 140	1 060	1 048	964	1 076	1 011	1 077	13 018
		Total	6 386	6 050	7 117	7 416	8 309	8 489	9 325	8 811	8 480	7 735	6 377	6 655	91 150
	2	1	437	400	503	451	534	544	589	569	465	457	404	423	5 776
		3	-	1	2	1	2	3	1	-	1	-	-	1	12
		5	21	18	36	21	20	17	21	13	22	22	24	20	255
		Total	458	419	541	473	556	564	611	582	488	479	428	444	6 043
	3	1	1 011	961	1 090	1 020	1 077	1 109	1 131	1 028	1 086	1 117	993	1 003	12 626
		2	1	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	5
		Total	1 012	961	1 090	1 020	1 078	1 112	1 131	1 028	1 086	1 117	993	1 003	12 631
	4	1	129	111	144	131	141	134	126	124	126	125	130	122	1 543
		Total	129	111	144	131	141	134	126	124	126	125	130	122	1 543
	5	1	1 068	1 012	1 165	1 190	1 161	1 092	1 089	1 011	982	1 063	1 018	1 028	12 879
		2	17	20	19	24	8	21	27	18	12	18	27	16	227
		5	157	96	81	69	48	53	84	59	53	51	44	51	846
		Total	1 242	1 128	1 265	1 283	1 217	1 166	1 200	1 088	1 047	1 132	1 089	1 095	13 952
	Total			9 227	8 669	10 157	10 323	11 301	11 465	12 393	11 633	11 227	10 588	9 017	9 319
TRANSIT E	5	3	641	611	676	664	626	658	663	639	664	663	664	728	7 897
		4	260	265	241	262	268	269	283	287	259	248	230	250	3 122
		Total	901	876	917	926	894	927	946	926	923	911	894	978	11 019
	Total		901	876	917	926	894	927	946	926	923	911	894	978	11 019
TRANSIT W	3	5	768	628	741	732	747	668	751	704	661	661	637	613	8 311
		Total	768	628	741	732	747	668	751	704	661	661	637	613	8 311
	4	5	228	205	239	209	247	209	219	203	218	176	157	162	2 472
		Total	228	205	239	209	247	209	219	203	218	176	157	162	2 472
	Total		996	833	980	941	994	877	970	907	879	837	794	775	10 783
TOTAL GÉNÉRAL			11 124	10 378	12 054	12 190	13 189	13 269	14 309	13 466	13 029	12 336	10 705	11 072	147 121

Tableau 27. Répartition du trafic mensuel entre les zones (suite)

2002			JANV.	FÉVR.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	TOTAL	
INTRA MED	1	1	4 378	3 758	4 438	4 913	5 497	5 801	6 162	6 154	5 056	-	-	46 157	
		2	432	408	466	457	485	518	487	541	508	44	-	4 346	
		3	1 049	974	1 084	1 105	1 142	1 115	1 263	1 102	1 093	197	2	10 126	
		4	94	94	105	113	112	113	138	123	110	29	-	1 031	
		5	1 045	973	1 064	1 061	1 107	1 066	1 028	1 103	1 044	159	5	9 655	
		Total	6 998	6 207	7 157	7 649	8 343	8 613	9 078	9 023	7 811	429	7	71 315	
	2	1	462	420	461	490	503	522	495	551	529	-	-	4 433	
		3	-	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	4	
		5	18	24	23	26	20	17	16	27	24	1	-	196	
		Total	480	444	487	516	524	539	511	578	553	1	-	4 633	
	3	1	1 043	961	1 023	1 121	1 100	1 129	1 197	1 068	1 036	-	-	9 678	
		2	1	-	3	-	1	1	-	-	-	-	-	6	
		Total	1 044	961	1 026	1 121	1 101	1 130	1 197	1 068	1 036	-	-	9 684	
	4	1	124	119	112	147	155	141	150	122	122	-	-	1 192	
		Total	124	119	112	147	155	141	150	122	122	-	-	1 192	
	5	1	1 027	975	1 068	1 080	1 076	1 020	1 070	1 066	1 136	-	-	9 518	
		2	20	24	25	18	24	15	21	24	29	-	-	200	
		5	117	71	81	61	89	93	153	340	331	51	-	1 387	
		Total	1 164	1 070	1 174	1 159	1 189	1 128	1 244	1 430	1 496	51	-	11 105	
	Total			9 810	8 801	9 956	10 592	11 312	11 551	12 180	12 221	11 018	481	7	97 929
	TRANSIT E	5	3	610	551	616	624	633	634	651	597	661	135	1	5 713
			4	209	208	245	217	224	221	230	237	224	57	2	2 074
			Total	819	759	861	841	857	855	881	834	885	192	3	7 787
		Total			819	759	861	841	857	855	881	834	885	192	3
	TRANSIT W	3	5	725	662	657	648	694	658	657	640	646	171	4	6 162
			Total	725	662	657	648	694	658	657	640	646	171	4	6 162
4		5	169	159	182	151	167	146	187	172	181	28	-	1 542	
		Total	169	159	182	151	167	146	187	172	181	28	-	1 542	
Total			894	821	839	799	861	804	844	812	827	199	4	7 704	
TOTAL GÉNÉRAL			11 523	10 381	11 656	12 232	13 030	13 210	13 905	13 867	12 730	872	14	113 420	

Tableau 27. Répartition du trafic mensuel entre les zones (suite)

5. DÉCOMPOSITION DU TRAFIC MARITIME EN TRAJETS

5.1 Méthodologie

La base de départ comportait plus de 300 000 mouvements entre 7 631 ports, détroits, sites, etc. Potentiellement, il y a donc plus de 5 millions de couples de trajets. Il est clair que la majorité d'entre eux sont peu intéressants pour l'étude, compte tenu de l'absence ou de la faiblesse du trafic qui les concerne.

Pour autant, l'analyse de la densité et de la dangerosité du trafic maritime en Méditerranée Occidentale suppose de descendre à un niveau d'analyse plus fin que celui qui est proposé au paragraphe 3.

Dans un premier temps, une liste de ports ou de lieux a été sélectionnée à la demande de la DAMGM ; cette liste comprend 36 entrées :

- ⌘ 32 ports de Méditerranée occidentale ou orientale¹,
- ⌘ 3 détroits ou canaux,
- ⌘ 2 regroupements : les autres ports de Méditerranée orientale d'une part, l'ensemble des quatre ports de la base d'autre part.

La matrice ainsi obtenue a une taille plus raisonnable (37 x 37) ; c'est sur cette base que la majorité des calculs ont été effectués. Dans cette matrice, toute case correspond à un « trajet » ; un trajet est ainsi un couple de points (port, détroit) entre lesquels un navire a circulé. Nombre de cases de la matrice sont vides, traduisant l'absence de liaison.

Dans un deuxième temps, ces trajets théoriques ont été matérialisés en « routes » : une « route » correspond au chemin effectivement pris par les navires en Méditerranée occidentale. Une route est donc une succession de points caractérisés par leurs coordonnées, et reliés entre eux par des segments linéaires.

¹ Il faut ici rappeler que si certains ports de Méditerranée orientale ont été incorporés dans la liste à la demande de la DAMGM, les données les concernant sont structurellement incomplètes : seul le trafic avec un port de Méditerranée occidentale est ici pris en compte.

PORT	PAYS	PORT	PAYS	PORT	PAYS
Ajaccio	France	Civitavecchia	Italie	Ras Lanuf	Lybie
Bastia	France	Gênes	Italie	Tripoli	Libye
La Nouvelle	France	Gioia Tauro	Italie	Alger	Algérie
Marseille	France	La Spezia	Italie	Arzew	Algérie
Nice	France	Naples	Italie	Bejaia	Algérie
Sète	France	Palerme	Italie	Oran	Algérie
Toulon	France	Porto Torres	Italie	Skikda	Algérie
Algeciras	Espagne	Salerno	Italie	Sfax	Tunisie
Barcelone	Espagne	Savona	Italie	Bizerte	Tunisie
Palma de Majorque	Espagne	Venise	Italie	Port Saïd	Egypte
Tarragone	Espagne	Gibraltar	Gibraltar	Les Dardanelles	Turquie
Valence	Espagne	Le Pyrée	Grèce		

Tableau 28. Liste des ports pris en compte

Lorsque la géographie le permettait et/ou, lorsque la réglementation l'imposait, des routes secondaires ont été définies, et les trajets ont été répartis entre routes principales et routes secondaires.¹

On trouvera ci après une description des données issues de cette étape ; mais il est clair que le traitement est ici très lourd, et que la matrice trouve son utilité principale dans le travail concernant les densités et la dangerosité des principales routes.

5.2 Structure du trafic et répartition du trafic par origine/destination

L'importance de la matrice générée ne permet pas d'incorporer ici les tableaux élaborés ; on trouvera les principaux d'entre eux en annexe. L'ensemble est disponible en format Access ou Excel sur CD-Rom.

✎ Les tableaux « Poids du trafic au départ » et « Poids du trafic à l'arrivée » donnent la répartition des trafics de chaque port ou site, en pourcentage, suivant l'origine et la destination des trafics. Une première typologie apparaît :

❖ Un petit nombre de grands ports (Marseille, Barcelone...) ou sites (Gibraltar...) ont une fonction généraliste. Les trajets sont répartis, en origine

¹ La localisation des routes et les règles de répartition entre routes secondaires et routes principales ont été fournies par l'INRETS.

comme en destination, vers de nombreux autres points, et la concentration sur un petit nombre de trajets est faible.

- ❖ Beaucoup de ports de taille moyenne ou petite ont au contraire un trafic qui est concentré sur un petit nombre d'origines et ou de destinations. La totalité des ports insulaires appartient à cette catégorie, et en ce qui les concerne, la quasi-totalité des trajets est concentrée sur un ou des ports continentaux du même pays ou d'un autre pays européen.
 - ❖ Enfin, quelques ports ou sites, par le rôle qu'ils jouent dans le transport maritime mondial et/ou local (Gioia Tauro, Algésiras...) ont un trafic très spécialisé, tant en termes de navires que de trajets empruntés. La concentration des trajets y est forte et concerne une ou des liaisons entre le port et un détroit.
- ⌘ Le tableau « Répartition des trajets sur routes principales et secondaires » fournit pour chaque couple de points, et pour chaque année le nombre de trajets effectués, ainsi que leur répartition, si nécessaire, entre routes principales (R1) et routes secondaires (R2). Ce tableau sert de base au tableau suivant et est à l'origine des calculs de densité et de dangerosité.
 - ⌘ Le tableau « Trafic journalier moyen » ramène les trafics repérés à une base journalière moyenne, pour chaque couple. On constate que malgré la sélection opérée, nombre de trajets montrent une densité très faible, et ne seront donc pas étudiés par la suite. Toutes origines et destinations confondues, si l'on raisonne par port ou lieu, il apparaît qu'un tiers d'entre eux connaît moins de deux mouvements quotidiens, un autre tiers de deux à cinq mouvements, et le dernier tiers plus de cinq mouvements quotidiens. La tendance pour l'ensemble des ports est à une forte croissance tout au long de la période ; cette croissance, plus forte que la moyenne de la base semble indiquer qu'ils captent du trafic au détriment de ports plus petits et non repris ici.
 - ⌘ On trouvera ci-après, par commodité, une série de tableaux résumés, qui ne reprennent pas la totalité de la matrice, mais regroupent les origines en zones conformes à celles qui ont été utilisées au paragraphe 3 (l'Europe du Sud est ici décomposée en « Continent » et « Îles européennes » pour tenir compte du trafic important entre ces deux zones). On obtient ainsi une matrice 5 x 37 (hors totaux par zone) qui permet une première vision complète de la concentration des navires sur les principaux trajets.

ORIGINE	DESTINATION		1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Afrique du Nord	Détroit de Gibraltar		195	180	255	196	826
	Détroit de Sicile	Méditerranée Orientale	10	6	12	4	32
		TOTAL	10	6	12	4	32
	Europe du Sud Continentale	Algésiras	121	137	193	133	584
		Autres	1 107	1 237	1 425	1 045	4 814
		Barcelone	288	377	413	349	1 427
		Civitavecchia	13	24	36	37	110
		Gênes	399	441	426	363	1 629
		Gioia Tauro	133	125	93	110	461
		Port La Nouvelle	27	13	39	28	107
		La Spezia	169	230	232	174	805
		Marseille	1 523	1 586	1 735	1 279	6 123
		Naples	198	203	189	140	730
		Nice	20	14	31	16	81
		Salerno	39	59	64	49	211
		Savone	22	33	30	16	101
		Sète	106	74	61	29	270
		Tarragone	64	84	153	99	400
		Toulon	19	13	4	11	47
		Valence	172	137	218	215	742
		TOTAL	4 420	4 787	5 342	4 093	18 642
	Îles européennes	Ajaccio	-	6	4	3	13
		Autres	344	278	321	216	1 159
		Bastia	1	-	-	1	2
		Palerme	25	40	43	32	140
		Palma de Mallorca	50	56	56	82	244
		Porto Torres	10	16	10	6	42
		TOTAL	430	396	434	340	1 600
	TOTAL		5 055	5 369	6 043	4 633	21 100

Tableau 29. Décomposition des trajets au départ de l'Afrique du Nord

ORIGINE	DESTINATION		1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Détroit de Gibraltar	Afrique du Nord	Alger	10	3	9	22	44
		Arzew	49	52	51	25	177
		Autres	63	72	81	70	286
		Bejaia	15	19	25	22	81
		Bizerte	4	6	5	6	21
		Oran	4	11	7	13	35
		Skikda	35	25	49	42	151
		TOTAL	180	188	227	200	795
	Détroit de Gibraltar		1 474	1 324	846	1 387	5 031
	Détroit de Sicile	Canal de Suez	2 757	3 056	3 122	2 074	11 009
		Détroit des Dardanelles	1 362	1 395	1 648	1 360	5 765
		Méd. Orientale	5 397	5 474	5 385	3 804	20 060
		Le Pirée	612	541	461	297	1 911
		Ras Lanuf	59	80	79	39	257
		Sfax	95	121	116	86	418
		Tripoli	188	148	86	54	476
		Venise	121	145	122	73	461
		TOTAL	10 591	10 960	11 019	7 787	40 357
	Europe du Sud Continentale	Algésiras	2 914	3 210	3 206	2 407	11 737
		Autres	3 435	3 532	3 371	2 276	12 614
		Barcelone	1 072	1 162	1 031	754	4 019
		Civitavecchia	107	138	111	57	413
		Gênes	447	435	395	335	1 612
		Gioia Tauro	344	431	418	373	1 566
		Port La Nouvelle	34	40	31	18	123
		La Spezia	239	249	224	134	846
		Marseille	998	954	934	725	3 611
		Naples	170	157	159	116	602
		Nice	22	5	16	5	48
		Salerno	227	187	233	217	864
		Savone	287	267	196	213	963
		Sète	191	206	166	116	679
		Tarragone	595	635	631	445	2 306
		Toulon	38	37	48	10	133
		Valence	1 132	1 050	1 111	920	4 213
		TOTAL	12 252	12 695	12 281	9 121	46 349

ORIGINE	DESTINATION		1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Détroit de Gibraltar	Îles Européennes	Ajaccio	3	2	2	-	7
		Autres	395	414	389	254	1 452
		Bastia	1		4	1	6
		Palerme	29	30	31	18	108
		Palma de Mallorca	127	120	117	83	447
		Porto Torres	46	67	55	41	209
		TOTAL	601	633	598	397	2 229
	TOTAL		25 098	25 800	24 971	18 892	94 761

Tableau 30. Décomposition des trajets au départ du détroit de Gibraltar

ORIGINE	DESTINATION		1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Détroit de Sicile	Afrique du Nord	Alger	1	-	-	-	1
		Autres	7	5	4	5	21
		Bizerte	2	4	-	1	7
		Oran	-	-	1	-	1
		Skikda	2	2	-	-	4
		Total	12	11	5	6	34
	Détroit de Gibraltar		10 190	10 642	10 783	7 704	39 319
	Europe du Sud Continentale	Algésiras	294	292	392	278	1 256
		Autres	2 513	2 436	2 610	1 878	9 437
		Barcelone	923	936	787	628	3 274
		Civitavecchia	258	294	261	185	998
		Gênes	1 110	1 186	1 338	1 160	4 794
		Gioia Tauro	2 017	1 887	1 797	1 531	7 232
		Port La Nouvelle	62	61	58	42	223
		La Spezia	464	446	481	344	1 735
		Marseille	1 266	1 372	1 229	954	4 821
		Naples	788	838	884	725	3 235
		Nice	20	20	11	15	66
		Salerne	662	679	645	470	2 456
		Savone	302	313	287	222	1 124
		Sète	260	358	340	186	1 144
		Tarragone	363	449	409	331	1 552
		Toulon	51	55	34	26	166
		Valencia	513	560	590	444	2 107
		Total	11 866	12 182	12 153	9 419	45 620
	Îles Européennes	Ajaccio	5	6	11	2	24
		Autres	1 397	1 428	1 498	1 176	5 499
		Bastia	2	-	1	-	3
		Palerme	201	238	250	131	820
		Palma de Mallorca	33	38	44	41	156
		Porto Torres	302	264	212	101	879
		Total	1 940	1 974	2 016	1 451	7 381
	TOTAL		24 008	24 809	24 957	18 580	92 354

Tableau 31. Décomposition des trajets au départ du détroit de Sicile

ORIGINE	DESTINATION		1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Europe du Sud Continentale	Afrique du Nord	Alger	644	636	616	765	2 661
		Arzew	498	464	536	397	1 895
		Autres	2 106	2 546	2 638	1 885	9 175
		Bejaia	136	142	283	227	788
		Bizerte	77	52	61	50	240
		Oran	402	271	483	321	1 477
		Skikda	319	388	567	373	1 647
		TOTAL	4 182	4 499	5 184	4 018	17 883
	Détroit de Gibraltar		12 328	12 692	12 433	9 174	46 627
	Détroit de Sicile	Canal de Suez	1 136	1 102	1 176	1 005	4 419
		Détroit des Dardanelles	1 330	1 631	1 571	1 409	5 941
		Méd. Orientale	7 395	7 403	7 506	5 967	28 271
		Le Pirée	1 289	1 301	1 246	863	4 699
		Ras Lanuf	114	117	128	75	434
		Sfax	143	146	148	66	503
		Tripoli	86	66	84	60	296
		Venise	203	167	172	140	682
		TOTAL	11 696	11 933	12 031	9 585	45 245
	Europe du Sud Continentale	Algésiras	449	498	578	391	1 916
		Autres	8 213	9 168	9 839	7 995	35 215
		Barcelone	3 533	4 284	4 238	3 150	15 205
		Civitavecchia	929	1 017	1 365	1 054	4 365
		Gênes	3 183	3 343	3 438	2 662	12 626
		Gioia Tauro	702	644	572	470	2 388
		Port La Nouvelle	248	263	308	165	984
		La Spezia	893	989	923	708	3 513
		Marseille	3 509	3 931	3 897	3 028	14 365
		Naples	1 083	1 110	1 069	838	4 100
		Nice	243	244	308	209	1 004
		Salerno	783	799	679	567	2 828
		Savone	471	551	570	467	2 059
		Sète	416	361	343	150	1 270
		Tarragone	818	922	882	775	3 397
		Toulon	91	179	147	77	494
		Valence	1 973	2 179	2 401	1 881	8 434
		TOTAL	27 537	30 482	31 557	24 587	114 163

ORIGINE	DESTINATION		1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Europe du Sud Continentale	Îles européennes	Ajaccio	375	441	663	351	1 830
		Autres	2 729	3 403	4 212	3 389	13 733
		Bastia	613	1 190	1 504	1 503	4 810
		Palerme	1 240	1 519	1 512	1 145	5 416
		Palma de Mallorca	1 363	1 996	2 561	2 357	8 277
		Porto Torres	862	1 276	1 193	574	3 905
		TOTAL	7 182	9 825	11 645	9 319	37 971
	TOTAL		62 925	69 431	72 850	56 683	261 889

Tableau 32. Décomposition des trajets au départ de l'Europe du sud continentale

ORIGINE	DESTINATION		1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Îles européennes	Afrique du Nord	Alger	5	6	5	4	20
		Arzew	7	12	12	10	41
		Autres	237	290	339	266	1 132
		Bejaia	4	3	11	3	21
		Bizerte	20	30	39	32	121
		Oran	6	3	1	2	12
		Skikda	108	17	16	11	152
		TOTAL	387	361	423	328	1 499
	Détroit de Gibraltar		679	671	585	481	2 416
	Détroit de Sicile	Canal de Suez	39	39	38	26	142
		Détroit des Dardanelles	173	162	236	198	769
		Méditerranée Orientale	1 560	1 651	1 754	1 227	6 192
		Le Pirée	37	45	20	15	117
		Ras Lanuf	13	18	20	16	67
		Sfax	30	32	23	4	89
		Tripoli	5	5	2	2	14
		Venise	119	130	152	84	485
		TOTAL	1 976	2 082	2 245	1 572	7 875
	Europe du Sud Continentale	Algésiras	36	26	43	30	135
		Autres	1 128	1 769	2 236	2 134	7 267
		Barcelone	1 024	1 452	1 986	1 798	6 260
		Civitavecchia	241	565	586	362	1 754
		Gênes	1 383	1 863	1 678	1 071	5 995
		Gioia Tauro	78	38	53	28	197
		Port La Nouvelle	39	41	33	25	138
		La Spezia	82	214	258	133	687
		Marseille	986	948	1 235	993	4 162
		Naples	1 164	1 181	1 123	846	4 314
		Nice	150	174	655	338	1 317
		Salerno	90	112	112	136	450
		Savone	212	324	299	253	1 088
		Sète	28	27	29	14	98
		Tarragone	90	110	101	93	394
		Toulon	24	53	174	97	348
		Valence	400	953	1 020	878	3 251
		TOTAL	7 155	9 850	11 621	9 229	37 855

ORIGINE	DESTINATION	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Îles européennes	Ajaccio	26	53	98	81	258
	Autres	1 144	1 393	1 962	1 773	6 272
	Bastia	17	11	112	127	267
	Palerme	118	136	188	85	527
	Palma de Mallorca	262	410	787	871	2 330
	Porto Torres	288	287	279	85	939
	TOTAL	1 855	2 290	3 426	3 022	10 593
	TOTAL	12 052	15 254	18 300	14 632	60 238
TOTAL GÉNÉRAL		129 138	140 663	147 121	113 420	530 342

Tableau 33. Décomposition des trajets au départ des îles européennes

5.3 Structure et évolution du trafic des ports sélectionnés

Le travail ci-dessus a été complété par une étude spécifique des ports sélectionnés par la DAMGM ; pour chacun d'entre eux, on trouvera à la fin de ce document une fiche synthétique qui recense les informations utiles à la caractérisation du trafic touchant chaque lieu¹.

Le Tableau 34 synthétise ces informations et fait apparaître une image claire :

- ⌘ Le trafic lié à l'Europe du Sud est, structurellement, mais aussi, économiquement, prépondérant. Quelle que soit leur taille, tous les ports européens, à deux exceptions près, ont pour principale origine ou destination un autre port d'Europe du Sud. L'importance des liaisons économiques et donc maritimes intra européennes est flagrante. Les deux ports qui échappent à cette règle, Algésiras et Gioia Tauro sont des hubs ; en tant que tels, ils participent au réseau mondial tissé par les armateurs qui maîtrisent le transport de marchandises diverses en conteneurs. Leurs principaux liens, Gibraltar pour Algésiras, et le détroit de Sicile pour Gioia Tauro, illustrent la façon dont les lignes de circum navigation sont organisées ; ces deux hubs servent de points d'éclatement (principalement en entrée) et de regroupement (principalement en sortie) de marchandises à destination, ou originaires du bassin de Méditerranée occidentale.
- ⌘ Les ports des îles européennes n'échappent pas à la règle ; leurs liens privilégiés, et ce, à nouveau quelle que soit leur taille, sont noués avec des ports continentaux d'Europe du Sud (la plupart du temps appartenant au même pays). Contrairement à la majorité des ports continentaux, les ports insulaires ne sont pas des ports généralistes : leur trafic est majoritairement réalisé par des Rouliers et/ou des Paquebots, manifestant par là le fait que sa mission première est d'assurer le transport des personnes et l'approvisionnement de territoires dont la dynamique reste fortement dépendante du continent.
- ⌘ Les ports d'Afrique du Nord montrent tous une dépendance similaire (qui ne semble pas due qu'aux seules caractéristiques de la base de données) : leur premier client et/ou fournisseur est à nouveau l'Europe du Sud. Les ports « généralistes » sont en général situés dans des villes de taille moyenne ou grande et ont une activité principalement liée à la population ; les navires les

¹ La liste comprend 21 ports européens de Méditerranée Occidentale (ce qui n'inclut dès lors pas les ports italiens de l'Adriatique), 6 ports d'Afrique du Nord situés sur la façade méditerranéenne, 5 ports de Méditerranée orientale, et 3 points de passage (Gibraltar, les Dardanelles, et Suez) ; s'y ajoute un regroupement, celui des autres ports de Méditerranée Orientale. Une limite au traitement doit être soulignée : la base utilisée recense les mouvements touchant un port européen de Méditerranée occidentale et les transits entre Sicile et Gibraltar (dans les deux sens). C'est dire que si la base est complète sur cet espace, à l'inverse, les trafics concernant les ports d'Afrique du Nord et de Méditerranée orientale (au-delà de la Sicile) ne sont pris en compte que pour autant qu'ils sont liés à un port européen de la zone. Il est donc clair que l'image donnée de ces ports ou lieux (détroit des Dardanelles) n'est que très partielle.

plus présents sont les Cargos et les Rouliers (dont le poids traduit la difficulté pour ces pays à participer au mouvement mondial en se dotant de portiques permettant d'accueillir dans de bonnes conditions les Porte-Conteneurs). A l'inverse, les ports exportateurs sont systématiquement spécialisés, en liaison avec les ressources du pays, et leurs terminaux accueillent majoritairement des Tankers et des Méthaniers à destination de l'Europe.

- ⌘ Malgré l'importance du transit, le détroit de Gibraltar a lui aussi une relation privilégiée avec l'Europe du Sud, tant en entrée qu'en sortie. L'importance du poids des Vraquiers démontre l'importance de son rôle dans l'approvisionnement de la zone en minerais, charbon, etc. Mais le nombre de Cargos et de Porte-Conteneurs qui traversent le détroit de Gibraltar avec pour origine ou destination un port d'Europe du Sud illustre la part du commerce de marchandises diverses lié à la Méditerranée occidentale qui emprunte ce détroit comme point d'entrée ou de sortie en Méditerranée.
- ⌘ Le trafic transitant par le détroit de Sicile, tel que vu dans la base, est principalement lié aux marchandises diverses dans le sens Ouest-Est, et au pétrole dans le sens Est-Ouest. La plupart des ports de la zone sont généralistes ; la seule exception est un terminal pétrolier. Le trafic de ces ports semble moins fréquemment dépendant de l'Europe du Sud : nombre d'entre eux montrent des relations tout aussi, voire plus importantes, avec le reste du monde à travers Gibraltar.

		TAILLE	TYPE	CATÉGORIE DOMINANTE	ORIGINE/DESTINATION DOMINANTE	SAISONNALITÉ
EUROPE DU SUD CONTINENTALE	Algésiras	Grande	Hub, Généraliste	Porte Conteneurs, Tankers	Gibraltar	Faible
	Barcelone	Très grande	Généraliste	Porte Conteneurs, Passagers	Europe du Sud	Moyenne
	Civitavecchia	Grande	Passagers	Passagers	Europe du Sud	Très forte
	Gênes	Très grande	Généraliste	Passagers	Europe du Sud	Forte
	Gioia Tauro	Grande	Hub	Porte Conteneurs	Sicile	Faible
	Port La Nouvelle	Petite	Généraliste	Cargos	Europe du Sud	Forte
	La Spezia	Grande	Généraliste	Porte Conteneurs	Europe du Sud	Moyenne
	Marseille	Très grande	Généraliste	Cargos	Europe du Sud	Faible
	Naples	Grande	Généraliste	Passagers	Europe du Sud	Forte
	Nice	Moyenne	Passagers	Passagers	Europe du Sud	Très forte
	Salerno	Grande	Généraliste	Porte Conteneurs	Europe du Sud	Moyenne
	Savone	Grande	Généraliste	Cargos	Europe du Sud	Moyenne
	Sète	Moyenne	Généraliste	Cargos	Europe du Sud	Moyenne
	Tarragone	Grande	Vracs	Tankers	Europe du Sud	Moyenne
	Toulon	Petite	Passagers	Passagers	Europe du Sud	Très forte
	Valence	Grande	Généraliste	Porte Conteneurs	Europe du Sud	Faible
ILES EUROPÉENNES	Ajaccio	Moyenne	Terminal passagers	Passagers, Rouliers	Europe du Sud	Très forte
	Bastia	Grande à très grande	Terminal passagers	Passagers	Europe du Sud	Très forte
	Palerme	Grande	Passagers	Passagers	Europe du Sud	Forte
	Palma de Mallorca	Grande	Généraliste	Rouliers, Passagers	Europe du Sud	Forte
	Porto Torres	Grande	Terminal pétrolier et passagers	Passagers	Europe du Sud	Forte

Tableau 34. Caractéristiques des trajets touchant les ports ou détroits sélectionnés

		TAILLE	TYPE	CATÉGORIE DOMINANTE	ORIGINE/DESTINATION DOMINANTE	SAISONNALITÉ
AFRIQUE DU NORD	Alger	Moyenne	Généraliste	Rouliers	Europe du Sud	Moyenne
	Arzew	Moyenne	Terminal méthanier et pétrolier	Méthaniers	Europe du Sud	Moyenne
	Bejaia	Petite	Généraliste	Cargos	Europe du Sud	Forte
	Bizerte	Petite	Généraliste	Cargos	Europe du Sud	Moyenne
	Oran	Moyenne	Généraliste	Passagers	Europe du Sud	Très forte
	Skikda	Moyenne	Terminal méthanier et pétrolier	Méthaniers	Europe du Sud	Moyenne
DÉTROIT DE SICILE	Canal de Suez	Grande	Généraliste	Porte Conteneurs	Gibraltar	Faible
	Détroit des Dardanelles	Grande	Généraliste	Cargos	Europe + Gibraltar	Moyenne
	Méd. Orientale	Très grande	Généraliste	Cargos	Europe du Sud	Faible
	Le Pirée	Grande	Généraliste	Porte Conteneurs	Europe du Sud	Faible
	Ras Lanuf	Petite	Terminal pétrolier	Tankers	Europe, Gibraltar	Moyenne
	Sfax	Moyenne	Généraliste	Cargos	Europe (origine), Gibraltar (destination)	Moyenne
	Tripoli	Petite	Généraliste	Cargos	Gibraltar	Moyenne
	Venise	Petite	Généraliste	Tankers	Europe du Sud	Moyenne
DÉTROIT DE GIBRALTAR		Très grande	Généraliste	Cargos, Vraquiers	Europe du Sud	Faible

Tableau 34. Caractéristiques des trajets touchant les ports ou détroits sélectionnés (suite)

6. ANNEXE A - STRUCTURE DU TRAFIC

6.1 Annexe A1 - Poids du trafic au départ et à l'arrivée

6.2 Annexe A2 - Répartition des trajets sur routes principales et secondaires

6.3 Annexe A3 - Trafic journalier moyen

7. ANNEXE B - FICHES TRAFIC DES PORTS

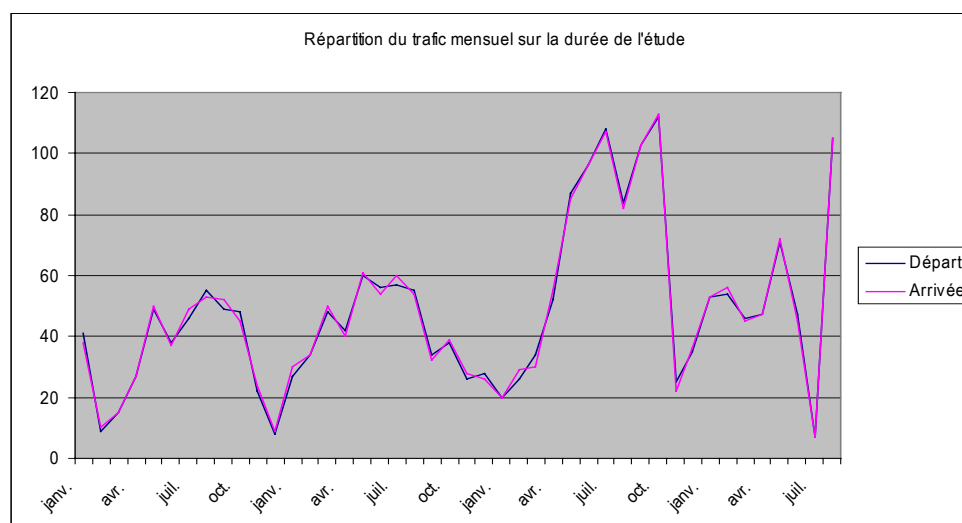
Port d'Ajaccio

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	386	4	5	12	407
	Arrivée	401	-	3	5	409
2000	Départ	481	5	6	13	505
	Arrivée	494	6	2	6	508
2001	Départ	756	8	3	15	782
	Arrivée	761	4	2	11	778
2002	Départ	431	2	-	4	437
	Arrivée	432	3	-	2	437

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	4,2%	3,4%	3,3%	1,8%	3,2%
Cargos	0,7%	0,4%	-	-	0,2%
Méthaniers	5,9%	3,8%	2,3%	0,2%	2,9%
Passagers	62,9%	64,2%	62,9%	72,8%	65,2%
Rouliers	17,7%	22,4%	26,7%	23,6%	23,3%
Tankers & Chimiquiers	8,6%	5,9%	4,5%	1,6%	5,0%
Autres	-	-	0,3%	-	0,1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



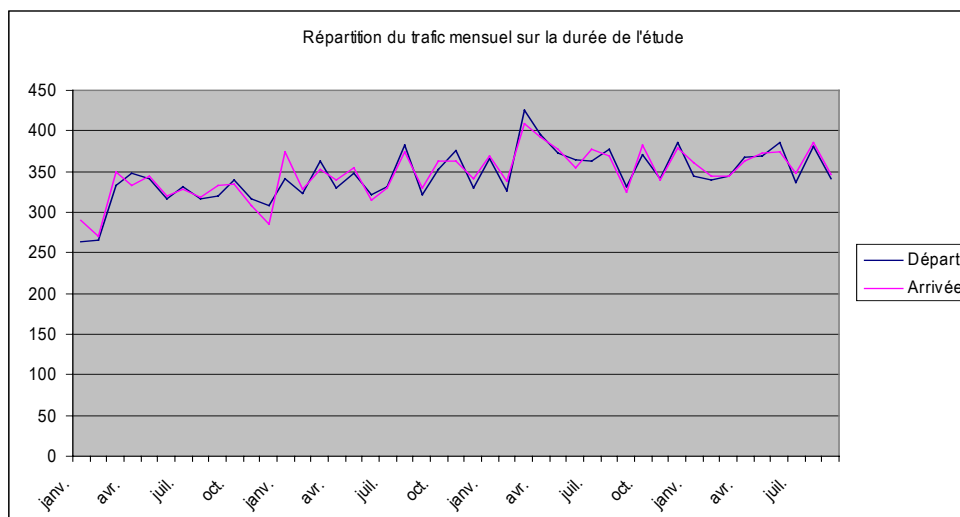
Port d'Algésiras

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	540	145	2799	317	3801
	Arrivée	485	121	2914	294	3814
2000	Départ	581	163	2967	409	4120
	Arrivée	524	137	3210	292	4163
2001	Départ	594	285	3129	415	4423
	Arrivée	621	193	3206	392	4412
2002	Départ	437	192	2303	329	3261
	Arrivée	421	133	2407	278	3239

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	13,0%	12,0%	11,5%	11,9%	12,1%
Cargos	16,3%	18,7%	17,4%	15,7%	17,1%
Méthaniers	6,7%	6,4%	6,1%	5,1%	6,1%
Passagers	0,4%	0,2%	0,5%	0,4%	0,4%
Rouliers	0,4%	0,8%	1,6%	1,3%	1,0%
Tankers & Chimiquiers	28,4%	28,3%	28,1%	27,7%	28,1%
Porte Conteneurs	33,2%	32,1%	33,7%	36,4%	33,7%
Autres	1,6%	1,5%	1,2%	1,6%	1,5%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



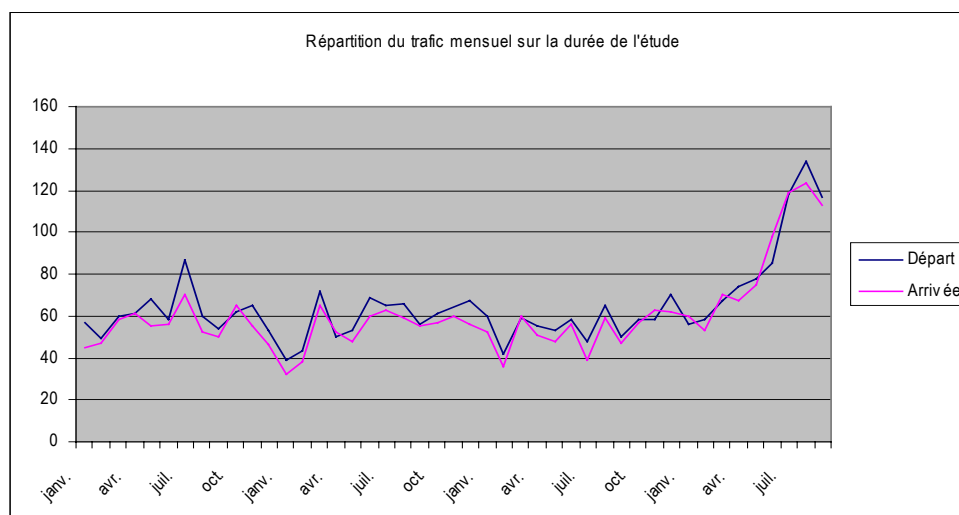
Port d'Alger

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	720	-	13	1	734
	Arrivée	649	-	10	1	660
2000	Départ	698	-	7	-	705
	Arrivée	642	-	3	-	645
2001	Départ	661	-	14	1	676
	Arrivée	621	-	9	-	630
2002	Départ	753	-	34	-	787
	Arrivée	769	-	22	-	791

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	2,2%	1,4%	1,2%	1,5%	1,6%
Cargos	21,9%	30,2%	29,1%	22,4%	25,7%
Méthaniers	0,3%	0,3%	0,7%	0,9%	0,6%
Passagers	18,8%	22,4%	26,9%	24,0%	23,0%
Rouliers	41,6%	27,7%	21,3%	28,7%	30,0%
Tankers & Chimiquiers	3,5%	1,8%	3,6%	2,3%	2,8%
Porte Conteneurs	9,7%	15,9%	16,7%	19,7%	15,5%
Autres	2,0%	0,3%	0,4%	0,5%	0,8%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



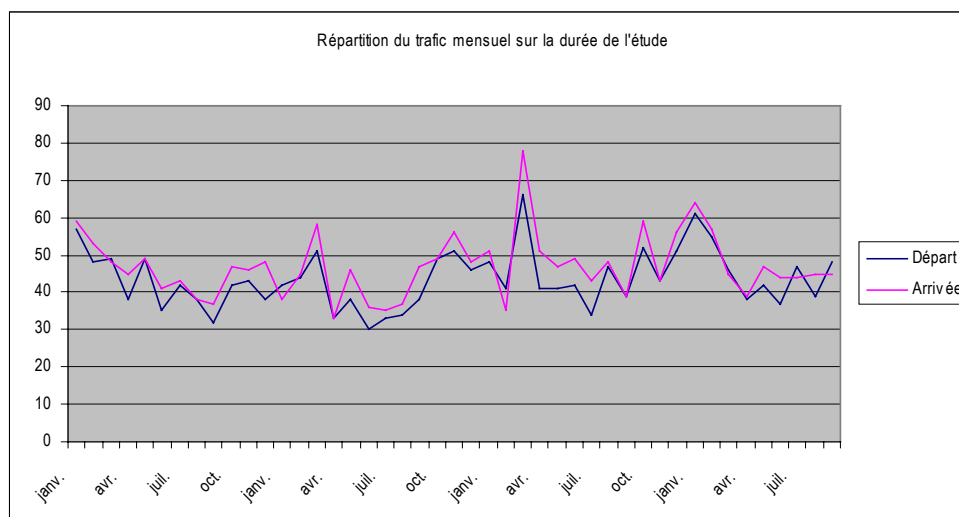
Port d'Arzew

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	462	-	49	-	511
	Arrivée	505	-	49	-	554
2000	Départ	459	-	29	1	489
	Arrivée	476	-	52	-	528
2001	Départ	502	-	42	1	545
	Arrivée	548	-	51	-	599
2002	Départ	389	-	24	-	413
	Arrivée	407	-	25	-	432

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	5,3%	4,1%	2,6%	3,1%	3,8%
Cargos	2,9%	3,9%	2,4%	3,9%	3,2%
Méthaniers	68,3%	76,9%	78,3%	81,8%	76,1%
Passagers	3,1%	-	-	-	0,8%
Rouliers	-	0,4%	0,4%	0,2%	0,3%
Tankers & Chimiquiers	20,4%	14,3%	15,4%	10,4%	15,4%
Porte Conteneurs	-	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Autres	-	0,2%	0,7%	0,2%	0,3%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



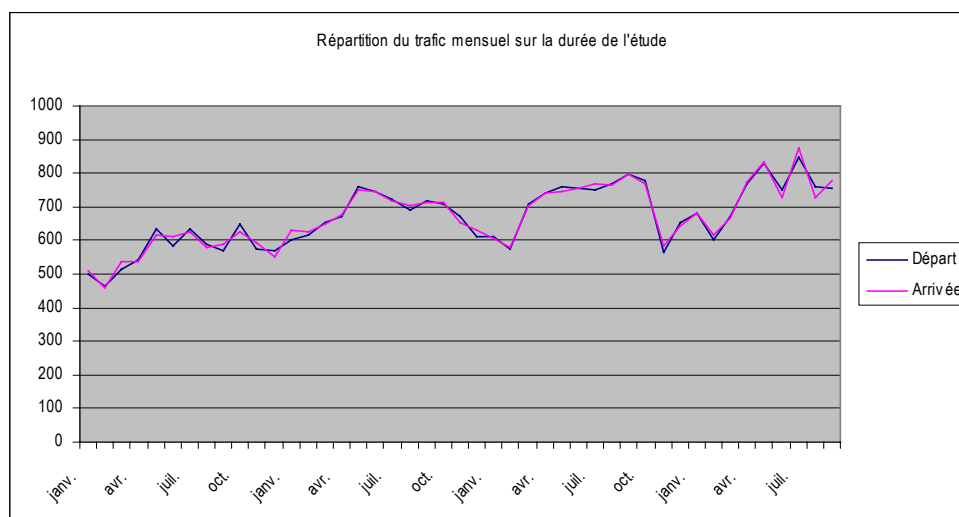
Port de Barcelone

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	4323	334	1454	708	6819
	Arrivée	4557	288	1072	923	6840
2000	Départ	5354	390	1576	848	8168
	Arrivée	5736	377	1162	936	8211
2001	Départ	5914	419	1388	731	8452
	Arrivée	6224	413	1031	787	8455
2002	Départ	4742	328	1095	530	6695
	Arrivée	4948	349	754	628	6679

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	4,0%	3,2%	2,9%	2,3%	3,1%
Cargos	24,6%	19,2%	16,9%	15,0%	18,8%
Méthaniers	2,2%	2,6%	2,7%	2,5%	2,5%
Passagers	9,0%	14,9%	19,0%	21,7%	16,2%
Rouliers	25,3%	27,0%	22,9%	22,4%	24,4%
Tankers & Chimiquiers	9,8%	9,0%	8,8%	8,2%	9,0%
Porte Conteneurs	24,6%	23,5%	26,4%	27,6%	25,5%
Autres	0,5%	0,5%	0,5%	0,3%	0,5%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



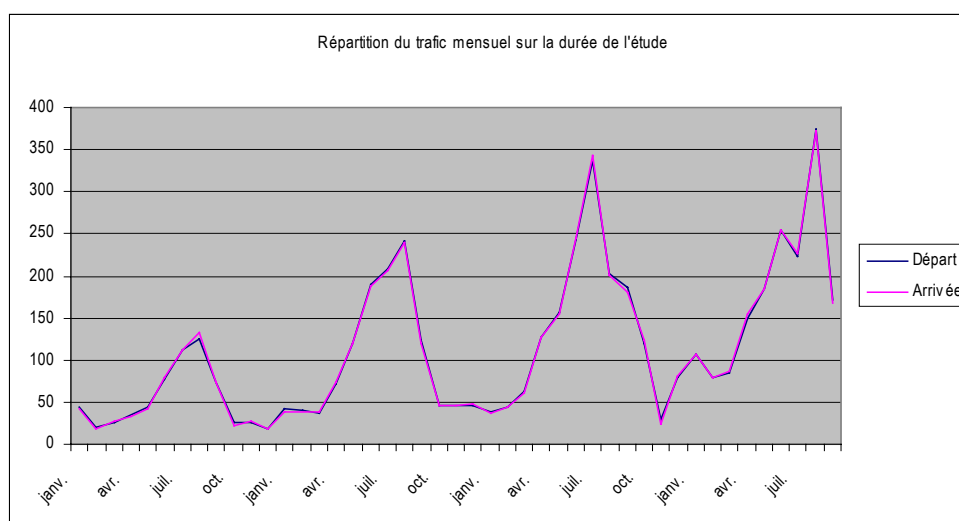
Port de Bastia

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	625	1	-	1	627
	Arrivée	630	1	1	2	634
2000	Départ	1212	-	-	-	1212
	Arrivée	1201	-	-	-	1201
2001	Départ	1625	1	-	1	1627
	Arrivée	1616	-	4	1	1621
2002	Départ	1626	1	1	-	1628
	Arrivée	1630	1	1	-	1632

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	4,1%	1,2%	1,9%	1,7%	1,9%
Cargos	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Méthaniers	1,4%	1,0%	0,7%	1,4%	1,1%
Passagers	75,6%	88,3%	91,0%	83,7%	86,1%
Rouliers	15,0%	8,8%	5,3%	10,3%	8,9%
Tankers & Chimiquiers	3,7%	0,6%	0,9%	2,9%	1,8%
Autres	-	-	0,2%	-	0,1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



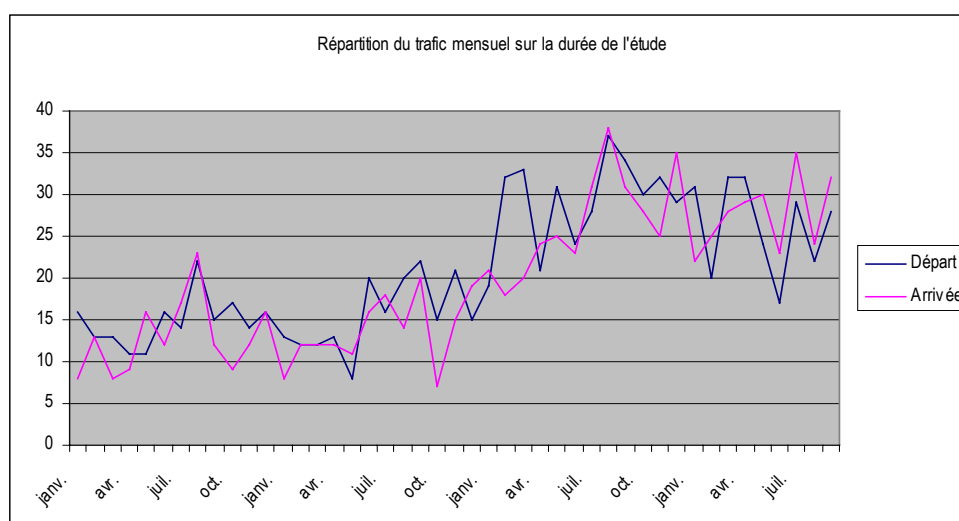
Port de Bejaia

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	159	-	18	1	178
	Arrivée	140	-	15	-	155
2000	Départ	168	-	18	1	187
	Arrivée	145	-	19	-	164
2001	Départ	327	-	23	-	350
	Arrivée	294	-	25	-	319
2002	Départ	219	-	16	-	235
	Arrivée	230	-	22	-	252

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	10,7%	12,3%	8,9%	8,1%	9,7%
Cargos	40,4%	35,8%	39,7%	42,6%	39,8%
Méthaniers	1,7%	1,1%	1,1%	2,1%	1,5%
Passagers	19,7%	19,3%	13,4%	7,2%	14,2%
Rouliers	4,5%	6,4%	12,9%	11,9%	9,8%
Tankers & Chimiquiers	21,9%	19,3%	16,6%	17,9%	18,4%
Porte Conteneurs	1,1%	5,9%	7,4%	10,2%	6,6%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



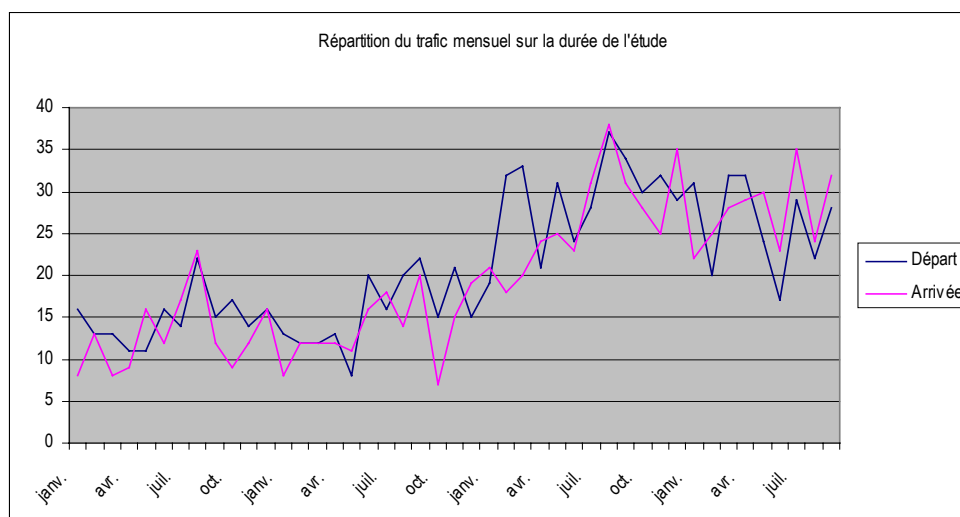
Port de Bizerte

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	123	-	7	-	130
	Arrivée	97	-	4	2	103
2000	Départ	104	-	7	-	111
	Arrivée	82	-	6	4	92
2001	Départ	120	-	4	-	124
	Arrivée	100	-	5	-	105
2002	Départ	120	-	4	-	124
	Arrivée	100	-	5	-	105

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	31,5%	17,1%	7,3%	-	14,5%
Cargos	48,5%	56,8%	58,1%	63,6%	56,4%
Méthaniers	4,6%	4,5%	3,2%	5,5%	4,4%
Passagers	0,8%	2,7%	17,7%	20,9%	10,3%
Rouliers	-	2,7%	0,8%	0,9%	1,1%
Tankers & Chimiquiers	12,3%	14,4%	12,9%	7,3%	11,8%
Porte Conteneurs	0,8%	1,8%	-	1,8%	1,1%
Autres	1,5%	-	-	-	0,4%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



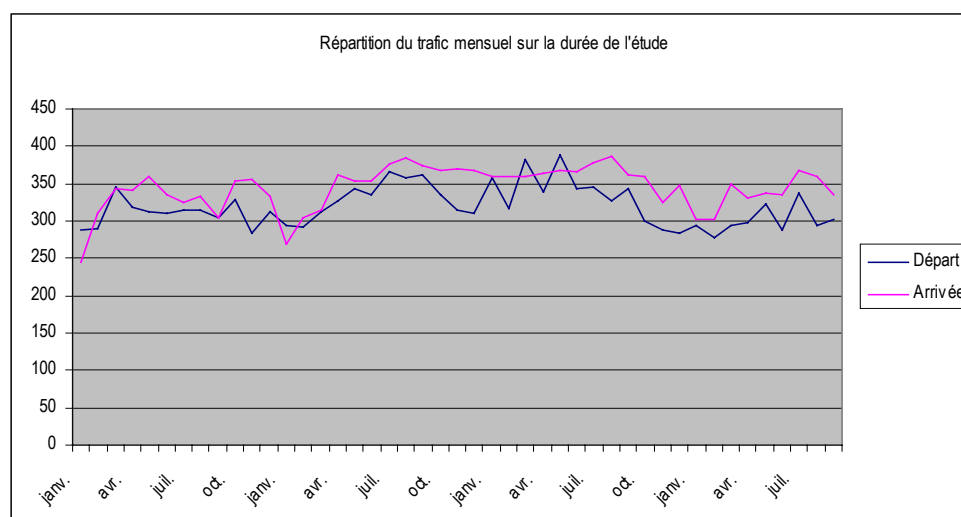
Canal de Suez

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	1438	-	2282	-	3720
	Arrivée	1175	-	2757	-	3932
2000	Départ	1558	-	2386	-	3944
	Arrivée	1141	-	3056	-	4197
2001	Départ	1543	-	2472	-	4015
	Arrivée	1214	-	3122	-	4336
2002	Départ	1192	-	1542	-	2734
	Arrivée	1031	-	2074	-	3105

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	20,3%	22,9%	21,3%	19,1%	21,1%
Cargos	13,1%	9,7%	9,7%	9,4%	10,5%
Méthaniers	2,7%	3,9%	3,3%	4,6%	3,6%
Passagers	0,2%	0,5%	0,3%	0,2%	0,3%
Rouliers	8,9%	7,2%	6,4%	6,1%	7,2%
Tankers & Chimiquiers	13,5%	14,7%	16,4%	15,9%	15,1%
Porte Conteneurs	39,6%	40,0%	41,2%	43,0%	40,8%
Autres	1,6%	1,1%	1,4%	1,7%	1,4%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



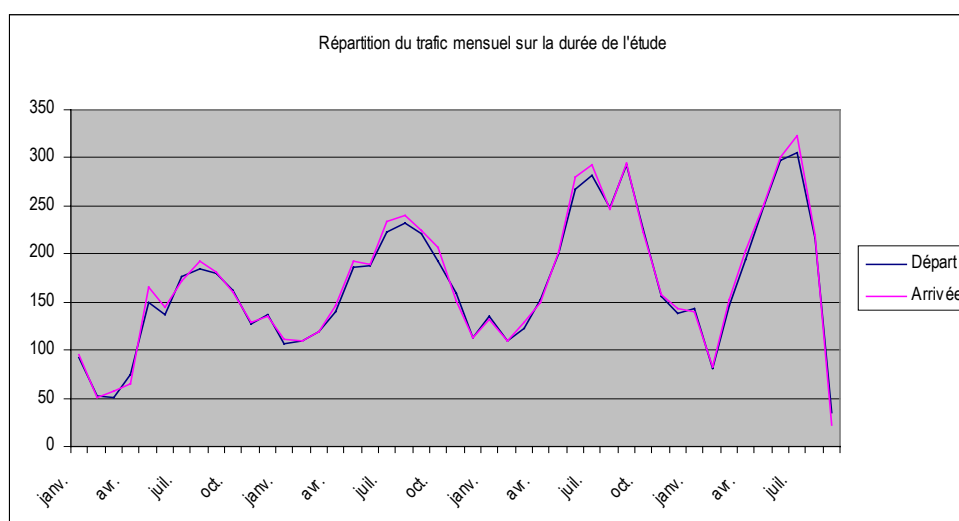
Port de Civitavecchia

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	1163	20	74	268	1525
	Arrivée	1170	13	107	258	1548
2000	Départ	1664	16	64	245	1989
	Arrivée	1582	24	138	294	2038
2001	Départ	1988	20	57	266	2331
	Arrivée	1951	36	111	261	2359
2002	Départ	1441	15	44	173	1673
	Arrivée	1416	37	57	185	1695

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	4,9%	4,1%	3,2%	3,2%	3,8%
Cargos	12,2%	10,3%	11,2%	9,6%	10,8%
Passagers	48,5%	63,5%	65,7%	65,7%	61,6%
Rouliers	14,0%	9,6%	11,7%	12,4%	11,7%
Tankers & Chimiquiers	15,7%	8,5%	5,8%	6,0%	8,6%
Porte Conteneurs	3,8%	2,9%	1,7%	2,3%	2,6%
Autres	0,9%	1,2%	0,7%	0,8%	0,9%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



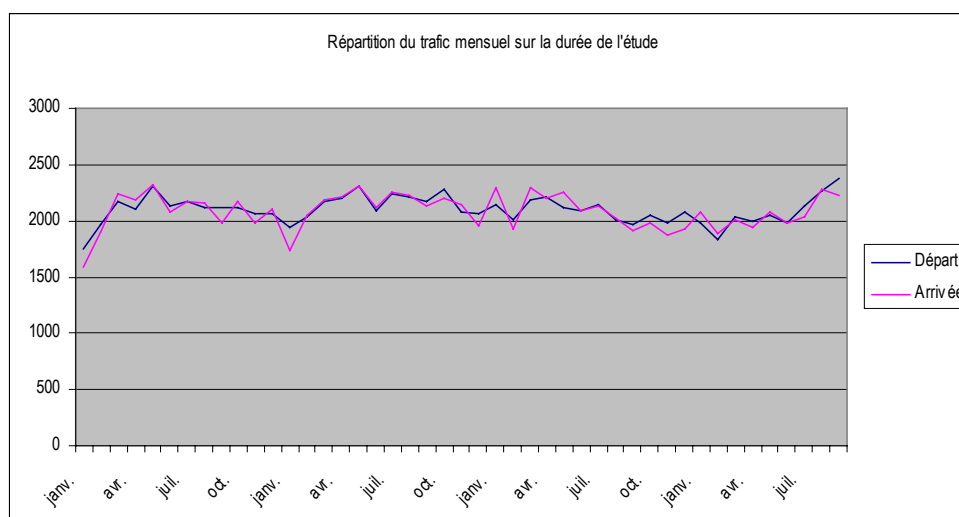
Détroit de Gibraltar

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	12853	180	1474	10591	25098
	Arrivée	13007	195	1474	10190	24866
2000	Départ	13328	188	1324	10960	25800
	Arrivée	13363	180	1324	10642	25509
2001	Départ	12879	227	846	11019	24971
	Arrivée	13018	255	846	10783	24902
2002	Départ	9518	200	1387	7787	18892
	Arrivée	9655	196	1387	7704	18942

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	20,6%	20,7%	19,7%	20,2%	20,3%
Cargos	32,1%	30,9%	29,7%	29,0%	30,5%
Méthaniers	3,0%	3,8%	3,5%	3,4%	3,4%
Passagers	1,7%	1,8%	1,7%	2,3%	1,8%
Rouliers	5,9%	5,9%	5,6%	5,0%	5,6%
Tankers & Chimiquiers	17,2%	17,0%	17,7%	17,4%	17,3%
Porte Conteneurs	17,6%	18,2%	20,3%	20,4%	19,1%
Autres	1,8%	1,8%	1,9%	2,1%	1,9%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



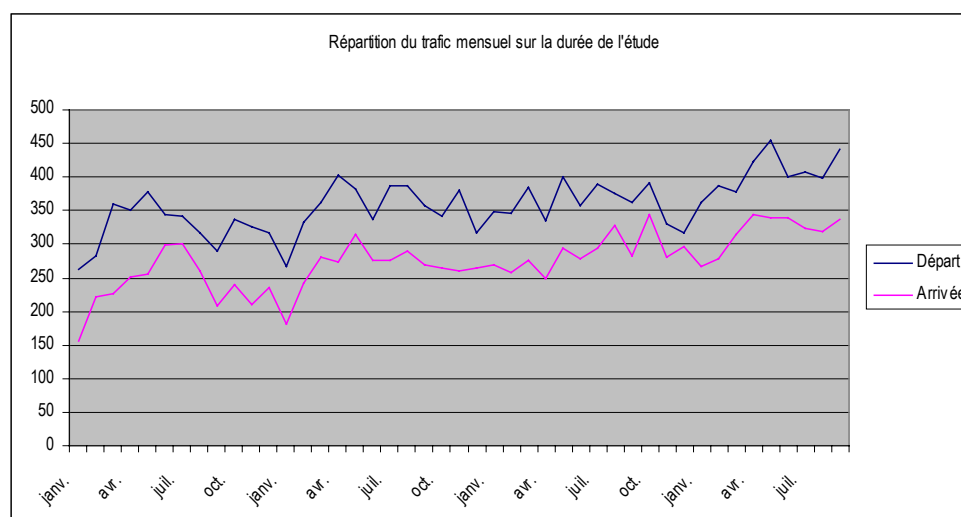
Détroit des Dardanelles

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	1951	-	1953	-	3904
	Arrivée	1503	-	1362	-	2865
2000	Départ	2151	-	2099	-	4250
	Arrivée	1793	-	1395	-	3188
2001	Départ	2089	-	2248	-	4337
	Arrivée	1807	-	1648	-	3455
2002	Départ	1866	-	1835	-	3701
	Arrivée	1607	-	1360	-	2967

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	18,3%	17,5%	19,1%	20,9%	18,9%
Cargos	53,2%	51,1%	50,0%	45,1%	49,9%
Méthaniers	2,4%	2,7%	3,1%	2,7%	2,7%
Passagers	0,5%	0,4%	0,6%	0,5%	0,5%
Rouliers	4,8%	6,5%	4,6%	4,3%	5,1%
Tankers & Chimiquiers	13,1%	16,3%	16,7%	18,5%	16,1%
Porte Conteneurs	6,1%	3,9%	3,8%	5,8%	4,8%
Autres	1,7%	1,6%	2,1%	2,2%	1,9%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



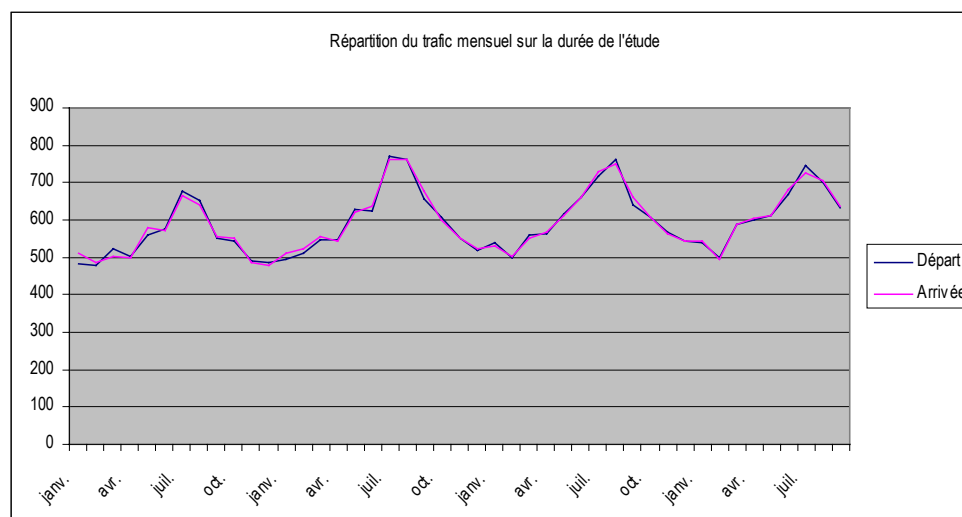
Port de Gênes

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	4395	421	358	1349	6523
	Arrivée	4566	399	447	1110	6522
2000	Départ	5118	473	344	1281	7216
	Arrivée	5206	441	435	1186	7268
2001	Départ	5068	455	363	1388	7274
	Arrivée	5116	426	395	1338	7275
2002	Départ	3763	375	288	1185	5611
	Arrivée	3733	363	335	1160	5591

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	4,6%	4,5%	4,2%	3,5%	4,3%
Cargos	18,8%	14,0%	13,6%	13,0%	14,9%
Méthaniers	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
Passagers	24,3%	33,1%	33,3%	31,5%	30,7%
Rouliers	15,9%	17,1%	16,4%	17,3%	16,7%
Tankers & Chimiquiers	11,4%	9,9%	10,0%	10,4%	10,4%
Porte Conteneurs	24,5%	20,8%	22,0%	23,9%	22,7%
Autres	0,4%	0,6%	0,3%	0,3%	0,4%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



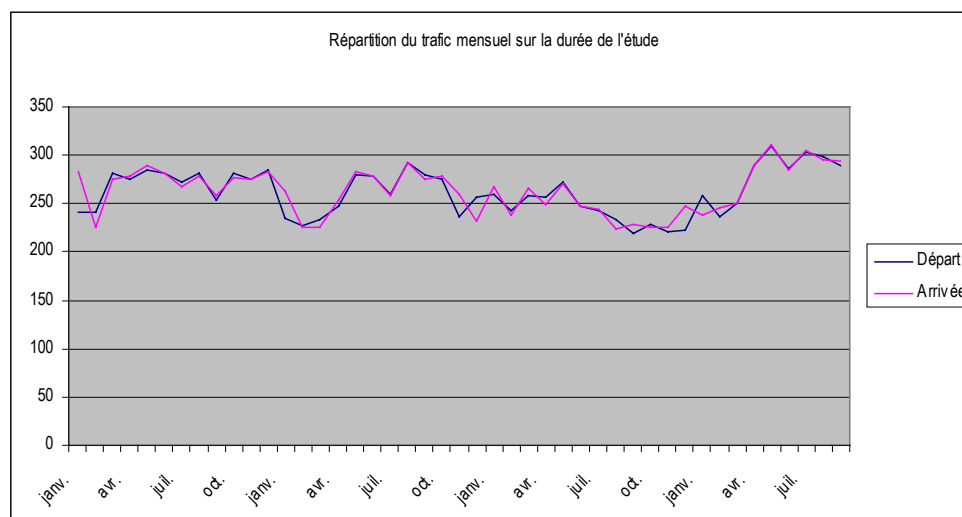
Port de Gioia Tauro

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	953	148	283	1871	3255
	Arrivée	780	133	344	2017	3274
2000	Départ	868	141	336	1759	3104
	Arrivée	682	125	431	1887	3125
2001	Départ	819	106	305	1675	2905
	Arrivée	625	93	418	1797	2933
2002	Départ	615	149	281	1505	2550
	Arrivée	498	110	373	1531	2512

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	1,6%	1,4%	0,6%	0,7%	1,1%
Cargos	28,6%	21,5%	17,0%	14,4%	20,8%
Méthaniers	0,0%	-	-	-	0,0%
Passagers	-	0,0%	-	0,0%	0,0%
Rouliers	1,9%	2,7%	4,3%	4,3%	3,2%
Tankers & Chimiquiers	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,1%
Porte Conteneurs	67,9%	74,2%	77,8%	78,1%	74,2%
Autres	-	0,2%	0,2%	2,3%	0,6%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



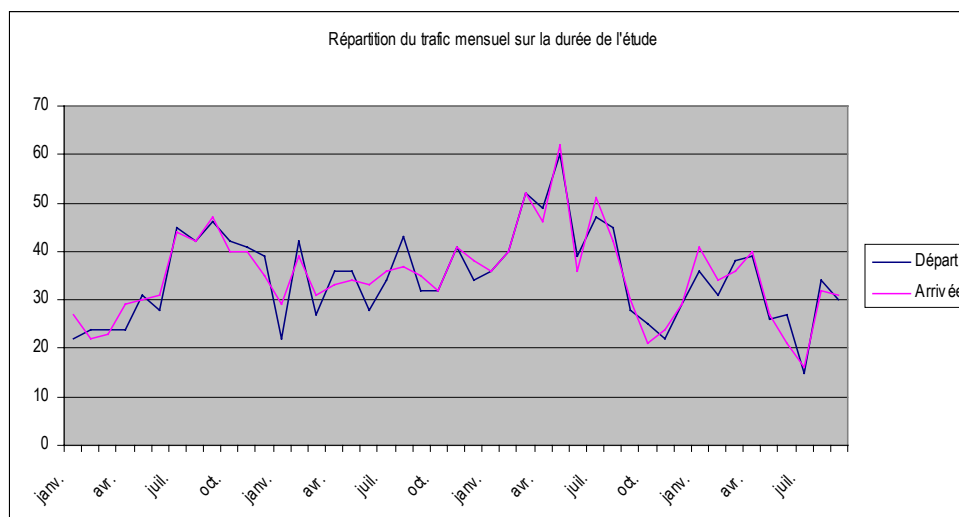
Port de Port La Nouvelle

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	185	21	27	175	408
	Arrivée	287	27	34	62	410
2000	Départ	169	15	31	192	407
	Arrivée	304	13	40	61	418
2001	Départ	221	16	19	216	472
	Arrivée	341	39	31	58	469
2002	Départ	131	9	24	116	280
	Arrivée	190	28	18	42	278

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	2,2%	2,2%	1,7%	1,4%	1,9%
Cargos	63,5%	67,3%	62,7%	60,4%	63,7%
Méthaniers	5,4%	3,7%	2,5%	2,5%	3,6%
Passagers	0,5%	-	-	0,4%	0,2%
Rouliers	0,7%	-	-	0,4%	0,3%
Tankers & Chimiquiers	25,5%	26,5%	33,1%	32,9%	29,4%
Porte-Conteneurs	-	0,2%	-	1,1%	0,3%
Autres	2,2%	-	-	1,1%	0,8%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



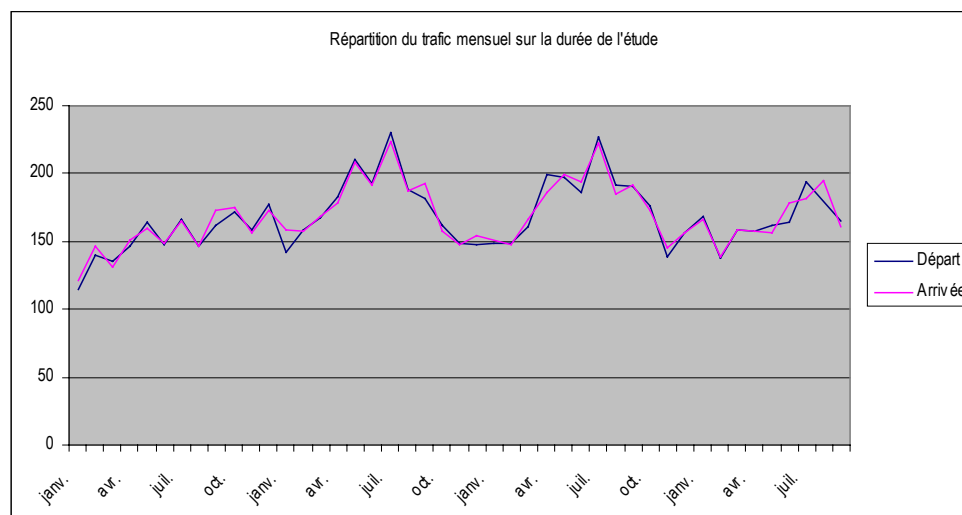
Port de La Spezia

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	1154	122	165	390	1831
	Arrivée	975	169	239	464	1847
2000	Départ	1295	191	197	430	2113
	Arrivée	1203	230	249	446	2128
2001	Départ	1300	214	191	417	2122
	Arrivée	1181	232	224	481	2118
2002	Départ	935	154	108	308	1505
	Arrivée	841	174	134	344	1493

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	5,7%	6,4%	4,8%	6,2%	5,7%
Cargos	33,1%	29,3%	28,8%	27,5%	29,7%
Méthaniers	2,8%	4,9%	5,0%	5,7%	4,6%
Passagers	2,0%	9,7%	10,4%	4,5%	7,0%
Rouliers	9,6%	4,5%	4,9%	6,7%	6,3%
Tankers & Chimiquiers	4,8%	4,1%	3,3%	3,1%	3,8%
Porte-Conteneurs	41,8%	40,4%	42,2%	45,8%	42,3%
Autres	0,3%	0,7%	0,7%	0,4%	0,5%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



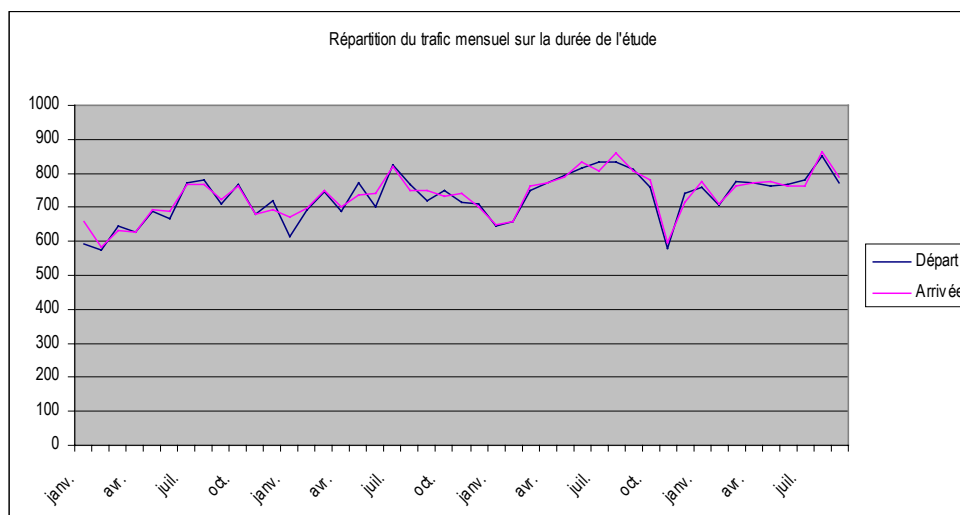
Port de Marseille

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	4008	1462	1206	1547	8223
	Arrivée	4495	1523	998	1266	8282
2000	Départ	4366	1561	1202	1576	8705
	Arrivée	4879	1586	954	1372	8791
2001	Départ	4544	1776	1131	1545	8996
	Arrivée	5132	1735	934	1229	9030
2002	Départ	3610	1375	782	1241	7008
	Arrivée	4021	1279	725	954	6979

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	3,7%	3,2%	3,2%	2,7%	3,2%
Cargos	21,2%	22,4%	22,3%	21,2%	21,8%
Méthaniers	6,4%	7,0%	6,6%	6,6%	6,6%
Passagers	13,7%	15,1%	16,7%	17,7%	15,7%
Rouliers	17,6%	14,9%	16,1%	14,4%	15,8%
Tankers & Chimiquiers	20,5%	20,4%	19,4%	19,8%	20,0%
Porte-Conteneurs	16,2%	16,8%	15,4%	17,3%	16,4%
Autres	0,6%	0,2%	0,4%	0,4%	0,4%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



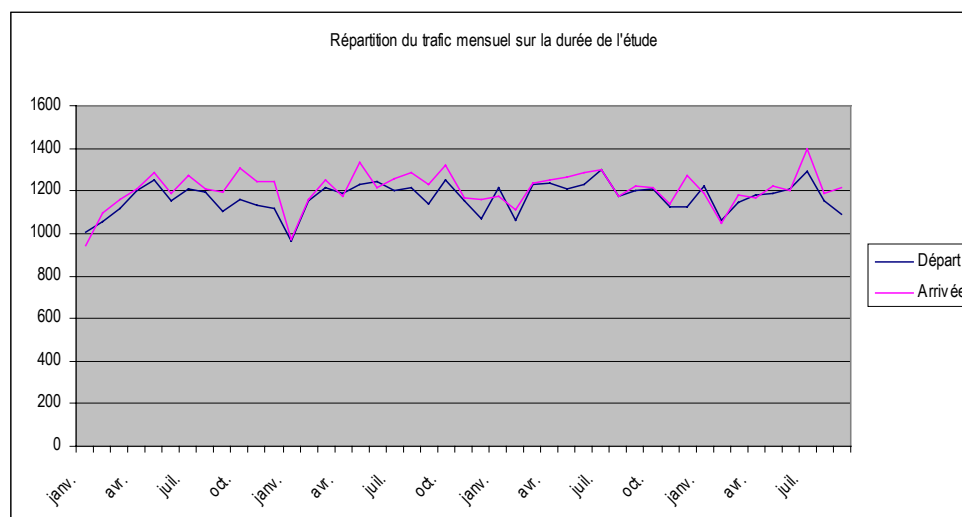
Ports de Méditerranée Orientale

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	8723	12	4966	-	13701
	Arrivée	8955	10	5397	-	14362
2000	Départ	8871	11	5147	-	14029
	Arrivée	9054	6	5474	-	14534
2001	Départ	9067	5	5243	-	14315
	Arrivée	9260	12	5385	-	14657
2002	Départ	6902	6	3753	-	10661
	Arrivée	7194	4	3804	-	11002

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	13,0%	13,3%	13,0%	12,4%	13,0%
Cargos	32,5%	30,3%	30,2%	28,9%	30,6%
Méthaniers	4,2%	3,6%	3,6%	3,6%	3,8%
Passagers	2,0%	2,9%	3,2%	3,4%	2,8%
Rouliers	7,3%	8,1%	8,3%	8,7%	8,1%
Tankers & Chimiquiers	25,1%	25,0%	24,2%	23,3%	24,5%
Porte-Conteneurs	14,5%	15,2%	16,1%	17,8%	15,7%
Autres	1,5%	1,4%	1,5%	2,0%	1,6%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



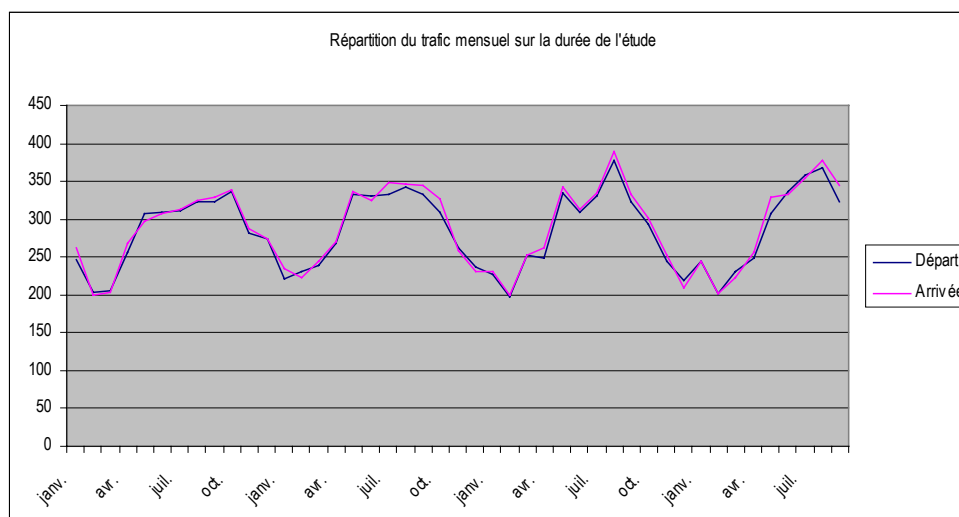
Port de Naples

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	2301	135	99	842	3377
	Arrivée	2247	198	170	788	3403
2000	Départ	2289	162	115	873	3439
	Arrivée	2291	203	157	838	3489
2001	Départ	2193	162	118	885	3358
	Arrivée	2192	189	159	884	3424
2002	Départ	1630	119	91	801	2641
	Arrivée	1684	140	116	725	2665

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	2,2%	2,5%	2,8%	2,3%	2,5%
Cargos	12,2%	14,9%	15,7%	16,0%	14,6%
Méthaniers	5,7%	4,7%	4,9%	4,7%	5,0%
Passagers	37,9%	31,7%	29,2%	30,3%	32,4%
Rouliers	6,4%	14,7%	15,2%	14,2%	12,6%
Tankers & Chimiquiers	11,6%	11,3%	11,5%	10,9%	11,4%
Porte-Conteneurs	23,3%	19,3%	20,3%	21,3%	21,0%
Autres	0,7%	0,9%	0,4%	0,3%	0,6%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



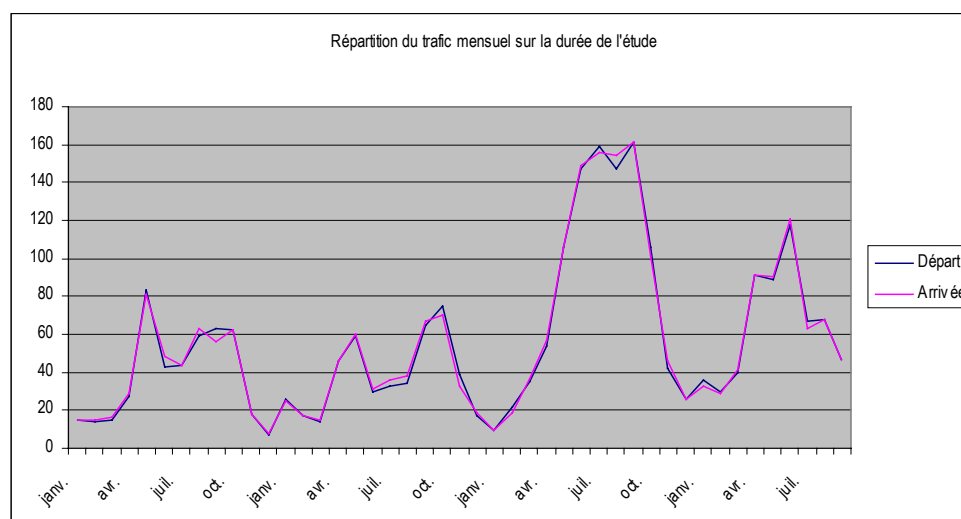
Port de Nice

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	382	22	24	22	450
	Arrivée	393	20	22	20	455
2000	Départ	400	25	11	19	455
	Arrivée	418	14	5	20	457
2001	Départ	943	28	27	16	1014
	Arrivée	963	31	16	11	1021
2002	Départ	554	16	7	10	587
	Arrivée	547	16	5	15	583

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	16,7%	8,4%	7,8%	7,5%	9,4%
Cargos	6,9%	6,4%	3,3%	1,9%	4,2%
Méthaniers	-	-	-	1,2%	0,3%
Passagers	72,9%	84,2%	87,9%	84,8%	83,8%
Rouliers	1,6%	0,2%	0,1%	0,5%	0,5%
Tankers & Chimiquiers	0,4%	-	-	3,2%	0,8%
Porte-Conteneurs	0,7%	-	0,2%	0,5%	0,3%
Autres	0,9%	0,9%	0,8%	0,3%	0,7%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



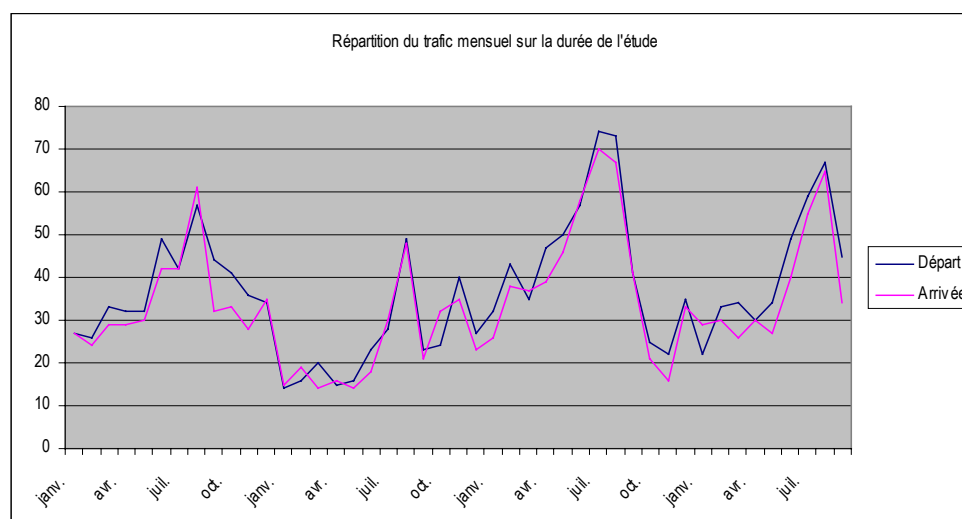
Port d'Oran

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	448	-	5	-	453
	Arrivée	408	-	4	-	412
2000	Départ	288	-	7	-	295
	Arrivée	274	-	11	-	285
2001	Départ	522	-	12	-	534
	Arrivée	484	-	7	1	492
2002	Départ	365	-	7	1	373
	Arrivée	323	-	13	-	336

Répartition du trafic selon les catégories de navires

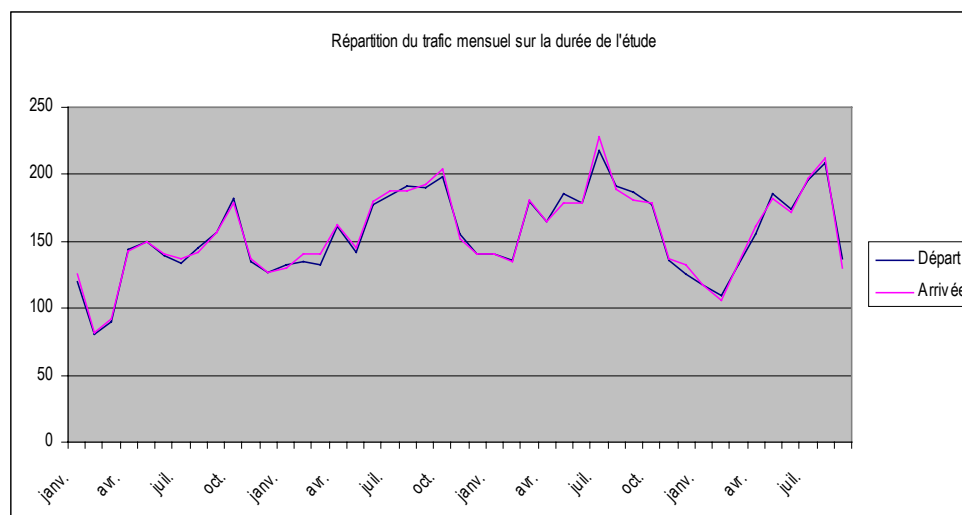
TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	2,2%	2,4%	3,2%	2,7%	2,7%
Cargos	16,1%	20,7%	28,1%	25,7%	23,0%
Méthaniers	-	-	-	0,3%	0,1%
Passagers	36,4%	35,9%	39,1%	45,6%	39,3%
Rouliers	37,7%	36,3%	24,0%	17,7%	28,5%
Tankers & Chimiquiers	2,4%	0,7%	0,7%	2,7%	1,6%
Porte-Conteneurs	5,1%	3,4%	4,7%	5,4%	4,7%
Autres	-	0,7%	0,2%	-	0,2%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	1326	66	60	152	1604
	Arrivée	1358	25	29	201	1613
2000	Départ	1617	60	60	202	1939
	Arrivée	1655	40	30	238	1963
2001	Départ	1651	91	29	248	2019
	Arrivée	1700	43	31	250	2024
2002	Départ	1186	63	17	152	1418
	Arrivée	1230	32	18	131	1411

Type des navires	1998	2000	2001	2002	Total général
Vraquiers	0,9%	0,8%	1,0%	0,6%	0,8%
Cargos	11,1%	8,0%	7,8%	7,2%	8,5%
Méthaniers	0,3%	0,1%	0,1%	-	0,1%
Passagers	66,9%	62,7%	57,4%	60,7%	61,7%
Rouliers	8,6%	17,3%	22,4%	22,8%	17,9%
Tankers & Chimiquiers	6,7%	6,4%	6,7%	5,4%	6,4%
Porte-Conteneurs	5,1%	3,9%	3,9%	3,2%	4,0%
Autres	0,5%	0,7%	0,7%	0,1%	0,5%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



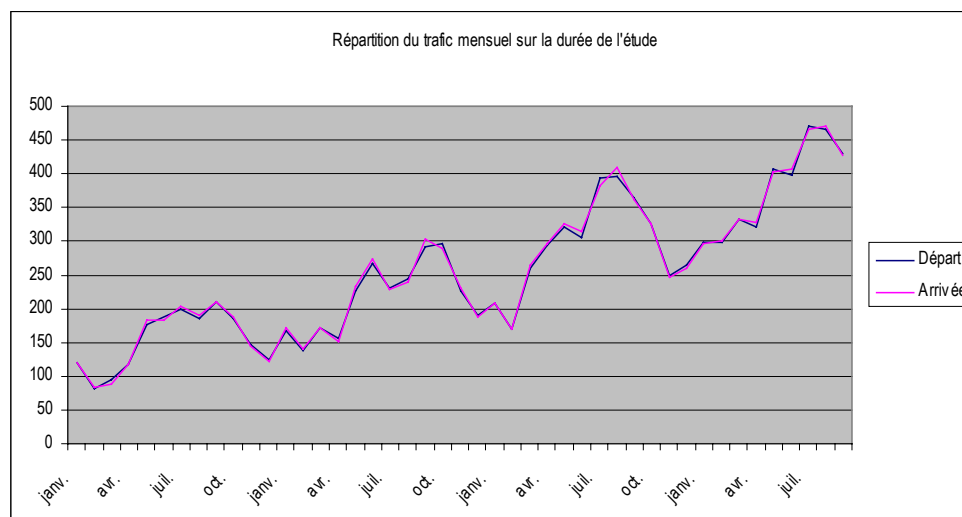
Port de Palma de Mallorca

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	1620	24	96	85	1825
	Arrivée	1625	50	127	33	1835
2000	Départ	2399	52	116	38	2605
	Arrivée	2406	56	120	38	2620
2001	Départ	3330	59	109	59	3557
	Arrivée	3348	56	117	44	3565
2002	Départ	3236	64	71	57	3428
	Arrivée	3228	82	83	41	3434

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	3,8%	2,5%	1,3%	0,7%	1,8%
Cargos	16,9%	4,7%	7,3%	5,8%	7,8%
Méthaniers	0,4%	0,0%	0,1%	-	0,1%
Passagers	26,0%	35,9%	38,6%	39,1%	36,1%
Rouliers	42,6%	49,3%	44,1%	46,9%	45,9%
Tankers & Chimiquiers	7,7%	5,4%	4,7%	3,5%	5,0%
Porte-Conteneurs	1,0%	1,1%	3,1%	3,2%	2,3%
Autres	1,5%	1,0%	0,9%	0,8%	1,0%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



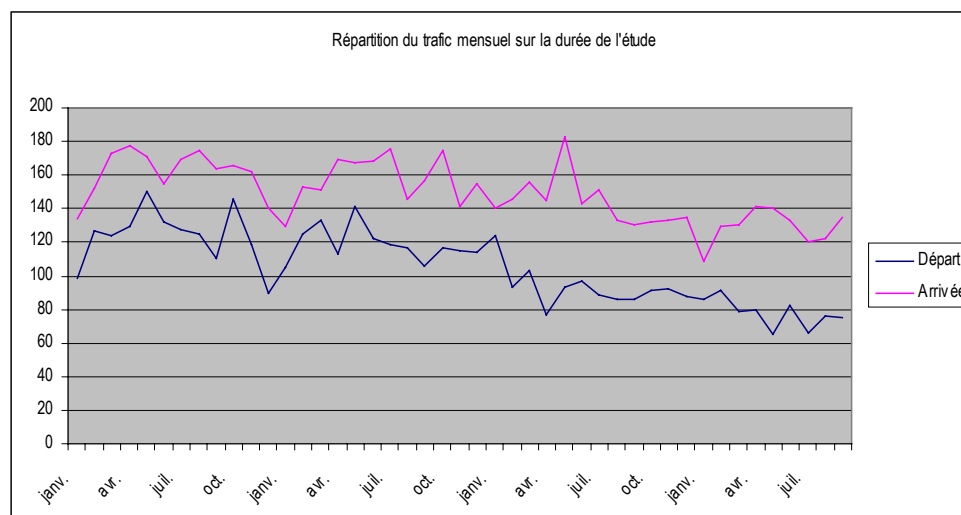
Port du Pirée

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	1010	-	469	-	1479
	Arrivée	1326	-	612	-	1938
2000	Départ	914	-	513	-	1427
	Arrivée	1346	-	541	-	1887
2001	Départ	762	-	357	-	1119
	Arrivée	1266	-	461	-	1727
2002	Départ	477	-	231	-	708
	Arrivée	878	-	297	-	1175

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	18,1%	16,7%	13,8%	10,6%	15,5%
Cargos	23,7%	18,9%	18,6%	20,5%	20,6%
Méthaniers	0,4%	-	0,2%	0,4%	0,2%
Passagers	2,7%	1,5%	1,2%	0,7%	1,7%
Rouliers	13,9%	18,9%	16,4%	16,4%	16,4%
Tankers & Chimiquiers	5,2%	5,7%	4,6%	6,4%	5,4%
Porte-Conteneurs	34,8%	37,1%	43,9%	43,5%	38,9%
Autres	1,3%	1,3%	1,5%	1,6%	1,4%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



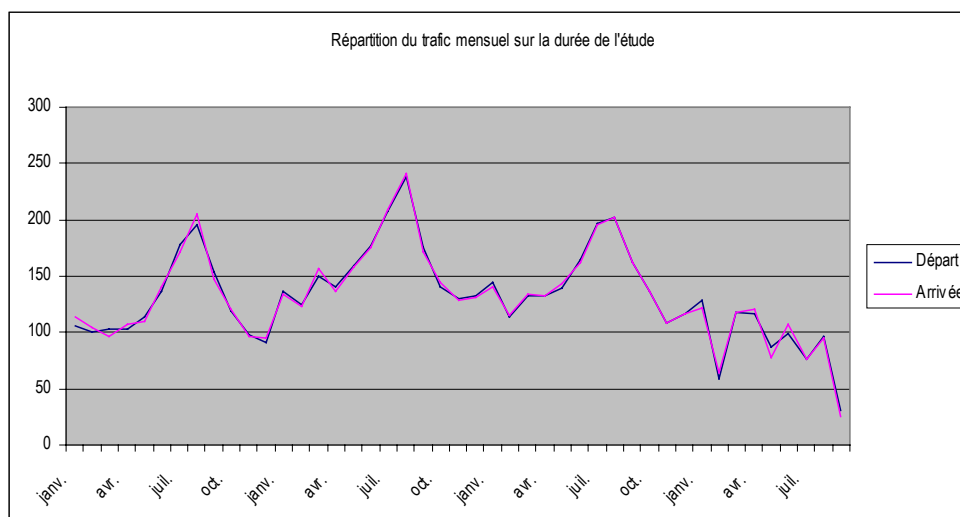
Port de Porto Torres

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	1074	18	89	317	1498
	Arrivée	1150	10	46	302	1508
2000	Départ	1566	19	61	264	1910
	Arrivée	1563	16	67	264	1910
2001	Départ	1437	35	44	233	1749
	Arrivée	1472	10	55	212	1749
2002	Départ	649	7	45	113	814
	Arrivée	659	6	41	101	807

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	1,0%	2,4%	1,4%	0,6%	1,5%
Cargos	10,6%	8,3%	8,2%	9,0%	8,9%
Méthaniers	7,9%	8,1%	8,1%	9,7%	8,3%
Passagers	38,2%	56,1%	56,0%	54,5%	51,4%
Rouliers	1,1%	2,1%	3,2%	2,5%	2,2%
Tankers & Chimiquiers	40,8%	22,4%	23,0%	23,5%	27,3%
Porte-Conteneurs	0,2%	0,6%	0,1%	0,1%	0,3%
Autres	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



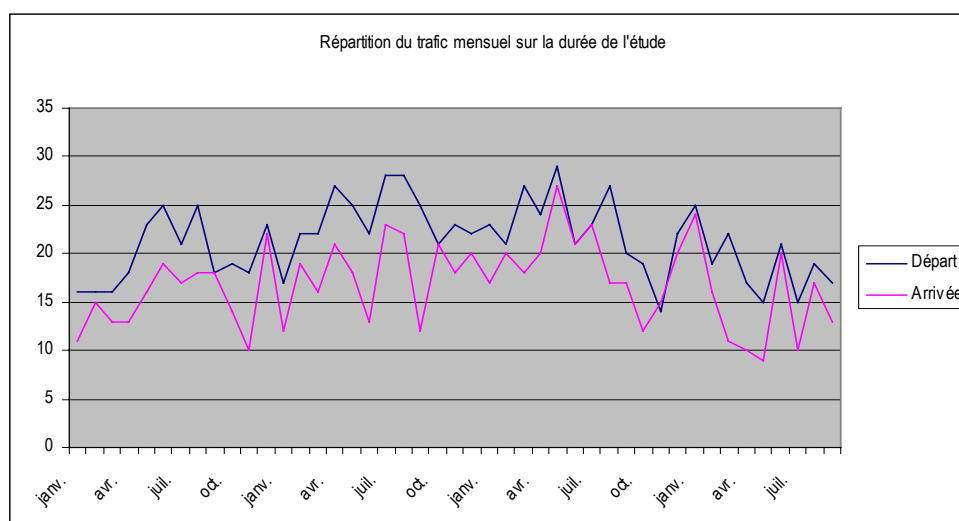
Port de Ras Lanuf

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	134	-	104	-	238
	Arrivée	127	-	59	-	186
2000	Départ	156	-	126	-	282
	Arrivée	135	-	80	-	215
2001	Départ	160	-	110	-	270
	Arrivée	148	-	79	-	227
2002	Départ	95	-	78	-	173
	Arrivée	91	-	39	-	130

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	4,2%	5,0%	4,4%	1,2%	3,9%
Cargos	2,5%	2,1%	3,7%	2,9%	2,8%
Méthaniers	26,5%	25,9%	28,9%	18,5%	25,5%
Rouliers	-	1,8%	3,7%	1,2%	1,8%
Tankers & Chimiquiers	66,0%	64,2%	58,1%	75,1%	64,9%
Porte-Conteneurs	0,8%	1,1%	0,7%	1,2%	0,9%
Autres	-	-	0,4%	-	0,1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



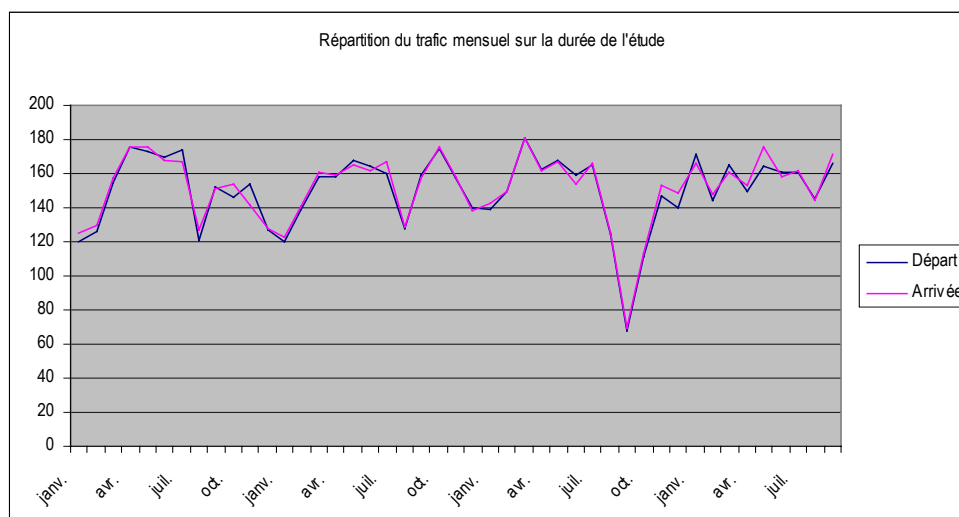
Port de Salerne

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	925	12	355	502	1794
	Arrivée	873	39	227	662	1801
2000	Départ	956	35	282	553	1826
	Arrivée	911	59	187	679	1836
2001	Départ	867	60	295	493	1715
	Arrivée	791	64	233	645	1733
2002	Départ	751	38	218	429	1436
	Arrivée	703	49	217	470	1439

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	2,0%	2,1%	2,1%	2,4%	2,1%
Cargos	38,1%	26,3%	24,5%	24,1%	28,5%
Méthaniers	0,1%	-	-	0,1%	0,0%
Passagers	2,8%	8,8%	11,9%	11,3%	8,5%
Rouliers	20,3%	21,7%	17,8%	17,9%	19,5%
Tankers & Chimiquiers	0,6%	0,2%	-	0,1%	0,2%
Porte-Conteneurs	35,9%	40,9%	43,6%	44,0%	40,9%
Autres	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



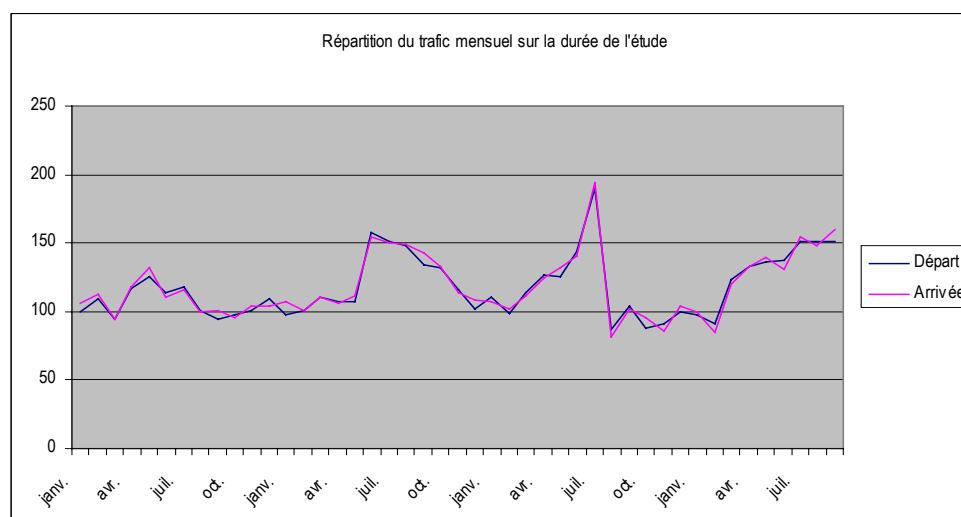
Port de Savone

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	669	30	259	323	1281
	Arrivée	683	22	287	302	1294
2000	Départ	903	26	197	339	1465
	Arrivée	875	33	267	313	1488
2001	Départ	861	37	183	299	1380
	Arrivée	869	30	196	287	1382
2002	Départ	698	29	185	270	1182
	Arrivée	720	16	213	222	1171

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	14,1%	10,4%	10,7%	10,2%	11,3%
Cargos	34,3%	30,6%	28,3%	27,2%	30,1%
Méthaniers		0,1%	0,1%		0,1%
Passagers	19,4%	21,2%	22,5%	22,8%	21,5%
Rouliers	14,8%	23,0%	23,3%	22,7%	21,0%
Tankers & Chimiquiers	16,1%	11,0%	9,6%	10,2%	11,7%
Porte-Conteneurs	1,0%	3,5%	5,2%	6,5%	4,0%
Autres	0,3%	0,1%	0,1%	0,3%	0,2%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



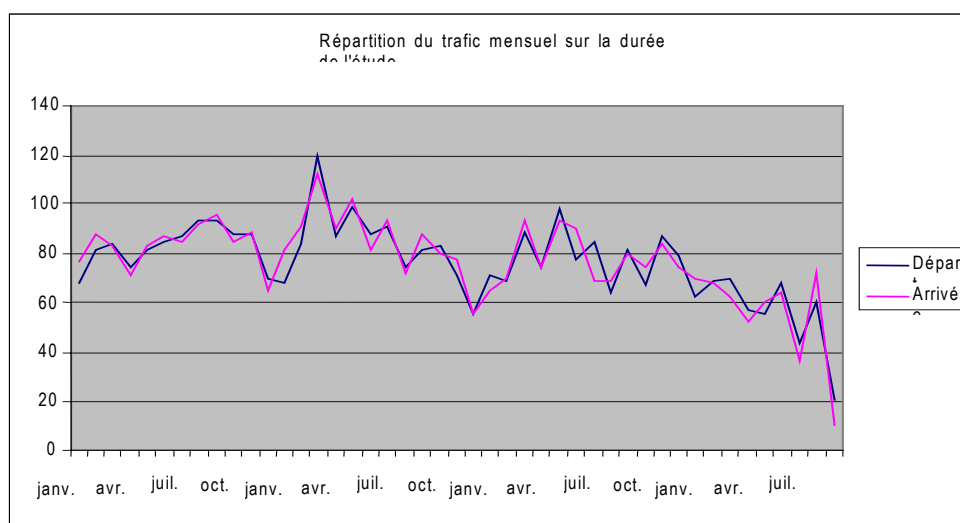
Port de Sète

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	446	110	165	271	992
	Arrivée	444	106	191	260	1001
2000	Départ	479	78	150	295	1002
	Arrivée	388	74	206	358	1026
2001	Départ	464	51	118	310	943
	Arrivée	372	61	166	340	939
2002	Départ	226	12	84	184	506
	Arrivée	164	29	116	186	495

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	8,8%	6,1%	6,2%	7,5%	7,1%
Cargos	47,5%	53,9%	48,1%	39,3%	48,3%
Passagers	5,0%	5,8%	7,5%	12,3%	7,0%
Rouliers	12,7%	13,7%	9,8%	9,3%	11,7%
Tankers & Chimiquiers	17,8%	14,2%	14,6%	16,6%	15,7%
Porte-Conteneurs	4,4%	2,0%	8,7%	9,3%	5,6%
Autres	3,7%	4,4%	5,1%	5,7%	4,6%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



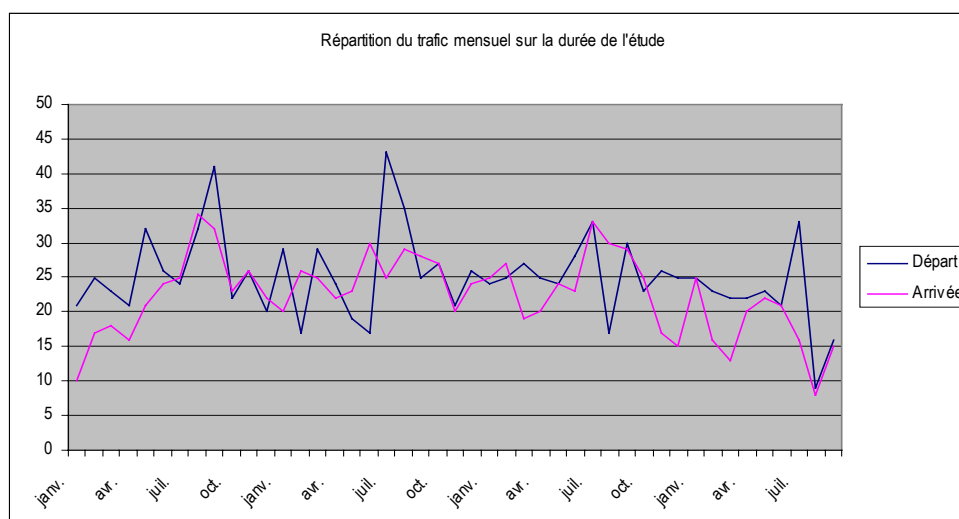
Port de Sfax

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	150	-	163	-	313
	Arrivée	173	-	95	-	268
2000	Départ	151	-	161	-	312
	Arrivée	178	-	121	-	299
2001	Départ	160	-	147	-	307
	Arrivée	171	-	116	-	287
2002	Départ	90	-	107	-	197
	Arrivée	70	-	86	-	156

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	18,2%	12,5%	17,3%	20,8%	16,8%
Cargos	64,2%	67,0%	60,6%	61,9%	63,6%
Méthaniers	0,6%	3,2%	0,7%	-	1,2%
Passagers	-	-	0,3%	-	0,1%
Rouliers	-	1,6%	1,6%	-	0,9%
Tankers & Chimiquiers	15,3%	15,7%	10,7%	6,1%	12,6%
Porte-Conteneurs	0,3%	-	6,2%	10,2%	3,5%
Autres	1,3%	-	2,6%	1,0%	1,2%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



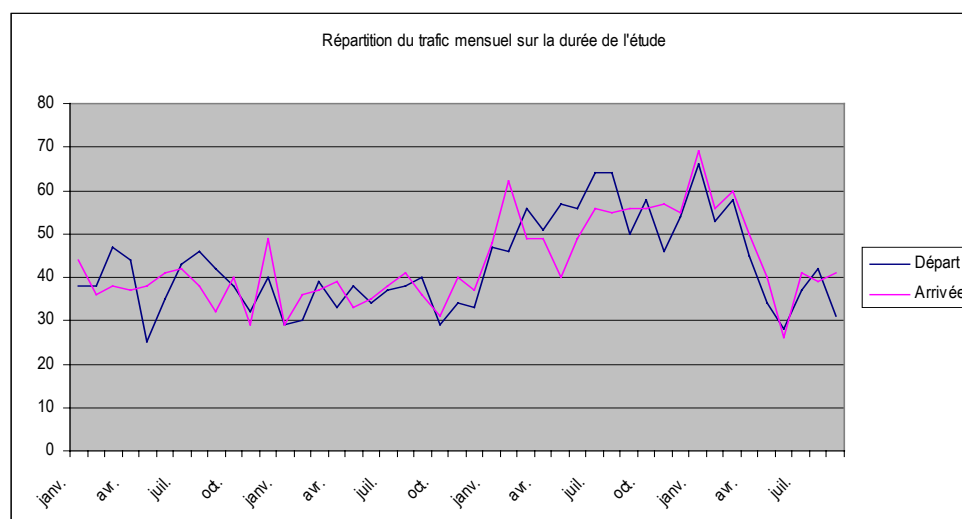
Port de Skikda

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	440	-	26	2	468
	Arrivée	427	-	35	2	464
2000	Départ	383	-	31	-	414
	Arrivée	405	-	25	2	432
2001	Départ	600	-	44	5	649
	Arrivée	583	-	49	-	632
2002	Départ	376	-	18	-	394
	Arrivée	384	-	42	-	426

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	3,4%	3,9%	2,3%	2,0%	2,9%
Cargos	10,5%	9,9%	14,5%	21,6%	14,0%
Méthaniers	21,4%	42,5%	33,9%	33,2%	32,6%
Passagers	4,3%	4,1%	4,5%	3,6%	4,2%
Rouliers	12,4%	15,7%	9,4%	10,7%	11,7%
Tankers & Chimiquiers	26,5%	22,2%	30,7%	22,3%	26,1%
Porte-Conteneurs		1,2%	4,5%	6,1%	3,0%
Autres	21,6%	0,5%	0,3%	0,5%	5,6%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



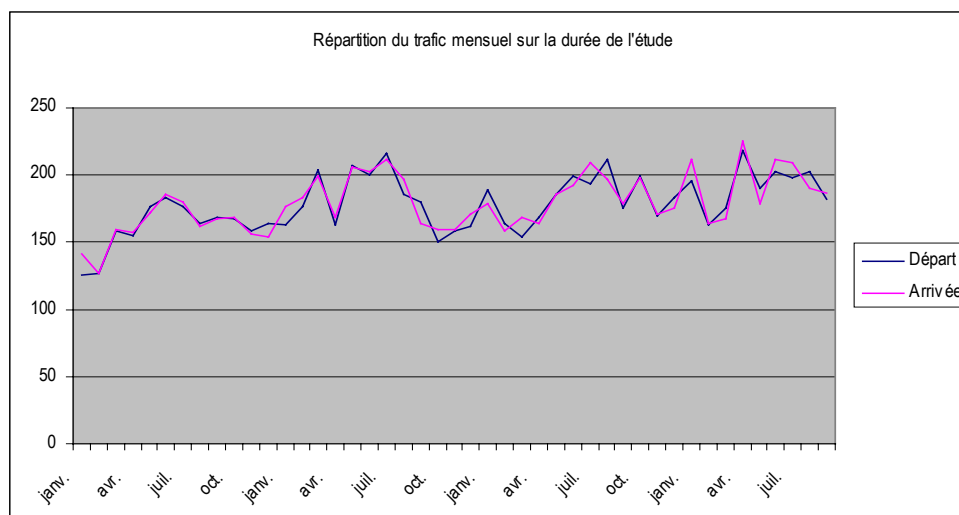
Port de Tarragone

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	972	86	537	328	1923
	Arrivée	908	64	595	363	1930
2000	Départ	1089	77	598	402	2166
	Arrivée	1032	84	635	449	2200
2001	Départ	1035	112	597	448	2192
	Arrivée	983	153	631	409	2176
2002	Départ	956	84	415	294	1749
	Arrivée	868	99	445	331	1743

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	14,3%	13,3%	14,1%	14,0%	13,9%
Cargos	25,0%	18,8%	19,5%	23,1%	21,4%
Méthaniers	9,8%	11,1%	9,8%	10,6%	10,3%
Passagers	0,2%	0,1%	0,4%	0,3%	0,2%
Rouliers	11,1%	13,9%	12,4%	14,4%	12,9%
Tankers & Chimiquiers	36,5%	36,9%	39,6%	33,1%	36,7%
Porte-Conteneurs	2,4%	4,8%	3,3%	4,3%	3,7%
Autres	0,8%	1,1%	1,0%	0,2%	0,8%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



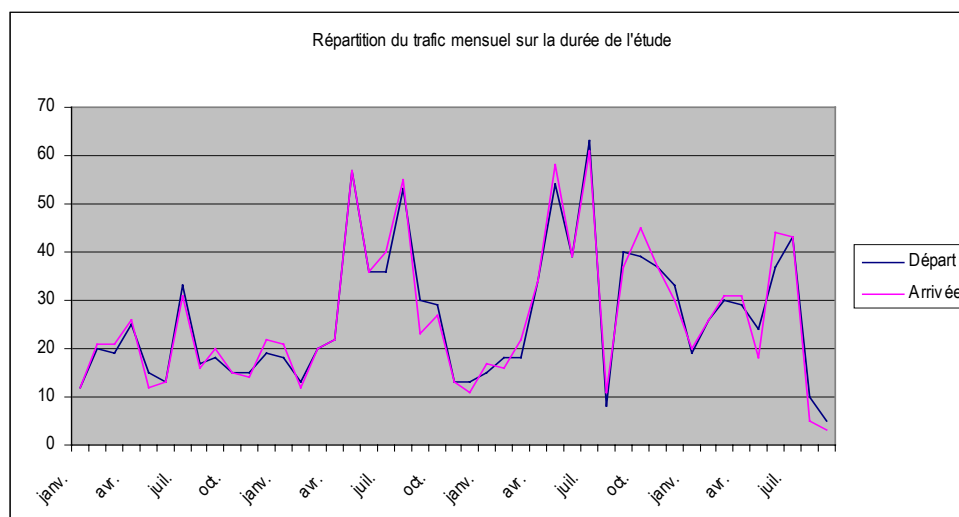
Port de Toulon

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	100	10	42	69	221
	Arrivée	115	19	38	51	223
2000	Départ	233	10	43	54	340
	Arrivée	232	13	37	55	337
2001	Départ	293	13	49	43	398
	Arrivée	321	4	48	34	407
2002	Départ	173	7	16	28	224
	Arrivée	174	11	10	26	221

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	2,3%	1,2%	0,8%	0,9%	1,2%
Cargos	46,2%	21,2%	17,6%	13,4%	23,2%
Méthaniers	0,5%	-	-	-	0,1%
Passagers	19,9%	26,8%	58,5%	60,3%	42,5%
Rouliers	11,3%	12,1%	6,0%	12,1%	9,9%
Tankers & Chimiquiers	5,0%	2,9%	7,8%	6,7%	5,7%
Porte-Conteneurs	7,2%	0,9%	1,3%	0,4%	2,1%
Autres	7,7%	35,0%	8,0%	6,3%	15,4%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



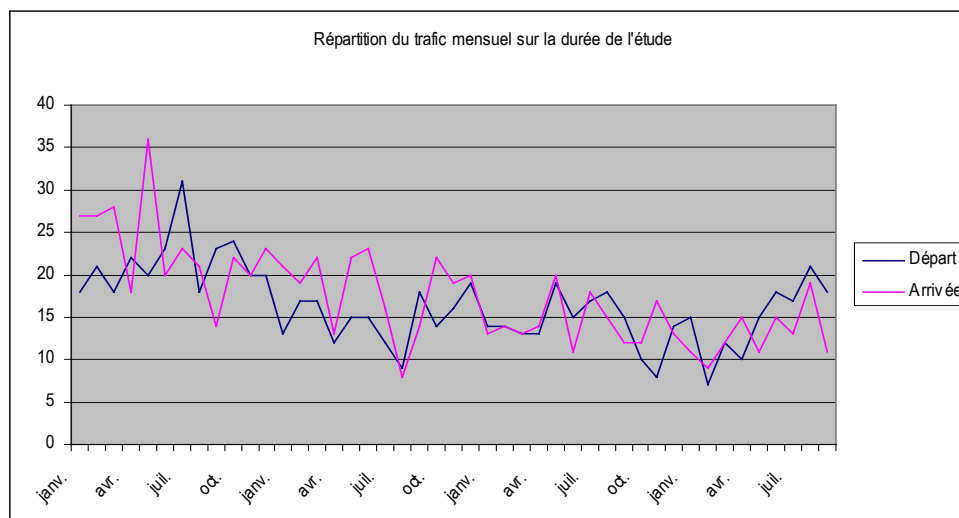
Port de Tripoli

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	123	-	135	-	258
	Arrivée	91	-	188	-	279
2000	Départ	80	-	97	-	177
	Arrivée	71	-	148	-	219
2001	Départ	78	-	92	-	170
	Arrivée	86	-	86	-	172
2002	Départ	80		54		134
	Arrivée	62		54		116

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	2,7%	5,1%	5,3%	2,2%	3,8%
Cargos	38,0%	44,1%	46,5%	42,5%	42,2%
Passagers	17,1%	10,2%	6,5%	1,5%	10,1%
Rouliers	29,8%	30,5%	29,4%	24,6%	29,0%
Tankers & Chimiquiers	0,4%	1,1%	-	-	0,4%
Porte-Conteneurs	11,2%	8,5%	11,8%	27,6%	13,7%
Autres	0,8%	0,6%	0,6%	1,5%	0,8%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



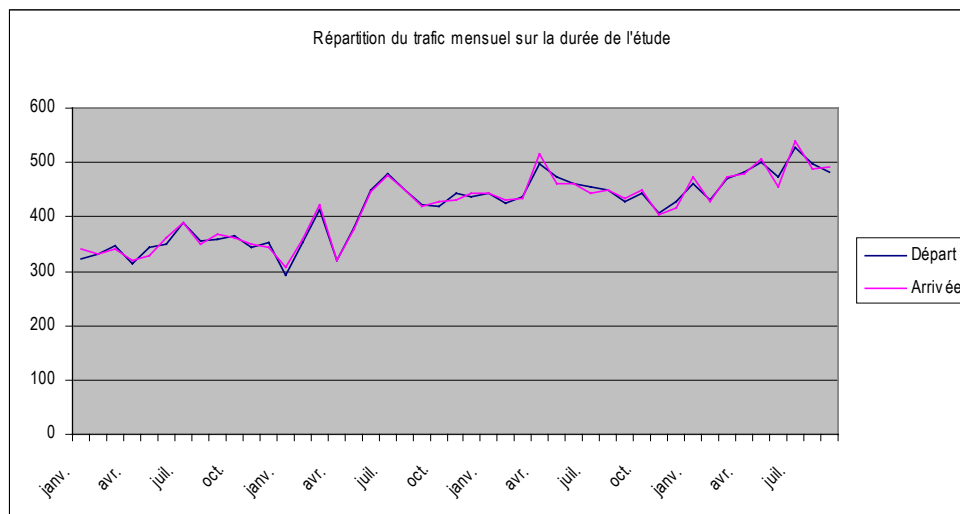
Port de Valence

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	2458	145	1145	427	4175
	Arrivée	2373	172	1132	513	4190
2000	Départ	3193	97	1107	460	4857
	Arrivée	3132	137	1050	560	4879
2001	Départ	3418	168	1340	417	5343
	Arrivée	3421	218	1111	590	5340
2002	Départ	2705	183	1118	337	4343
	Arrivée	2759	215	920	444	4338

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	7,1%	5,8%	6,1%	5,9%	6,2%
Cargos	24,7%	21,5%	18,3%	17,0%	20,3%
Méthaniers	-	-	0,0%	0,0%	0,0%
Passagers	3,7%	8,6%	9,4%	10,9%	8,3%
Rouliers	16,0%	24,9%	22,6%	20,9%	21,3%
Tankers & Chimiquiers	5,7%	4,8%	4,3%	3,8%	4,6%
Porte-Conteneurs	42,5%	34,1%	38,3%	40,5%	38,6%
Autres	0,4%	0,4%	0,9%	1,0%	0,7%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%



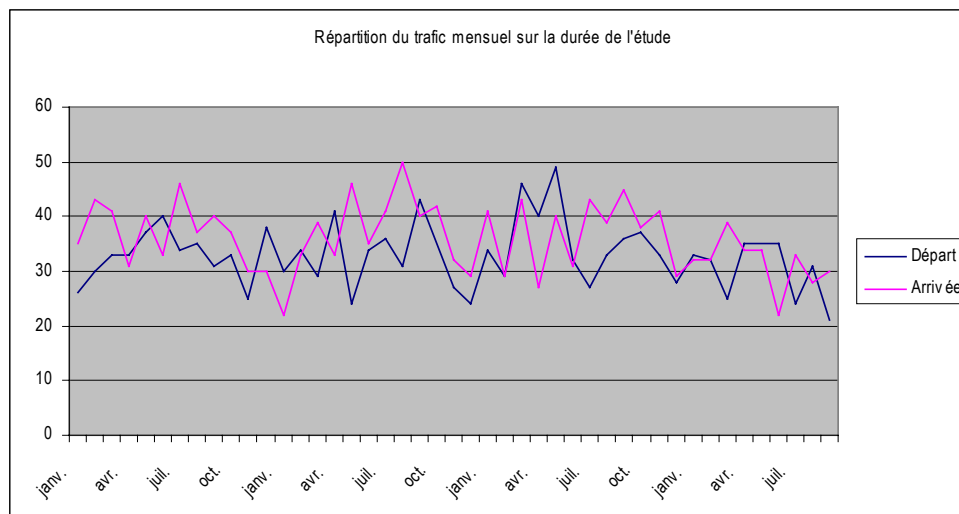
Port de Venise

Nombre de trajets au départ et à l'arrivée des différentes zones

		EUROPE DU SUD	AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL
1998	Départ	277	-	118	-	395
	Arrivée	322	-	121	-	443
2000	Départ	275	-	113	-	388
	Arrivée	297	-	145	-	442
2001	Départ	310	-	114	-	424
	Arrivée	324	-	122	-	446
2002	Départ	168	-	104	-	272
	Arrivée	224	-	73	-	297

Répartition du trafic selon les catégories de navires

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL GÉNÉRAL
Vraquiers	19,0%	18,8%	19,1%	21,0%	19,3%
Cargos	26,1%	21,1%	18,2%	24,6%	22,2%
Méthaniers	7,3%	6,7%	5,0%	4,8%	6,0%
Passagers	5,3%	4,4%	5,4%	5,1%	5,1%
Rouliers	2,5%	1,3%	0,9%	2,9%	1,8%
Tankers & Chimiquiers	35,4%	32,2%	34,7%	33,8%	34,1%
Porte-Conteneurs	3,8%	14,9%	16,0%	6,3%	10,7%
Autres	0,5%	0,5%	0,7%	1,5%	0,7%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%





Parc technologique du Canal
8-10 rue Hermès - 31526 Ramonville Cedex - France
Tél. +33 (0)5 61 39 46 00 - Fax +33 (0)5 61 39 46 10
E. mail : contact@scot.cnes.fr

**Ministère de l'Équipement, des Transports,
du Logement, du Tourisme et de la Mer**
**Direction des Affaires Maritimes
et des Gens de Mer**
Marché n° 02/015/M

ÉTUDE DU TRAFIC MARITIME EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

Annexe 2

30 janvier 2004

DT/TRA/03-363

Étude du trafic maritime en Méditerranée occidentale

Annexe 2

Document n°: DT/TRA/03-363

Version: 2

Date: 30 janvier 2004

Approbations

	Nom	Date	Signature
Préparé par	Thierry RABAUTE Arnaud FIROBEN	26 janvier 2004	
Approuvé par le Chef de Projet	Thierry RABAUTE	28 janvier 2004	
Distribution autorisée par le Directeur	Didier REBOUX	30 janvier 2004	

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	9
1.1 Objectif	9
1.2 Champ d'application	9
1.3 Démarche proposée	10
1.4 Partenaires impliqués	10
2. SÉLECTION DES DONNÉES	11
2.1 Les satellites Radarsat et ERS	11
2.2 Images Radarsat d'archives	13
2.3 Images Radarsat programmées	16
2.4 Images ERS d'archives	16
2.4.1 Site de Gibraltar	17
2.4.2 Site de Malte	18
2.4.3 Site du canal de Corse	19
2.4.4 Site du détroit de Sicile	20
3. CARACTÉRISATION D'UN NAVIRE SUR UNE IMAGE RADAR	21
3.1 Définition d'un bateau sur une image	21
3.2 Caractérisation du sillage	24
3.3 Évaluation de la vitesse d'un navire	25
4. TRAITEMENT D'UNE IMAGE RADARSAT	29
4.1 Objectifs et méthodologie	29
4.2 Mise en œuvre	29
4.2.1 Choix de la méthode de recalage	29
4.2.2 Choix de l'image à utiliser pour localiser les bateaux	32
4.3 Présentation des résultats	32
4.3.1 Cibles détectées sur l'image en géométrie radar	33
4.3.2 Image radar et cibles en coordonnées géographiques	34
4.3.3 Liste des cibles détectées	34
5. TRAITEMENT GLOBAL DES COUVERTURES RADARSAT	36

5.1 Objectifs et méthodologie	36
5.2 Mise en œuvre	37
5.2.1 Évaluation de la distance maximale entre deux échos d'une même cible	37
5.2.2 Calcul de la distance entre deux cibles	37
5.3 Présentation des résultats	38
5.3.1 Carte des bateaux	38
5.3.2 Liste des bateaux détectés	39
5.3.3 Liste des fausses alarmes éliminées	40
6. TRAITEMENT D'UNE IMAGE ERS	42
6.1 Objectifs et méthodologie	42
6.2 Mise en œuvre	43
6.2.1 Choix de la méthode de recalage	43
6.2.2 Choix de l'image à utiliser pour la localisation des bateaux	44
6.2.3 Choix de la méthode d'estimation du sillage	46
6.2.4 Choix de la méthode d'estimation de la direction et du cap	48
6.3 Description des algorithmes utilisés	49
6.3.1 Sélection des maxima	49
6.3.2 Sélection automatique des cibles potentielles	50
6.4 Présentation des résultats	53
6.4.1 Image et cibles projetées sur une carte	54
6.4.2 Liste des cibles détectées	55
7. ANALYSE ET VALIDATION DES RÉSULTATS	57
7.1 Résultats issus des données Radarsat	57
7.1.1 Analyse générale	57
7.1.2 Validation détaillée	58
7.2 Résultats issus des données ERS	64
7.3 Analyse complémentaire	65
8. PROCÉDURES	68
8.1 Procédure de traitement d'une image Radarsat-1	68
8.1.1 Extraction des données	68
8.1.2 Procédure d'identification des bateaux dans l'image	69
8.1.3 Procédure de projection de l'image sur une carte	73
8.2 Procédure de traitement d'une couverture Radarsat-1	73
8.2.1 Détermination automatique des échos proches	74
8.3 Procédure de traitement d'une image ERS	79
8.3.1 Extraction des données	79

<i>8.3.2 Procédure d'identification des bateaux dans l'image</i>	<i>79</i>
<i>8.3.3 Procédure de calcul des coordonnées des cibles</i>	<i>81</i>
<i>8.3.4 Procédure d'estimation de la vitesse d'une cible</i>	<i>84</i>
<i>8.3.5 Procédure d'estimation de la direction et du cap d'une cible</i>	<i>85</i>

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Différents modes de prises de vue du satellite Radarsat-1	11
Figure 2.	Couvertures et résolutions des différents modes de prise de vue du satellite Radarsat-1	12
Figure 3.	Couverture d'images Radarsat-1 d'archives	14
Figure 4.	Couverture d'images Radarsat-1 programmées	14
Figure 5.	Données ERS sur le site de Gibraltar (mode descendant)	17
Figure 6.	Données ERS sur le site de Malte (mode ascendant)	18
Figure 7.	Données ERS sur le site du canal de Corse (mode descendant)	19
Figure 8.	Données ERS sur le site du détroit de Sicile (mode ascendant)	20
Figure 9.	Bateaux sur une image SAR	22
Figure 10.	Influence de l'état de la mer sur l'image radar	22
Figure 11.	Cible très étalée mais correspondant à un seul bateau	23
Figure 12.	Fausse alarme détectée en terrain montagneux	24
Figure 13.	Exemples de sillages détectés sur des images ERS	25
Figure 14.	Définition du repère utilisé pour l'estimation de la vitesse	26
Figure 15.	Définition du vecteur vitesse de la cible mobile	26
Figure 16.	Cibles détectées sur l'image en géométrie radar	33
Figure 17.	Cibles détectées sur l'image en coordonnées géographiques	34
Figure 18.	Fichier ASCII des cibles détectées	35
Figure 19.	Carte des bateaux identifiés sur le bassin de la Méditerranée occidentale	39
Figure 20.	Liste des bateaux détectés pour une couverture	40
Figure 21.	Liste des cibles fixes identifiées pour une couverture	41
Figure 22.	Pointe de la Corse : image en pleine résolution (gauche) et image MTV (droite)	45
Figure 23.	Transformée de Radon	46
Figure 24.	Algorithme de sélection des maxima	49
Figure 25.	Modèle du chapeau haut de forme	50
Figure 26.	Image et cibles projetées sur une carte	54
Figure 27.	Liste des cibles détectées sur une image	56
Figure 28.	Cartes des couvertures étudiées et des bateaux détectés	58

Figure 29. Comparaison navires détectés par Radarsat / navires enregistrés par les sémaphores (1998)	62
Figure 30. Comparaison navires détectés par Radarsat / navires enregistrés par les sémaphores (mars 2002)	63
Figure 31. Couverture réalisée en 48 h par Envisat en mode Wide Swath	66
Figure 32. Couverture réalisée en 48 h par Radarsat en mode Scansar Wide	67
Figure 33. Couverture réalisée en 48 h par Radarsat en mode Scansar Narrow	67
Figure 34. Procédure d'extraction des données Radarsat	68
Figure 35. Procédure d'identification des bateaux dans une image	69
Figure 36. Modèle du chapeau haut de forme	71
Figure 37. Procédure de projection de l'image radar sur une carte	73
Figure 38. Procédure d'identification des cibles fixes	74
Figure 39. Îlot identifié sur deux images	77
Figure 40. Bateaux identifiés sur une seule image	77
Figure 41. Petit archipel identifié sur deux images radar	78
Figure 42. Bateaux identifiés par analyse visuelle de la forme de la cible	78
Figure 43. Procédure d'extraction des données à partir du CD-Rom	79
Figure 44. Procédure d'identification des bateaux dans l'image ERS	80
Figure 45. Procédure de calcul des coordonnées des cibles détectées	81
Figure 46. Procédure d'élimination des fausses alarmes inter-images	83
Figure 47. Procédure d'estimation de la vitesse d'une cible	84
Figure 48. Différence entre direction et cap d'un navire	86
Figure 49. Procédure d'estimation de la direction et du cap d'une cible	87

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Liste des images Radarsat-1 d'archives	15
Tableau 2. Liste des images Radarsat-1 programmées	15
Tableau 3. Localisation des sites d'utilisation des données ERS	16
Tableau 4. Liste des images ERS d'archives sur le site de Gibraltar	17
Tableau 5. Liste des images ERS d'archives sur le site de Malte	18
Tableau 6. Liste des images ERS d'archives sur le site du canal de Corse	19
Tableau 7. Liste des images ERS d'archives sur le site du détroit de Sicile	20
Tableau 8. Messages Navcom enregistrés sur la ligne Barcelone-Gênes autour des prises de vue Radarsat 2002	61
Tableau 9. Simulation de couvertures avec plusieurs instruments	66

1. INTRODUCTION

1.1 Objectif

L'objectif de la présente étude est de parfaire la connaissance du trafic maritime dans la partie occidentale de la mer Méditerranée en fournissant à la DAMGM des éléments quantifiés permettant d'apprécier les risques maritimes dans la zone.

Ces éléments seront établis à partir d'informations d'origines différentes (données portuaires, images satellite, prospection) et permettront de caractériser le trafic maritime actuel, d'établir les tendances d'évolution de celui-ci pour les prochaines années et d'étudier les risques d'accidents majeurs liés à celui-ci afin de définir à terme une politique de surveillance inscrite dans un contexte régional.

1.2 Champ d'application

La démarche globale mise en œuvre dans le cadre de cette étude comporte cinq volets principaux :

- ✎ La collecte d'informations décrivant le trafic maritime auprès des autorités portuaires couvrant la Méditerranée occidentale et d'organismes détenteurs de bases de données relatives à ce trafic et l'analyse statistique de ces informations,
- ✎ L'extraction d'informations caractéristiques à partir de données d'observation de la Terre ou d'observations in situ permettant de corroborer les résultats de l'analyse statistique précédemment évoquée,
- ✎ Une étude prospective sur les tendances caractérisant l'évolution du trafic maritime pour les années à venir,
- ✎ La réalisation d'une étude méthodologique sur les risques d'accidents liés au trafic et leurs conséquences,
- ✎ La synthèse de l'ensemble des informations obtenues.

Ce document constitue l'annexe au rapport final de l'étude concernant le volet relatif à la sélection et au traitement de données d'observation de la Terre.

1.3 Démarche proposée

Cette partie de l'étude est destinée à extraire des informations caractéristiques à partir de données d'observation de la Terre ou d'observations in situ afin d'étayer les résultats de l'analyse statistique menée dans le premier volet du projet.

Elle se décompose en plusieurs points :

- ⌘ L'identification et la sélection de données d'observation de la Terre utilisables pour atteindre l'objectif visé,
- ⌘ L'acquisition des données sélectionnées auprès du fournisseur correspondant,
- ⌘ Le traitement des données acquises et l'extraction des informations attendues,
- ⌘ La représentation des résultats,
- ⌘ L'analyse de ces résultats.

1.4 Partenaires impliqués

Les partenaires impliqués dans ce volet de l'étude sont :

- ⌘ Scot pour la sélection et l'acquisition des données d'observation de la Terre et l'intégration des informations relatives au trafic maritime extraites de ces données dans un SIG,
- ⌘ Kinoa pour l'identification et la sélection des données d'observation de la Terre, pour le traitement de ces données et l'extraction des informations relatives au trafic maritime à partir de ces données.

2. SÉLECTION DES DONNÉES

2.1 Les satellites Radarsat et ERS

Les données d'observation de la Terre dont l'utilisation est prévue dans le cadre du projet sont de deux types :

- ⌘ Des images acquises par le satellite Radarsat-1,
- ⌘ Des images acquises par les satellites ERS.

Le satellite Radarsat-1

Ce satellite lancé par l'Agence Spatiale Canadienne et dont les données sont distribuées par Radarsat Int. est doté d'un radar imageur qui offre plusieurs modes de prise de vue avec des angles de visée et des résolutions différentes.

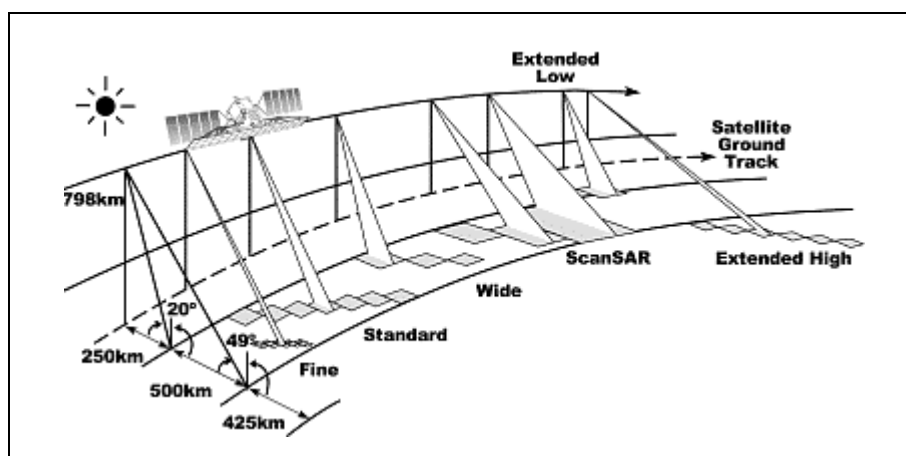


Figure 1. Différents modes de prises de vue du satellite Radarsat-1

Les caractéristiques du radar du satellite Radarsat-1 sont les suivantes :

- ⌘ Bande C
- ⌘ Polarisation HH
- ⌘ 7 faisceaux de prises de vue (Figure 1) offrant une large gamme d'angles d'incidence (10 à 59°), de fauchées (50 à 500 km) et de résolutions (8 à 100 m).

La résolution caractérise la distance minimale entre deux cibles pour pouvoir les discriminer sur l'image.

- ⌘ Date de lancement : 4 novembre 1995 (durée de vie initialement prévue : 5 ans)
- ⌘ Délai de revisite élevé pour le suivi des phénomènes et les acquisitions d'urgence (de l'ordre de 2 à 3 jours en utilisant toutes les possibilités de dépointage de l'antenne)
- ⌘ Possibilité de programmation pour les urgences avec gestion des priorités et traitement des données en quasi temps-réel
- ⌘ Étalonnage des données pour les études sur la détection des changements.

Le mode de prise de vue retenu est le mode ScanSAR qui permet la couverture de larges zones d'un seul tenant (Figure 2). Dans ce mode, deux, trois ou quatre faisceaux simples sont utilisés conjointement pendant l'acquisition de données. Chaque faisceau est sélectionné consécutivement afin d'enregistrer des données sur une fauchée virtuelle plus large que ne le permet un seul d'entre eux. Le temps de commutation d'un faisceau au suivant est choisi pour assurer au moins une « vue » de la surface de la Terre par chaque faisceau pendant la durée d'éclairement par l'antenne le long de la trace du satellite. En pratique, le basculement des faisceaux radar est adapté pour permettre deux observations par faisceau pendant cette durée.

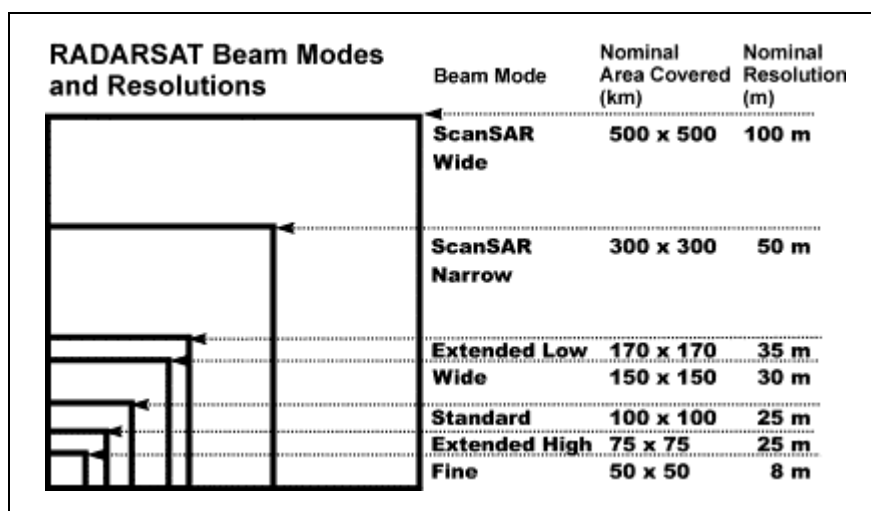


Figure 2. Couvertures et résolutions des différents modes de prise de vue du satellite Radarsat-1

Le multiplexage de faisceau intrinsèque au mode ScanSAR réduit le taux d'échantillonnage effectif à l'intérieur de chaque faisceau. L'extension de la fauchée est par conséquent obtenue au détriment de la résolution spatiale.

Deux options sont possibles pour l'acquisition en mode ScanSAR avec Radarsat-1 :

- ⌘ l'option Wide (couverture 500 x 500 km, résolution 100 m et taille du pixel 25 m),
- ⌘ l'option Narrow (couverture 300 x 300 km, résolution 50 m et taille du pixel 25 m).

Cette deuxième option, qui s'avère la mieux adaptée à la détection des navires [Kourti 2002], est celle retenue pour obtenir des images formant une couverture globale de la zone d'étude.

Les satellites ERS

Ces satellites lancés par l'Agence Spatiale Européenne et dont les données sont distribuées par Eurimage incluent plusieurs instruments dont un radar imageur identique pour les plates-formes ERS-1 et ERS-2.

Les caractéristiques du radar des satellites ERS sont les suivantes :

- ⌘ Bande C
- ⌘ Polarisation VV
- ⌘ Date de lancement : 17 juillet 1991 pour ERS-1 (fin de mission le 10 mars 2000) et 20 avril 1995 pour ERS-2 (durée de vie initialement prévue : 3 ans)
- ⌘ Un seul mode de prise de vue (résolution : 30 m, fauchée : 100 km, angle d'incidence : 23°)
- ⌘ Délai de revisite fixe : 35 jours (pouvant être ramené à 17 jours en combinant des prises de vue en orbite ascendante et descendante)

En raison de leur résolution et de leur couverture plus limitée, la mise en œuvre d'images acquises par le satellite ERS est prévue pour réaliser une étude plus détaillée de sites d'intérêts d'étendue réduite.

2.2 Images Radarsat d'archives

L'identification des données à utiliser a dans un premier temps porté sur la disponibilité d'images Radarsat-1 en archive. Les critères utilisés pour la recherche sont les suivants :

- ⌘ mode de prise de vue,
- ⌘ taux de couverture de la zone d'étude,
- ⌘ intervalle temporel réduit entre les différentes scènes formant la couverture,

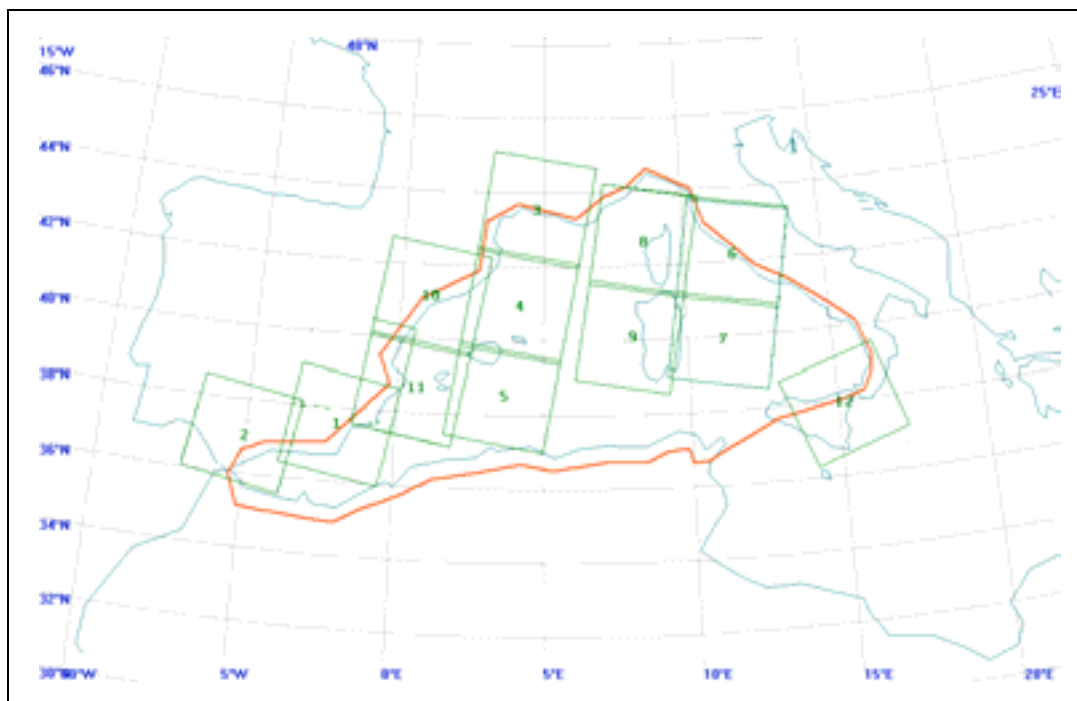


Figure 3. Couverture d'images Radarsat-1 d'archives

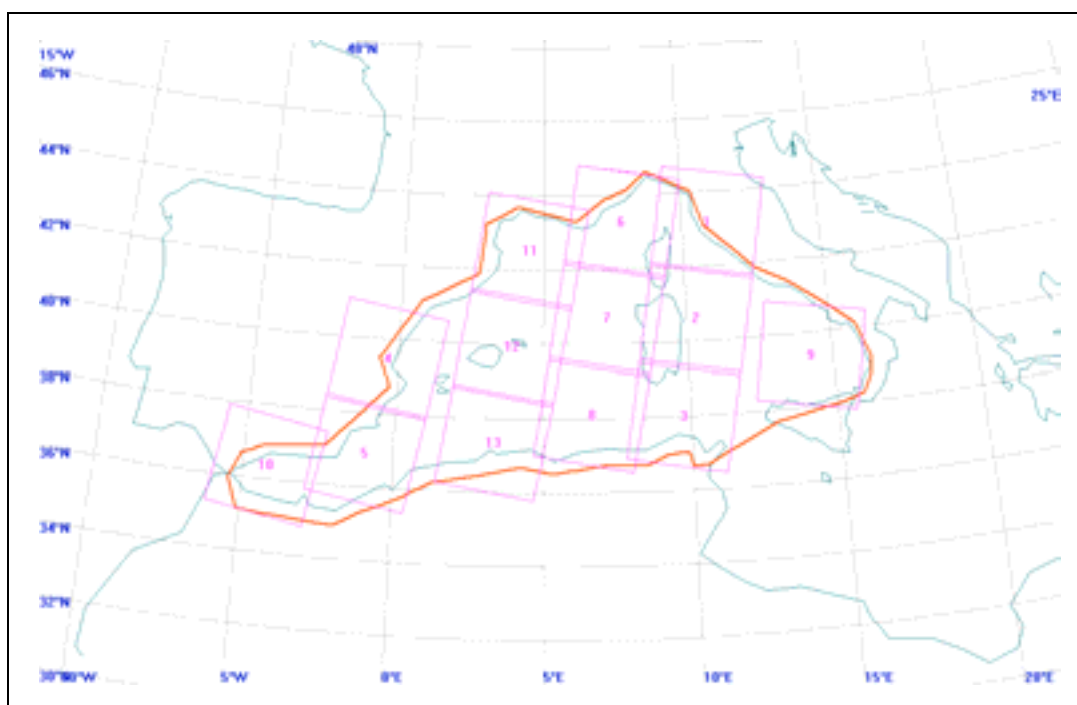


Figure 4. Couverture d'images Radarsat-1 programmées

IMAGE	RÉGION	DATE	CODE
1	Sud de l'Espagne / Malaga	22 avril 1998	M0291986
2	Détroit de Gibraltar	25 avril 1998	C0023482
3	Sud de la France	3 mai 1998	C0023488
4	Barcelone et Baléares	3 mai 1998	C0023496
5	Baléares	3 mai 1998	C0023504
6	Centre de l'Italie	4 mai 1998	C0023505
7	Est de la Sardaigne	4 mai 1998	C0023642
8	Corse	7 mai 1998	C0023490
9	Sardaigne	7 mai 1998	C0023495
10	Est de l'Espagne (Nord de Valence)	23 juin 1998	M0291993
11	Est de l'Espagne (Sud de Valence)	23 juin 1998	M0291994
12	Sicile	12 mars 2000	C0023489

Tableau 1. Liste des images Radarsat-1 d'archives

IMAGE	RÉGION	DATE	CODE
1	Italie du Nord	4 août 2002	M0291907
2	Sud de la Corse et Sardaigne	4 août 2002	C0023634
3	Sud de la Sardaigne et Tunisie	4 août 2002	C0023635
4	Est de l'Espagne	6 août 2002	M0291899
5	Sud de l'Espagne/Malaga	6 août 2002	M0291900
6	Côte d'Azur et Corse	7 août 2002	M0291904
7	Ouest de la Sardaigne	7 août 2002	M0291905
8	Nord-est de l'Algérie	7 août 2002	M0291906
9	Nord de la Sicile	8 août 2002	M0292266
10	Détroit de Gibraltar	9 août 2002	M0291968
11	Golfe du Lion	10 août 2002	M0292011
12	Baléares	10 août 2002	M0292012
13	Nord de l'Algérie	10 août 2002	C0023619

Tableau 2. Liste des images Radarsat-1 programmées

∞ sens de parcours de l'orbite identique (afin de faciliter la comparaison des images acquises).

Le résultat de la recherche a permis de déterminer un premier jeu d'images en mode ScanSAR Narrow B (Figure 3, Tableau 1). Les images en question n'ont pas permis d'avoir un instantané et se répartissent sur une période de 4 mois de mars à juillet 1998, à l'exception de l'une d'entre elles acquise en 2000 afin d'avoir au moins une image couvrant le sud de la Sardaigne et le nord de la Sicile.

2.3 Images Radarsat programmées

La génération d'une deuxième couverture en mode ScanSAR Narrow B avec un taux de couverture de la zone d'étude satisfaisant s'avérant difficile, nous avons eu recours dans un deuxième temps à la possibilité de programmer le satellite. Les mêmes critères ont été appliqués que dans le cas précédent. Cette démarche a permis de déterminer un second jeu d'images (Figure 4, Tableau 2). La programmation permet cette fois-ci d'assurer une couverture plus efficace de la zone d'étude.

2.4 Images ERS d'archives

L'utilisation des données ERS a porté sur quelques sites d'intérêt choisis en accord avec le Comité de Pilotage du projet. Ces sites sont les suivants : les détroits de Gibraltar et de Sicile, le canal de Corse et l'île de Malte.

Pour chacun d'entre eux, la localisation en coordonnées géographiques est indiquée dans le Tableau 3.

	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	CANAL DE CORSE	ÎLE DE MALTE
Latitude	36°30'N à 35°30'N	37°30'N à 36°30'N	43°10'N à 42°20'N	36°20'N à 35°40'N
Longitude	6°W à 5°W	11°20'E à 12°30'E	9°30'E à 10°20'E	14°E à 14°50'E

Tableau 3. Localisation des sites d'utilisation des données ERS

A partir de cette localisation, un recensement préliminaire des données disponibles a été effectué. Le tri parmi les données satellitaires identifiées a été effectué en tenant compte des critères suivants :

- ⌘ La ou les traces retenues sont celles qui ont été sélectionnées par le Comité de Pilotage.
- ⌘ La période d'acquisition est la plus récente possible.
- ⌘ Les scènes retenues sont groupées dans le temps.
- ⌘ Dans chaque groupe d'images, deux scènes au moins doivent être acquises dans la même configuration pour permettre l'élimination des cibles autres que les navires.

2.4.1 Site de Gibraltar

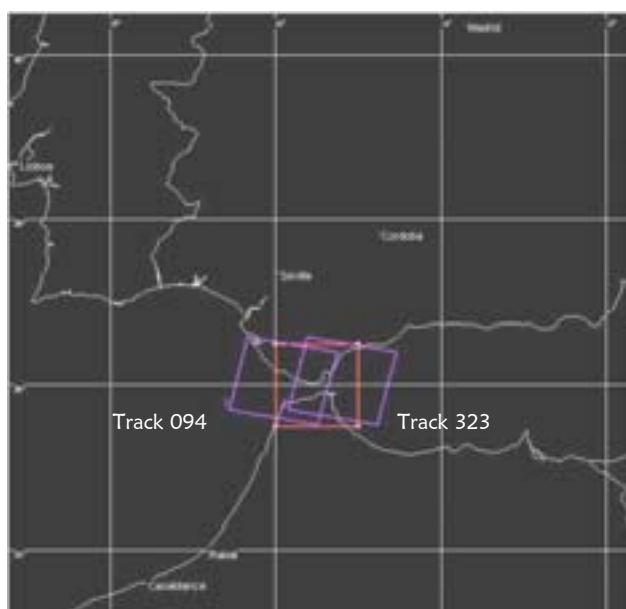


Figure 5. Données ERS sur le site de Gibraltar (mode descendant)

Pour ce site, les scènes retenues correspondent au mode descendant (track 323). Les scènes retenues sont indiquées dans le Tableau 4.

MODE	TRACK	FRAME	DELTA	DATE
Descendant	323	2871	9	10/07/2002
Descendant	323	2871	9	14/08/2002
Descendant	323	2871	9	18/09/2002

Tableau 4. Liste des images ERS d'archives sur le site de Gibraltar

2.4.2 Site de Malte

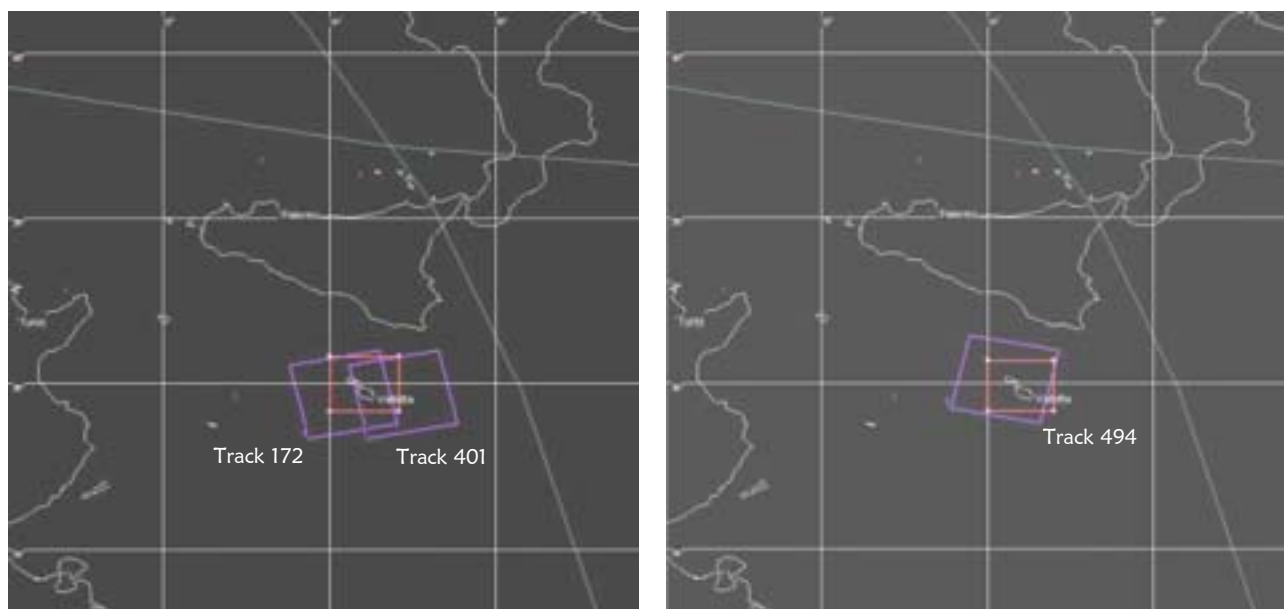


Figure 6. Données ERS sur le site de Malte (mode ascendant)

Pour ce site, les scènes retenues correspondent au mode ascendant (track 172). Elles sont complétées par une scène en mode descendant (track 494) pour assurer un intervalle de temps plus approprié. L'ensemble est indiqué dans le tableau suivant.

MODE	TRACK	FRAME	DELTA	DATE
Ascendant	172	711	0	25/05/2002
Ascendant	172	711	0	3/08/2002
Descendant	494	2871	9	17/06/2002

Tableau 5. Liste des images ERS d'archives sur le site de Malte

2.4.3 Site du canal de Corse

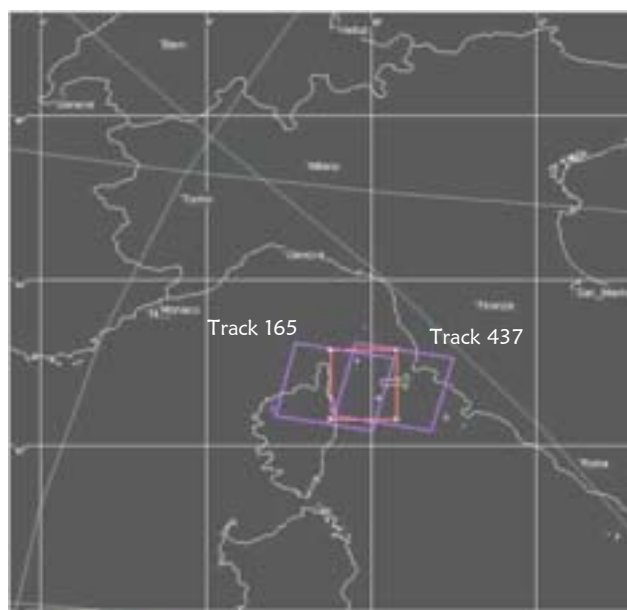


Figure 7. Données ERS sur le site du canal de Corse (mode descendant)

Pour ce site, les scènes retenues correspondent au mode descendant (track 165) et sont indiquées dans le tableau suivant.

MODE	TRACK	FRAME	DELTA	DATE
Descendant	437	2745	0	18/07/2002
Descendant	437	2745	0	22/08/2002
Descendant	437	2745	0	26/09/2002

Tableau 6. Liste des images ERS d'archives sur le site du canal de Corse

2.4.4 Site du détroit de Sicile

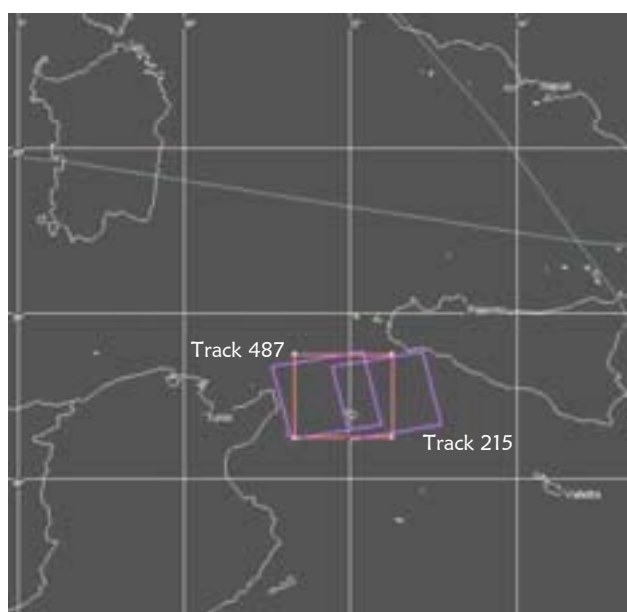


Figure 8. Données ERS sur le site du détroit de Sicile (mode ascendant)

Pour ce site, les scènes retenues correspondent au mode ascendant (track 215) et sont indiquées dans le tableau suivant.

MODE	TRACK	FRAME	DELTA	DATE
Ascendant	215	729	6	8/05/2001
Ascendant	215	729	6	12/06/2001
Ascendant	215	729	6	17/07/2001

Tableau 7. Liste des images ERS d'archives sur le site du détroit de Sicile

3. CARACTÉRISATION D'UN NAVIRE SUR UNE IMAGE RADAR

Plusieurs éléments permettent de caractériser un navire sur une image radar : la position du navire lui-même, son sillage et sa vitesse de déplacement lorsqu'elle peut être évaluée.

3.1 Définition d'un bateau sur une image

On considère qu'un bateau sur une image radar est caractérisé par :

- ⌘ une cible brillante sur un fond sombre,
- ⌘ des dimensions de la cible brillante comprises entre 25 et 300 m,
- ⌘ une localisation en mer !

Cible brillante sur fond sombre

Les bateaux sont souvent visibles sur les images SAR comme des cibles brillantes quasi-ponctuelles se détachant sur une image de fond de l'océan plus sombre (Figure 9). On recherchera donc ce type de cible, c'est-à-dire des maxima locaux.

Pour les maxima locaux identifiés, nous calculerons le ratio puissance du signal de la cible potentielle sur puissance du signal du fond pour ne conserver que les cibles potentielles sur fond sombre.

On peut observer les limitations suivantes : le niveau du signal renvoyé par la mer est sensible aux conditions météorologiques et aux conditions de mer (Figure 10).

En cas de pluie ou de mer agitée, le signal rétrodiffusé par la mer devient élevé et il est difficile d'identifier les bateaux. En revanche, dans des conditions optimales (mer calme, absence de précipitations), la détection des bateaux est facile et on arrive même à identifier des bateaux de petite taille pour lesquels la réponse est plus faible.

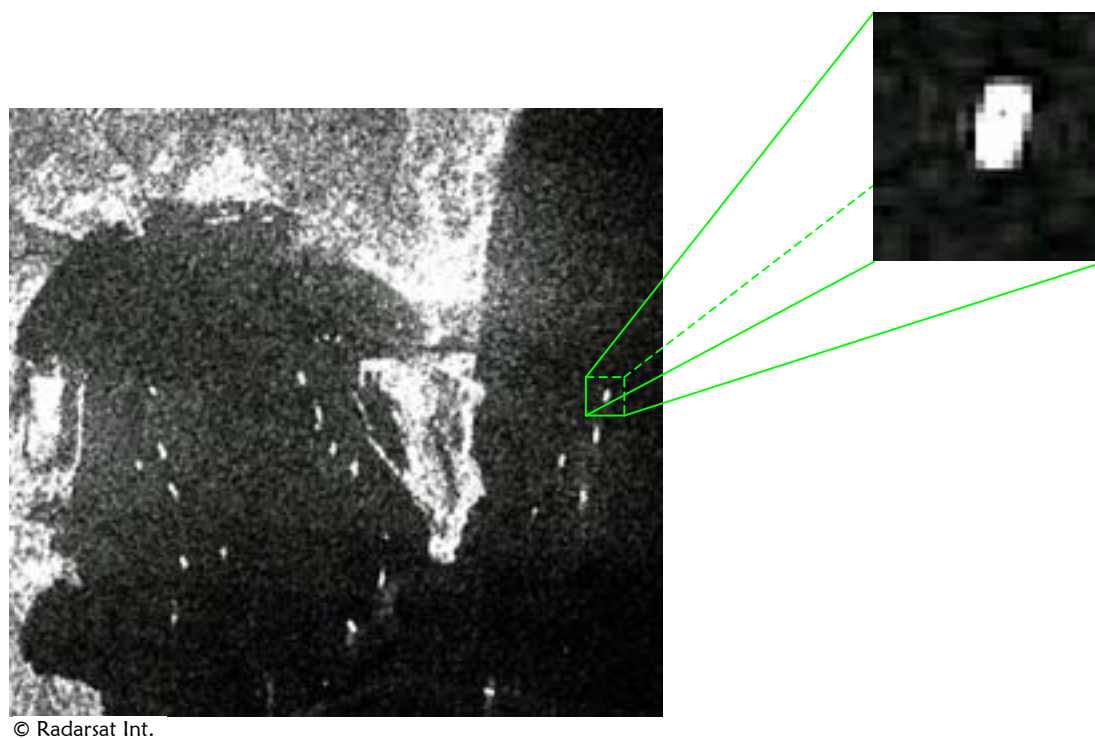


Figure 9. Bateaux sur une image SAR

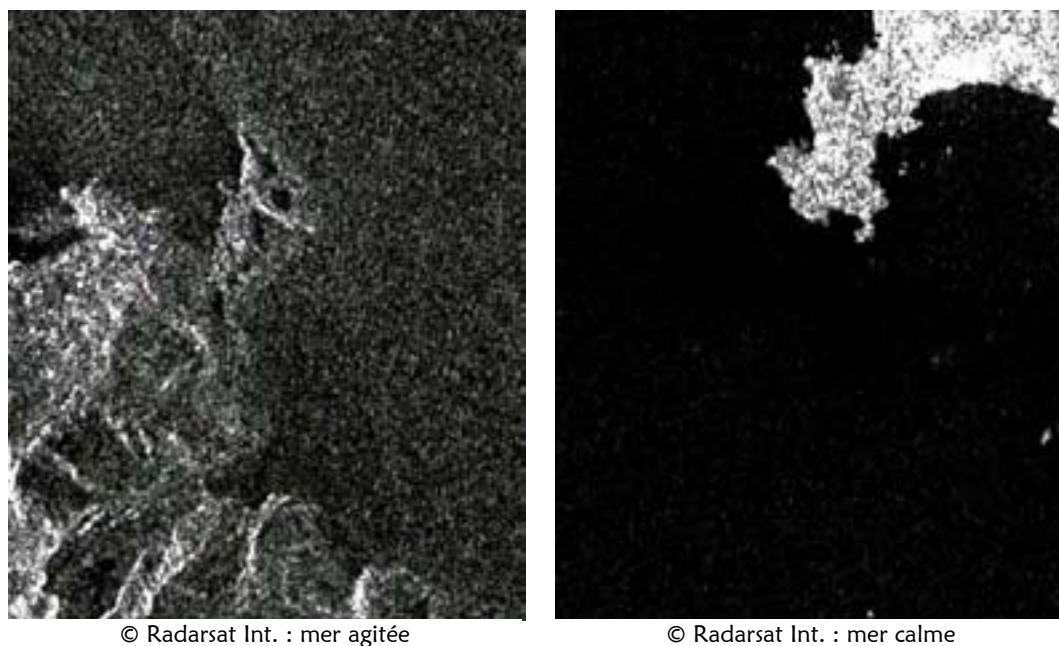


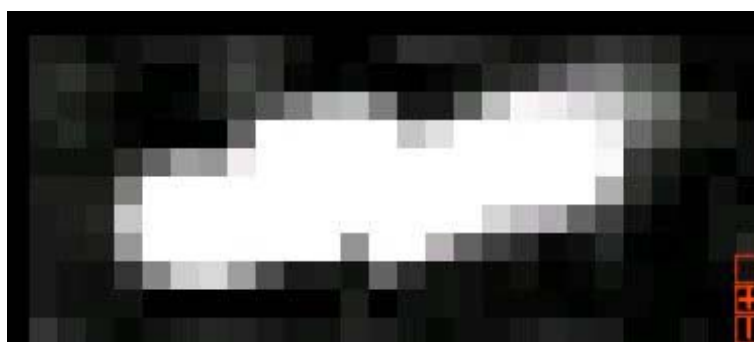
Figure 10. Influence de l'état de la mer sur l'image radar

Dimensions de la cible

La taille des bateaux que nous cherchons à localiser est bornée. Nous utiliserons ce critère pour éliminer de façon automatique les cibles trop étalées qui ne correspondent pas à des bateaux (petits îlots, ...).

On peut observer les limitations suivantes : la résolution des images étudiée étant de 50 m, deux bateaux éloignés de moins de 50 m ne seront pas discernables sur l'image.

Les images en mode Scansar sont codées sur un octet par pixel, ce qui représente une faible dynamique par rapport au signal radar réel. Dans des conditions de mer calme et de fort signal rétrodiffusé par le bateau, le signal radar pourra être saturé et on aura un étalement apparent de la cible. On peut notamment observer au large de Gibraltar une cible correspondant à un bateau (parce qu'elle n'est présente que sur une image) et longue d'une vingtaine de pixels, ce qui correspond à 500 m ! (Figure 11). A noter que ce problème de saturation ne se produira pas pour les images ERS, qui sont disponibles avec une meilleure dynamique.



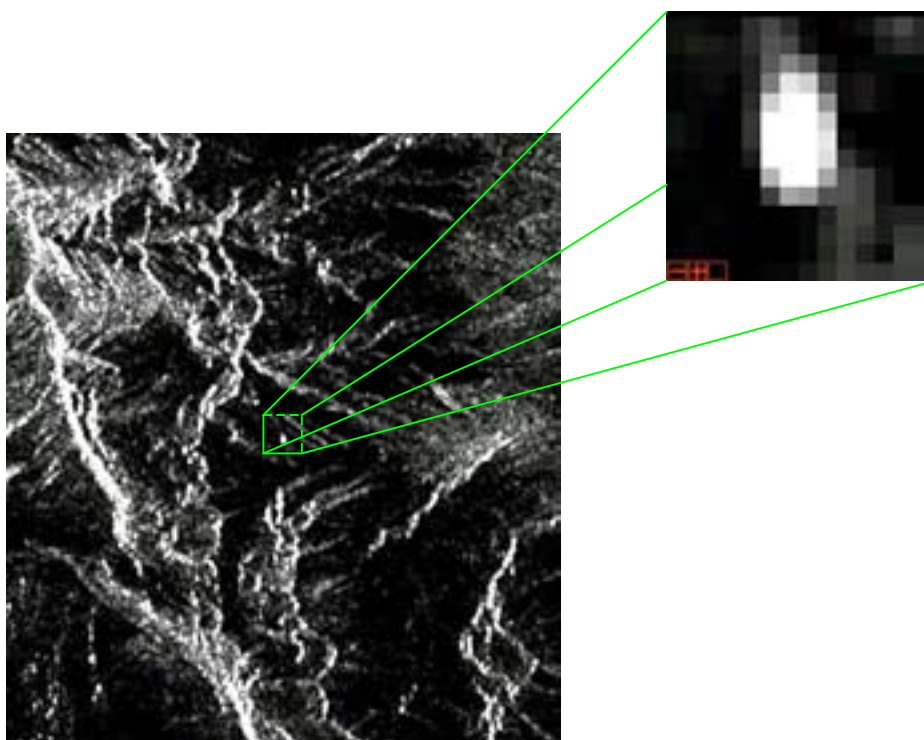
©Radarsat Int.

Figure 11. Cible très étalée mais correspondant à un seul bateau

Localisation de la cible en mer

Ce critère évident permet d'éliminer certaines fausses alarmes. En effet certaines zones dans les terres (surtout en terrain montagneux) peuvent présenter un profil local semblable à celui d'un bateau sur l'océan (Figure 12).

Les restrictions peuvent être observées : il est difficile de statuer pour les cibles détectées sur le littoral. Il est par exemple impossible dans le cadre de cette étude de discriminer avec certitude un hangar sur des docks d'un bateau à quai. En effet, un même emplacement de port peut être occupé sur les deux couvertures dont nous disposons. Dans la suite de l'étude, nous nous restreindrons donc à l'étude des bateaux en mer.



©Radarsat Int.

Figure 12. Fausse alarme détectée en terrain montagneux

3.2 Caractérisation du sillage

Le sillage est la propagation à la surface de la mer des perturbations induites par le bateau. De façon intuitive le sillage apparaît comme une traînée à l'arrière du bateau.

La forme générale du sillage est triangulaire. L'ouverture du sillage est variable et peut (si elle est suffisamment faible) amener à considérer le sillage comme une droite.

La structure du sillage peut être déformée loin du bateau (vent, courant, modification du cap du navire ...). Par la suite, quand nous chercherons à identifier la direction d'un sillage, nous considérerons que la direction du sillage est la meilleure approximation du sillage par une droite au voisinage du bateau.

Sur les images ERS, le sillage peut apparaître soit comme une trace brillante soit comme une trace sombre. La Figure 13 illustre quelques exemples de sillage.



Figure 13. Exemples de sillages détectés sur des images ERS

3.3 Évaluation de la vitesse d'un navire

Introduction

Une des caractéristiques fondamentales de l'imagerie radar est de présenter des comportements particuliers en présence de cibles mobiles : celles-ci sont décalées en azimut - c'est-à-dire dans le sens d'avancement du capteur - dans l'image SAR par rapport à leur position réelle sur le terrain.

L'image radar n'est pas une image instantanée comme une image optique. Chaque ligne de l'image brute (image directement issue du capteur) est la réponse à une bande de terrain. En recombinaison en phase les échos de chaque point répartis sur plusieurs lignes, on obtient une image mieux résolue.

La recombinaison des échos de phase (étape de synthèse) tient compte des déplacements du capteur mais considère la cible comme immobile. C'est ce défaut que nous allons exploiter pour estimer la vitesse des navires.

Principe

Pour mieux comprendre le principe permettant d'estimer la vitesse d'une cible à partir de son décalage en azimut, il convient de considérer l'imageur SAR comme un analyseur de fréquence Doppler.

Lorsque le capteur SAR approche une cible stationnaire, la fréquence Doppler diminue, atteint zéro lorsque le capteur atteint la même direction en azimut que la cible, puis croît lorsque le capteur s'éloigne. Si la cible est en mouvement, un Doppler supplémentaire est rajouté. Ce Doppler est annulé pour une position en azimut différente et l'étape de synthèse SAR assigne alors cette dernière position à la cible.

Nous allons maintenant quantifier de façon théorique le biais en azimuth en fonction de la vitesse de la cible.

Calcul du biais en azimuth en fonction de la vitesse

Nous allons travailler dans le repère défini sur la Figure 14. L'origine du repère est prise au Nadir, l'axe des abscisses est l'axe range, l'axe des ordonnées est l'axe azimuth.

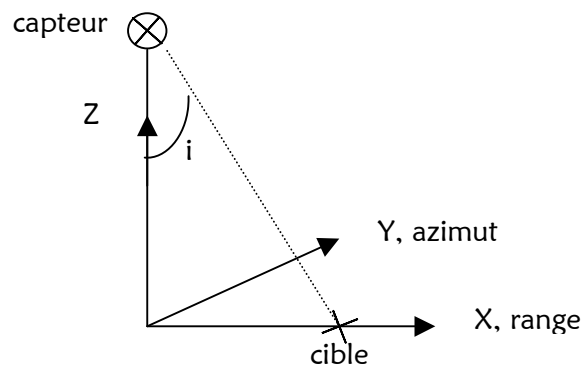


Figure 14. Définition du repère utilisé pour l'estimation de la vitesse

La cible définie est une cible mobile dans le plan XY, son vecteur vitesse est défini sur la Figure 15.

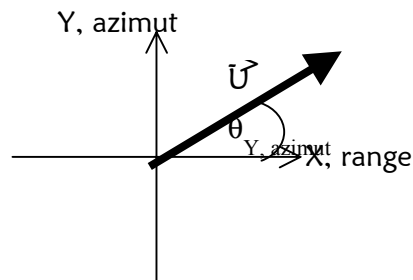


Figure 15. Définition du vecteur vitesse de la cible mobile

Vitesse de la cible mobile :

$$\vec{u} = (u \cos \theta, u \sin \theta, 0)$$

Coordonnées du capteur SAR :

$$\begin{aligned}\vec{P}_{sat} &= (x, y, H_{sat}) \\ \vec{V}_{sat} &= (0, V_{sat}, 0)\end{aligned}$$

La cible est vue par le capteur sous un Doppler nul lorsque la vitesse relative de déplacement de la cible par rapport au satellite est perpendiculaire à l'axe satellite-cible :

$$\vec{u}' \cdot \vec{P}_{sat} = (u \cos \theta, u \sin \theta - V_{sat}, 0) \cdot (x, y, H_{sat}) = 0$$

En utilisant l'angle d'incidence i , on écrit alors :

$$x = H_{sat} \tan(i) \quad (1)$$

En supposant $u \ll V_{sat}$, on obtient :

$$y = u \cdot \frac{H_{sat} \tan(i) \cos \theta}{V_{sat}} \quad (2)$$

Le décalage en azimuth (Δ) observé entre la position d'une cible dans l'image SAR et sa position sur le terrain est égal à y . On obtient donc :

$$u = \Delta \cdot \frac{V_{sat}}{H_{sat} \tan(i) \cos \theta}$$

Dans le cas d'ERS, $H_{sat}=780$ km et $V_{sat}=7500$ m/s. On peut donc écrire :

$$u = \frac{1}{104} \cdot \frac{\Delta}{\tan(i) \cos \theta} \quad (3)$$

L'angle d'incidence moyen est de 23° pour ERS. Il varie en fonction du range. Sa plage de variation est faible (de 19.5° à 26.5°) mais entraîne une erreur d'estimation de la vitesse pouvant aller jusqu'à 20% si on le considère comme constant sur toute l'image. On utilisera donc pour l'estimation de la vitesse du navire, l'angle d'incidence local défini au voisinage de la cible étudiée.

Cet angle d'incidence local est fonction de la géométrie de la prise de vue (altitude du satellite, distance satellite-cible pour le premier point de l'image, inclinaison de l'orbite, sens de l'orbite, direction de visée) et des coordonnées en distance de la cible.

Application à l'estimation de la vitesse des bateaux

Dans le paragraphe précédent on a établi une formule simple permettant de déduire la vitesse d'une cible connaissant la direction du déplacement (facteur $\cos\theta$) et le décalage en azimuth entre la position réelle de la cible et sa position restituée sur l'image radar.

Un navire trace un sillage sur la mer. Le sillage est supposé globalement statique par rapport à la surface de la mer. En estimant la direction du sillage on peut donc évaluer la direction du navire.

La position réelle du bateau est située à l'intersection de l'axe azimuth et du sillage. On peut donc déduire le décalage en azimuth du navire et à l'aide de l'équation (3) calculer la vitesse du navire.

A partir des équations (1) et de (2), on déduit qu'un décalage en azimuth positif correspond à une cible se déplaçant vers les range croissants et qu'un décalage en azimuth négatif correspond à une cible se déplaçant vers les range décroissants. On peut donc également estimer le cap du navire.

4. TRAITEMENT D'UNE IMAGE RADARSAT

4.1 Objectifs et méthodologie

Nous chercherons à localiser les bateaux sur l'image radar et à déterminer leur position i.e. à calculer leurs coordonnées géographiques.

Nous chercherons à présenter les résultats sous une forme qui puisse être facilement exploitable pour l'utilisateur. Nous générerons donc en même temps qu'un fichier ASCII décrivant les cibles identifiées, une projection de l'image radar en coordonnées géographiques pour ramener la prise de vue dans une géométrie usuelle.

Nous avons mis au point une procédure d'extraction semi-automatique des bateaux. Les difficultés pour caractériser de façon univoque les bateaux génèrent la présence de nombreuses fausses-alarmes, qui nécessitent l'intervention manuelle d'un opérateur.

La méthode que nous avons mise en place enchaîne les étapes suivantes :

- ✎ extraction des données à partir du support de données fourni par Eurimage (image et données d'informations de géoréférencement sur CD-Rom),
- ✎ localisation et sélection des cibles correspondant à des bateaux,
- ✎ génération des produits résultats (listing des bateaux identifiés, projection de l'image et des cibles retenues sur une carte).

4.2 Mise en œuvre

4.2.1 Choix de la méthode de recalage

Le recalage des prises de vue Radarsat en géométrie cartographique est effectué à l'aide du logiciel de traitement d'images ENVI[®]RSI.

La méthode de recalage utilise des points particuliers (points d'amer ou points d'appui) définis par l'opérateur pour lesquels on connaît à la fois la position dans

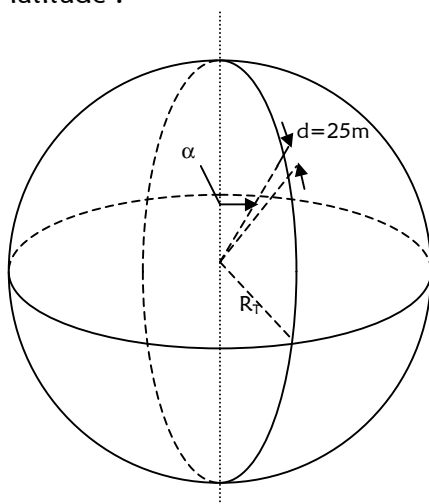
l'image et les coordonnées cartographiques. A partir de ces points, le logiciel calcule la transformation à appliquer à l'image en géométrie radar puis crée l'image en géométrie cartographique.

Choix de la projection cartographique utilisée

Nous avons choisi de façon arbitraire une projection géographique. Il s'agit d'une projection cartographique plane dans un repère orthogonal. La longitude est représentée en abscisses et la latitude en ordonnées.

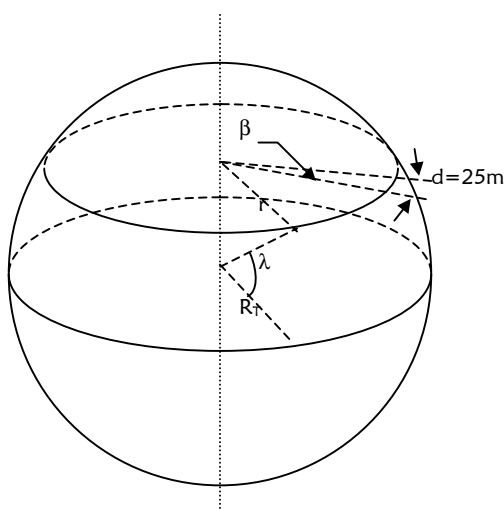
Nous avons choisi le pas de l'image en latitude et en longitude de façon à conserver la précision de l'image radar, soit un pixel de 25m X 25m.

Pas en latitude :



$$\alpha = 360^\circ \cdot \frac{d}{R_T} = 0.00025^\circ = 0.9 \text{ seconde d'arc}$$

Pas en longitude :



(on considère $\lambda_{\text{moyen}} = 40^\circ$ sur la Méditerranée)

$$r = R_T \cdot \frac{d}{R_T} \cos \lambda$$

$$\beta = 360^\circ \cdot \frac{d}{r} = 0.00029^\circ = 1.0 \text{ seconde d'arc}$$

Sélection des points d'amer

Deux méthodes ont été envisagées pour définir les points d'amer :

- ⌘ La sélection manuelle de points caractéristiques (cap, presqu'îles ...) sur l'image et un Système d'Information Géographique (SIG) côtier,
- ⌘ Le calcul des coordonnées géographiques d'un pixel de l'image radar par connaissance de la géométrie de la prise de vue (connaissance de l'orbite du satellite, de la direction de visée du capteur, ...).

La sélection manuelle de points d'amer est intuitive. Il s'agit de sélectionner un point facilement identifiable sur l'image radar et de chercher son correspondant sur le SIG. Cette méthode s'est heurtée à plusieurs difficultés :

- ⌘ Les images Radarsat sont inversées (Nord-Sud pour les orbites ascendantes et Est-Ouest pour les descendantes), pour une compréhension plus aisée de l'image par l'opérateur, il est donc nécessaire de les retourner avant de chercher les points d'amer. Cette opération allonge la procédure de traitement sans toute fois l'altérer.
- ⌘ Certaines images ne présentent que peu de terres, il est alors difficile d'identifier suffisamment de points d'amer,
- ⌘ Bien que le SIG dont nous disposons soit assez précis par rapport à ce qui se fait sur le marché (1/1.000.000^e ce qui représente une résolution d'environ 200 m), il reste grossier par rapport à la prise de vue,
- ⌘ Le choix d'un point d'amer est subjectif et dépend du photo-interprète.

Le calcul automatique des points d'amer s'est au contraire révélé être une méthode intéressante. En effet les données complémentaires fournies par Radarsat comportent non seulement les informations sur la géométrie de la prise de vue (données d'orbitographie, direction de visée ...) mais également les coordonnées géographiques pré-calculées pour certains points (première, dernière et colonne médiane). Pour déduire les coordonnées de n'importe quel point de l'image radar, il suffit donc d'extraire des données les coordonnées des 3 points de la ligne correspondantes et d'en calculer les coordonnées par régression linéaire. L'approximation d'une correspondance du premier ordre entre le numéro de colonne du point de l'image radar et ses coordonnées géographiques est valable pour les images traitées car celles-ci ont été corrigées des effets d'incidence. La précision de la localisation obtenue est de l'ordre de l'erreur de géoréférencement initiale des images Radarsat (< 630 m).

Le calcul automatique des points d'amer s'est avéré plus intéressant au vu de chacun des critères suivants :

- ⌘ précision du calage obtenu,

- ⌘ erreur quadratique moyenne minimale du modèle de déformation calculé par ENVI_{©RSI}
- ⌘ nombre de points identifiables,
- ⌘ facilité d'utilisation.

4.2.2 Choix de l'image à utiliser pour localiser les bateaux

Pour localiser les bateaux, on dispose de l'image en géométrie radar et de l'image projetée en coordonnées géographiques.

L'erreur de localisation des points d'amer et l'erreur introduite par la projection en coordonnées géographiques contribuent toutes les deux à l'erreur de localisation d'une cible sur l'image cartographique. On en déduit que l'estimation de la position des cibles est plus précise si l'on travaille à partir de l'image radar.

On calcule les coordonnées géographiques (latitude, longitude) d'un couple [x, y] dans l'image radar correspondant à un bateau à partir des données géographiques de la prise de vue qui accompagnent l'image. On dispose alors de vecteurs [x, y, latitude, longitude]. Pour minimiser les calculs, on utilise ces positions comme point d'amer pour la projection cartographique.

4.3 Présentation des résultats

Les procédures automatiques mises en œuvre sont décrites en annexe (paragraphe 8.1).

Outre le lancement de ces procédures, le travail de l'opérateur consiste essentiellement à analyser les cibles détectées par le traitement automatique et à éliminer les fausses alarmes. Pour un utilisateur averti, la durée du traitement opérationnel est d'environ 1 heure par image.

Pour chaque image Radarsat on construit les produits suivants :

- ⌘ l'image radar initiale avec des indicateurs indiquant la position des bateaux sélectionnés,
- ⌘ la projection de l'image radar sur une carte en coordonnées géographiques ; sur cette carte on matérialise les bateaux identifiés par un indicateur et on superpose les traits de côtes,
- ⌘ la liste des bateaux détectés sur l'image.

4.3.1 Cibles détectées sur l'image en géométrie radar

La Figure 16 superpose à l'image radar initiale les cibles détectées par la procédure décrite en annexe. Des erreurs de détections (cibles non détectées) peuvent survenir. Elles sont dues :

- ⌘ soit au pouvoir séparateur trop faible de la chaîne développée dans cette étude (800 m),
- ⌘ soit à la présence d'une côte brillante trop proche. La puissance du signal émis par la mer est modélisée en calculant la moyenne des pixels sur une fenêtre centrée sur la cible; si cette fenêtre inclut des terres, son niveau moyen devient trop élevé pour que la cible soit retenue par le filtre automatique,
- ⌘ soit à un étalement trop important de la cible,
- ⌘ soit à une erreur d'interprétation de l'opérateur dans la phase de sélection manuelle des cibles,
- ⌘ soit à un bruit de fond trop important pour pouvoir discerner des points très brillants. C'est le cas le plus fréquent et le plus difficile à quantifier.

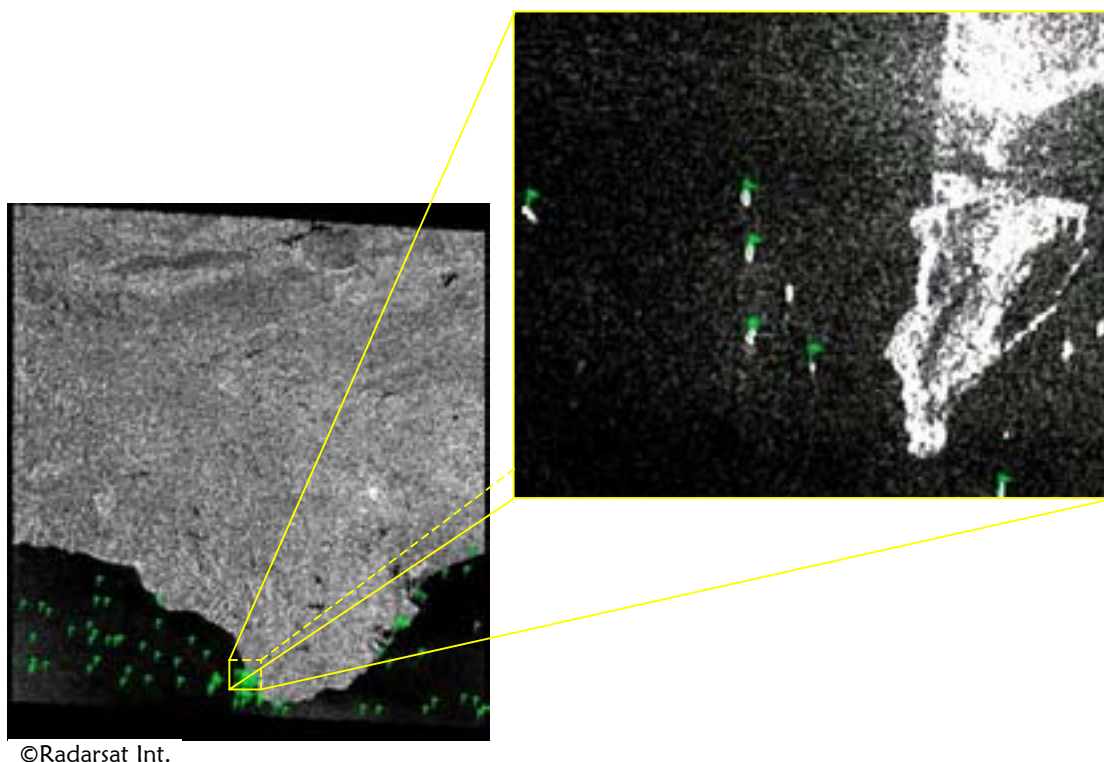


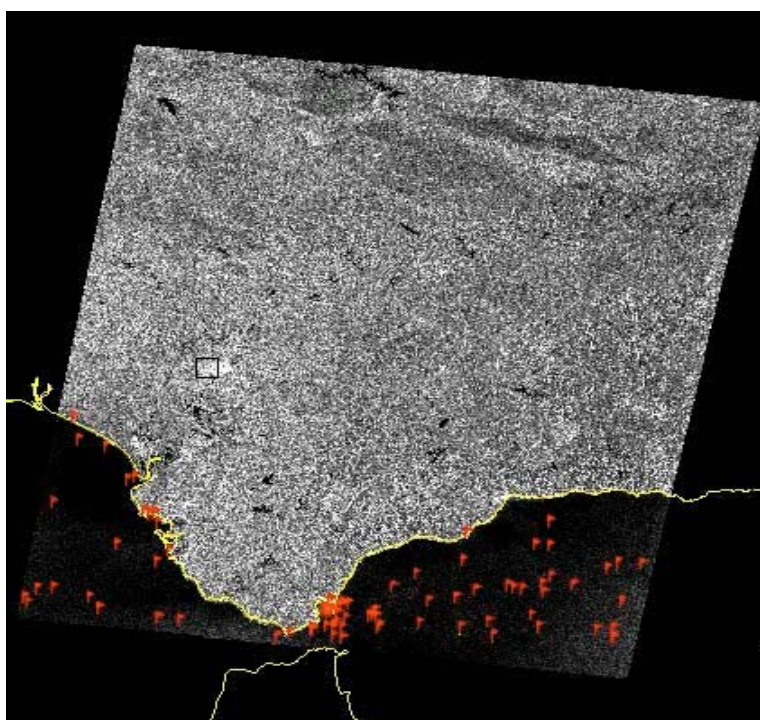
Figure 16. Cibles détectées sur l'image en géométrie radar

A cela, il faut rajouter les fausses alarmes qui peuvent être dues :

- ⌘ soit à une erreur d'interprétation de l'opérateur dans la phase de sélection manuelle des cibles,
- ⌘ soit à des cibles fixes (îlots, balises ...).

4.3.2 Image radar et cibles en coordonnées géographiques

Pour rendre l'image précédente compréhensible dans une géométrie traditionnelle, nous fournissons également la projection de l'image radar et des cibles en coordonnées géographiques. Pour valider cette projection, la carte produite est superposée à une couche SIG « Traits de côtes » (Figure 17).



©Radarsat Int.

Figure 17. Cibles détectées sur l'image en coordonnées géographiques

4.3.3 Liste des cibles détectées

Pour chaque image le fichier résultat présente la liste des cibles identifiées et indique le nombre de cibles détectées. Pour chaque bateau identifié, les informations suivantes sont fournies :

- ⌘ champ 1 : latitude de la cible (degré/minutes/secondes),
- ⌘ champ 2 : longitude de la cible (degré/minutes/secondes),

- ⌘ champ 3 : puissance maximale de la cible (exprimée en dB),
- ⌘ champ 4 : rapport de la puissance du signal renvoyé par la cible et du signal renvoyé par le fond (exprimé en dB),
- ⌘ champ 5 : date de la prise de vue,
- ⌘ champ 6 : heure de la prise de vue.

```

+++++
+++++
++
++      Liste des cibles détectées pour l'image M0291906
++
+++++
+++++

```

Latitude	Longitude	Pm(dB)	SNR(dB)	date	heure
39°00'39" N	00°07'34" W	48	22	22/04/1998	06:10
38°29'51" N	00°07' 8" W	48	17	22/04/1998	06:10
38°18'50" N	00°27'41" W	48	20	22/04/1998	06:10
38°18'25" N	00°26'21" W	47	18	22/04/1998	06:10
-	-	-	-	-	-
36°26'46" N	02°59'44" W	48	18	22/04/1998	06:10

```

Nombre de cibles detectées : 62

```

Figure 18. Fichier ASCII des cibles détectées

5. TRAITEMENT GLOBAL DES COUVERTURES RADARSAT

5.1 Objectifs et méthodologie

L'étude globale d'une couverture vise à acquérir un instantané de la position des bateaux sur l'Ouest du bassin méditerranéen.

Chaque couverture est obtenue par juxtaposition d'images Radarsat. La zone de recouvrement entre ces images n'est pas nulle. L'intervalle de temps entre deux prises de vue successives est de l'ordre d'une minute ; il est au moins d'un jour pour des prises non consécutives (réalisées sur des orbites différentes). Dans le cas d'images réalisées lors du même passage du satellite (sur une même orbite), les bateaux situés dans la zone de recouvrement seront détectés plusieurs fois à la même position. On cherchera à éliminer ces doublons.

En disposant de deux couvertures espacées dans le temps, on cherchera à éliminer les cibles fixes (petits îlots dont l'écho est comparable avec un bateau, balises ...).

Nous positionnerons alors sur le fond de carte de la Méditerranée les bateaux retenus. Cette liste de bateaux pourra alors être le point d'entrée de procédures d'exploitation des résultats acquis (création d'une base de données, étude des concentrations de bateaux ...).

Pour chaque couverture nous détecterons les doublons dans la zone de recouvrement pour chaque couple d'images consécutives.

Puis nous réaliserons les étapes suivantes :

- ⌘ élimination des cibles fixes par comparaison des couvertures,
- ⌘ génération des produits résultats (liste et carte des bateaux pour chaque couverture).

5.2 Mise en œuvre

Les opérations de détection des doublons inter-images et d'élimination des cibles fixes entre deux images relèvent d'une même démarche : il s'agit de déterminer dans deux listes de cibles les couples d'échos correspondant à une même position.

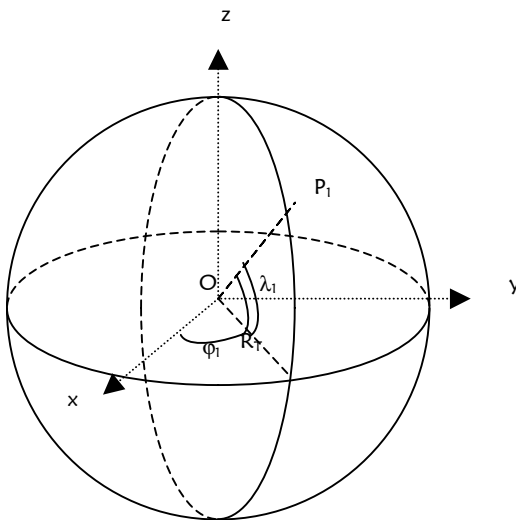
5.2.1 Évaluation de la distance maximale entre deux échos d'une même cible

La position d'une cible détectée correspond à la position de son point le plus brillant. Il ne correspond pas nécessairement au centre de la cible. Du fait du fort niveau de bruit, il n'existe aucune raison pour que la position du point le plus brillant d'une cible fixe soit identique sur deux prises de vue. C'est pourquoi les échos d'une cible fixe peuvent être localisés sur les deux couvertures à une distance de l'ordre de la taille maximale des cibles détectées. De plus, pour chaque image la précision de localisation est inférieure à 630 m.

Compte tenu des informations précédentes, on peut raisonnablement considérer que deux échos distants de plus de 2000 m ne proviennent pas de la même cible. Pour des couples d'échos séparés de moins de 2000 m, il n'est pas possible de statuer de façon automatique. L'opération de discrimination nécessitera l'intervention du photo-interprète.

5.2.2 Calcul de la distance entre deux cibles

Nous utiliserons un modèle terrestre sphérique (cette approximation est suffisante pour la précision souhaitée).



$$\vec{OP}_1 = R_T \begin{pmatrix} \cos \lambda_1 \cdot \cos \varphi_1 \\ \cos \lambda_1 \cdot \sin \varphi_1 \\ \sin \lambda_1 \end{pmatrix}$$

$$\vec{OP}_2 = R_T \begin{pmatrix} \cos \lambda_2 \cdot \cos \varphi_2 \\ \cos \lambda_2 \cdot \sin \varphi_2 \\ \sin \lambda_2 \end{pmatrix}$$

Les distances en jeu ici sont faibles, on peut donc raisonnablement considérer que la terre est plate au voisinage des fausses-alarmes à identifier et approximer la longueur d'arc entre deux cibles par la corde entre ces deux-mêmes cibles.

$$\|P_1 P_2\| = R_T \sqrt{2 \cdot (1 - \cos \lambda_1 \cos \lambda_2 \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 - \cos \lambda_1 \cos \lambda_2 \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 - \sin \lambda_1 \sin \lambda_2)}$$

5.3 Présentation des résultats

La méthode est fastidieuse car le calcul automatique des distances pour chaque couple de cibles a extrait 146 couples d'échos à considérer de façon manuelle. L'analyse de toutes ces ambiguïtés prend une journée entière pour conserver au final 120 couples.

Pour chaque couverture Radarsat-1 on élabore les produits suivants :

- ⌘ une carte du bassin méditerranéen avec un indicateur indiquant les bateaux identifiés,
- ⌘ un fichier ASCII listant les bateaux détectés pour chaque couverture,
- ⌘ pour rappel, un fichier ASCII listant les cibles fixes éliminées pour chaque couverture.

5.3.1 Carte des bateaux

La carte superpose à une couche « Traits de côtes » les bateaux identifiés (Figure 19).

D'éventuelles erreurs de détection (bateaux non détectés) peuvent se manifester. Elles sont dues :

- ⌘ soit à une cible non détectée lors du traitement de chaque image,
- ⌘ soit à une erreur d'interprétation de l'opérateur dans la phase d'élimination manuelle des cibles fixes.

A cela, il faut ajouter les fausses alarmes résiduelles qui peuvent être dues :

- ⌘ soit à une erreur d'interprétation de l'opérateur dans la phase d'élimination manuelle des cibles fixes,
- ⌘ soit à la détection de l'écho d'une cible fixe dans une seule couverture (mer trop agitée sur une des prises de vue, élimination manuelle de la cible lors du traitement d'une des deux images seulement...),

- ⌘ soit à des fausses alarmes autres que les cibles fixes résiduelles. Pour avoir une idée de leur proportion, il faudrait effectuer une étude locale comparant la liste des bateaux détectés à partir d'une image radar et la liste des bateaux effectivement présents sur zone au moment de la prise de vue.

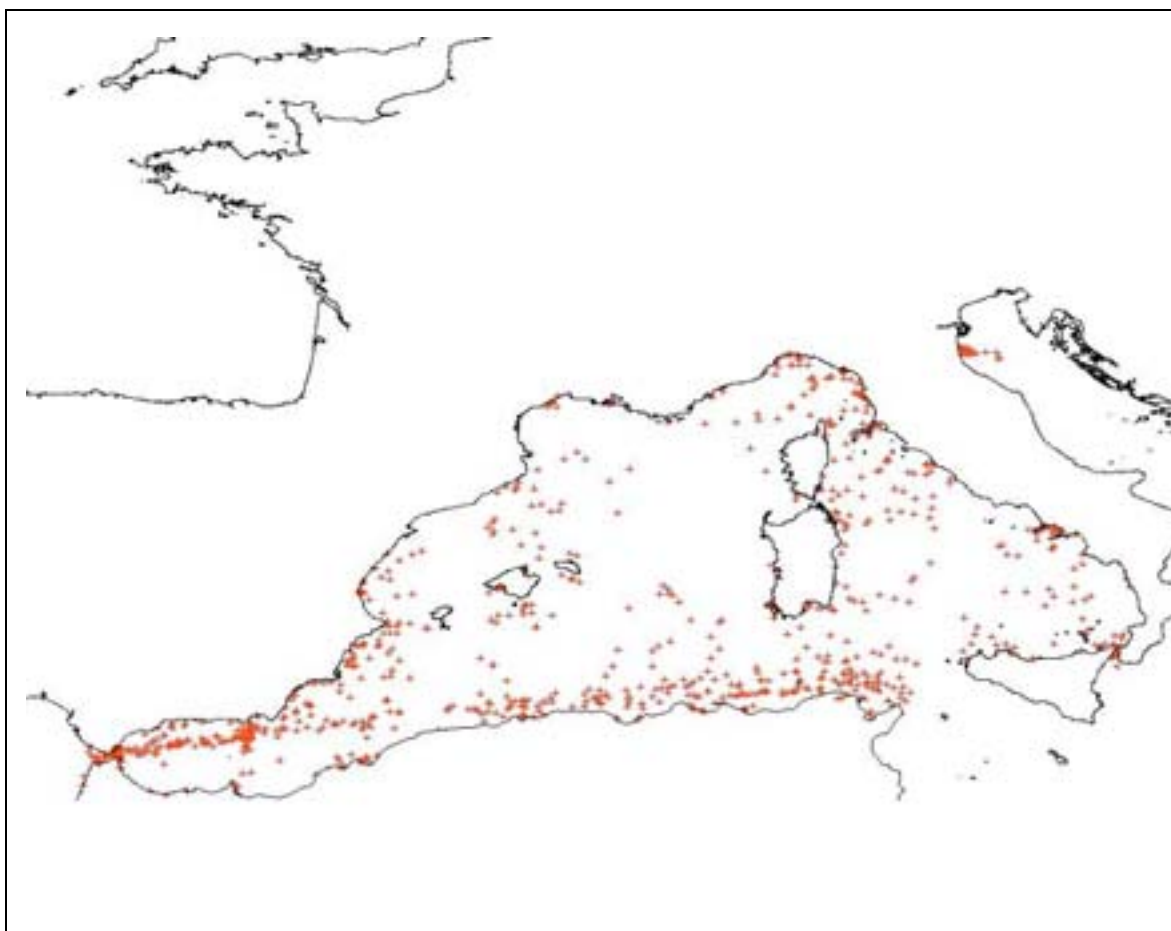


Figure 19. Carte des bateaux identifiés sur le bassin de la Méditerranée occidentale

5.3.2 Liste des bateaux détectés

Pour chaque image, le fichier résultat (Figure 20) présente la liste des bateaux identifiés et le nombre de cibles détectées.

Pour chaque bateau identifié les informations suivantes sont rappelées :

- ⌘ champ 1 : latitude de la cible (degré/minutes/secondes),
- ⌘ champ 2 : longitude de la cible (degré/minutes/secondes),
- ⌘ champ 3 : puissance maximale de la cible (exprimées en dB),

- ⌘ champ 4 : rapport de la puissance du signal renvoyé par la cible et du signal renvoyé par le fond (exprimées en dB) ,
- ⌘ champ 5 : date de la prise de vue,
- ⌘ champ 6 : heure de la prise de vue.

+++++					
+++++					
++					
++					
+++++					
+++++					
Liste des bateaux détectés pour la couverture du lot1					
+++++					
+++++					
Latitude	Longitude	Fm(dB)	SNR (dB)	date	heure
39°00'39" N	00°07'34" W	48	22	22/04/1998	06:10
38°29'51" N	00°07' 8" W	48	17	22/04/1998	06:10
-	-	-	-	-	-
36°12' 2" N	04°20'35" W	48	22	25/04/1998	06:20
-	-	-	-	-	-
39°00'42" N	14°11'33" E	48	23	12/03/2000	17:00
39°12' 0" N	14°40'22" E	46	25	12/03/2000	17:00
Nombre de bateaux détectés : 806					

Figure 20. Liste des bateaux détectés pour une couverture

5.3.3 Liste des fausses alarmes éliminées

Pour chaque image, un fichier listant les cible fixes éliminées est généré (Figure 21). Pour chaque fausse alarme identifiée, les informations suivantes sont rappelées :

- ⌘ champ 1 : latitude de la cible (degré/minutes/secondes),
- ⌘ champ 2 : longitude de la cible (degré/minutes/secondes),
- ⌘ champ 3 : puissance maximale de la cible (exprimée en dB),
- ⌘ champ 4 : rapport de la puissance du signal renvoyé par la cible et du signal renvoyé par le fond (exprimée en dB) ,
- ⌘ champ 5 : date de la prise de vue,
- ⌘ champ 6 : heure de la prise de vue.

+++++					
+++++					
++					
++ Liste des fausses alarmes identifiées pour la couverture du lot1					
++					
+++++					
+++++					
Latitude	Longitude	Pm (dB)	SNR (dB)	date	heure
42°18'55" N	03°19'54" E	48	17	03/05/1998	05:45
41°39'10" N	02°51'23" E	48	18	03/05/1998	05:45
41°33'23" N	02°32'56" E	48	22	03/05/1998	05:45
41°31'52" N	02°33'14" E	39	15	03/05/1998	05:45
39°32'33" N	02°40' 0" E	46	18	03/05/1998	05:50
--					
--					
37°39' 4" N	00°38'57" W	44	22	23/06/1998	06:00
37°31'20" N	01°15'50" W	39	18	23/06/1998	06:00

Figure 21. Liste des cibles fixes identifiées pour une couverture

6. TRAITEMENT D'UNE IMAGE ERS

6.1 Objectifs et méthodologie

Nous chercherons à localiser les cibles correspondant à des bateaux sur une image radar.

Ensuite nous exploiterons la richesse des prises de vue radar pour caractériser au mieux les bateaux. Pour chaque cible identifiée comme un bateau par l'opérateur, nous allons renseigner les éléments suivants :

- ✎ coordonnées de la cible (longitude, latitude),
- ✎ puissance de la cible,
- ✎ rapport signal à bruit de la cible (SNR),
- ✎ vitesse de la cible,
- ✎ direction de la cible,
- ✎ cap de la cible,
- ✎ heure d'observation de la cible.

Pour présenter les résultats sous une forme facilement exploitable par l'utilisateur final, nous générerons pour chaque image traitée un fichier Excel résumant pour chaque cible les éléments précédents. Nous produirons également une projection de l'image radar en coordonnées géographiques pour ramener la prise de vue dans une géométrie usuelle. Nous superposerons à cette carte la position des bateaux identifiés.

Nous avons mis en œuvre une procédure d'extraction et de caractérisation semi-automatique des bateaux. En effet les difficultés à caractériser de façon univoque les bateaux génèrent la présence de nombreuses fausses alarmes que l'opérateur doit éliminer manuellement.

La procédure d'évaluation de la vitesse, de la direction et du cap du navire est elle aussi semi-automatique. Cette évaluation est fondée sur une analyse du sillage, celui-ci est aussi sujet à des erreurs d'interprétations de l'algorithmie et l'opérateur doit valider ou infirmer les résultats générés par la méthode automatique.

La méthode de traitement des données ERS que nous avons mis en place enchaîne les étapes suivantes :

- ⌘ extraction des données à partir du support de données fourni par Eurimage (image et données annexes utilisées pour les traitements postérieurs),
- ⌘ localisation et sélection des cibles correspondant à des bateaux,
- ⌘ estimation de la vitesse des bateaux,
- ⌘ estimation de la direction et du cap des bateaux,
- ⌘ génération des produits résultats (listing des navires identifiés et de leurs caractéristiques, projection de l'image et des cibles retenues sur une carte).

6.2 Mise en œuvre

6.2.1 Choix de la méthode de recalage

Dans le cadre du premier volet de cette étude (données Radarsat) nous avons effectué le recalage des prises de vue en géométrie cartographique à l'aide du logiciel de traitement d'image ENVI[®]RSI. Cette méthode suppose de connaître les coordonnées géographiques de plusieurs points particuliers répartis sur l'image. Pour les données ERS ces informations ne sont pas disponibles de façon simple.

Nous avons donc dû définir une nouvelle méthode de recalage. Le recalage des prises de vue ERS en géométrie cartographique est effectué à l'aide du logiciel de traitement d'images SAR DIAPASON[®]CNES.

La méthode de recalage utilise la géométrie de la prise de vue (notamment les données d'orbites fournies avec le support de données) et détermine pour chaque pixel de l'image SAR, sa projection sur une carte.

Choix de la projection cartographique utilisée

Nous avons choisi une projection cartographique plane dans un repère orthogonal. La latitude est représentée en ordonnée et la longitude en abscisse.

Le choix de cette projection répond à l'objectif suivant : ne disposant pas de façon simple d'un algorithme permettant de convertir en coordonnées géographiques la position d'une cible sur l'image en géométrie radar, nous devons être capable à partir de l'image projetée en coordonnées cartographiques de déduire la position des navires.

La carte sur laquelle est projetée l'image radar est entièrement définie par les éléments suivants :

- ⌘ coordonnées du coin supérieur gauche,
- ⌘ pas en longitude et en latitude,
- ⌘ dimensions de la carte.

Les coordonnées des coins de l'image radar sont disponibles sur le support de donnée. On choisit comme latitude du coin supérieur gauche de la carte, la latitude la plus septentrionale des coins de l'image radar. On choisit comme longitude du coin supérieur gauche de la carte, la longitude la plus occidentale des coins de l'image radar.

Nous avons choisi le pas de la carte en latitude et en longitude de façon à conserver la précision de l'image radar, soit un pixel de 20m X 20m sur une image multivues. Le signe des pas est choisi de façon à conserver le sens usuel de lecture d'une carte. Nous avons fixé le pas en longitude à 0.0018° et le pas en latitude à - 0.0015°

Nous avons choisi une dimension de la carte suffisante pour que toute l'image radar soit projetée sur cette carte. Nous avons fixé les dimensions de la carte à 7500 pixels x 7500 pixels soit 150 km x 150 km.

Sur cette carte, il est alors aisé de déduire les coordonnées d'un navire à partir des coordonnées (ligne, colonne) d'une cible par les relations suivantes :

$$latitude = lat_0 + (pas\_latitude) * ligne$$

$$longitude = lon_0 + (pas\_longitude) * colonne$$

6.2.2 Choix de l'image à utiliser pour la localisation des bateaux

L'image fournie par Eurimage sur le support de données est au format CI2, c'est à dire que pour chaque pixel, nous disposons des informations d'amplitude et de phase.

L'algorithme de détection de bateaux filtre les points brillants de l'image. Nous n'utilisons que les informations d'amplitude.

Il faut donc, avant tout traitement, calculer à partir de l'image initiale complexe, une image d'amplitude. Nous avons choisi de générer une image en entier plutôt qu'en octet pour conserver toute la dynamique de l'image initiale. (Pour une image en octet, tous les pixels dont l'amplitude est supérieure à 255 sont écrêtés.)

Les données fournies par Eurimage restituent le maximum d'informations reçues par le capteur. En particulier, la taille du pixel élémentaire est la taille du pixel imposée par les caractéristiques techniques du capteur (20m en distance et 4m en azimut).

Nous pouvons envisager alors de travailler avec des images en pleine résolution ou avec une image ré échantillonnée pour obtenir un pixel carré de 20m x 20m. Par la suite nous appellerons l'image ré échantillonnée, l'image multivue (image MTV).

Des essais préliminaires sur l'image en pleine résolution nous ont amenés à préférer l'image MTV. En effet, le niveau de bruit est plus important sur l'image en pleine résolution ce qui rend la sélection manuelle des cibles par l'opérateur très difficile et peu fiable. L'image est si bruitée, qu'il est difficile de distinguer les côtes.

L'image MTV est obtenue en effectuant une moyenne quadratique sur 5 pixels en azimut. Le bruit de speckle étant un bruit blanc, de moyenne nulle, cette seule opération a le mérite de réduire sensiblement le niveau de bruit. Le travail de l'opérateur est ainsi grandement facilité ().



Figure 22. Pointe de la Corse : image en pleine résolution (gauche) et image MTV (droite)

Nous pouvons maintenant envisager de travailler soit avec l'image MTV soit avec l'image projetée en coordonnées cartographiques. Par la suite nous appellerons l'image projetée en coordonnées cartographique, l'image ortho rectifiée (image ORTHO).

Des essais préliminaires sur l'image MTV et sur l'image ORTHO ne nous ont pas permis de statuer en faveur de l'une ou l'autre méthode. En effet nous avons identifié quelque soit l'image utilisée les mêmes bateaux. Nous préférons tout de même utiliser l'image MTV pour s'affranchir d'éventuels artefacts induits par la projection.

Nous identifierons donc les cibles potentielles à partir des images MTV.

6.2.3 Choix de la méthode d'estimation du sillage

Il s'agit tout à la fois d'estimer la direction du sillage et le décalage en azimuth entre la position apparente du navire et sa position réelle.

Pour estimer le décalage en azimuth, nous allons travailler sur l'image MTV. En effet sur cette image, l'axe vertical est l'axe des azimuth. Le décalage en azimuth peut donc être estimé directement à partir du décalage en pixels.

$$\Delta_{azimut} = \Delta_{pixel} \cdot T_{pixel}, \text{ avec } T_{pixel} = 20m$$

Nous allons extraire de l'image MTV, une imagerie centrée sur la cible à étudier :

Nous superposons à cette imagerie un repère orthonormé dont l'origine est positionnée sur la cible.

Dans ce repère l'équation de la droite estimant le sillage est :

$$y = \tan \theta \cdot x - \Delta_{pixel}, \text{ avec } \theta = \text{angle}(\vec{x}, \vec{u})$$

C'est cette droite que nous allons estimer.

Utilisation de la transformée de RADON

Introduction à la transformée de Radon

La transformée de Radon est une méthode de détection dans une image bruitée de structures et en particulier de droites.

La transformée de Radon est définie comme suit :

$$R(\rho, \theta) = \int_{-\infty}^{+\infty} A(\rho \cos(\theta) + s \cdot \sin(\theta), \rho \sin(\theta) + s \cos(\theta)) ds$$

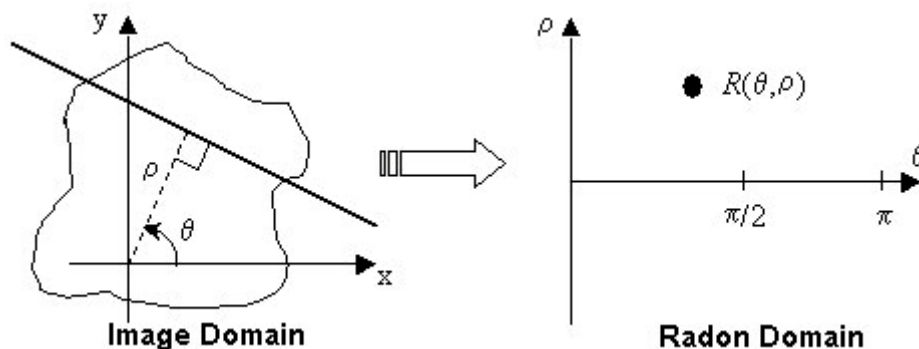


Figure 23. Transformée de Radon

Dans l'espace de Radon, un pic positif correspond à une droite brillante, un pic négatif correspond à une droite plus sombre que le niveau moyen de l'image.

Estimation du sillage par la transformée de Radon

Pour détecter le sillage d'un navire nous chercherons donc à identifier des pics et des creux dans l'espace de Radon.

Nous réaliserons successivement les tâches suivantes :

- ✎ extraction d'une imagerie centrée sur le navire à étudier,
- ✎ masque de la cible (on superpose à l'imagerie extraite une imagerie de quelques pixels de côté et de niveau égal au niveau moyen de l'image pour ne pas identifier la direction principale du navire comme droite brillante),
- ✎ calcul de la transformée de Radon,
- ✎ sélection des pics,
- ✎ calcul de la droite.

En pratique cette méthode automatique s'est avérée difficile à mettre au point et peu efficace. En effet nous devons faire face aux écueils suivants :

- ✎ le sillage peut être brillant ou sombre faut-il sélectionner un pic positif ou un pic négatif ?
- ✎ le sillage peut présenter une structure triangulaire quel pic correspond le mieux à la direction du bateau ?
- ✎ des structures parasites peuvent perturber la détection du sillage (transition mer agitée - mer calme, terres, vagues internes, films organiques ...) le pic ne correspond pas à une estimation du sillage.

Méthode manuelle

Devant les difficultés à implémenter une détection automatique du sillage en utilisant la transformée de Radon, nous avons décidé d'estimer manuellement le sillage.

Pour cela, l'utilisateur estime grossièrement $\tan \theta$ et Δ , une routine trace la droite correspondante en surbrillance sur l'imagerie.

En fonction de l'adéquation de cette droite et du sillage à estimer, l'opérateur affine les estimations de $\tan \theta$ et Δ jusqu'à des valeurs satisfaisantes.

6.2.4 Choix de la méthode d'estimation de la direction et du cap

Pour estimer la direction et le cap d'une cible nous pouvons travailler à partir des images MTV ou ORTHO.

Utilisation de l'image MTV

L'image MTV est en géométrie Radar. Pour connaître la direction dans un repère usuel (repère géographique) d'une droite estimée sur l'image MTV, il est nécessaire de connaître la valeur locale de la rotation permettant de passer de l'image MTV à un repère géographique.

Nous avons montré au § 0 qu'un décalage en azimuth positif correspond à une cible se déplaçant vers les range croissant et qu'un décalage en azimuth négatif correspond à une cible se déplaçant vers les range décroissant. Il est donc possible de déterminer de façon automatique le cap des navires pour lesquels on a identifié un sillage.

Cette méthode enchaîne les étapes suivantes :

- ✎ estimation de la direction principale de la cible dans le repère lié à l'image radar : recherche d'un pic dans l'espace de Radon pour une imagerie centrée sur la cible,
- ✎ estimation du décalage en azimuth entre la cible et son sillage,
- ✎ détermination du cap dans le repère lié à l'image radar en fonction de la direction et du signe du décalage en azimuth,
- ✎ estimation de la rotation locale,
- ✎ calcul de la direction et du cap dans le repère géographique.

Utilisation de l'image ORTHO

L'image ORTHO est une projection de l'image Radar en coordonnées géographiques, par construction la direction d'une droite dans cette image correspond à la notion usuelle de direction d'un navire (une droite verticale est un axe Nord-Sud).

Il n'est par contre pas possible de déterminer de façon automatique le cap du navire. Pour estimer le cap, le photo-interprète identifie de façon manuelle le sillage de la cible puis déduit le cap en fonction de la direction.

Cette méthode enchaîne les étapes suivantes :

- ✎ estimation de la direction principale de la cible : recherche d'un pic dans l'espace de Radon pour une imagerie centrée sur la cible,

- ⌘ détection manuelle du sens du sillage,
- ⌘ détermination du cap (à partir de la direction et du sens du sillage).

Compte tenu de temps imparti pour cette étude et du nombre restreint de navires identifiés, il nous est apparu préférable de choisir la méthode manuelle au détriment du développement d'une méthode d'estimation de la déformation locale.

6.3 Description des algorithmes utilisés

6.3.1 Sélection des maxima

Description

L'algorithme utilisé recherche tous les maxima locaux dans l'image MTV.

Un maxima est identifié comme tel si la valeur du pixel considéré est la valeur maximale des pixels situés sur une fenêtre de dimension paramétrable (fenêtre de travail) centrée sur le point étudié.

L'image radar est découpée selon une grille dont le pas correspond à la moitié de la taille de la fenêtre de travail ($X_{dim}/2 \times Y_{dim}/2$). La fenêtre de travail est une fenêtre glissante sur la grille. A chaque pas l'algorithme sélectionne le maximum dans la fenêtre de travail. Parmi ces points, seuls sont conservés ceux qui correspondent à un maximum local défini sur la fenêtre centrée sur le point étudié et de dimensions (X_{dim} , Y_{dim}).

Ainsi sur le graphique suivant (Figure 24), P1 est le maximum pour la fenêtre de travail ■, P2 est le maximum pour la fenêtre de travail ■.

P1 n'est pas le maximum sur la fenêtre ■ centrée sur P1. Seul P2 est conservé.

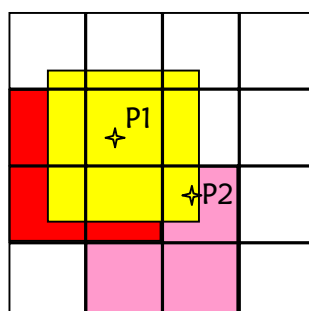


Figure 24. Algorithme de sélection des maxima

Le pouvoir discriminatoire ainsi obtenu est de $X_{dim}/2$ en distance et de $Y_{dim}/2$ en azimuth.

Mise au point

Les dimensions de la fenêtre de travail déterminent le pouvoir discriminatoire de notre algorithme d'extraction des cibles. Les pixels des images MTV dont nous disposons sont des pixels carrés (20m x 20m), pour conserver un pouvoir discriminatoire identique selon les deux dimensions de l'image, nous utiliserons une fenêtre de travail carrée.

Pour des soucis de performance, nous avons utilisé une fenêtre de travail de 75 x 75 pixels, ce qui conduit à un pouvoir séparateur de 37 pixels soit environ 750 m.

6.3.2 Sélection automatique des cibles potentielles

Description

L'algorithme de détection des cibles mis en œuvre dans le cadre de cette étude est l'algorithme dit du chapeau haut de forme. Le filtrage des maxima locaux s'appuie sur le critère qui suppose que les bateaux sont des cibles quasi-ponctuelles brillantes sur un fond sombre. C'est à dire, au voisinage d'une cible correspondant à un bateau, l'essentiel de l'énergie est concentré sur la cible. Le traitement proposé élimine les maxima locaux qui se distinguent peu du fond et ceux qui correspondent à des cibles trop étalées pour être des bateaux.

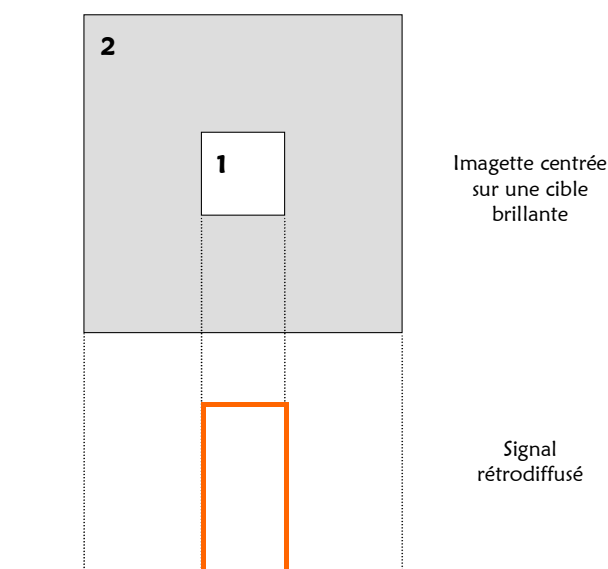


Figure 25. Modèle du chapeau haut de forme

On calcule la puissance moyenne du clutter. La zone (2) est délimitée par une fenêtre de dimensions identiques à la fenêtre de travail utilisée pour l'extraction des maxima locaux. La zone (1) ou chapeau haut de forme est de dimension paramétrable et centrée sur la cible à étudier (Figure 25.).

Les cibles retenues sont celles pour lesquelles le rapport signal à bruit est supérieur à un seuil paramétrable. ($SNR = \text{Puissance}(1) / \text{Puissance}(2)$)

Optimisation du seuil Signal à Bruit caractérisant une cible

Nous allons étudier sur une image test (Malte 38102) le nombre de cibles détectées par l'algorithme de filtrage automatique des maxima et parmi ces cibles, combien correspondent à des bateaux en faisant évoluer le seuil du SNR utilisé pour filtrer les maxima.

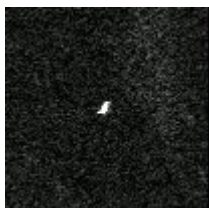
Les autres paramètres de l'algorithme sont initialisés comme suit :

- ⌘ dimensions de la zone (2) : 75 pixels X 75 pixels soit 1500 m X 1500 m,
- ⌘ dimensions de la zone (1) : 7 pixels X 7 pixels soit 140 m X 140 m.

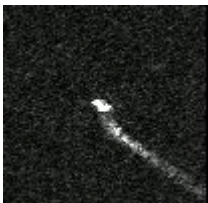
SNR SEUIL (dB)	NOMBRE DE CIBLES DÉTECTÉES	NOMBRE DE BATEAUX	NOMBRE DE FAUSSES ALARMES
20	57	6	51
15	132	9	125
13	170	10	161
12	194	11	181
10	260	11	246

Pour un seuil de SNR supérieur à 15 dB, il est facile pour l'utilisateur de détecter parmi les cibles extraites par l'algorithme celles correspondant à des bateaux. La plupart des fausses alarmes sont situées dans les terres et les cibles détectées en mer présentent au moins une des caractéristiques suivantes :

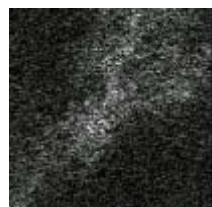
- ⌘ plusieurs pixels brillants voisins dessinant une forme rectangulaire,



⌘ identification d'un sillage.



Pour des seuils de SNR inférieurs à 15 dB, le travail de sélection manuelle des cibles par l'opérateur est plus difficile. L'algorithme fait apparaître de nombreuses fausses alarmes en mer dans ou au voisinage des zones fortement bruitées. Ces cibles sont éliminées si au voisinage du point brillant extrait par l'algorithme, on retrouve d'autres points brillants d'amplitude équivalente répartis aléatoirement dans le bruit.



En baissant le seuil de SNR jusqu'à 12 dB, on arrive à identifier quelques bateaux de plus. En deçà de ce seuil il devient impossible à l'opérateur de statuer avec une certitude raisonnable sur les nouvelles cibles identifiées.

Optimisation de la taille de la zone (1)

Nous allons étudier sur une image test (Malte 38102) le nombre de cibles détectées par l'algorithme de filtrage automatique des maxima, et parmi ces cibles combien correspondent à des bateaux en faisant évoluer les dimensions de la zone (1).

Les autres paramètres de l'algorithme sont initialisés comme suit :

- ⌘ dimensions de la zone (2) : 75 pixels X 75 pixels soit 1500 m X 1500 m,
- ⌘ SNR seuil : 12 dB.

ZONE (1) (EN PIXEL)	NOMBRE DE CIBLES DÉTECTÉES	NOMBRE DE BATEAUX	NOMBRE DE FAUSSES ALARMES
20 x 20	199	10	191
7 x 7	194	11	185
5 x 5	193	11	184
3 x 3	192	11	183

L'algorithme est peu sensible à la taille de la zone (1). On choisira une zone (1) de 5 x 5 pixels.

Optimisation de la taille de la zone (2)

Nous allons étudier sur une image test (Malte 38102) le nombre de cibles détectées par l'algorithme de filtrage automatique des maxima, et parmi ces cibles combien correspondent à des bateaux en faisant évoluer les dimensions de la zone (2).

Les autres paramètres de l'algorithme sont initialisés comme suit :

- ≡ dimensions de la zone (2) : 5 pixels X 5 pixels soit 100 m X 100 m,
- ≡ SNR seuil : 12 dB.

ZONE (1) (EN PIXEL)	NOMBRE DE CIBLES DÉTECTÉES	NOMBRE DE BATEAUX	NOMBRE DE FAUSSES ALARMES
51 x 51	296	11	287
75 x 75	193	11	184
101 x 101	130	11	121

Les bateaux identifiés sont les mêmes quelque soient les dimensions de la zone (2).

Le nombre croissant de fausses alarmes en fonction des dimensions de la zone (2) s'explique parce que ce paramètre est également utilisé pour définir la fenêtre d'exploration des maxima.

On choisira une zone (1) de 75 x 75 pixels comme compromis entre un pouvoir discriminant suffisant (zone (2) petite) et un nombre de fausses alarmes non rédhibitoire (zone (2) grande).

6.4 Présentation des résultats

Pour le traitement des images ERS l'opérateur est essentiellement mis à contribution pour les tâches suivantes :

- ≡ Analyse des cibles détectées et élimination des fausses-alarmes,
- ≡ Analyse des échos proches inter-image et élimination des fausses-alarmes,
- ≡ Localisation des cibles identifiées sur l'image MTV dans l'image ORTHO,

- ⌘ Estimation du sillage (direction et décalage en azimuth),
- ⌘ Validation de la direction de chaque cible calculée automatiquement et déduction du cap s'il y a un sillage.

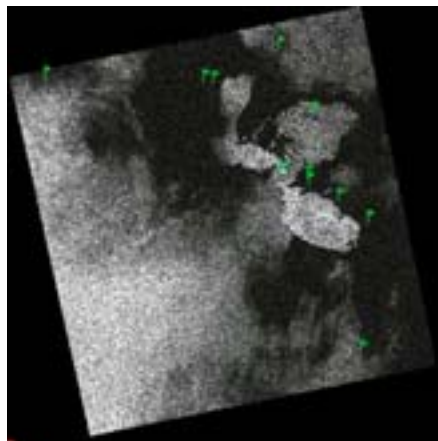
L'enchaînement de ces tâches est long et fastidieux, il faut compter en moyenne pour un opérateur averti 4 heures de travail. Ce temps tient compte du temps de traitement.

Pour chaque image ERS traitée, on obtient les produits suivants :

- ⌘ La projection de l'image radar sur une carte en coordonnées géographiques ; sur cette carte on matérialise les bateaux identifiés par un drapeau de couleur,
- ⌘ La liste des bateaux détectés sur l'image comprenant pour chaque cible l'ensemble des informations acquises (coordonnées, puissance, SNR, vitesse, direction, cap, date et heure).

6.4.1 Image et cibles projetées sur une carte

L'image indiquant la position des bateaux utilise une projection usuelle (projection géographique) pour faciliter l'interprétation des résultats.



© Eurimage : Malte

Figure 26. Image et cibles projetées sur une carte

Des erreurs de détections (cibles non détectées) peuvent survenir. Elles sont dues :

- ⌘ Soit au pouvoir séparateur trop faible de la chaîne développée dans cette étude (750 m),
- ⌘ Soit à la présence d'une côte brillante trop proche. La puissance du signal émis par la mer est modélisée en calculant la moyenne des pixels sur une fenêtre centrée sur la cible; si cette fenêtre inclut des terres, son niveau moyen devient trop élevé pour que la cible soit retenue par le filtre automatique,

- ⌘ Soit à la présence d'un sillage très brillant et diffus. Un tel sillage perturbe le calcul du bruit moyen émis par la mer qui devient trop important. La cible correspondant est éliminée par l'algorithme de filtrage automatique.
- ⌘ Soit à un étalement trop important de la cible,
- ⌘ Soit à la position des cibles en bordure de l'image, (l'algorithme de filtrage ne traite pas une bande d'une demi-largeur de sa fenêtre de travail tout autour de l'image),
- ⌘ Soit à une erreur d'interprétation de l'opérateur dans la phase de sélection manuelle des cibles,
- ⌘ Soit à un bruit de fond trop important pour pouvoir discerner des points très brillants. C'est le cas le plus fréquent et le plus difficile à quantifier.

Les navires non détectés par le filtrage automatique des cibles et identifiés par l'opérateur au cours du traitement d'une image sont rajoutés à la liste des cibles.

A cela, il faut rajouter les fausses alarmes qui peuvent être dues :

- ⌘ Soit à une erreur d'interprétation de l'opérateur dans la phase d'élimination des fausses alarmes inter-images,
- ⌘ Soit à des cibles fixes (îlots, balises ...) présentes sur une seule image.

6.4.2 Liste des cibles détectées

Pour chaque image traitée les résultats sont consignés dans une feuille Excel listant les navires identifiés.

Pour chaque bateau identifié les informations suivantes sont fournies :

- ⌘ Champ 1 : latitude de la cible (degré/ minutes/ secondes),
- ⌘ Champ 2 : longitude de la cible (degré/ minutes/secondes),
- ⌘ Champ 3 : puissance maximale de la cible (Pm en dB),
- ⌘ Champ 4 : rapport de la puissance du signal renvoyé par la cible et du signal renvoyé par le fond (SNR en dB),
- ⌘ Champ 5 : vitesse de la cible (en nœuds),
- ⌘ Champ 6 : direction de la cible (en degré),
- ⌘ Champ 7 : cap de la cible (en degré),
- ⌘ Champ 8 : date de la prise de vue,
- ⌘ Champ 8 : heure de la prise de vue.

GIBRALTAR : LISTE DES CIBLES DETECTEES SUR L'IMAGE 38754								
latitude	longitude	Pm (dB)	SNR (dB)	vitesse (nœuds) (>0 vers les range croissants)	direction (°) (-90° < d ≤ 90°)	cap (°) (-180° < d ≤ 180°)	date	heure
36°16'57" N	04°39'47" W	36	20	8	83	-97	18-sept-02	11.00
36°17'31" N	05°02'19" W	41	31	(?)	61	(?)	18-sept-02	11.00
36°11'34" N	04°45'43" W	39	16	-10	73	73	18-sept-02	11.00
36°10'24" N	05°00'11" W	42	31	(?)	0	(?)	18-sept-02	11.00
36°07'33" N	04°49'06" W	40	16	9	65	-115	18-sept-02	11.00
36°09'56" N	05°09'36" W	39	25	(?)	40	(?)	18-sept-02	11.00
36°03'21" N	04°48'24" W	40	16	(?)	78	(?)	18-sept-02	11.00
36°08'46" N	05°18'07" W	46	25	(?)	-61	(?)	18-sept-02	11.00
36°08'47" N	05°18'50" W	40	18	(?)	-43	(?)	18-sept-02	11.00
36°08'46" N	05°19'41" W	43	22	(?)	-55	(?)	18-sept-02	11.00
36°09'42" N	05°25'37" W	53	32	(?)	50	(?)	18-sept-02	11.00
36°08'59" N	05°23'14" W	40	18	(?)	35	(?)	18-sept-02	11.00
36°09'03" N	05°24'01" W	51	29	(?)	-56	(?)	18-sept-02	11.00
36°09'31" N	05°25'01" W	50	29	(?)	36	(?)	18-sept-02	11.00
36°09'43" N	05°26'08" W	39	19	(?)	27	(?)	18-sept-02	11.00
36°09'04" N	05°18'37" W	38	17	(?)	41	(?)	18-sept-02	11.00

Figure 27. Liste des cibles détectées sur une image

Remarques :

- ⌘ La vitesse n'est pas renseignée si :
 - ❖ l'opérateur n'a pu identifier aucun sillage,
 - ❖ le sillage identifié est quasi-parallèle à l'axe azimuth : dans ce cas le décalage en azimuth est très faible et ne peut être estimé; de plus pour des directions proches de l'axe azimuth, une faible variation du décalage ou de la pente estimée entraîne de très fortes variations de la vitesse. Pour toutes ces raisons, la vitesse estimée pour des sillages quasiment parallèles à l'axe des azimuth n'est pas significative.
- ⌘ La direction d'une cible n'est pas renseignée si aucun sillage n'est détecté et si la cible est diffuse,
- ⌘ Le cap n'est pas renseigné si l'utilisateur n'a pas identifié de sillage.

7. ANALYSE ET VALIDATION DES RÉSULTATS

7.1 Résultats issus des données Radarsat

7.1.1 Analyse générale

Les travaux effectués démontrent les possibilités d'identification des bateaux en mer à partir d'images Radarsat en mode Scansar Narrow B. L'exploitation de ces données permet de déterminer de façon simple et avec une bonne précision (moins de 500 m) les coordonnées des bateaux détectés sur chaque image.

La Figure 28 montre les résultats essentiels : la carte de l'ensemble des bateaux sélectionnés sur chacune des deux couvertures radar, ainsi que les zones couvertes :

- ⌘ La première couverture a été construite à partir de 12 images d'archive étalées sur plusieurs mois de l'année 1998. Elle ne couvre que partiellement l'Afrique du Nord, le sud de la Sardaigne et l'ouest de la Sicile. Elle a permis de recenser 772 bateaux.
- ⌘ La deuxième couverture a été acquise cet été en moins d'une semaine. Elle couvre de manière plus complète la Méditerranée et notamment l'Afrique du Nord et a permis de détecter 908 bateaux.

Cette méthode permet d'avoir des informations sur une couverture importante en adoptant une approche globale.

Le volume de données radar traité dans cette étude permet uniquement d'avoir un instantané du trafic méditerranéen. Les performances de la détection dépendent cependant étroitement de la taille des bateaux à identifier et de l'état de la mer.

La caractérisation des routes maritimes pourrait être améliorée en envisageant les démarches suivantes :

- ⌘ L'élaboration d'une carte statistique des routes maritimes à partir de nombreuses prises de vue radar,
- ⌘ L'étude de la proportion de bateaux qui suivent les routes maritimes existantes par rapport à ceux qui s'en éloignent.

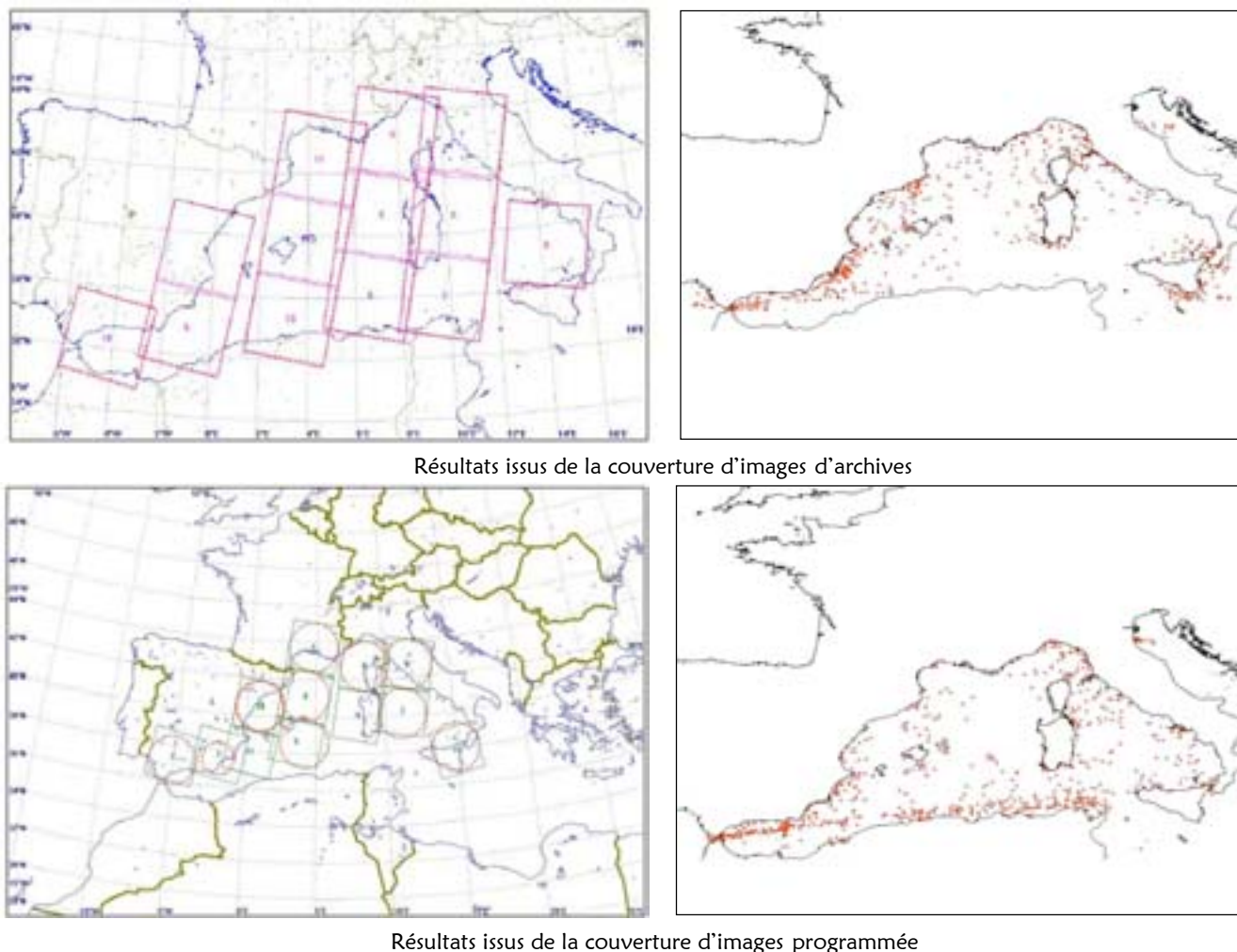


Figure 28. Cartes des couvertures étudiées et des bateaux détectés

7.12 Validation détaillée

La validation des résultats obtenus à partir des données Radarsat s'est appuyée sur des informations extraites de la base de données Navcom mise à la disposition du projet par le CROSS Med. Cette base de données est destinée à recueillir les messages envoyés par les navires se déplaçant dans les eaux territoriales françaises aux différents sémaphores composant le système de surveillance national.

L'objectif de cette opération est de vérifier le petit nombre ou l'absence réelle de navires dans la partie des eaux territoriales françaises couverte par le satellite Radarsat en 1998 et en 2002.

Démarche suivie

La démarche de validation s'est déroulée selon le processus suivant :

- ⌘ Une première sélection d'enregistrements a été faite dans la base de données Navcom en tenant compte des dates de prises de vues des images Radarsat considérées.

Pour la première couverture (année 1998), les images en question ont été acquises les 3 et 7 mai. Une première extraction a donc été réalisée dans la base pour la période du 1^{er} au 9 mai, soit 409 messages.

Pour la deuxième couverture (année 2002), les images en question ont été acquises les 7 et 10 août. Une seconde extraction a donc été réalisée dans la base pour la période du 5 au 12 août, soit 1874 messages.

- ⌘ Seuls les champs intéressant cette tâche de validation ont été conservés, à savoir :
 - ❖ L'origine du signallement (code du sémaphore récepteur),
 - ❖ L'activité du navire,
 - ❖ Le nom du navire,
 - ❖ Le type du navire,
 - ❖ La datation,
 - ❖ La position du navire à l'émission du message,
 - ❖ La route suivie par le navire à l'émission du message,
 - ❖ La vitesse du navire à l'émission du message,
 - ❖ La provenance du navire,
 - ❖ La destination du navire.
- ⌘ Parmi les enregistrements retenus pour chaque période, ceux correspondant à des navires non localisables (coordonnées erronées) ou au port (coordonnées remplacées par un nom de port) ont été éliminés afin de ne conserver que des navires situés en mer. On retient ainsi 202 messages pour 1998 et 98 pour 2002.
- ⌘ Les coordonnées correspondant aux positions ont été vérifiées pour corriger des différences de format et converties en degrés décimaux pour intégration sous ArcView.
- ⌘ Chaque groupe d'enregistrements a été scindé en deux lots :
 - ❖ Les messages correspondant au moment des prises de vue Radarsat (c'est-à-dire acquis dans un intervalle de 5 minutes avant et 5 minutes après l'heure d'acquisition des différentes images),

- ❖ Les messages acquis avant ou après les prises de vues.

On obtient ainsi :

- ❖ 0 message acquis pendant et 202 messages acquis avant ou après pour 1998,
 - ❖ 1 message acquis pendant et 907 messages acquis avant-après pour 2002.
- ⇒ Les positions des navires avant ou après ont ensuite été intégrées sous ArcView et représentées (Figure 29 et Figure 30).

Analyse des résultats

Année 1998

Les images Radarsat acquises au cours de l'année 1998 montrent la présence de navires dans les eaux territoriales françaises au moment des deux prises de vues considérées (3 et 7 mai).

La base de données Navcom montre pour la période correspondante (1^{er} au 10 mai) un nombre de messages enregistrés relativement faibles (202) par rapport à la partie de la base relative à l'année 2002 (908). De plus, on note un positionnement cartographique de ces messages relativement étalé avec en particulier peu de navires dans la partie ouest de la zone des eaux territoriales et plusieurs navires situés en dehors de la zone couverte par les sémaphores telle que décrite par le CROSS Med.

La comparaison des deux sources de données n'apporte pas de remise en cause particulière des informations déduites des images Radarsat.

Année 2002

Les images Radarsat acquises au cours de l'année 2002 montrent la présence de navires dans les eaux territoriales françaises au moment des deux prises de vues considérées (7 et 10 août), à l'exception de l'ouest de la Corse.

La base de données Navcom montre pour la période correspondante (5 au 12 août) un nombre de messages enregistrés plus important qu'en 1998. Ces messages correspondent à des navires concentrés près des côtes et dans la zone couverte par les sémaphores ou à proximité de celle-ci. Leur positionnement cartographique apparaît donc comme plus plausible que dans le cas précédent.

La quasi absence de messages enregistrés au moment du passage du satellite (1 seul message est inclus dans l'intervalle temporel de quelques minutes défini autour des deux prises de vue) ne permet pas de remettre en cause les informations déduites des images Radarsat.

DATE	NOMBRE DE MESSAGES ENREGISTRÉS (SENS BARCELONE-GÊNES)	NOMBRE DE MESSAGES ENREGISTRÉS (SENS GÊNES-BARCELONE)
5 août 2002	0	3
6 août 2002	1	0
7 août 2002	4	4
8 août 2002	3	1
9 août 2002	2	2
10 août 2002	4	1
11 août 2002	2	2
12 août 2002	2	2

Tableau 8. Messages Navcom enregistrés sur la ligne Barcelone-Gênes autour des prises de vue Radarsat 2002

La répartition des messages associés à la ligne Barcelone-Gênes - une des plus importantes passant dans la zone des eaux territoriales françaises - est présentée dans le Tableau 8. 8 navires ont été enregistrés en transit sur la ligne Barcelone-Gênes le 7 août et 5 le 10 août, ce qui montre la fréquentation de cette ligne à la date des prises de vue. Toutefois, ce faible nombre d'observations n'a rien de contradictoire avec l'absence de navires détectés sur les images Radarsat des mêmes dates.

L'analyse des messages captés par les 3 sémaphores les plus proches de la zone où aucun navire n'a été repéré sur les scènes Radarsat (ouest de la Corse), c'est à dire ceux de l'Île Rousse, La Parata et Pertusato, montre que plusieurs navires ont été enregistrés le 6 et le 7 août. Cependant, certains d'entre eux correspondent à des trajets passant plutôt au nord de la zone considérée (cas des navires en provenance de Gênes et en direction d'un port français ou l'inverse) tandis que d'autres correspondent à des liaisons incompatibles avec la position des sémaphores (cas de trajets Alger-Marseille ou Algesiras-Sete). Par conséquent, le nombre de navires réellement susceptibles d'avoir été vu dans la zone considérée est faible et n'a rien de contradictoire avec l'absence de navires détectés sur la scène Radarsat du 7 août.

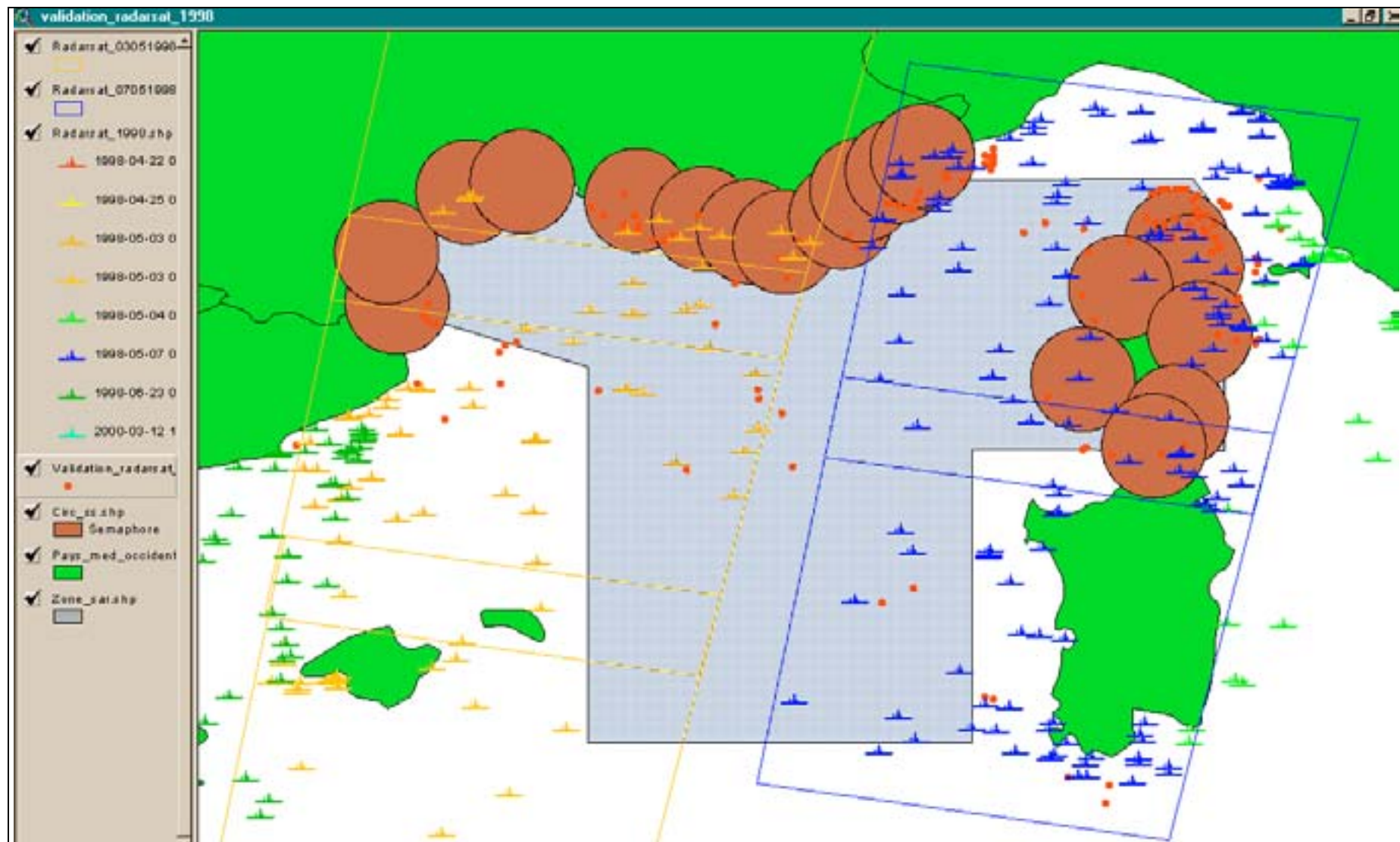


Figure 29. Comparaison navires détectés par Radarsat / navires enregistrés par les sémaphores (1998)

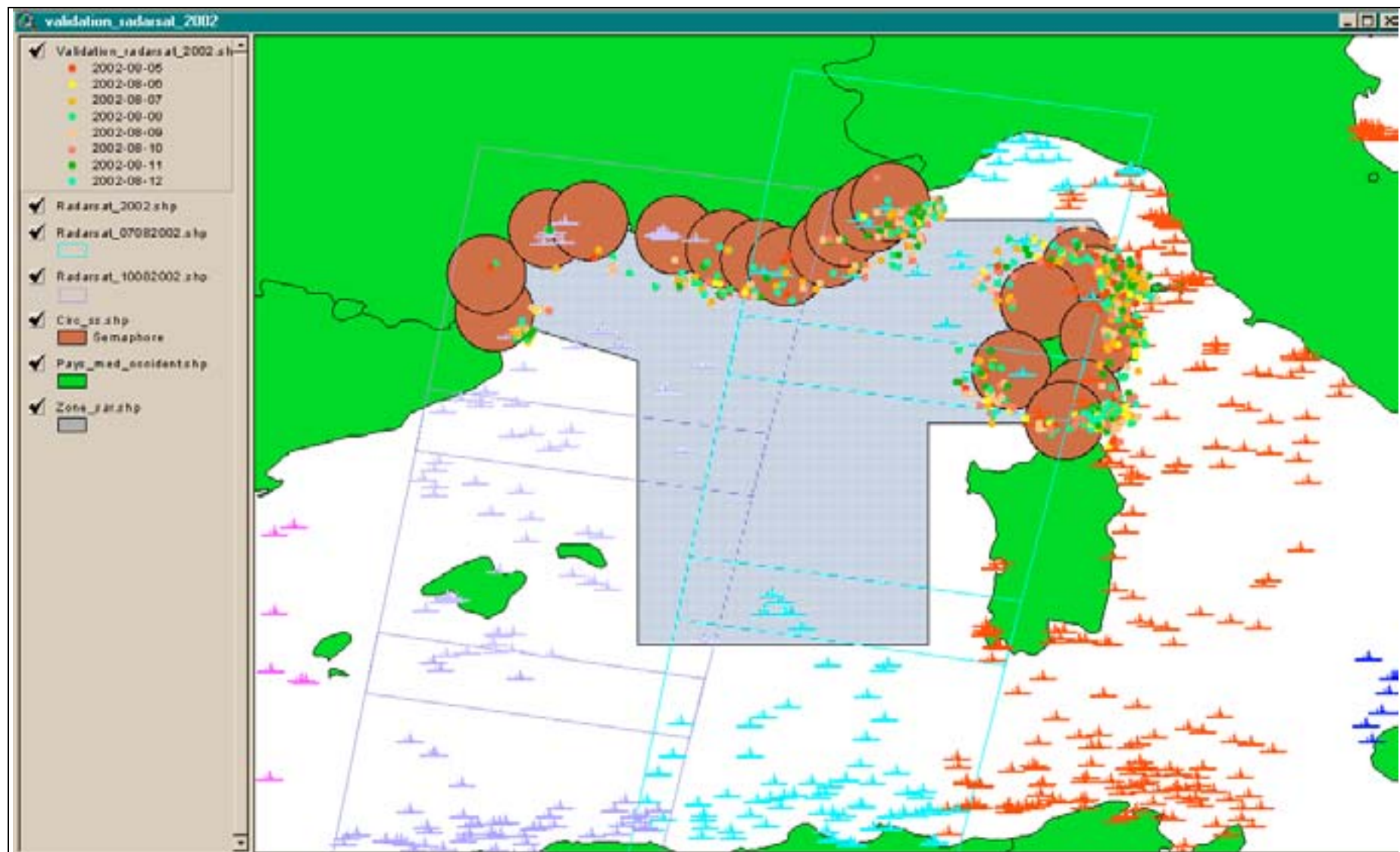


Figure 30. Comparaison navires détectés par Radarsat / navires enregistrés par les sémaphores (mars 2002)

7.2 Résultats issus des données ERS

L'étude globale avait pour but de déterminer le nombre et la position des navires sur l'ensemble de la Méditerranée, en exploitant l'aspect couverture des données Radarsat, ainsi que la capacité de la polarisation horizontale à détecter des cibles en mer.

L'étude locale avait pour objectif de déterminer des caractéristiques plus précises des navires, telles que leur position, leur cap et leur vitesse. Les images utilisées proviennent cette fois de l'instrument ERS (polarisation verticale) et l'étude porte sur 4 sites : les détroits de Gibraltar et de Sicile, le canal de Corse et l'île de Malte.

Les images ERS permettent d'estimer la vitesse des navires en exploitant le fait que ceux-ci ne sont pas positionnés au bout de leur sillage : un déplacement de 20 m correspond à une vitesse d'environ 1 nœud. Le cap du navire est obtenu simplement en exploitant la direction du sillage et le signe de la vitesse.

Les images ERS qui ont été sélectionnées représentent un cas défavorable pour l'étude, en ce sens où elles correspondent à des conditions de mer difficiles, rendant la détection des navires et des sillages délicate.

Un nombre de 10 navires a été détecté en moyenne sur chaque image ERS, pour une surface de 100 km x 100 km, à l'exception du détroit de Gibraltar où on a compté environ 60 navires. L'utilisation de Radarsat pour l'étude globale avait donné en moyenne 75 navires pour une couverture 9 fois plus grande. Les deux capteurs fournissent donc des densités de navires très voisines, ce qui confirme les résultats des études.

La vitesse a pu être déterminée pour seulement 25 % des navires, ce qui a deux causes possibles. La première est que la détection du sillage est difficile à cause des structures de la mer ou au fait que les sillages des navires proches se mêlent. La deuxième est que les navires peuvent être à l'arrêt, ce qui est vraisemblablement le cas de plusieurs des bâtiments détectés dans le détroit de Gibraltar. Lorsque le sillage a pu être détecté, l'estimation de la vitesse des navires dépend de la précision de localisation sur l'image, et autorise une précision de quelques nœuds. L'ordre de grandeur des résultats obtenus est satisfaisant :

- ⌘ de 5 à 15 nœuds en général,
- ⌘ de 20 à 25 nœuds pour les cibles importantes.

La direction du navire a été déterminée dans la grande majorité des cas, même lorsque le sillage était absent. On s'est simplement servi de l'orientation donnée par la forme du navire sur l'image.

Les valeurs de puissance renvoyées par les navires s'étendent sur une échelle de plus de 30 dB. Sachant que ces valeurs dépendent de l'importance des parties métalliques et de leur orientation vers le satellite, elles laissent envisager un potentiel de classification important sur le type de navire et/ou sur son orientation.

Cette étude locale a donc permis de fournir un jeu de paramètres pour chaque navire détecté, susceptible d'étayer les résultats issus de l'analyse des données descriptives du trafic.

7.3 Analyse complémentaire

Dans le cadre de l'étude globale, il est également intéressant d'envisager d'autres modes de fonctionnement des radars, pour voir si l'on peut réduire le temps nécessaire pour couvrir la zone d'étude. L'utilisation de Radarsat en mode ScanSAR Wide, l'utilisation simultanée des systèmes Radarsat-1 et Radarsat-2 en mode ScanSAR Narrow, et celle de l'instrument Envisat en mode ASAR Wide ont ainsi fait l'objet d'une pré étude.

Cette pré-étude consiste à déterminer la possibilité de couvrir par des données radar la zone géographique de la Méditerranée occidentale sur un intervalle de temps compatible avec la durée d'un voyage maritime en Méditerranée, soit 2 à 3 jours maximum.

Étant donné les contraintes sur les orbites des satellites d'observation de la terre, il faut 48 h pour que l'instrument survole la Méditerranée d'un bout à l'autre. Plus la taille de chaque image est importante, et plus on couvre de manière complète la zone durant ces 48 h, mais moins la résolution de l'image est bonne et donc la faculté de détection des navires.

Le Tableau 9 donne pour chacun des cas analysés la proportion de la surface couverte en 48 h. Il faut entre 6 et 9 images pour réaliser cette couverture. Le tableau donne également le nombre de jours nécessaire pour couvrir l'intégralité de la zone d'étude.

Des cas concrets de couvertures sont également fournis (Figure 32, Figure 33 & Figure 31). La position et le pourcentage de la zone couverte varient selon le premier jour d'acquisition du satellite choisi, mais dans une faible proportion.

CAPTEUR - MODE	TAILLE IMAGE	RÉSOLUTION IMAGE	COUVERTURE RÉALISÉE EN 48H	DURÉE POUR COUVRIR TOUTE LA ZONE
Radarsat - ScanSAR Wide	500x500 km	100x100m	95%	3-4 j
Radarsat - ScanSAR Narrow	300x300 km	50x50m	60%	5-6 j
Envisat - Wide Swath	400x400 km	150x150 m	80 %	6-7 j

Tableau 9. Simulation de couvertures avec plusieurs instruments

Le lancement de Radarsat-2 est prévu début 2004. Il aura plus de souplesse dans le choix de la couverture et donnera plus d'informations physiques pour détecter les navires. Les dimensions des images seront les mêmes que pour Radarsat-1. A ce jour nous n'avons pas d'information sur la synchronisation des prises de vue entre Radarsat-1 et Radarsat-2. Si celle-ci est faite de manière à ce que les scènes ne se chevauchent pas, cela portera à 48 heures la durée nécessaire pour avoir une couverture complète de la zone en mode Scansar Narrow.

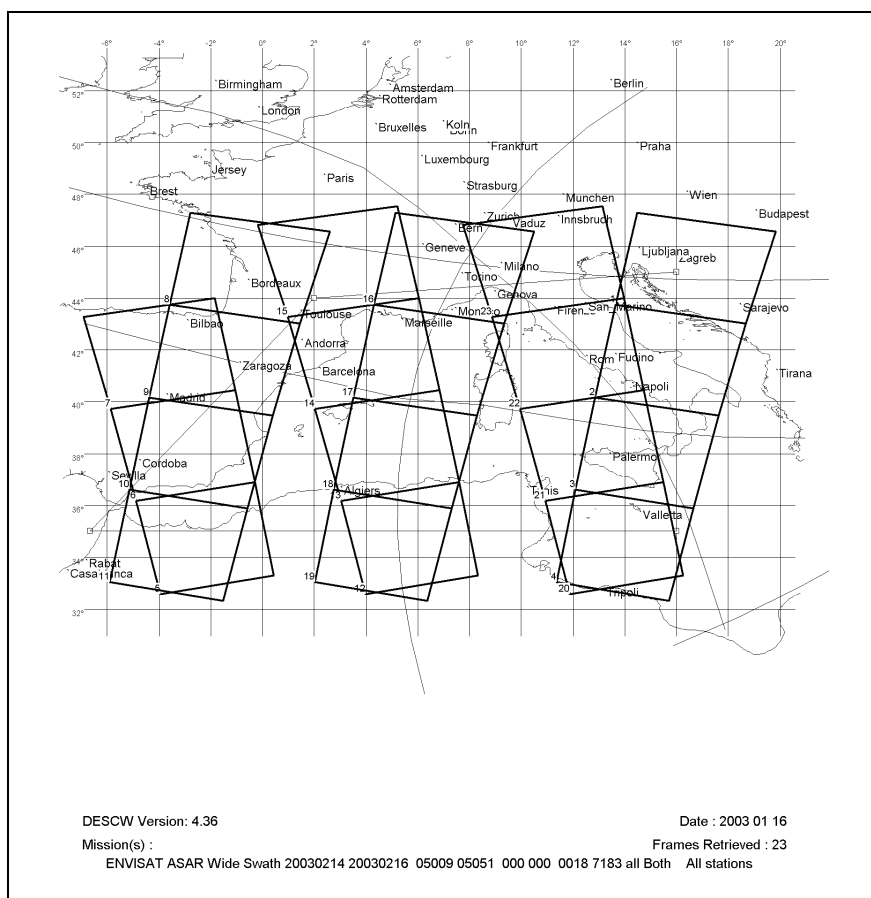


Figure 31. Couverture réalisée en 48 h par Envisat en mode Wide Swath



Figure 32. Couverture réalisée en 48 h par Radarsat en mode Scansar Wide

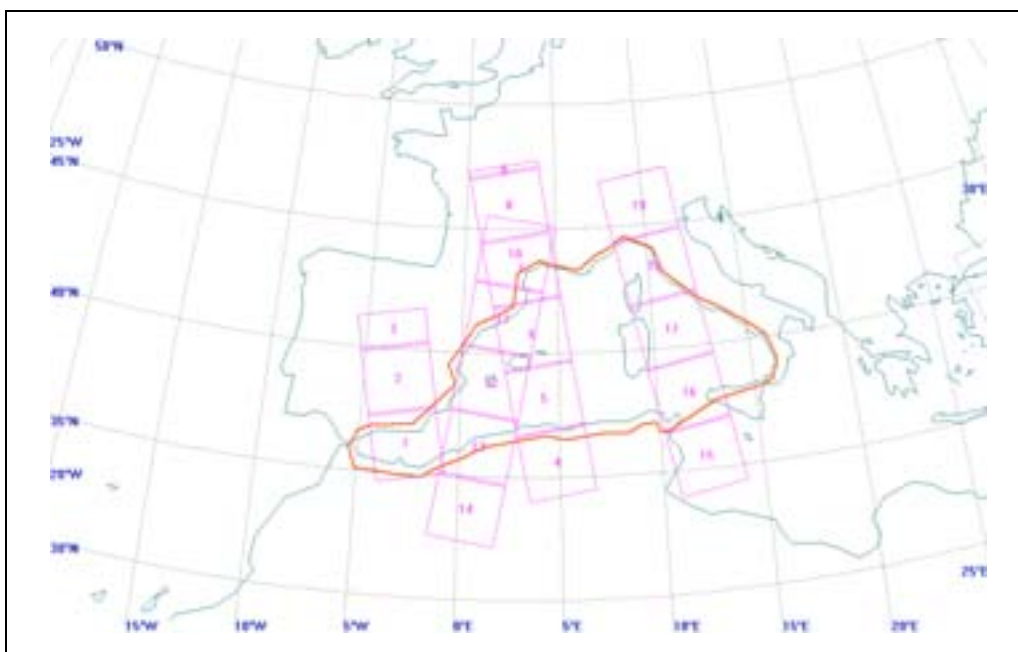


Figure 33. Couverture réalisée en 48 h par Radarsat en mode Scansar Narrow

8. PROCÉDURES

8.1 Procédure de traitement d'une image Radarsat-1

8.1.1 Extraction des données

L'extraction de l'image est effectuée par le logiciel ENVI[®]RSI. L'opération d'extraction des informations de géoréférencement crée un tableau contenant pour chaque ligne de l'image les informations suivantes :

- ⌘ Latitude du premier, du dernier et du point médian de la ligne,
- ⌘ Longitude du premier, du dernier et du point médian de la ligne.

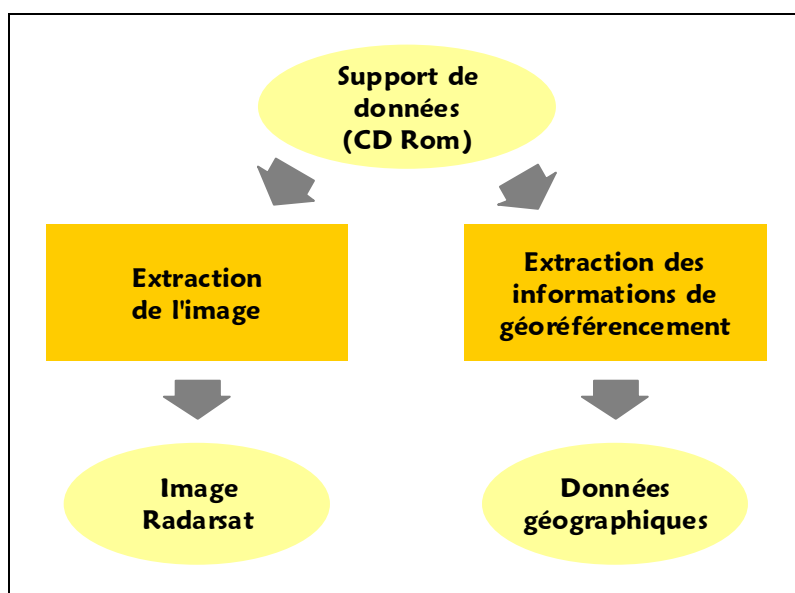


Figure 34. Procédure d'extraction des données Radarsat

8.1.2 Procédure d'identification des bateaux dans l'image

Pour détecter les bateaux sur une image Radarsat-1, une méthode semi-automatique utilise les critères définis au paragraphe 3.1 a été mise au point (Figure 35).

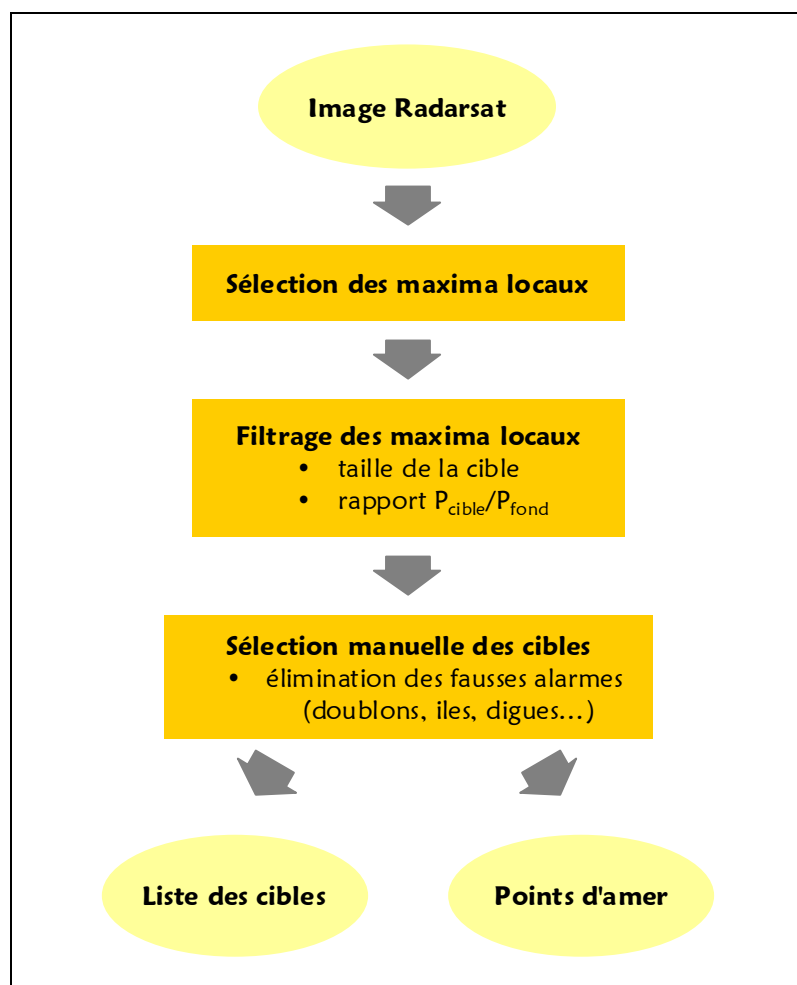


Figure 35. Procédure d'identification des bateaux dans une image

Sélection des maxima locaux

Entrées

≡ Image Radarsat,

⌘ Dimensions de la fenêtre de travail (Xdim, Ydim).

Sorties

⌘ Fichier des maxima locaux.

Description

Les dimensions de la fenêtre de travail déterminent le pouvoir discriminatoire de l'algorithme d'extraction des cibles. Les pixels des images Radarsat sont carrés (25 x 25 m). Pour conserver un pouvoir discriminatoire identique selon les deux dimensions de l'image, nous utiliserons une fenêtre de travail carrée.

L'image radar est découpée selon une grille dont le pas correspond à la moitié de la taille de la fenêtre de travail (Xdim/2). Le traitement extrait pour chaque case ainsi déterminée le maximum local. Parmi ces points, seuls sont conservés ceux qui correspondent à un maximum local défini sur la fenêtre centrée sur le point étudié et de dimensions (Xdim, Ydim = Xdim).

Le pouvoir discriminatoire ainsi obtenu est de Xdim/2.

Pour des soucis de performances, une fenêtre de travail utilisée est de 63 X 63 pixels, ce qui correspond à un pouvoir séparateur de 32 pixels soit environ 800 m.

Filtrage automatique des maxima locaux

Entrées

- ⌘ Image Radarsat,
- ⌘ Fichier des maxima locaux,
- ⌘ Rapport minimal puissance de la cible / puissance de l'image de fond (clutter) (en dB),
- ⌘ Dimensions de la cible (Xdim_cible, Ydim_cible).

Sorties

- ⌘ Fichier des cibles détectées de façon automatique.

Description

Le filtrage automatique des maxima locaux s'appuie sur le critère défini au paragraphe 3.1 qui suppose que les bateaux sont des cibles quasi-ponctuelles brillantes sur un fond sombre. C'est à dire, au voisinage d'une cible correspondant à un bateau, l'essentiel de l'énergie est concentrée sur la cible. Le traitement

proposé élimine les maxima locaux qui se distinguent peu du fond et ceux qui correspondent à des cibles trop étalées pour être des bateaux.

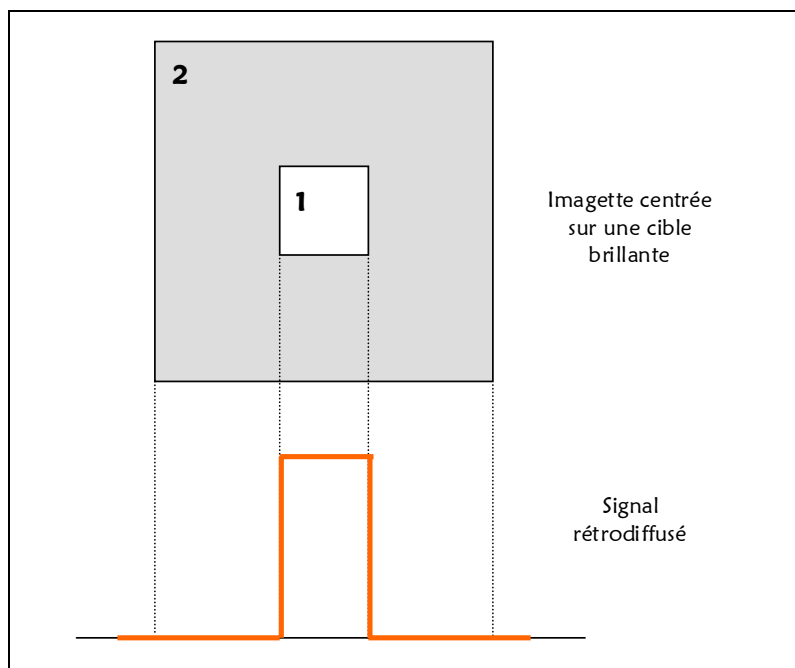


Figure 36. Modèle du chapeau haut de forme

On calcule la puissance moyenne du clutter. La zone 2 est délimitée par une fenêtre de dimensions identiques à la fenêtre de travail utilisée pour l'extraction des maxima locaux. La zone 1 ou chapeau haut de forme est de dimension paramétrable et centrée sur la cible à étudier (Figure 36).

La dimension du chapeau utilisé détermine la taille maximale des bateaux identifiables. On utilise un chapeau de 7 x 7 pixels, soit 125 x 125 m.

Sélection manuelle des cibles

Entrées

≡ Fichier des cibles détectées de façon automatique

Sorties

≡ Fichier des cibles détectées de façon manuelle

Description

Au terme de l'extraction automatique des cibles, il reste encore des fausses alarmes, des cibles dont un examen manuel permet de déterminer qu'il ne peut

s'agir de bateaux (îles, presqu'îles, digues, hangar sur un port, cibles dans les terres...).

Pour cela, le photo-interprète utilise ENVI[®]RSI, affiche l'image Radarsat et les cibles détectées automatiquement et pour chaque cible, décide si celle-ci peut correspondre à un bateau ou non.

L'utilisateur peut également être confronté à des doublons. Dans ce cas il ne conservera que la cible la plus proche du centre du bateau.

Ces doublons sont dus au caractère discret et saturé de l'image Radarsat; dans l'étape de sélection des maxima locaux (paragraphe 8.1.1), il peut arriver que deux maxima locaux sur la grille de pas 32 pixels soient également des maxima locaux sur la fenêtre glissante de 63 x 63 pixels. Dans le cas d'une industrialisation du processus, il serait possible d'améliorer la sélection automatique des cibles pour éliminer les doublons en déterminant la distance entre chaque couple de cibles sur une image puis en ne conservant qu'un seul point pour les couples identifiés comme des doublons.

A ce stade de l'étude il reste encore des fausses alarmes non détectables par l'utilisateur (balises, îlots ...). Ces cibles fixes seront repérées par comparaison des cibles détectées sur les deux couvertures de la Méditerranée dont nous disposons.

8.1.3 Procédure de projection de l'image sur une carte

La démarche permettant de restituer chaque image dans un système cartographiques est présentée sur la Figure 37.

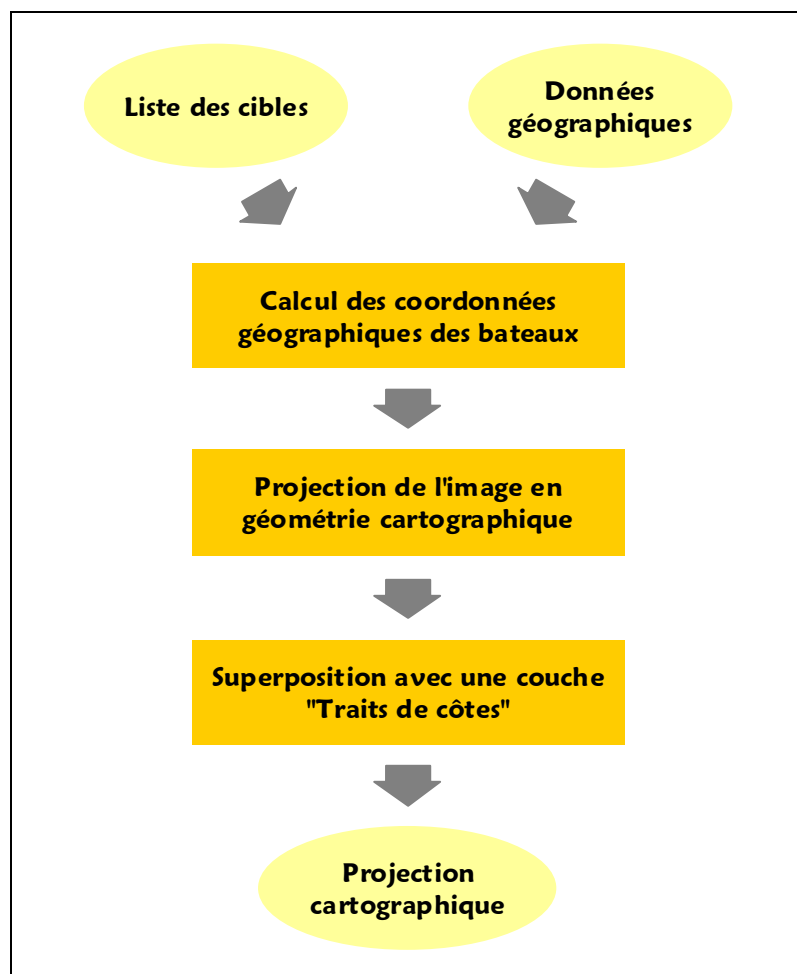


Figure 37. Procédure de projection de l'image radar sur une carte

8.2 Procédure de traitement d'une couverture Radarsat-1

La procédure de traitement de l'ensemble des images composant une couverture Radarsat-1 inclut une étape d'identification des cibles fixes (Figure 38) avant la génération des produits résultats.

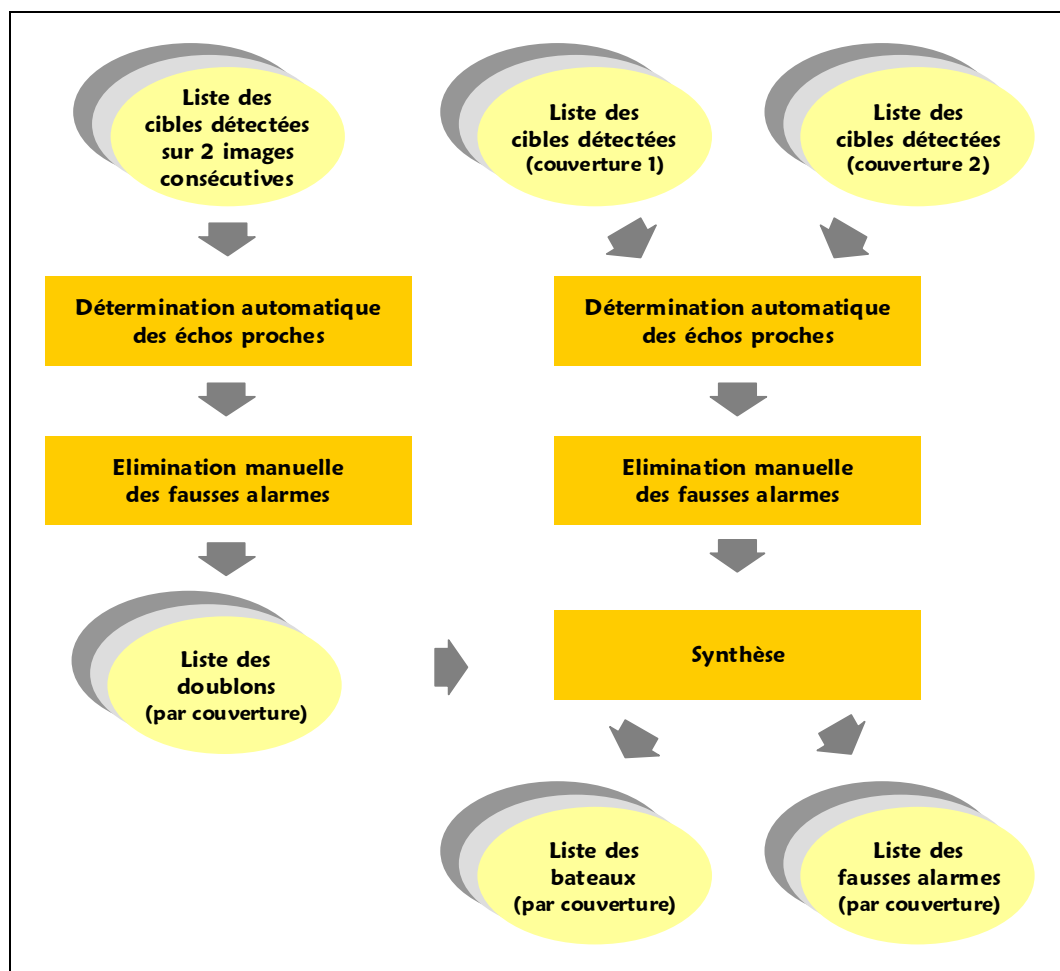


Figure 38. Procédure d'identification des cibles fixes

8.2.1 Détermination automatique des échos proches

Entrées

- ⌘ Première liste de cibles (cibles détectées sur la première image d'un couple de prises de vue successives dans le cas de la détection de doublons inter-images, cibles détectées sur l'ensemble des images de la couverture d'archive dans le cas de l'élimination des cibles fixes),
- ⌘ Seconde liste de cibles (cibles détectées sur la seconde image d'un couple de prises de vue successives dans le cas de la détection de doublons inter-images, cibles détectées sur l'ensemble des images de la couverture programmée dans le cas de l'élimination des cibles fixes),
- ⌘ Distance maximale de deux échos d'une même cible ponctuelle.

Sorties

- ⌘ Couples de cibles à traiter manuellement (couple d'échos dont les positions sont éloignées de moins de 2 km),
- ⌘ Dans le cas de l'élimination de cibles fixes, cibles identifiées comme des bateaux de façon automatique (cibles présentes sur une couverture et pour lesquelles aucune cible n'est détectée sur la seconde couverture dans un rayon de 2 km).

Description

Le traitement utilise les informations de latitude-longitude des cibles pour déterminer la distance séparant les deux membres de chaque couple (cible_liste1, cible_liste2).

Détection des doublons inter-images

Entrées

- ⌘ Liste de couples de cibles à discriminer. Pour chaque couple, le traitement automatique précédent a fourni :
 - ❖ nom de l'image 1,
 - ❖ position de la cible dans l'image 1 (numéros de ligne et de colonne),
 - ❖ nom de l'image 2,
 - ❖ position de la cible dans l'image 2 (numéros de ligne et de colonne),
 - ❖ distance entre les deux échos de la cible.

Sorties

- ⌘ Liste des doublons inter-image.

Description :

Pour chaque couple à étudier, l'opérateur est invité à visualiser les images concernées sous ENVI[®]RSI puis à zoomer sur les cibles à caractériser.

Une analyse visuelle permet de déterminer sans ambiguïté si les échos étudiés proviennent de la même cible. En effet les informations dans la zone de recouvrement sont identiques, il est donc aisé de statuer si les échos ont même forme, même intensité... (il s'agit alors de la même cible) ou s'ils diffèrent (il s'agit de deux cibles proches distinctes).

Élimination manuelle des fausses alarmes

Entrées

- ⌘ Liste de couples de cibles à discriminer. Pour chaque couple, le traitement automatique précédent a fourni :
 - ❖ nom de l'image de la couverture 1,
 - ❖ position de la cible dans l'image de la couverture 1 (numéros de ligne et de colonne),
 - ❖ nom de l'image de la couverture 2,
 - ❖ position de la cible dans l'image de la couverture 2 (numéros de ligne et de colonne),
 - ❖ distance entre les deux échos de la cible.

Sorties

- ⌘ Liste des bateaux pour la couverture 1,
- ⌘ Liste des fausses alarmes éliminées pour la couverture 1,
- ⌘ Liste des bateaux pour la couverture 2,
- ⌘ Liste des fausses alarmes éliminées pour la couverture 2.

Description

Pour chaque couple à étudier, l'opérateur est invité à visualiser les images concernées sous ENVI[®] puis à zoomer sur les cibles à caractériser.

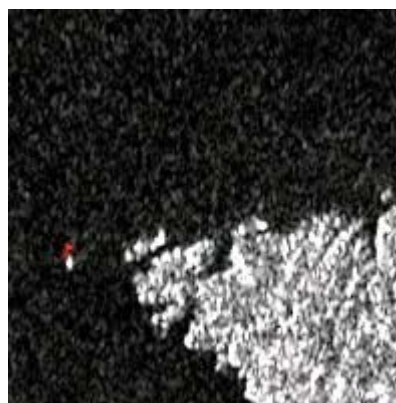
Il devra ensuite déterminer si les échos sur les deux images proviennent de la même cible fixe ou d'un bateau. Pour cela, il utilise les critères suivants :

- ⌘ Pour les cibles proches d'une côte, l'œil permet de déterminer sans ambiguïté si les échos étudiés proviennent de la même cible en comparant les positions des cibles par rapport à un point fixe facilement identifiable sur les deux images (côtes).

Exemple : la cible détectée sur les côtes espagnoles (Figure 39) correspond à un îlot tandis que les cibles détectées au large de Gibraltar (Figure 40) correspondent à des bateaux.

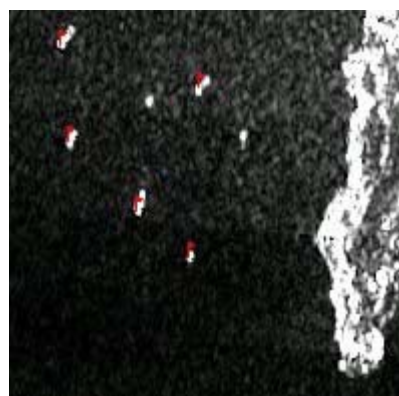


© Radarsat Int.

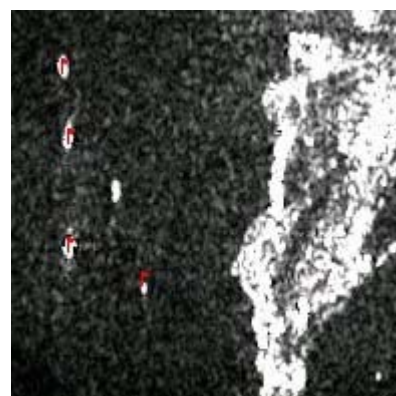


© Radarsat Int.

Figure 39. Îlot identifié sur deux images



© Radarsat Int.



© Radarsat Int.

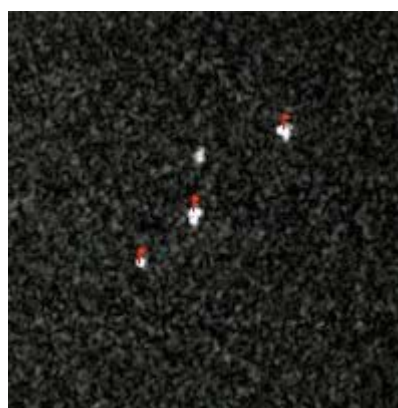
Figure 40. Bateaux identifiés sur une seule image

- ⌘ Pour les cibles en pleine mer, il est parfois possible d'utiliser d'autres cibles pour déterminer s'il s'agit ou non de fausses alarmes. (il est statistiquement peu probable de détecter deux fois plusieurs bateaux répartis au même endroit sur la mer de façon identique).

Exemple : les cibles détectées au large des côtes italiennes nord correspondent à un petit archipel (Figure 41).



© Radarsat Int.

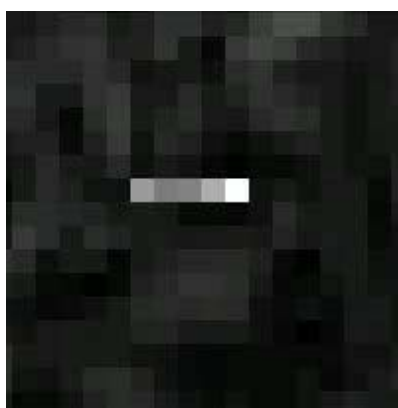


© Radarsat Int.

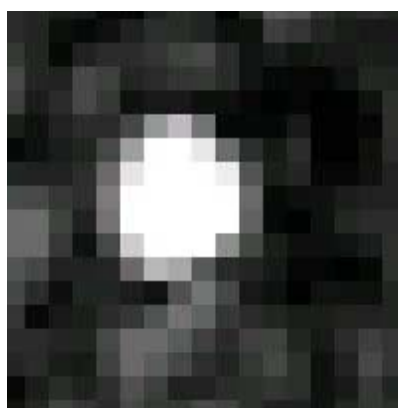
Figure 41. Petit archipel identifié sur deux images radar

- ⌘ Comparaison de la forme et du niveau de brillance des cibles.

Exemple : les cibles détectées au large de Nice ne peuvent que correspondre à deux cibles différentes. Il s'agit donc de bateaux (Figure 42).



© Radarsat Int.



© Radarsat Int.

Figure 42. Bateaux identifiés par analyse visuelle de la forme de la cible

8.3 Procédure de traitement d'une image ERS

8.3.1 Extraction des données

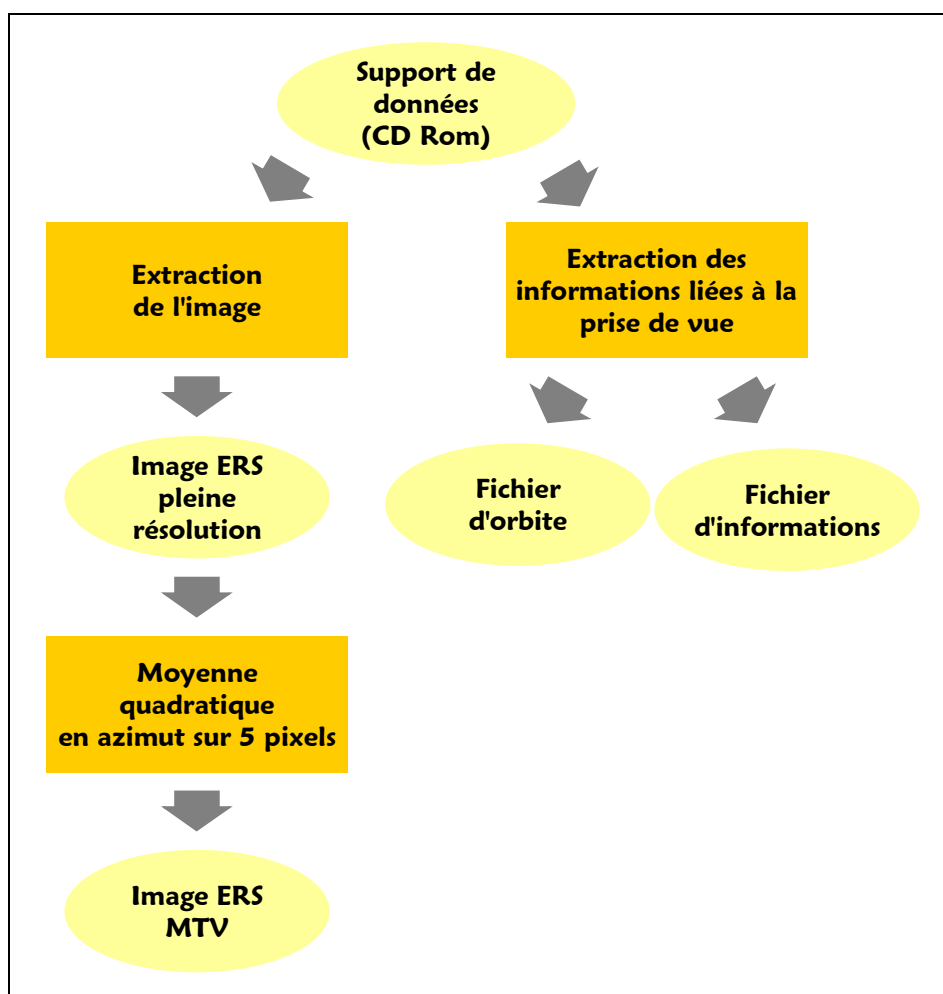


Figure 43. Procédure d'extraction des données à partir du CD-Rom

L'extraction des données (image et informations annexes) est effectuée par le logiciel DIAPASON^{©CNES}.

8.3.2 Procédure d'identification des bateaux dans l'image

Pour détecter les bateaux sur une image ERS, on a mis au point une méthode semi-automatique qui utilise les critères définis au paragraphe **Erreur! Source du renvoi introuvable.**

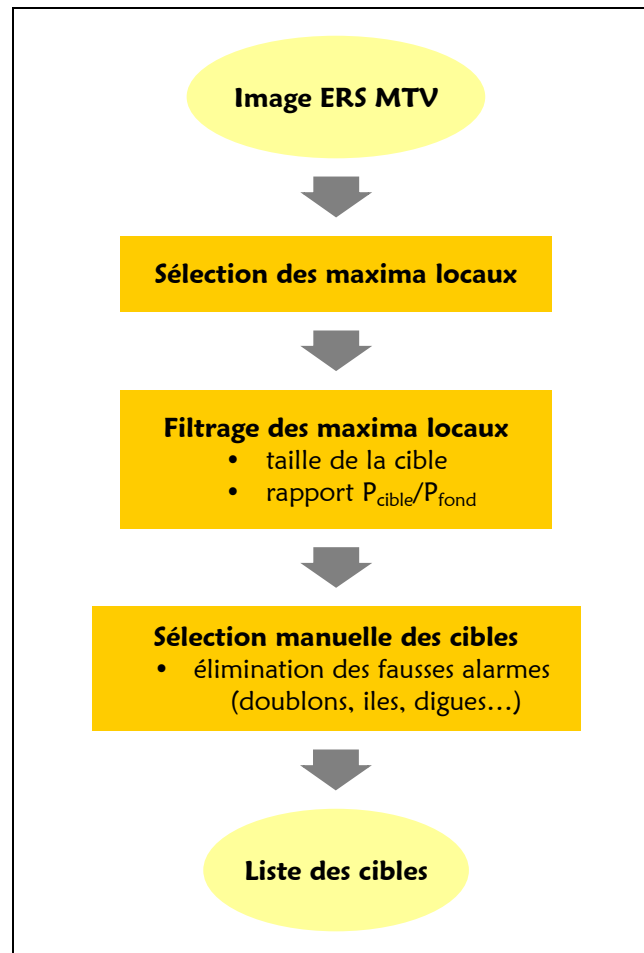


Figure 44. Procédure d'identification des bateaux dans l'image ERS

L'étape de sélection des maxima locaux utilise l'algorithme de sélection des maxima locaux définis au paragraphe 6.3.1. L'étape de filtrage des maxima locaux utilise l'algorithme de sélection automatique des cibles potentielles défini au paragraphe 6.3.2.

Au terme de l'extraction automatique des cibles, il reste encore des fausses alarmes, des cibles dont un examen manuel permet de déterminer qu'il ne peut s'agir de bateaux (îles, presqu'îles, digues, hangar sur un port, cibles dans les terres...).

Pour cela, le photo-interprète utilise ENVI_®RSI, affiche l'image ERS MTV et les cibles détectées automatiquement. Pour chaque cible, il décide si celle-ci peut correspondre à un bateau ou non.

8.3.3 Procédure de calcul des coordonnées des cibles

La projection de l'image pleine résolution sur une carte en coordonnées géographiques est réalisée avec le logiciel de traitement de données SAR DIAPASON^{©CNES}.

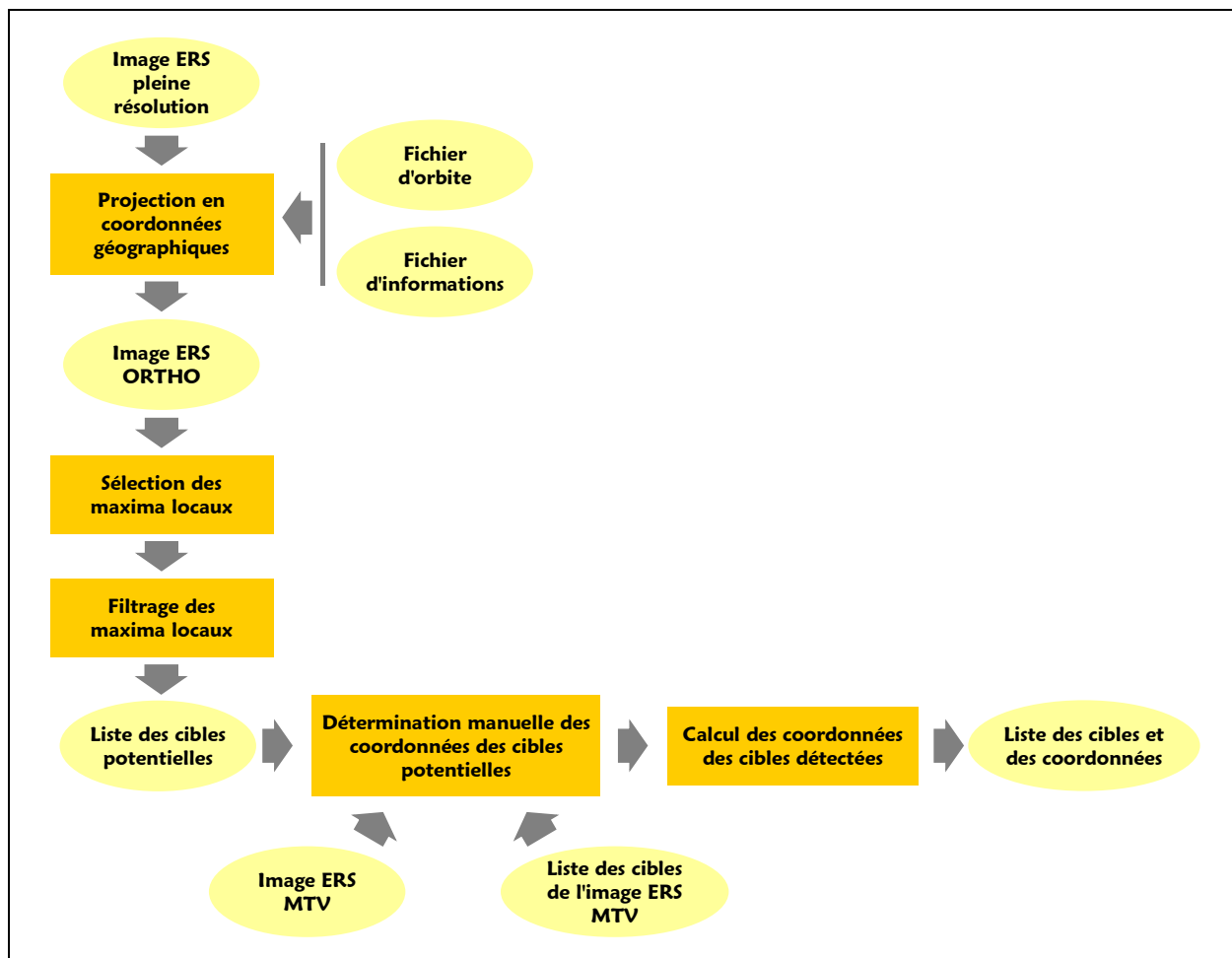


Figure 45. Procédure de calcul des coordonnées des cibles détectées

La projection de l'image pleine résolution sur une carte en coordonnées géographiques est réalisée avec le logiciel de traitement de données SAR DIAPASON^{©CNES}.

L'étape de sélection des maxima locaux de l'image ORTHO utilise l'algorithme de sélection des maxima locaux définis au paragraphe 6.3.1. L'étape de filtrage des maxima locaux de l'image ORTHO utilise l'algorithme de sélection automatique des cibles potentielles défini au paragraphe 6.3.2.

Pour déterminer les coordonnées dans l'image ORTHO des cibles détectées sur l'image MTV, l'opérateur visualise simultanément les images MTV et ORTHO à l'aide du logiciel de traitement d'image ENVI[®]RSI. Sur l'image MTV, il superpose la liste des cibles détectées (après élimination manuelle des fausses alarmes). Sur l'image ORTHO, il superpose la liste des cibles potentielles. Il établit alors manuellement une correspondance entre les cibles détectées sur l'image MTV et les cibles correspondantes parmi les cibles potentielles de l'image ORTHO.

Dans les tests préliminaires décrits au paragraphe 6.2.2, nous avons constaté que les mêmes bateaux étaient identifiés à partir des images MTV et ORTHO. A priori, on doit donc retrouver une cible potentielle sur l'image ORTHO correspondant à chaque cible détectée sur l'image MTV. Ce postulat sera vérifié sur toutes les images que nous avons traitées.

Les coordonnées dans l'image ORTHO des cibles détectées sur l'image MTV sont consignées dans un fichier intermédiaire.

La correspondance entre les coordonnées des cibles dans l'image ORTHO et leurs coordonnées géographiques est effectuée automatiquement comme décrit au paragraphe 6.2.1.

La sélection manuelle des cibles par le photo-interprète présente encore des risques de fausses alarmes. En effet certaines cibles fixes (îlots, bouées ...), peuvent présenter un profil similaire à un navire. Pour éliminer ces cibles, nous comparons les listes des cibles détectées sur plusieurs images d'un même site. (3 images pour cette étude).

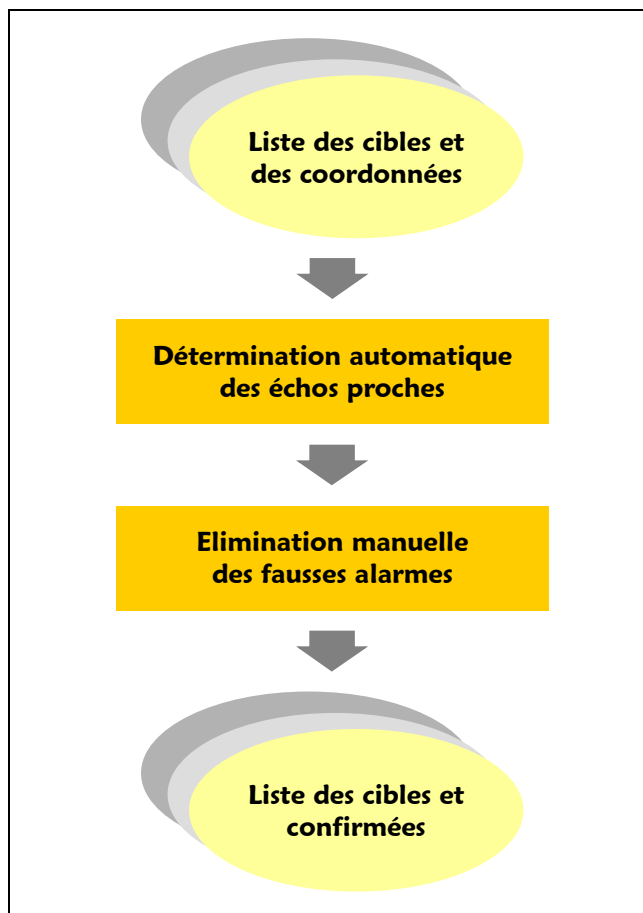


Figure 46. Procédure d'élimination des fausses alarmes inter-images

La méthode de détermination automatique des échos proches est décrite au paragraphe 8.2.1.

8.3.4 Procédure d'estimation de la vitesse d'une cible

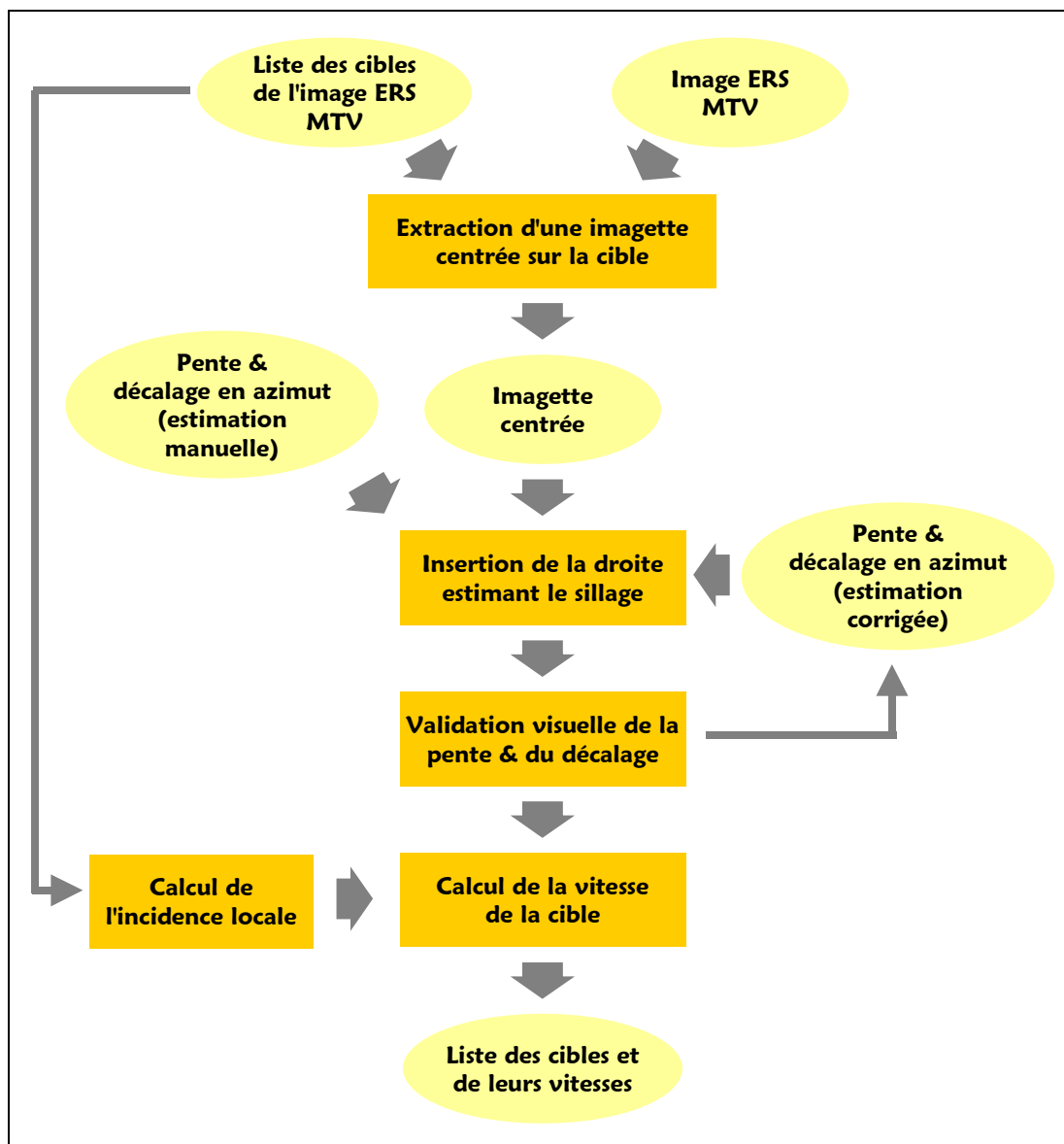


Figure 47. Procédure d'estimation de la vitesse d'une cible

L'estimation manuelle initiale du décalage en azimuth est effectuée à l'aide du logiciel ENVI[®]RSI. Le photo-interprète compte sur l'image zoomée le nombre de pixel entre le centre de la cible et le sillage.

L'estimation manuelle initiale de la pente est très grossière. Le photo-interprète interpole la pente à partir des informations suivantes :

- ⌘ droite horizontale : pente nulle,
- ⌘ droite verticale : pente infinie,
- ⌘ première diagonale : pente = 1,
- ⌘ seconde diagonale : pente = -1.

Le photo-interprète affine son estimation jusqu'à ce que la droite estimant le sillage approxime de façon satisfaisante le sillage. Pour un sillage triangulaire, la direction du sillage retenue est la bissectrice du triangle. Pour un sillage déformé, la direction retenue est la direction au voisinage du bateau.

Le calcul de l'incidence locale utilise le logiciel DIAPASON^{©CNES}.

La vitesse est exprimée en nœuds (1 nœud = 1 mile nautique / heure = 1852 mètres / heure = 0.51 m/s)

8.3.5 Procédure d'estimation de la direction et du cap d'une cible

Le calcul de la droite estimant la direction principale de la cible est effectué en utilisant la transformée de RADON sur un voisinage de la cible. La dimension du voisinage dépend de la taille de la cible. Il est ajusté par l'utilisateur jusqu'à ce que la droite estimée corresponde visuellement avec la direction principale du bateau (étape 3).

On déduit la direction du navire à partir de la pente de la droite. La direction du navire est définie comme l'angle entre le Nord et l'axe du bateau, elle s'exprime de -90° (Ouest) à $+90^\circ$ (Est).

Le cap du navire reprend sa direction mais cette information comporte le sens du déplacement du navire déduit du sillage si celui-ci est identifié. Si aucun sillage n'est visible sur l'image, le cap du bateau n'est pas renseigné. Le cap du navire est défini comme l'angle entre le Nord et la vitesse de déplacement du bateau, elle s'exprime de 0° à 360° .

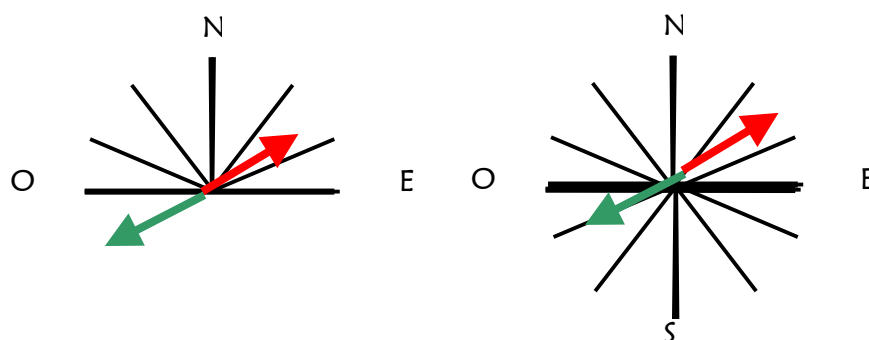


Figure 48. Différence entre direction et cap d'un navire

Les bateaux ■ et ■ ont même direction (40°).

Le cap du bateau ■ est 40°, celui du bateau ■ est 260°.

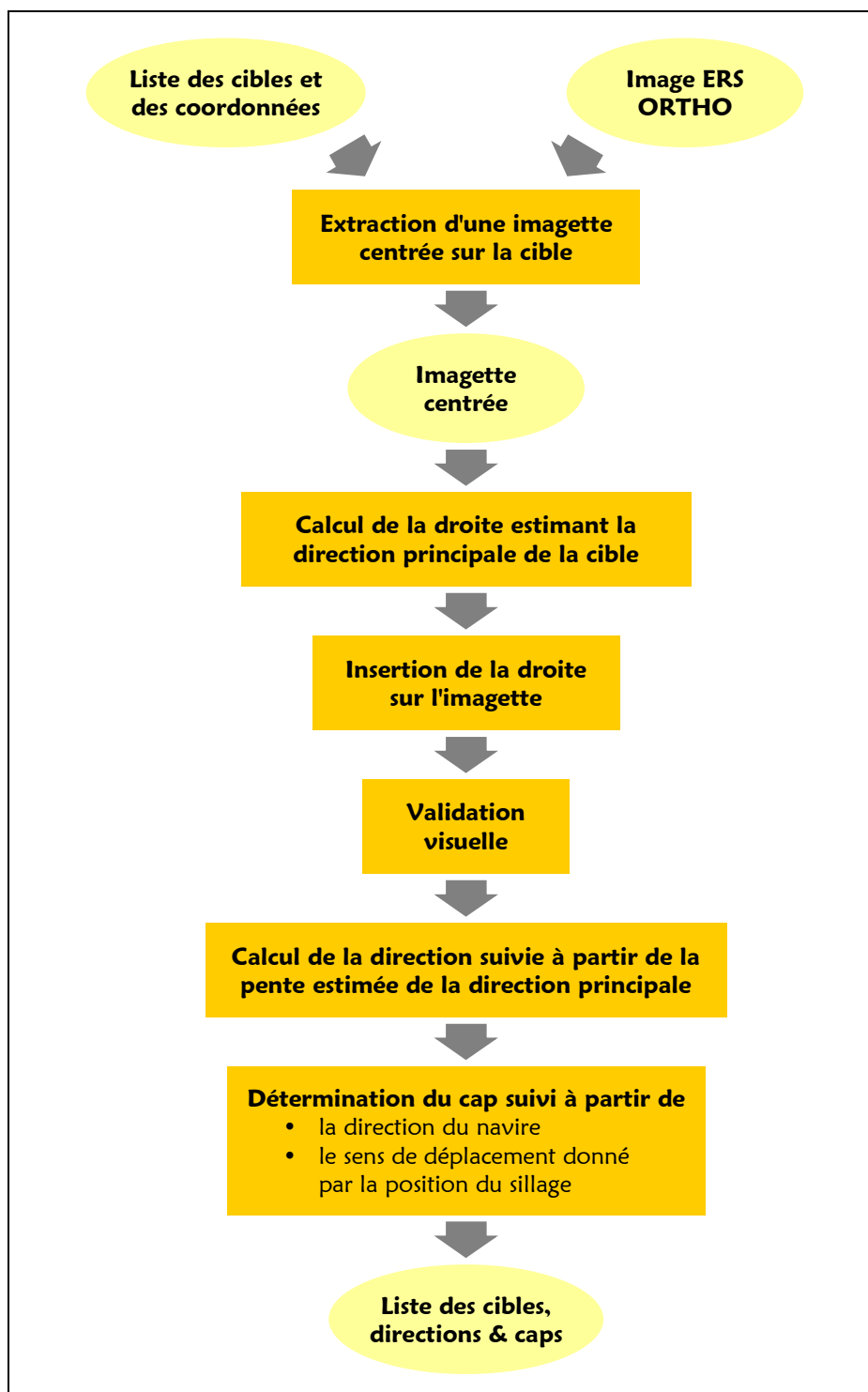


Figure 49. Procédure d'estimation de la direction et du cap d'une cible



Parc technologique du Canal
8-10 rue Hermès - 31526 Ramonville Cedex - France
Tél. +33 (0)5 61 39 46 00 - Fax +33 (0)5 61 39 46 10
E. mail : contact@scot.cnes.fr

**Ministère de l'Équipement, des Transports,
du Logement, du Tourisme et de la Mer**

**Direction des Affaires Maritimes
et des Gens de Mer**

Marché n° 02/015/M

ÉTUDE DU TRAFIC MARITIME EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

Annexe 3

5 mars 2004

DT/TRA/03-1212

Étude du trafic maritime en Méditerranée occidentale

Annexe 3

Document n°: DT/TRA/03-1212

Version: 2

Date: 5 mars 2004

Approbations

	Nom	Date	Signature
Préparé par	Alain ROUX Olivier ARNAUD	2 mars 2004	
Approuvé par le Chef de Projet	Thierry RABAUTE	4 mars 2004	
Distribution autorisée par le Directeur	Didier REBOUX	5 mars 2004	

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	8
1.1 Objectif	8
1.2 Contraintes	9
1.3 Méthodologie de l'analyse prospective du trafic maritime : objectifs et contraintes	10
2. PROSPECTIVE MACRO-ÉCONOMIQUE	12
2.1 Tendances macro-économiques et commerce international	12
2.2 Transports de marchandises et dynamique des transports maritimes internationaux	16
2.3 Évaluation des élasticités des échanges commerciaux et des transports internationaux	21
2.4 Coefficients de projection macro-économique du trafic maritime par zones géographiques	25
3. EXTRAPOLATION DES TRAFICS MARITIMES	31
3.1 Évolution globale et par routes maritimes de 1998 à 2001	31
3.2 Évolution de la structure des trafics de 1998 à 2001	32
3.3 Coefficients d'extrapolation	35
4. CHOCS SUSCEPTIBLES D'INFLUER SUR LA STRUCTURE DES TRAFICS MARITIMES EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE	36
4.1 Dynamiques des trafics anticipées par les professionnels	36
4.2 Développement accéléré des relations économiques euro-méditerranéennes	37
4.3 Le développement du short sea shipping	37
4.4 Une nouvelle politique réglementaire	37
4.5 Scénarios variantiels et coefficients de projection	38
5. ÉVOLUTION PROSPECTIVE DU TRAFIC MARITIME EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE : CINQ SCÉNARIOS À HORIZON 2008	41
5.1 Le scénario macro-économique	43
5.2 Le scénario tendanciel	43
5.3 Le scénario euro-méditerranéen	44

5.4 Le scénario du développement du short sea shipping	44
5.5 Le scénario du renforcement des contraintes réglementaires	45
6. COMPARAISON DES NIVEAUX DE CONCENTRATION ET DE DANGEROUSITÉ DES TRAFICS SELON LES CINQ SCÉNARIOS	46
6.1 Comparaison des densités du trafic	46
6.2 Comparaison des dangers du trafic	49
7. CONCLUSIONS	52

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Taux annuels moyens de croissance du PIB réel (Sources : FMI et UE)	13
Tableau 2.	Taux annuels moyens de croissance des échanges internationaux de biens et services (Source : FMI)	14
Tableau 3.	Taux annuels moyens de croissance des échanges internationaux de biens (Source : FMI)	15
Tableau 4.	Taux annuels moyens de croissance des transports de marchandises en Europe, tous modes confondus (Source : OCDE et Conférence Européenne des Ministres des Transports)	17
Tableau 5.	Taux annuels moyens de croissance des transports maritimes internationaux (Source : CNUCED)	18
Tableau 6.	Taux annuels moyens de croissance des transports maritimes internationaux conteneurisés (Source : CNUCED, ISEMAR)	19
Tableau 7.	Taux annuels moyens de croissance des tonnages traités par certains pays et/ou ports de Méditerranée sur la base de projections nationales (Source : CETMO, 2000)	20
Tableau 8.	Elasticité-croissance des échanges internationaux de biens et services et de biens sur la base des prévisions du FMI	23
Tableau 9.	Elasticité-croissance des transports de marchandises en Europe, tous modes confondus, sur la base des projections de la Conférence Européenne des Ministres des Transports	23
Tableau 10.	Elasticité-croissance des transports maritimes internationaux sur la base d'une projection des évolutions tendancielle évaluées par la CNUCED	24
Tableau 11.	Elasticité-croissance des tonnages traités par certains pays méditerranéens sur la base des projections nationales recensées par le CETMO	24
Tableau 12.	Sélection des routes maritimes en Méditerranée occidentale par zones économiques	26
Tableau 13.	Paramètres de projection macro-économique des trafics maritimes en Méditerranée occidentale par routes maritimes	28
Tableau 14.	Coefficients de projection macro-économique des trafics maritimes en Méditerranée occidentale par routes maritimes	29

Tableau 15.	Matrice des coefficients de projection macro-économique à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale par routes maritimes	30
Tableau 16.	Taux de croissance annuels moyens des trafics maritimes en Méditerranée occidentale par routes maritimes de 1998 à 2001	32
Tableau 17.	Taux de croissance annuels moyens de la structure des trafics maritimes en Méditerranée occidentale de 1998 à 2001 par types de navires	33
Tableau 18.	Taux de croissance annuels moyens de la structure des trafics maritimes en Méditerranée occidentale de 1998 à 2001 par fréquences des trajets effectués par les types de navires	33
Tableau 19.	Taux de croissance annuels moyens de la structure des trafics maritimes en Méditerranée occidentale de 1998 à 2001 par tailles de navires	34
Tableau 20.	Taux de croissance annuels moyens de la structure des trafics maritimes en Méditerranée occidentale de 1998 à 2001 par pavillons	34
Tableau 21.	Matrice des coefficients de projection tendancielle à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale par zones géographiques	35
Tableau 22.	Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario macro-économique	39
Tableau 23.	Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario tendanciel	39
Tableau 24.	Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario euro-méditerranéen	39
Tableau 25.	Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario du développement du short sea shipping	40
Tableau 26.	Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario du renforcement des contraintes réglementaires	40
Tableau 27.	Trafics maritimes en Méditerranée occidentale par nombre de trajets effectués par les navires, par routes maritimes, en 2003*	42
Tableau 28.	Trafics maritimes en Méditerranée occidentale par nombre de trajets effectués par les navires, par routes maritimes, en 2008 : le scénario macro-économique	43
Tableau 29.	Trafics maritimes en Méditerranée occidentale par nombre de trajets effectués par les navires, par routes maritimes, en 2008 : le scénario tendanciel	43

Tableau 30. Trafics maritimes en Méditerranée occidentale par nombre de trajets effectués par les navires, par routes maritimes, en 2008 : le scénario euro-méditerranéen	44
Tableau 31. Trafics maritimes en Méditerranée occidentale par nombre de trajets effectués par les navires, par routes maritimes, en 2008 : le scénario du short sea shipping	44
Tableau 32. Trafics maritimes en Méditerranée occidentale par nombre de trajets effectués par les navires, par routes maritimes, en 2008 : le scénario du renforcement des contraintes réglementaires	45
Tableau 33. Répartition des trafics maritimes en Méditerranée occidentale en 2008 par routes maritimes en fonction des cinq scénarios (en nombre de trajets effectués par les navires)	47
Tableau 34. Répartition des trafics maritimes en Méditerranée occidentale en 2008 par routes maritimes en fonction des cinq scénarios (en % du nombre total de trajets effectués par les navires)	48
Tableau 35. Évolution des trafics maritimes en Méditerranée occidentale entre 2003* et 2008 par routes maritimes en fonction des cinq scénarios (en indices, base 100 en 2003*)	50
Tableau 36. Dynamique des indices de dangerosité des trafics maritimes en Méditerranée occidentale entre 2003* et 2008 par routes maritimes en fonction des cinq scénarios	51

1. INTRODUCTION

1.1 Objectif

Dans le cadre de l'étude du trafic maritime en Méditerranée occidentale, la caractérisation statistique des trafics maritimes doit être complétée par une démarche prospective de nature à cerner les évolutions envisageables, soit sur la base d'une extrapolation des tendances en cours, soit encore en menant une analyse des facteurs ou des chocs susceptibles d'influer sur le volume et la structure des trafics. Toutefois, il ne saurait s'agir de proposer une prévision, s'appuyant sur un modèle explicite ayant fait l'objet d'une estimation statistique, mais de livrer un ensemble de projections et de scénarios prospectifs.

Cette démarche prospective doit concerner les cinq prochaines années, soit à horizon 2008, et la dynamique des trafics maritimes en Méditerranée dépendra de très nombreux facteurs :

- ⌘ les tendances en cours, s'agissant du trafic maritime en Méditerranée occidentale ;
- ⌘ les évolutions macro-économiques, tant mondiales que nationales, qui détermineront les volumes d'échanges commerciaux, et leur structure par types de marchandises ;
- ⌘ les dynamiques propres au transport maritime à l'échelle globale (place des divers types de transports maritimes, nature et taille des navires utilisés...) ;
- ⌘ les spécificités du transport maritime en Méditerranée occidentale, ce qui recouvre les politiques menées à l'échelle des grands ports méditerranéens, leur compétitive respective, l'arrivée à maturation de certains investissements en cours, le degré de réalisation des chaînes de transport multimodales (route-mer, rail-mer), les stratégies des donneurs d'ordres, le développement plus ou moins rapide du *short sea shipping*, le développement plus ou moins rapide des transports à grande distance transitant sur l'axe Suez-Gibraltar, en particulier dans le domaine des hydrocarbures ;
- ⌘ les évolutions réglementaires faisant suite aux catastrophes environnementales liées à des sinistres maritimes, même si la Méditerranée a été quelque peu épargnée jusqu'ici : possibilité de transposer les mesures des Paquets Erika I et II à la Méditerranée (Erika I : navires à double coque, contrôle portuaire renforcé, contrôle accru sur les sociétés de classification ; Erika II : mise en place,

notamment, d'un système de gestion et d'information du trafic maritime, VTMISS)...

Il est évidemment irréaliste de souhaiter intégrer l'ensemble de ces facteurs. Plus concrètement, l'objectif de ce rapport est d'affecter des coefficients de projection, à cinq ans, au volume et à la structure des trafics maritimes observés en Méditerranée occidentale en 2003. L'essentiel de l'analyse consiste donc à calculer ces coefficients, selon plusieurs méthodes ou hypothèses, avant d'en inférer une série de scénarios permettant d'estimer raisonnablement ce que pourrait être la structure des densités de trafics en 2008 et la dangerosité associée en fonction des caractéristiques des navires.

1.2 Contraintes

Les transports maritimes répondent à de très nombreux facteurs de caractère macro-économique (croissance, compétitivité, structures du commerce international...) ou propres au secteur maritime (stratégies des acteurs, infrastructures portuaires, modernisation des flottes...) pour lesquels l'information disponible est très incomplète.

Les statistiques de commerce international recouvrent pour l'essentiel les échanges de marchandises par pays ou par zones et lorsque plusieurs modes de transport sont possibles (routier, maritime, aérien), par exemple dans le cas France-Espagne ou France vers l'Afrique ou le Moyen-Orient, on ne peut associer à ces flux commerciaux bilatéraux, ni des structures par modes de transport (maritime, routier...), ni des structures par lignes de transport maritime. Dans le cas des exportations françaises vers l'Asie, les données statistiques de commerce international ne permettent pas de savoir si les marchandises ont transité par le canal du Suez ou par le cap de Bonne Espérance. Pour autant, par recoupements, par transpositions, on dispose d'un ensemble d'évaluations qui permettent de dégager des approximations, mais qui ne sauraient en aucune manière s'apparenter à des prévisions macro-économiques par ligne de transport maritime.

Au-delà des difficultés inhérentes à tout exercice prospectif, l'hétérogénéité des recouvrements statistiques ne permet donc pas de transposer directement les projections globales de croissance ou de commerce international à l'échelle de chaque ligne maritime. D'autant que se pose la question du recouvrement des flux transversaux, de type Suez-Gibraltar, pour lesquels on ne connaît ni le pays exportateur, ni le pays importateur, ni la nature de la cargaison...

Par ailleurs, les données statistiques de la Lloyds utilisées pour caractériser les trafics maritimes depuis 1998 (Cf. Annexe 1) portent sur des navires, et non pas sur des cargaisons ou des tonnages de marchandises. Un certain nombre d'approximations

seront donc inévitables pour transformer les prévisions de flux en projections de trafics.

Cet ensemble de difficultés explique que le niveau de désagrégation des projections de trafics à horizon 2008 ne saurait être aussi fin que celui adopté dans la caractérisation des trafics observés. On raisonnera essentiellement à l'échelle de l'ensemble de la Méditerranée occidentale, puis par trafic entre grandes zones géographiques, l'analyse prospective par routes maritimes n'étant pas réalisable. On pourra cependant en inférer des enseignements pertinents quant à la localisation probable des concentrations de trafics.

1.3 Méthodologie de l'analyse prospective du trafic maritime : objectifs et contraintes

Cette analyse prospective du transport maritime en Méditerranée occidentale sera menée sous trois volets :

- ⌘ une projection macro-économique des trafics maritimes à partir d'hypothèses macro-économiques, ce qui exige de raisonner par approximations et recoupements de données par grandes zones géographiques ;
- ⌘ une projection tendancielle des trafics maritimes, par extrapolation à 5 ans des évolutions observées, en s'appuyant sur la base de données par trajets et routes maritimes en Méditerranée occidentale, autant à l'échelle globale qu'en distinguant les caractéristiques de ces trafics (types de navires, taille, âge, pavillon) ;
- ⌘ des variantes apportées à ces deux projections, en spécifiant trois types de chocs :
 - ❖ un développement accéléré des relations commerciales euro-méditerranéennes ;
 - ❖ une croissance marquée du *short sea shipping* parmi les trois pays européens de la façade méditerranéenne ;
 - ❖ une nouvelle politique réglementaire conduisant à un rajeunissement significatif des navires assurant les rotations les plus nombreuses et à une diminution drastique de la part des armements sous pavillon de complaisance.

On se consacre d'abord à l'estimation des coefficients de projection dans les trois options retenues (prospective macro-économique, extrapolation, scénarios variantiels associés aux trois types de chocs spécifiques), avant de retracer l'évolution prévisible des trafics à horizon 2008 selon les cinq scénarios retenus :

- ⌘ Le scénario macro-économique,
- ⌘ Le scénario tendanciel,
- ⌘ Le scénario euro-méditerranéen,
- ⌘ Le scénario du développement du *short sea shipping*,
- ⌘ Le scénario du renforcement des contraintes réglementaires.

On proposera, enfin, une analyse comparative de l'évolution des niveaux de concentration et de dangerosité des trafics pouvant être associée à chaque scénario.

2. PROSPECTIVE MACRO-ÉCONOMIQUE

2.1 Tendances macro-économiques et commerce international

Il s'agit de retenir un scénario macro-économique prospectif, à horizon de 5 ans, pour les économies méditerranéennes (Espagne, France, Italie, Tunisie, Algérie et Maroc), mais aussi à l'échelle globale afin de pouvoir évaluer les trafics des pays européens de la façade méditerranéenne à destination ou en provenance du reste du monde et transitant par Suez ou Gibraltar, ainsi que les trafics transversaux de Suez à Gibraltar.

Dans le cadre de cette étude, on ne saurait s'atteler à la construction d'un modèle de prévisions macro-économiques, tant pour les niveaux de PIB qu'en ce qui concerne les échanges internationaux de marchandises. L'objectif, plus modestement, est de calibrer notre analyse prospective méditerranéenne à partir de prévisions existantes, offrant une fiabilité incontestée, même s'il n'y a là que des prévisions. On retiendra ici les résultats des projections les plus récentes définies par le FMI, en particulier dans le *World Economic Outlook*, publié en avril 2002 et avril 2003, ou par la Commission Européenne.

Plus que de longs développements, il est apparu préférable de dresser des tableaux synthétiques des prévisions de croissance et de commerce international retenues par le FMI à divers horizons. On doit noter que les regroupements par zones géographiques ou par horizons de prévision ne sont pas toujours homogènes.

Les trois tableaux proposés ci-après retiennent les prévisions du FMI exprimées systématiquement en taux de croissance annuels moyens. Les variables retenues sont les suivantes : PIB réel, volume du commerce international de biens et services ou de biens, soit en termes globaux, soit en distinguant exportations et importations. La décomposition des zones couvertes ne permet pas toujours d'accéder, pour toutes les variables et pour les six pays privilégiés, aux paramètres recherchés. C'est ce qui explique que les informations recouvrent quelquefois des zones plus larges (PED, UE, Afrique...).

Dans chaque tableau, on distingue plusieurs périodes, soit à partir de l'observation du passé, soit à partir des projections à divers horizons, et la dernière colonne spécifie le taux de croissance annuel moyen qui sera utilisé dans les projections à 5 ans, tout au moins pour la définition de la projection macro-économique de base.

	TENDANCE 1998-2001	ESTIMATION 1994-2003	ESTIMATION 2000-2003	PRÉVISION 2004-2007	PRÉVISION 1995-2020 (UE-DG TRANSPORT)	PROJECTION RETENUE À 5 ANS
MONDE		3,6	3,5	4,4		4,4
ÉCONOMIES AVANCÉES		2,8	2,4	3,1		3
UNION EUROPÉENNE		2,5	2,4		2,5	2,5
FRANCE		2,3	2,5			2,5
ITALIE		2,1	2,2			2,2
ESPAGNE		3,2	3,1			3,1
PAYS EN DÉVELOPPEMENT		5,2	4,9	6,0		6
AFRIQUE		3,4	3,6	5,0		5
MOYEN-ORIENT ET AFRIQUE DU NORD		3,9	4,3			4,5
ALGÉRIE	3,5					3,5
MAROC	3,7					3,7
TUNISIE	5,1					5,1

Tableau 1. Taux annuels moyens de croissance du PIB réel (Sources : FMI et UE)

	TENDANCE 1992-1999	ESTIMATION 1994-2003	ESTIMATION 2000-2003	PRÉVISION 2004-2007	PROJECTION RETENUE À 5 ANS
MONDE	6,6		5,3	7,0	7
ÉCONOMIES AVANCÉES					
Exportations	6,3	6,0	4,3	6,6	6,6
Importations	6,6	6,6	4,6	6,7	
UNION EUROPÉENNE					
Exportations		6,5	4,0		4,5
Importations		6,5	5,0		
FRANCE					
Exportations		6,0	4,5		5
Importations		5,9	5,5		
ITALIE					
Exportations		5,3	5,3		4,7
Importations		5,7	4,1		
PAYS EN DÉVELOPPEMENT					
Exportations	9,1		7,4	8,1	8,3
Importations	8,1		8,1	8,5	
AFRIQUE					
Exportations	4,8		3,4	6,1	5,2
Importations	4,8		3,4	4,3	

Tableau 2. Taux annuels moyens de croissance des échanges internationaux de biens et services
(Source : FMI)

	ESTIMATION 1994-2003	ESTIMATION 2000-2003	PROJECTION RETENUE À 5 ANS
MONDE	6.8	5.3	5.3
ÉCONOMIES AVANCÉES			
Exportations	6.1	4.4	4.5
Importations	6.8	4.6	
PAYS EN DÉVELOPPEMENT			
Exportations	8.4	7.3	7.8
Importations	8.1	8.3	
PAYS EN DÉVELOPPEMENT NON EXPORTATEURS DE PÉTROLE			
Exportations	9.6	8.8	8.7
Importations	7.7	8.6	
PAYS EN DÉVELOPPEMENT EXPORTATEURS DE PÉTROLE			
Exportations	4.1	2.1	4.5
Importations	9.6	7.0	
AFRIQUE			
Exportations	4.1	3.1	3.4
Importations	4.8	3.6	

Tableau 3. Taux annuels moyens de croissance des échanges internationaux de biens (Source : FMI)

2.2 Transports de marchandises et dynamique des transports maritimes internationaux

En ce qui concerne les transports de marchandises et, plus spécifiquement, les transports maritimes, on a procédé de la même manière en utilisant les données les plus récentes diffusées par la CNUCED sur les transports maritimes à l'échelle mondiale, avant de compléter cette information de base à partir de données rétrospectives ou de prévisions proposées par divers organismes : CNUCED à nouveau, OCDE, Conférence Européenne des Ministres des Transports, ISEMAR, CETMO...

Les taux annuels moyens de croissance rétrospectifs ou prospectifs portent sur différents indicateurs : transports de marchandises (tous modes confondus), transports maritimes, tonnages traités par divers ports... En outre, en fonction des sources statistiques, les zones couvertes sont là encore hétérogènes.

Il y a là, par conséquent, un ensemble d'approximations et de projections, plutôt qu'une série homogène de prévisions. La dernière colonne de chaque tableau spécifie le taux de croissance annuel moyen qui sera utilisé dans nos projections à 5 ans.

	PRÉVISION 1995-2020	PROJECTION RETENUE À 5 ANS
CROISSANCE DU PIB RÉEL DE L'UNION EUROPÉENNE	2,5	2,5
TRAFICS NATIONAUX ET INTERNATIONAUX DE MARCHANDISES DE L'UE 15	2,3	
TRAFICS INTERNATIONAUX DE MARCHANDISES DE L'UE 15 (INCLUANT LES ÉCHANGES INTRA-UE)	2,8	
TRAFICS INTERNATIONAUX DE MARCHANDISES DE L'UE 15 VERS LE RESTE DU MONDE	3,8	3,8
TRAFICS INTERNATIONAUX DE MARCHANDISES DE LA FRANCE vers le reste du monde vers l'UE 15	3,7 1,7	3,7
TRAFICS INTERNATIONAUX DE MARCHANDISES DE L'ITALIE vers le reste du monde vers l'UE 15	3,8 2,1	3,8
TRAFICS INTERNATIONAUX DE MARCHANDISES DE L'ESPAGNE vers le reste du monde vers l'UE 15	3,9 2,5	3,9

Tableau 4. Taux annuels moyens de croissance des transports de marchandises en Europe, tous modes confondus (Source : OCDE et Conférence Européenne des Ministres des Transports)

	TENDANCE 1990-2000	PROJECTION RETENUE À 5 ANS
TRAFIC MARITIME MONDIAL		
Marchandises chargées	3,9	4,1
Marchandises déchargées	4,2	
TRAFIC MARITIME MONDIAL DE PÉTROLE ET DE PRODUITS PÉTROLIERS (CHARGÉS)	2,0	2
TRAFIC MARITIME MONDIAL DE PRODUITS SOLIDES (CHARGÉS)	5,2	5,2
TRAFIC MARITIME EN EUROPE		
Marchandises chargées	4,9	4,9
(dont pétrole brut)	- 4,2	
Marchandises déchargées	4,3	4,3
(dont pétrole brut)	- 0,7	
TRAFIC MARITIME EN AFRIQUE DU NORD		
Marchandises chargées	- 1,8	- 1
(dont pétrole brut)	- 3,5	
Marchandises déchargées	- 1,2	- 1,5
(dont pétrole brut)	- 6,3	
TRAFIC MARITIME AU MOYEN-ORIENT		
Marchandises chargées	6,2	6,2
(dont pétrole brut)	6,3	
Marchandises déchargées	- 0,2	0
(dont pétrole brut)	- 4,4	

Tableau 5. Taux annuels moyens de croissance des transports maritimes internationaux (Source : CNUCED)

	TENDANCE 1992-1999	TENDANCE 1996-2000	TENDANCE 1997-1999	TENDANCE 1998-2001	PROJECTION RETENUE À 5 ANS
TRAFIC MONDIAL			8,6		10
TRAFIC DE CERTAINS PORTS MÉDITERRANÉENS					12
Algésiras	15,4		18,6		
Barcelone	11,2				
Valence	16,8				
Gènes	16, 6				
Marseille	4,1				
Malte			24,5		
Chypre			- 18,6		
Ports marocains			18,5		
FLOTTE MONDIALE DE PORTE-CONTENEURS					12
< 999 EUP		6,1			
1000-1999 EUP		7,2			
2000-3999 EUP		10,5			
> 4000 EUP		30,3			
PARC MONDIAL DE CONTENEURS DE LOCATION				11,8	12

Tableau 6. Taux annuels moyens de croissance des transports maritimes internationaux conteneurisés
(Source : CNUCED, ISEMAR)

	TENDANCE 1990-1997	TENDANCE 1995-1999	PRÉVISION 1996-2020	PRÉVISION 1999-2020	PRÉVISION 2000-2015	PROJECTION RETENUE À 5 ANS
MAROC						
Trafic portuaire national	3,3				3,5	3,5
Trafic de conteneurs					7	7
ESPAGNE						
Trafic portuaire national		1.9				2
Trafic de conteneurs		10.2				10
TUNISIE						
Trafic portuaire national				2.6		2.6
Trafic de pétrole				3.8		3.8
FRANCE						
Trafic portuaire national			1.4			1.4
Trafic de marchandises diverses			2.9			2.9

Tableau 7. Taux annuels moyens de croissance des tonnages traités par certains pays et/ou ports de Méditerranée sur la base de projections nationales (Source : CETMO, 2000)

2.3 Évaluation des élasticités des échanges commerciaux et des transports internationaux

Les échanges internationaux, leur évolution, leur structure par produits ou par pays, sont expliqués par les économistes en distinguant des effets de compétitivité, liés aux prix relatifs ou aux taux de change, et des effets d'échelle, associés à la dynamique macro-économique et à la croissance. On spécifie ainsi des fonctions d'exportations ou d'importation et l'on calcule des élasticités-prix et des élasticités-revenu, tant pour les exportations que pour les importations.

- ✎ L'élasticité-prix représente le rapport de la variation relative de la demande à la variation relative du prix. L'élasticité prix est normalement négative car la demande ou consommation baisse lorsqu'un prix augmente. Une élasticité supérieure à - 1 indique une forte sensibilité au prix. L'élasticité prix est un élément très important à prendre en compte dans le cadre de la politique de prix.
- ✎ L'élasticité-revenu représente le rapport de la variation relative de la demande d'un bien à la variation relative des revenus des ménages. L'élasticité revenu est positive pour la plupart des biens, mais peut être parfois négative pour des biens inférieurs dont la consommation baisse avec l'augmentation des revenus (pâtes, pommes de terre,...).

Il est possible de mener une démarche comparable pour les services de transports maritimes. Mais pour ce faire, il convient, là encore, de disposer de séries statistiques complètes, sur longue période, ce qui rend la tâche irréalisable dans le cas des transports maritimes en Méditerranée occidentale.

Toutefois, autant les échanges internationaux de marchandises que les transports maritimes internationaux semblent réagir, à court ou moyen terme, aux inflexions de la croissance économique. Cela justifie l'utilisation par les organismes internationaux spécialisés, ou parmi de nombreux experts, de la notion d'élasticité commerce-croissance ou élasticité trafic maritime-croissance qui est constituée par le ratio entre la croissance des tonnages transportés, par exemple par voie maritime, et la croissance d'un indicateur macro-économique comme la croissance du PIB réel, pour la zone considérée.

Il ne s'agit pas à proprement parler d'une élasticité-revenu, ce qui supposerait que l'on spécifie une fonction de réaction aux variations de la demande internationale, et donc à la croissance du PIB mondial ou d'un PIB pondéré sur la base des spécialisations géographiques. Ce ratio est en fait un indicateur synthétique des rapports multiples entre la dynamique de la croissance économique, les effets induits sur la compétitivité et l'adaptation des structures économiques, d'un côté,

et la dynamique des performances commerciales et de l'orientation des flux, d'un autre côté. C'est en même temps un indicateur facile à calculer pour un pays donné ou une zone régionale, en particulier dans une démarche prospective.

Cette analyse macro-économique de la dynamique des transports maritimes internationaux repose sur des données de commerce international en volume, et rend compte, par conséquent, des tonnages transportés. Le passage à des données en termes de trafic maritime, et donc de trajets effectués par des navires, suppose que l'on tienne compte des évolutions de la productivité de la flotte, liée tout à la fois aux tonnages transportés et aux vitesses de rotations de chaque navire. Mais sur un horizon de 4-5 années, en particulier pour la période 1998-2001, il n'y pas d'évolution significative des productivités opérationnelles de la flotte mondiale.

En effet, selon le dernier rapport de la CNUCED sur les transports maritimes à l'échelle mondiale publié en 2002, le nombre de tonnes de marchandises transportées en 2001 par tonne de port en lourd (tpl) est resté à peu près le même qu'en 1998, s'établissant à 7,06. Sur la même période 1998-2001, les évolutions sont légèrement plus contrastées selon les types de navires, la productivité des pétroliers et des transporteurs en vrac étant restée stable, tandis que celle des transporteurs mixtes s'est très légèrement améliorée et que la productivité du reste de la flotte a faiblement diminué.

En conséquence, il n'y a pas lieu d'intégrer un coefficient de gain de productivité dans le passage des tonnages aux trafics maritimes, surtout en raisonnant en taux de croissance annuels moyens. On considérera donc que les coefficients de variation des trafics sont identiques aux coefficients de variations des tonnages transportés. Dans une analyse à plus long terme, à un horizon de 10-15 ans par exemple, cette hypothèse ne serait pas recevable et une correction serait nécessaire.

Les 4 tableaux suivants synthétisent les calculs réalisés.

	PROJECTION DE CROISSANCE DU PIB RÉEL	PROJECTION DE CROISSANCE DES ÉCHANGES INTERNATIONAUX DE BIENS ET SERVICES	PROJECTION DE CROISSANCE DES ÉCHANGES INTERNATIONAUX DE BIENS	ELASTICITÉ- CROISSANCE DES ÉCHANGES INTERNATIONAUX DE BIENS ET SERVICES	ELASTICITÉ- CROISSANCE DES ÉCHANGES INTERNATIONAUX DE BIENS
MONDE	4,4	7	5,3	1,6	1,2
ÉCONOMIES AVANCÉES	3	6,6	4,5	2,2	1,5
UNION EUROPÉENNE	2,5	4,5		1,8	
FRANCE	2,5	5		2	
ITALIE	2,2	4,7		2,1	
PAYS EN DÉVELOPPEMENT	6	8,3	7,8	1,4	1,3
AFRIQUE	5	5,2	3,4	1,05	0,7

Tableau 8. Elasticité-croissance des échanges internationaux de biens et services et de biens sur la base des prévisions du FMI

	PROJECTION DE CROISSANCE DU PIB RÉEL	PROJECTION DE CROISSANCE DES TRANSPORTS DE MARCHANDISES	ELASTICITÉ- CROISSANCE DES TRANSPORTS DE MARCHANDISES
TRANSPORTS INTERNATIONAUX DE MARCHANDISES DE L'UE 15 VERS LE RESTE DU MONDE	4,4	7	5,3
TRAFICS INTERNATIONAUX DE MARCHANDISES DE LA FRANCE VERS LE RESTE DU MONDE	3	6,6	4,5
TRAFICS INTERNATIONAUX DE MARCHANDISES DE L'ITALIE VERS LE RESTE DU MONDE	2,5	4,5	

Tableau 9. Elasticité-croissance des transports de marchandises en Europe, tous modes confondus, sur la base des projections de la Conférence Européenne des Ministres des Transports

	PROJECTION DE CROISSANCE DU PIB RÉEL	PROJECTION DE CROISSANCE DES TRANSPORTS MARITIMES INTERNATIONAUX	ELASTICITÉ-CROISSANCE DES TRAFICS MARITIMES INTERNATIONAUX
MONDE	4.4		
Transport maritime		4.1	0.9
Transport maritime de pétrole et de produits pétroliers		2	0.4
Transport maritime de produits solides		5.2	1.2
EUROPE	2.5		
Marchandises chargées		4.9	1.9
Marchandises déchargées		4.3	1.7
AFRIQUE DU NORD	4		
Marchandises chargées		- 1	- 0.2
Marchandises déchargées		- 1.5	- 0.4
MOYEN-ORIENT	4.5		
Marchandises chargées		6.2	1.4
Marchandises déchargées		0	0

Tableau 10. Elasticité-croissance des transports maritimes internationaux sur la base d'une projection des évolutions tendancielles évaluées par la CNUCED

	PROJECTION DE CROISSANCE DU PIB RÉEL	PROJECTION DE CROISSANCE DU TRAFIC PORTUAIRE NATIONAL	ELASTICITÉ-CROISSANCE DU TRAFIC PORTUAIRE NATIONAL
MAROC	3,7	3,5	0,9
ESPAGNE	3,1	2	0,6
TUNISIE	5,1	2,6	0,5
FRANCE	2,5	1,4	0,6

Tableau 11. Elasticité-croissance des tonnages traités par certains pays méditerranéens sur la base des projections nationales recensées par le CETMO

2.4 Coefficients de projection macro-économique du trafic maritime par zones géographiques

Sur la base des données relatives aux prévisions macro-économiques et aux transports maritimes en Méditerranée occidentale, et compte tenu des élasticités-croissance dont nous disposons, il n'est pas envisageable de réaliser des projections de trafics désagrégées par lignes maritimes.

On peut cependant proposer une projection macro-économique des trafics maritimes entre grandes zones géographiques, en raisonnant par approximations à partir de la définition de routes maritimes en Méditerranée occidentale. Il s'agit d'opérer un regroupement des 6 économies concernées à titre principal, en l'occurrence l'Algérie, l'Espagne, la France, l'Italie, le Maroc et la Tunisie, et de distinguer des axes géographiques de flux commerciaux, et donc de trafic maritime, obéissant à des logiques économiques ou géographiques spécifiques.

On distingue ainsi quatre zones économiques :

- ✎ **Méditerranée européenne**, regroupant l'Espagne, la France et l'Italie ;
- ✎ **Afrique du Nord**, associant l'Algérie, le Maroc et la Tunisie ;
- ✎ **Reste du Monde Ouest**, afin de rendre compte des trafics maritimes transitant par Gibraltar ;
- ✎ **Reste du Monde Est**, pour les flux maritimes empruntant le détroit de Sicile et impliquant notamment le Moyen-Orient et le canal de Suez.

Dans la base de données de la Lloyds qui a été utilisée dans la caractérisation statistique du trafic maritime en Méditerranée (Cf. Annexe 1), les données disponibles pour l'Afrique du Nord sont limitées aux trafics impliquant un port de Méditerranée européenne. Dès lors, en intégrant cette contrainte, en croisant ces 4 zones, et en y ajoutant les échanges intra-zones seulement pour la Méditerranée européenne, on peut décomposer les trafics maritimes au sein de la Méditerranée occidentale en 9 routes maritimes. Le Tableau 12 résume cette sélection de routes maritimes, avec les zones des ports d'origine en colonnes et les zones des ports de destination en lignes.

L'analyse des coefficients de projection des trafics maritimes concernera donc les routes suivantes, la flèche ($\Rightarrow$) rendant compte de la direction des trajets :

- ✎ Route 1 : Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Afrique du Nord
- ✎ Route 2 : Afrique du Nord $\Rightarrow$ Méditerranée européenne
- ✎ Route 3 : Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Méditerranée européenne
- ✎ Route 4 : Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Reste du Monde Ouest

- ⌘ Route 5 : Reste du Monde Ouest $\Rightarrow$ Méditerranée européenne
- ⌘ Route 6 : Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Reste du Monde Est
- ⌘ Route 7 : Reste du Monde Est $\Rightarrow$ Méditerranée européenne
- ⌘ Route 8 : Reste du Monde Ouest $\Rightarrow$ Reste du Monde Est
- ⌘ Route 9 : Reste du Monde Est $\Rightarrow$ Reste du Monde Ouest

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	X	X	X	X
AFRIQUE DU NORD	X			
RESTE DU MONDE OUEST	X			X
RESTE DU MONDE EST	X		X	

Tableau 12. Sélection des routes maritimes en Méditerranée occidentale par zones économiques

Sur le Tableau 13 figurent les paramètres de projection des trafics maritimes, à horizon de 5 ans, pour chacune des 9 routes maritimes, en l'occurrence l'élasticité-croissance et l'indicateur d'échelle, c'est à dire le PIB réel de référence. Le choix des paramètres répond à des considérations économiques que l'on peut rapidement expliciter.

- ⌘ Route 1 : Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Afrique du Nord

Cet axe relève principalement de la dynamique de globalisation des échanges à laquelle participent les 3 pays du Maghreb, ce qui justifie le choix de l'élasticité-croissance Monde Transports maritimes et de la croissance anticipée du PIB moyen de ces 3 pays.

- ⌘ Route 2 : Afrique du Nord $\Rightarrow$ Méditerranée européenne

Les flux maritimes empruntant cette route sont principalement liés à la croissance économique des pays européens, ce qui nécessite la prise en compte de l'élasticité-croissance UE Transports et de la croissance anticipée du PIB UE.

- ⌘ Route 3 : Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Méditerranée européenne

Les trafics maritimes entre l'Espagne, la France et l'Italie répondent à la dynamique d'ensemble des transports de l'UE, ce qui permet d'intégrer le développement éventuel du *short sea shipping*, et donc, conduit à retenir l'élasticité-croissance UE Transports et la croissance anticipée moyenne de ces trois pays.

- ⌘ Route 4 : Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Reste du Monde Ouest

Ces flux maritimes rendent compte de l'ouverture commerciale du Sud de l'Europe vers l'Afrique, le continent américain et le Nord de l'Europe, via Gibraltar, et c'est ce qui explique que l'on retienne l'élasticité-croissance Monde Transports maritimes et la croissance anticipée de l'économie mondiale.

⌘ Route 5 : Reste du Monde Ouest $\Rightarrow$ Méditerranée européenne

Cette route intègre les flux maritimes en provenance de l'économie mondiale, via Gibraltar, ce qui justifie le choix de l'élasticité-croissance Monde Transports maritimes et de la croissance anticipée du PIB UE.

⌘ Route 6 : Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Reste du Monde Est

Ces trafics maritimes incluent les échanges de marchandises, éventuellement conteneurisés, à destination du Moyen Orient et des Balkans, ou qui transitent par le canal de Suez. Cela explique que l'on ait utilisé l'élasticité-croissance Monde Transports maritimes et la croissance anticipée Moyen Orient et Afrique du Nord, qui rend principalement compte de la croissance au Moyen Orient.

⌘ Route 7 : Reste du Monde Est $\Rightarrow$ Méditerranée européenne

Il s'agit là des trafics impulsés par la croissance européenne en provenance soit de Méditerranée orientale, soit du Moyen-Orient, incluant les transports d'hydrocarbures, mais également les marchandises en provenance d'Asie, via le canal de Suez. On a donc retenu l'élasticité-croissance UE Transports et la croissance anticipée du PIB UE.

⌘ Route 8 : Reste du Monde Ouest $\Rightarrow$ Reste du Monde Est

Cette route recense les trafics transversaux sur l'axe Gibraltar-Suez qui répondent à la dynamique des transports à l'échelle mondiale et à la croissance au Moyen-Orient, ce qui justifie que l'on ait retenu l'élasticité-croissance Monde Transports maritimes et la croissance anticipée du Moyen-Orient.

⌘ Route 9 : Reste du Monde Est $\Rightarrow$ Reste du Monde Ouest

Cette route intègre les flux maritimes en provenance du Moyen-Orient ou transitant par Suez en direction du reste du monde, ce qui justifie le choix de l'élasticité-croissance Monde Transports maritimes et de la croissance anticipée de l'économie mondiale.

Sur le Tableau 14, on trouve le résultat final de cet exercice prospectif par grandes routes maritimes. Figurent à la fois les projections en taux de croissance annuel des trafics maritimes en Méditerranée occidentale et les coefficients multiplicateurs à appliquer dans les projections.

On a également représenté, sur le Tableau 15, la matrice des coefficients de projection par route maritime.

	ELASTICITÉ RETENUE	ELASTICITÉ- CROISSANCE DU TRAFIC MARITIME	PIB RÉEL DE RÉFÉRENCE	TAUX DE CROISSANCE ANNUEL ANTICIPÉ À 5 ANS DU PIB RÉEL
Route 1. Méditerranée européenne ⇒ Afrique du Nord	Monde Transports maritimes	0,9	Moyenne Maroc + Algérie + Tunisie	4,1
Route 2. Afrique du Nord ⇒ Méditerranée européenne	UE Transports	1,5	UE	2,5
Route 3. Méditerranée européenne ⇒ Méditerranée européenne	UE Transports	1,5	Moyenne France + Italie + Espagne	2,9
Route 4. Méditerranée européenne ⇒ Reste du Monde Ouest	Monde Transports maritimes	0,9	Monde	4,4
Route 5. Reste du Monde Ouest ⇒ Méditerranée européenne	Monde Transports maritimes	0,9	UE	2,5
Route 6. Méditerranée européenne ⇒ Reste du Monde Est	Monde Transports maritimes	0,9	Moyen-Orient et Afrique du Nord	4,5
Route 7. Reste du Monde Est ⇒ Méditerranée européenne	UE Transports	1,5	UE	2,5
Route 8. Reste du Monde Ouest ⇒ Reste du Monde Est	Monde Transports maritimes	0,9	Moyen-Orient et Afrique du Nord	4,5
Route 9. Reste du Monde Est ⇒ Reste du Monde Ouest	Monde Transports maritimes	0,9	Monde	4,4

Tableau 13. Paramètres de projection macro-économique des trafics maritimes en Méditerranée occidentale par routes maritimes

	ELASTICITÉ- CROISSANCE DU TRAFIC MARITIME	TAUX DE CROISSANCE ANNUEL ANTICIPÉ À 5 ANS DU PIB RÉEL	PROJECTION EN TAUX DE CROISSANCE ANNUEL DU TRAFIC MARITIME	COEFFICIENT MULTIPLICATEUR À 5 ANS
Route 1. Méditerranée européenne ⇒ Afrique du Nord	0,9	4,1	3,69	1,198
Route 2. Afrique du Nord ⇒ Méditerranée européenne	1,5	2,5	3,75	1,202
Route 3. Méditerranée européenne ⇒ Méditerranée européenne	1,5	2,9	4,35	1,237
Route 4. Méditerranée européenne ⇒ Reste du Monde Ouest	0,9	4,4	3,96	1,214
Route 5. Reste du Monde Ouest ⇒ Méditerranée européenne	0,9	2,5	2,25	1,117
Route 6. Méditerranée européenne ⇒ Reste du Monde Est	0,9	4,5	4,05	1,219
Route 7. Reste du Monde Est ⇒ Méditerranée européenne	1,5	2,5	3,75	1,202
Route 8. Reste du Monde Ouest ⇒ Reste du Monde Est	0,9	4,5	4,05	1,219
Route 9. Reste du Monde Est ⇒ Reste du Monde Ouest	0,9	4,4	3,96	1,214

Tableau 14. Coefficients de projection macro-économique des trafics maritimes en Méditerranée occidentale par routes maritimes

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	1,237	1,198	1,214	1,219
AFRIQUE DU NORD	1,202			
RESTE DU MONDE OUEST	1,117			1,219
RESTE DU MONDE EST	1,202		1,214	

Tableau 15. Matrice des coefficients de projection macro-économique à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale par routes maritimes

3. EXTRAPOLATION DES TRAFICS MARITIMES

La construction d'un scénario tendanciel à 5 ans du trafic maritime en Méditerranée occidentale exige le calcul d'un ensemble de coefficients d'extrapolation des évolutions observées. Dans ce but, on s'est appuyé sur la même base de données de la Lloyds utilisée pour caractériser les trafics maritimes (Cf. Annexe 1). Il s'agit de statistiques afférentes à des trajets empruntés par des navires au cours d'une période, mensuelle ou annuelle. Afin de pouvoir mener des comparaisons avec l'analyse macro-économique, on a raisonné d'abord à l'échelle de l'ensemble des trafics maritimes au sein de la Méditerranée occidentale, mais surtout en distinguant à nouveau quatre zones économiques :

- ≡ **Méditerranée européenne**, regroupant l'Espagne, la France et l'Italie ;
- ≡ **Afrique du Nord**, associant l'Algérie, le Maroc et la Tunisie ;
- ≡ **Reste du Monde Ouest**, afin de rendre compte des trafics maritimes transitant par Gibraltar ;
- ≡ **Reste du Monde Est**, pour les flux maritimes empruntant le détroit de Sicile et impliquant notamment le Moyen Orient et le canal de Suez.

Le croisement de ces zones débouche sur la prise en compte de neuf routes maritimes, comme dans l'analyse macro-économique.

S'agissant de la structure des trafics, on a également dégagé des tendances par types de navires, par taille, par pavillon, par âge moyen de la flotte, selon les mêmes conventions que dans l'Annexe 1, mais sans pour autant pouvoir traduire ces données en indices prospectifs de concentration ou de dangerosité.

3.1 Évolution globale et par routes maritimes de 1998 à 2001

Les données disponibles concernent les années 1998, 2000, 2001 et les neufs premiers mois de 2002. On a donc calculé un taux de croissance annuel moyen des trafics entre 1998 et 2001, à la fois pour l'ensemble de la zone et pour les neufs routes principales. Le Tableau 16 présente les taux annuels moyens de croissance obtenus.

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST	ENSEMBLE DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	10,0	7,1	0	1,5	6,7
AFRIQUE DU NORD	6,0				6,1
RESTE DU MONDE OUEST	0,1			1,3	- 0,2
RESTE DU MONDE EST	0,9		1,9		1,3
ENSEMBLE DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE	6,6	7,0	0	1,4	4,4

Tableau 16. Taux de croissance annuels moyens des trafics maritimes en Méditerranée occidentale par routes maritimes de 1998 à 2001

3.2 Évolution de la structure des trafics de 1998 à 2001

Les quatre tableaux ci-dessous décomposent l'évolution des trafics de 1998 à 2001 en fonction du type de navire, de l'âge moyen des navires effectuant des trajets en Méditerranée occidentale, de l'âge moyen des navires pondéré en fonction de la fréquence de leur présence sur les lignes maritimes, de la fréquence des rotations, de la taille des navires, de la qualité des pavillons.

Toutes les évolutions sont exprimées en taux annuels moyens de croissance, et les conventions afférentes à la définition de ces caractéristiques sont conformes à celles adoptées dans la caractérisation statistique du trafic maritime (Cf. Annexe 1, Section 1, Méthodologie, bases de données disponibles et options retenues).

	NAVIRES RECENSÉS	ÂGE MOYEN DE LA FLOTTE	ÂGE MOYEN DES NAVIRES PONDÉRÉ PAR LA FRÉQUENCE DES TRAJETS
VRAQUIERS	1,61	- 0,91	1,32
CARGOS	- 2,76	0,08	- 0,79
MÉTHANIER	6,33	3,47	2,46
PASSAGERS	6,56	- 0,37	- 1,46
ROULIERS	3,95	1,96	- 0,96
TANKERS ET CHIMIQUERS	4,35	- 3,51	- 4,92
PORTE CONTENEURS	3,11	2,99	3,18
AUTRES	5,30	1,61	1,58

Tableau 17. Taux de croissance annuels moyens de la structure des trafics maritimes en Méditerranée occidentale de 1998 à 2001 par types de navires

VRAQUIERS	0,77
CARGOS	- 1,37
MÉTHANIER	4,29
PASSAGERS	19,51
ROULIERS	8,39
TANKERS ET CHIMIQUERS	1,35
PORTE CONTENEURS	3,83
AUTRES	0,48

Tableau 18. Taux de croissance annuels moyens de la structure des trafics maritimes en Méditerranée occidentale de 1998 à 2001 par fréquences des trajets effectués par les types de navires

TAILLE 1	0,61
TAILLE 2	- 0,33
TAILLE 3	7,54
TAILLE 4	3,18
TAILLE 5	12,05

Tableau 19. Taux de croissance annuels moyens de la structure des trafics maritimes en Méditerranée occidentale de 1998 à 2001 par tailles de navires

BLANC	5,24
GRIS	3,43
NOIR	- 2,35
INCONNU	3,96

Tableau 20. Taux de croissance annuels moyens de la structure des trafics maritimes en Méditerranée occidentale de 1998 à 2001 par pavillons

3.3 Coefficients d'extrapolation

L'évolution des structures de trafics par types de navires sera utilisée dans la comparaison des niveaux de concentration et de dangerosité des trafics associés aux cinq scénarios prospectifs. S'agissant du scénario tendanciel, il s'agira de projeter à horizon 2008 le niveau des trafics actuels par route maritime en fonction des évolutions observées depuis 1998. A partir des taux de croissance figurant dans le Tableau 16, on peut calculer une matrice des coefficients de projection tendancielle à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale par zones économiques. Ces coefficients ont été regroupés dans le Tableau 21.

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	1,613	1,407	1,001	1,075
AFRIQUE DU NORD	1,338			
RESTE DU MONDE OUEST	1,003			1,068
RESTE DU MONDE EST	1,04		1,099	

Tableau 21. Matrice des coefficients de projection tendancielle à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale par zones géographiques

4. CHOCs SUSCEPTIBLES D'INFLUER SUR LA STRUCTURE DES TRAFICS MARITIMES EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

Pour une part essentielle, cette analyse prospective des trafics maritimes en Méditerranée occidentale s'appuie sur les deux séries de coefficients de projection précédemment obtenus, à partir d'une analyse macro-économique et sur la base d'une extrapolation des tendances observées depuis 1998. Toutefois, il paraît utile de compléter cette démarche en introduisant des scénarios variantiels fondés sur les chocs susceptibles d'influer sur la structure des trafics.

4.1 Dynamiques des trafics anticipées par les professionnels

Indépendamment de la dynamique du commerce international et de la croissance économique des pays riverains, le trafic maritime en Méditerranée occidentale est soumis aux mêmes tendances structurelles qui marquent depuis une dizaine d'années les transports maritimes à l'échelle mondiale.

On peut ainsi citer :

- ⌘ le développement rapide de la conteneurisation, parallèlement à la modernisation des infrastructures portuaires ;
- ⌘ le rajeunissement des flottes et la mise à la casse des navires les plus anciens ;
- ⌘ l'augmentation de la taille moyenne des navires et l'accélération des rotations ;
- ⌘ la mise en cause des pavillons de complaisance, notamment pour les pays méditerranéens susceptibles d'être intégrés dans l'Union Européenne ;
- ⌘ l'expansion du *short sea shipping* afin de décongestionner les transports routiers...

A l'échelle méditerranéenne, les experts tendent à privilégier trois types de chocs spécifiques pouvant influencer significativement sur les volumes et la structure des transports maritimes :

- ⌘ un développement rapide des trafics euro-méditerranéens ;
- ⌘ une impulsion nouvelle dans le domaine du *short sea shipping* ;
- ⌘ un renforcement des dispositifs réglementaires de nature à améliorer la sécurité environnementale.

Tels sont les trois types de chocs spécifiques qu'il paraît opportun d'intégrer dans nos scénarios variantiels.

4.2 Développement accéléré des relations économiques euro-méditerranéennes

Le nouveau Partenariat Euro-Méditerranéen issu de la Conférence de Barcelone est loin d'avoir encore produit tous les effets escomptés, les démantèlements tarifaires restant encore partiels et sélectifs. Mais les politiques de mise à niveau des infrastructures portuaires parmi les pays du Sud de la Méditerranée, couplées à une croissance désormais plus soutenue au Maghreb, pourraient impulser une nouvelle dynamique dans les échanges commerciaux euro-méditerranéens se traduisant par une expansion beaucoup plus rapide des trafics maritimes Nord-Sud.

4.3 Le développement du short sea shipping

L'accroissement de la part du *short sea shipping* est désormais une priorité à l'échelle européenne, en particulier le long de l'Arc latin. Si ces « autoroutes de la mer » nécessitent d'importants investissements et la mise en place de nouvelles connexions inter-modales, de nombreuses initiatives ont d'ores et déjà été prises, en particulier parmi les opérateurs espagnols et italiens. On peut donc anticiper une très forte expansion de ces flux maritimes à courte distance entre l'Espagne, la France et l'Italie, mais également entre les ports de chacun de ces trois pays.

4.4 Une nouvelle politique réglementaire

Plus qu'à l'instigation de l'OMI, c'est surtout à l'échelle européenne que se sont exprimées les préoccupations les plus vives en matière de risque de pollution associé aux transports maritimes et que plusieurs initiatives ont été lancées. Afin de renforcer la sécurité maritime, divers types d'actions sont envisagées :

- ✎ le renforcement des contrôles sur l'état des navires amenés à fréquenter les ports ;
- ✎ une généralisation à moyen terme de l'interdiction des pétroliers à coque unique ;
- ✎ un contrôle plus étroit sur les sociétés de classification, chargées de vérifier la sécurité sur les navires...

Il est peu probable que des évolutions marquées puissent intervenir dans les cinq années à venir mais on peut cependant intégrer dans notre exercice prospectif la mise en place d'une nouvelle politique réglementaire conduisant à un rajeunissement accéléré de la flotte et à une diminution rapide de la place des pavillons de complaisance dans les armements.

4.5 Scénarios variantiels et coefficients de projection

L'impact éventuel de ces trois types de chocs dans l'analyse prospective des trafics maritimes en Méditerranée occidentale peut être évalué en modulant les coefficients de projection à horizon 2008 précédemment calculés sur une base macro-économique.

On considérera que l'accélération de l'intégration euro-méditerranéenne créera un surcroît de croissance de l'ordre de 20 % sur quatre routes maritimes :

- ✎ Route 1. Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Afrique du Nord
- ✎ Route 2. Afrique du Nord $\Rightarrow$ Méditerranée européenne
- ✎ Route 6. Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Reste du Monde Est
- ✎ Route 7. Reste du Monde Est $\Rightarrow$ Méditerranée européenne

Le développement du *short sea shipping* en Europe pourrait induire une expansion plus marquée des trafics maritimes entre les ports situés en Espagne, en France et en Italie de l'ordre de 30 %, et donc en ce qui concerne la Route 3. Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Méditerranée européenne.

Enfin, l'introduction d'une nouvelle politique réglementaire à l'échelle méditerranéenne pourrait susciter une diminution des trafics de l'ordre de 10 %, à tonnages transportés constants, induite par une hausse des tonnages moyens et une intensification des rotations. Ce choc concernerait donc 7 routes maritimes sur 9, excluant les flux transversaux Est $\Rightarrow$ Ouest et Ouest $\Rightarrow$ Est qui pourraient échapper au renforcement de la réglementation européenne.

Sur cette base, on peut désormais décliner les coefficients prospectifs selon cinq scénarios :

- ✎ Le scénario macro-économique,
- ✎ Le scénario tendanciel,
- ✎ Le scénario euro-méditerranéen,
- ✎ Le scénario du développement du *short sea shipping*,
- ✎ Le scénario du renforcement des contraintes réglementaires.

Les coefficients prospectifs associés à chacun de ces scénarios sont résumés dans les cinq tableaux ci-dessous.

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	1,237	1,198	1,214	1,219
AFRIQUE DU NORD	1,202			
RESTE DU MONDE OUEST	1,117			1,219
RESTE DU MONDE EST	1,202		1,214	

Tableau 22. Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario macro-économique

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	1,613	1,407	1,001	1,075
AFRIQUE DU NORD	1,338			
RESTE DU MONDE OUEST	1,003			1,068
RESTE DU MONDE EST	1,04		1,099	

Tableau 23. Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario tendanciel

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	1,237	1,437	1,214	1,462
AFRIQUE DU NORD	1,442			
RESTE DU MONDE OUEST	1,117			1,219
RESTE DU MONDE EST	1,442		1,214	

Tableau 24. Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario euro-méditerranéen

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	1,608	1,198	1,214	1,219
AFRIQUE DU NORD	1,202			
RESTE DU MONDE OUEST	1,117			1,219
RESTE DU MONDE EST	1,202		1,214	

Tableau 25. Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario du développement du short sea shipping

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	1,113	1,078	1,092	1,097
AFRIQUE DU NORD	1,081			
RESTE DU MONDE OUEST	1,005			1,219
RESTE DU MONDE EST	1,081		1,214	

Tableau 26. Matrice des coefficients de projection à cinq ans des trafics maritimes en Méditerranée occidentale : le scénario du renforcement des contraintes réglementaires

5. ÉVOLUTION PROSPECTIVE DU TRAFIC MARITIME EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE : CINQ SCÉNARIOS À HORIZON 2008

Pour chacun des scénarios, les coefficients de projection à horizon 2008 doivent être appliqués à l'année de base 2003 pour laquelle nous ne disposons évidemment pas des données statistiques. On a donc calculé les trafics maritimes pour une année fictive 2003, dénommée 2003*, à partir de la moyenne des années 2001 et 2002, cette dernière étant estimée sur la base d'une annualisation des données afférentes aux neufs premiers mois sur la base des saisonnalités des années précédentes.

Cette convention de méthode se justifie aisément en référence à la dynamique mondiale des transports maritimes. En effet, après une croissance ininterrompue depuis 15 ans, le commerce maritime mondial a marqué le pas en 2001, et compte tenu des décalages de conjoncture entre les économies européennes et les autres grandes zones économiques, les États-Unis en particulier, mais aussi l'Asie et l'Amérique latine, ce ralentissement des trafics maritimes n'a touché la Méditerranée occidentale qu'en 2002. Il est donc acceptable de définir 2003* à partir des données de 2001 et 2002.

Le Tableau 27 regroupe les données de trafics maritimes pour 2003* par zones économiques, en termes de nombre de trajets effectués par les navires, pour les neuf routes de référence.

Pour chaque scénario, il est donc possible de présenter le résultat des simulations, là encore en nombres de trajets effectués.

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST	ENSEMBLE DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	58 828	5 614	12 817	14 340	91 599
AFRIQUE DU NORD	5 761				
RESTE DU MONDE OUEST	12 663			10 656	
RESTE DU MONDE EST	14 131		10 470		
ENSEMBLE DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE	91 383				145 280**

Tableau 27. Trafics maritimes en Méditerranée occidentale par nombre de trajets effectués par les navires, par routes maritimes, en 2003*

** : en réalité, dans la base de données, le nombre global de trajets est de 147 004, mais cela inclut plusieurs routes peu significatives qui ont été négligées, en l'occurrence Afrique du Nord ⇒ Afrique du Nord, Afrique du Nord ⇒ Reste du Monde Ouest, Afrique du Nord ⇒ Reste du Monde Est, Reste du Monde Ouest ⇒ Afrique du Nord, Reste du Monde Ouest ⇒ Reste du Monde Ouest, Reste du Monde Est ⇒ Afrique du Nord, Reste du Monde Est ⇒ Reste du Monde Est.

5.1 Le scénario macro-économique

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST	ENSEMBLE DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	72 770	6 725	15 560	17 480	112 535
AFRIQUE DU NORD	6 924				
RESTE DU MONDE OUEST	14 144			12 989	
RESTE DU MONDE EST	16 985		12 710		
ENSEMBLE DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE	110 823				176 287

Tableau 28. Trafics maritimes en Méditerranée occidentale par nombre de trajets effectués par les navires, par routes maritimes, en 2008 : le scénario macro-économique

5.2 Le scénario tendanciel

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST	ENSEMBLE DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	94 889	7 898	12 829	15 415	131 031
AFRIQUE DU NORD	7 996				
RESTE DU MONDE OUEST	12 700			11 380	
RESTE DU MONDE EST	14 696		11 506		
ENSEMBLE DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE	130 281				189 309

Tableau 29. Trafics maritimes en Méditerranée occidentale par nombre de trajets effectués par les navires, par routes maritimes, en 2008 : le scénario tendanciel

5.3 Le scénario euro-méditerranéen

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST	ENSEMBLE DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	72 770	8 067	15 560	20 965	117 362
AFRIQUE DU NORD	8 307				
RESTE DU MONDE OUEST	14 144			12 989	
RESTE DU MONDE EST	20 376		12 710		
ENSEMBLE DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE	115 597				185 888

Tableau 30. Trafics maritimes en Méditerranée occidentale par nombre de trajets effectués par les navires, par routes maritimes, en 2008 : le scénario euro-méditerranéen

5.4 Le scénario du développement du short sea shipping

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST	ENSEMBLE DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	94 595	6 725	15 560	17 480	134 360
AFRIQUE DU NORD	6 924				
RESTE DU MONDE OUEST	14 144			12 989	
RESTE DU MONDE EST	16 985		12 710		
ENSEMBLE DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE	132 648				198 112

Tableau 31. Trafics maritimes en Méditerranée occidentale par nombre de trajets effectués par les navires, par routes maritimes, en 2008 : le scénario du short sea shipping

5.5 Le scénario du renforcement des contraintes réglementaires

	MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	AFRIQUE DU NORD	RESTE DU MONDE OUEST	RESTE DU MONDE EST	ENSEMBLE DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE
MÉDITERRANÉE EUROPÉENNE	65 475	6 051	13 996	15 730	101 252
AFRIQUE DU NORD	6 227				
RESTE DU MONDE OUEST	12 726			12 989	
RESTE DU MONDE EST	15 275		12 710		
ENSEMBLE DE LA MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE	99 703				161 179

Tableau 32. Trafics maritimes en Méditerranée occidentale par nombre de trajets effectués par les navires, par routes maritimes, en 2008 : le scénario du renforcement des contraintes réglementaires

6. COMPARAISON DES NIVEAUX DE CONCENTRATION ET DE DANGÉROSITÉ DES TRAFICS SELON LES CINQ SCÉNARIOS

6.1 Comparaison des densités du trafic

Afin de mener une comparaison synthétique des résultats obtenus, notamment en termes de répartition des densités de trafics, il convient de représenter l'ensemble des trafics simulés par routes maritimes, en nombre de trajets effectués par les navires pour chaque route maritime et en pourcentage du total.

C'est ce que proposent le Tableau 33 et le Tableau 34.

	ANNÉE DE BASE 2003*	SCÉNARIO MACRO-ÉCONOMIQUE	SCÉNARIO TENDANCIEL	SCÉNARIO EURO-MÉDITERRANÉEN	SCÉNARIO DU <i>SHORT SEA SHIPPING</i>	SCÉNARIO DU RENFORCEMENT DES CONTRAINTES RÉGLEMENTAIRES
Route 1. Méditerranée européenne ⇒ Afrique du Nord	5 614	6 725	7 898	8 067	6 725	6 051
Route 2. Afrique du Nord ⇒ Méditerranée européenne	5 761	6 924	7 996	8 037	6 924	6 227
Route 3. Méditerranée européenne ⇒ Méditerranée européenne	58 828	72 770	94 889	72 770	94 595	65 475
Route 4. Méditerranée européenne ⇒ Reste du Monde Ouest	12 817	15 560	12 829	15 560	15 560	13 996
Route 5. Reste du Monde Ouest ⇒ Méditerranée européenne	12 663	14 144	12 700	14 144	14 144	12 726
Route 6. Méditerranée européenne ⇒ Reste du Monde Est	14 340	17 480	15 415	20 965	17 480	15 730
Route 7. Reste du Monde Est ⇒ Méditerranée européenne	14 131	16 985	14 696	20 376	16 985	15 275
Route 8. Reste du Monde Ouest ⇒ Reste du Monde Est	10 656	12 989	11 380	12 989	12 989	12 989
Route 9. Reste du Monde Est ⇒ Reste du Monde Ouest	10 470	12 710	11 506	12 710	12 710	12 710
Ensemble du trafic en Méditerranée occidentale	145 280	176 287	189 309	185 888	198 112	161 179

Tableau 33. Répartition des trafics maritimes en Méditerranée occidentale en 2008 par routes maritimes en fonction des cinq scénarios (en nombre de trajets effectués par les navires)

	ANNÉE DE BASE 2003*	SCÉNARIO MACRO-ÉCONOMIQUE	SCÉNARIO TENDANCIEL	SCÉNARIO EURO-MÉDITERRANÉEN	SCÉNARIO DU <i>SHORT SEA SHIPPING</i>	SCÉNARIO DU RENFORCEMENT DES CONTRAINTES RÉGLEMENTAIRES
Route 1. Méditerranée européenne ⇒ Afrique du Nord	3,86	3,81	4,17	4,33	3,39	3,75
Route 2. Afrique du Nord ⇒ Méditerranée européenne	3,96	3,92	4,22	4,32	3,49	3,86
Route 3. Méditerranée européenne ⇒ Méditerranée européenne	40,49	41,27	50,12	39,14	47,74	40,62
Route 4. Méditerranée européenne ⇒ Reste du Monde Ouest	8,82	8,82	6,77	8,37	7,85	8,68
Route 5. Reste du Monde Ouest ⇒ Méditerranée européenne	8,71	8,02	6,7	7,6	7,13	7,89
Route 6. Méditerranée européenne ⇒ Reste du Monde Est	9,83	9,91	8,14	11,27	8,82	9,75
Route 7. Reste du Monde Est ⇒ Méditerranée européenne	9,72	9,63	7,76	10,96	8,57	9,47
Route 8. Reste du Monde Ouest ⇒ Reste du Monde Est	7,33	7,36	6,01	6,98	6,55	8,05
Route 9. Reste du Monde Est ⇒ Reste du Monde Ouest	7,20	7,20	6,07	6,83	6,41	7,88
Ensemble du trafic en Méditerranée occidentale	100	100	100	100	100	100

Tableau 34. Répartition des trafics maritimes en Méditerranée occidentale en 2008 par routes maritimes en fonction des cinq scénarios (en % du nombre total de trajets effectués par les navires)

6.2 Comparaison des dangers du trafic

La dangerosité liée à la concentration des trafics maritimes en Méditerranée occidentale dépend de nombreux facteurs justifiant l'utilisation d'indices composites intégrant l'ensemble des caractéristiques des navires, (type, taille, âge, pavillon), comme cela a été traité dans l'Annexe 1, au-delà des spécificités géographiques de certaines zones côtières ou de certains détroits, le Détroit de Sicile en particulier. En outre, cela exige de raisonner à un niveau très fin de désagrégation des trafics, à l'échelle des trajets spécifiques de port à port, et c'est ce qui a été réalisé pour 104 routes maritimes dans la caractérisation statistique du trafic présentée dans l'Annexe 1.

Cette analyse prospective n'est donc pas à même d'évaluer de façon approfondie, à horizon 2008, l'évolution et la répartition des degrés de dangerosité, compte tenu du niveau de désagrégation retenu et des données disponibles. On peut cependant dresser un aperçu de l'évolution d'ensemble des concentrations de trafics par routes maritimes en fonction des différents scénarios, en considérant que celle-ci constitue un élément clé de la dynamique des dangers.

Dans le Tableau 35 figure pour chacun des scénarios un indice de taille des trafics de chaque route maritime en 2008, avec l'année 2003* pour base 100. Cela revient à évaluer l'évolution des densités de trafics à cinq ans, indépendamment de la répartition des concentrations pour l'année de base.

Dans le Tableau 36, sur la même base, on a transformé ces indices en coefficients de variation des trafics et l'on a affecté ces coefficients aux indices de dangerosité calculés dans l'Annexe 1 pour chaque route maritime, ce qui donne une image de la configuration possible des dangers en 2008 sous deux hypothèses, tout à fait simplificatrices :

- ⌘ d'une part qu'il n'y aura aucune déformation des structures de trafics par caractéristiques des navires ;
- ⌘ d'autre part, que l'évolution du risque est strictement linéaire.

Ce n'est donc qu'un exercice d'école, de nature à illustrer les futurs possibles du risque maritime en Méditerranée occidentale.

	ANNÉE DE BASE 2003*	SCÉNARIO MACRO-ÉCONOMIQUE	SCÉNARIO TENDANCIEL	SCÉNARIO EURO-MÉDITERRANÉEN	SCÉNARIO DU <i>SHORT SEA SHIPPING</i>	SCÉNARIO DU RENFORCEMENT DES CONTRAINTES RÉGLEMENTAIRES
Route 1. Méditerranée européenne ⇒ Afrique du Nord	100	119,7	140,6	143,6	119,7	107,7
Route 2. Afrique du Nord ⇒ Méditerranée européenne	100	120,1	138,7	139,5	120,1	108,0
Route 3. Méditerranée européenne ⇒ Méditerranée européenne	100	123,6	161,2	123,6	160,7	111,2
Route 4. Méditerranée européenne ⇒ Reste du Monde Ouest	100	121,4	100,0	121,4	121,4	109,1
Route 5. Reste du Monde Ouest ⇒ Méditerranée européenne	100	111,6	100,2	111,6	111,6	100,0
Route 6. Méditerranée européenne ⇒ Reste du Monde Est	100	121,8	107,4	146,1	121,8	109,6
Route 7. Reste du Monde Est ⇒ Méditerranée européenne	100	120,1	103,9	144,1	120,1	108,0
Route 8. Reste du Monde Ouest ⇒ Reste du Monde Est	100	121,8	106,7	121,8	121,8	121,8
Route 9. Reste du Monde Est ⇒ Reste du Monde Ouest	100	121,3	109,8	121,3	121,3	121,3
Ensemble du trafic en Méditerranée occidentale	100	121,3	130,3	127,9	136,3	110,9

Tableau 35. Évolution des trafics maritimes en Méditerranée occidentale entre 2003* et 2008 par routes maritimes en fonction des cinq scénarios (en indices, base 100 en 2003*)

	ANNÉE DE BASE 2003*	SCÉNARIO MACRO-ÉCONOMIQUE	SCÉNARIO TENDANCIEL	SCÉNARIO EURO-MÉDITERRANÉEN	SCÉNARIO DU <i>SHORT SEA SHIPPING</i>	SCÉNARIO DU RENFORCEMENT DES CONTRAINTES RÉGLEMENTAIRES
Route 1. Méditerranée européenne ⇒ Afrique du Nord	41,09	49,189	57,778	59,010	49,189	44,258
Route 2. Afrique du Nord ⇒ Méditerranée européenne	42,58	51,134	59,053	59,394	51,134	45,982
Route 3. Méditerranée européenne ⇒ Méditerranée européenne	352,85	436,126	568,799	436,126	567,035	392,373
Route 4. Méditerranée européenne ⇒ Reste du Monde Ouest	79,045	95,960	79,045	95,960	95,960	86,238
Route 5. Reste du Monde Ouest ⇒ Méditerranée européenne	80,32	89,641	80,484	89,641	89,641	80,324
Route 6. Méditerranée européenne ⇒ Reste du Monde Est	106,93	130,243	114,845	156,228	130,243	117,197
Route 7. Reste du Monde Est ⇒ Méditerranée européenne	101,11	121,436	105,056	145,704	121,436	109,202
Route 8. Reste du Monde Ouest ⇒ Reste du Monde Est	82,94	101,022	88,498	101,022	101,022	101,022
Route 9. Reste du Monde Est ⇒ Reste du Monde Ouest	83,013	100,695	91,149	100,695	100,695	100,695
Ensemble du trafic en Méditerranée occidentale	989,196	1199,895	1288,923	1265,182	1348,274	1097,019

Tableau 36. Dynamique des indices de dangerosité des trafics maritimes en Méditerranée occidentale entre 2003* et 2008 par routes maritimes en fonction des cinq scénarios

7. CONCLUSIONS

Avant de dégager les principaux enseignements de cette analyse prospective du trafic maritime en Méditerranée occidentale à horizon 2008, il convient de rappeler les limites d'un tel exercice.

Il ne s'agissait pas de proposer une prévision, s'appuyant sur un modèle explicite ayant fait l'objet d'une estimation statistique, mais de livrer un ensemble de projections et de scénarios prospectifs en affectant des coefficients de projection, à cinq ans, au volume et à la structure du trafic maritime observé en Méditerranée occidentale en 2003. L'objectif principal était donc d'estimer raisonnablement ce que pourrait être la structure des densités de trafics en 2008 par grandes routes maritimes. Quant à l'analyse de la dangerosité associée à la dynamique des trafics, elle a été menée sur la base des caractéristiques moyennes des navires ayant effectué des trajets pour l'année théorique 2003*.

Sur cette base, plusieurs enseignements peuvent être soulignés.

- ⌘ A l'échelle de l'ensemble des trafics, tous les scénarios conduisent à une augmentation significative du nombre de trajets maritimes en Méditerranée occidentale pour 2008 :
 - ❖ la progression la plus élevée est de + 52 800 trajets dans le scénario du *short sea shipping* ;
 - ❖ la plus faible est de + 15 900 pour le scénario du renforcement des contraintes réglementaires ;
 - ❖ le scénario macro-économique prévoit une progression de 31 000 trajets et le scénario tendanciel de 44 000 trajets.
- ⌘ Si l'on décompose les trafics par grandes routes maritimes, la très forte dominance des trajets de la Route 3 (Méditerranée européenne ⇒ Méditerranée européenne) se confirme dans tous les scénarios. La part de ce trafic passe de 40,5 % en 2003 à 41,3 % dans le scénario macro-économique. Elle atteint 50,1 % dans le scénario tendanciel et 47,7 % dans le scénario du *short sea shipping*. Cela représente des progressions tout à fait considérables : + 13 900 pour le scénario macro-économique, + 35 700 pour le scénario du *short sea shipping*, + 36 000 pour le scénario tendanciel.
- ⌘ S'agissant des autres routes qui rendent compte de l'ouverture mondiale des trois pays européens (Méditerranée européenne ⇒ Reste du Monde Ouest, Reste du Monde Ouest ⇒ Méditerranée européenne, Méditerranée européenne ⇒ Reste du Monde Est et Reste du Monde Est ⇒ Méditerranée européenne),

leur part reste de l'ordre de 8 à 10 % du total et les progressions s'avèrent moins massives en nombre de trajets, malgré des taux de croissance élevés pour certaines d'entre elles : sur l'axe Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Gibraltar, avec des progressions de l'ordre de 2 700 à 1 200, selon les scénarios, dans le sens Est-Ouest, et d'environ 1 500 dans le sens Ouest-Est ; sur l'axe Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Détroit de Sicile et Suez, avec des progressions autour de 1 000 à 3 000 trajets supplémentaires selon les scénarios, quelles que soient les directions.

- ✎ En ce qui concerne les flux transversaux (Reste du Monde Ouest $\Rightarrow$ Reste du Monde Est et Reste du Monde Est $\Rightarrow$ Reste du Monde Ouest), si les pourcentages que ces trafics représentent à l'échelle de l'ensemble de la Méditerranée occidentale évoluent peu, entre 6 et 8 % du total, à la hausse ou à la baisse selon les scénarios, on observe une progression du nombre des trajets maritimes qui reste, là encore, relativement modeste, comparée à celle prévue pour les flux entre l'Espagne, la France et l'Italie : de l'ordre de 1 000 à 2 000 trajets supplémentaires entre 2003 et 2008.
- ✎ Enfin, les transports maritimes Nord-Sud restent relativement faibles à l'échelle de l'ensemble de la Méditerranée occidentale, soit environ 4 % du total, avec des progressions élevées en taux de croissance, mais relativement modérées en nombre de trajets, même dans le scénario euro-méditerranéen. Autant dans le sens Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Afrique du Nord que sur l'axe Afrique du Nord $\Rightarrow$ Méditerranée européenne, la croissance des trajets maritimes à horizon 2008 est de l'ordre de + 1 100 à + 2 400, selon les scénarios, et de + 400 dans le scénario du renforcement des contraintes réglementaires.

S'agissant de la sensibilité des trafics estimés en fonction des scénarios, et, donc, des hypothèses retenues, plusieurs conclusions se dégagent.

- ✎ Les progressions les plus marquées apparaissent dans le scénario tendanciel et dans le scénario du *short sea shipping* : respectivement, + 44 000 et + 52 800 à l'échelle globale, et environ + 36 000 dans les deux cas pour les transports maritimes Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Méditerranée européenne.
- ✎ Comparé au scénario macro-économique, le scénario du *short sea shipping* crée un différentiel de progression des trajets tout à fait significatif : + 21 800, autant à l'échelle globale que pour les transports maritimes Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Méditerranée européenne.
- ✎ Toujours en référence au scénario macro-économique, le scénario euro-méditerranéen suscite un différentiel de progression des trajets de l'ordre de + 9 600 à l'échelle de l'ensemble des trafics, et de + 1 300 à + 1 100 pour les trajets Nord-Sud entre l'Europe méridionale et les pays du Maghreb.
- ✎ Enfin, le scénario du renforcement des contraintes réglementaires induit un ralentissement significatif de la progression des trajets maritimes. En référence, là encore, au scénario macro-économique, la progression d'ensemble des trafics est

réduite de 16 200 trajets, dont près de 7 300 pour les transports maritimes Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Méditerranée européenne. C'est là une indication intéressante, même si les hypothèses qui fondent un tel scénario paraissent très fragiles.

Enfin, si l'on s'intéresse à la dynamique des indices de dangerosité, les risques associés aux transports maritimes augmentent mécaniquement en fonction des concentrations de trafics, dans tous les scénarios, puisque les densités de trafics jouent un rôle clé dans le calcul d'un tel indice. Toutefois, on peut observer que les trajets Méditerranée européenne $\Rightarrow$ Méditerranée européenne contribuent pour une part essentielle à l'indice global de dangerosité, de 35 à 45 % de l'indice agrégé, selon les scénarios. Mais il est difficile d'aller au-delà d'un tel constat d'évidence sur la base d'une analyse prospective aussi globale et, surtout, dès lors que même dans le scénario du renforcement des contraintes réglementaires il n'a pas été possible d'intégrer les déformations structurelles associées à l'évolution des caractéristiques des navires qui se manifesteront très probablement entre 2003 et 2008.



Parc technologique du Canal
8-10 rue Hermès - 31526 Ramonville Cedex - France
Tél. +33 (0)5 61 39 46 00 - Fax +33 (0)5 61 39 46 10
E. mail : contact@scot.cnes.fr

**Ministère de l'Équipement, des Transports,
du Logement, du Tourisme et de la Mer**

**Direction des Affaires Maritimes
et des Gens de Mer**

Marché n° 02/015/M

ÉTUDE DU TRAFIC MARITIME EN MÉDITERRANÉE OCCIDENTALE

Annexe 4

22 mars 2003

DT/TRA/03-363

Étude du trafic maritime en Méditerranée occidentale

Annexe 4

Document n°: DT/TRA/03-363

Version: 2

Date: 22 mars 2003

Approbations

	Nom	Date	Signature
Préparé par	Thierry RABAUTE Alain ROUX Olivier ARNAUD	15 mars 2004	
Approuvé par le Chef de Projet	Thierry RABAUTE	21 mars 2004	
Distribution autorisée par le Directeur	Didier REBOUX	22 mars 2004	

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	10
1.1 Objectif	10
1.2 Champ d'application	10
1.3 Démarche proposée	11
1.4 Partenaires impliqués	11
2. ANALYSE QUALITATIVE GLOBALE	12
2.1 Description de l'approche	12
2.1.1 Objectif	12
2.1.2 Paramètres intervenant dans l'estimation de la dangerosité du trafic	13
2.1.3 Mode d'estimation de la dangerosité du trafic	14
2.2 Mise en œuvre de l'approche	16
2.2.1 Détermination des paramètres intervenant dans l'estimation de la dangerosité du trafic	16
2.2.2 Croisement préliminaire des paramètres	28
2.2.3 Concentration et dangerosité du trafic maritime en Méditerranée Occidentale	29
3. ANALYSE QUANTITATIVE LOCALE	53
3.1 Description de l'approche	53
3.1.1 Objectif	53
3.1.2 Hypothèses d'utilisation	53
3.1.3 Méthodologie sous-jacente	54
3.2 Mise en œuvre de l'outil MARCS	56
3.2.1 Zone d'étude	56
3.2.2 Acquisition et formatage des données nécessaires	57
3.2.3 Mise en œuvre	57
3.3 Présentation et analyse des résultats	57
4. ANNEXE A - FICHES TRAJETS	61
Valence-Détroit de Gibraltar	62

Barcelone-Détroit de Gibraltar	63
Barcelone-Valence	64
Marseille-Détroit de Gibraltar	65
Marseille-Valence	66
Marseille-Barcelone	67
Gênes-Détroit de Gibraltar	68
Gênes-Valence	69
Gênes-Barcelone	70
Gênes-Marseille	71
Naples-Détroit de Gibraltar	72
Naples-Barcelone	73
Naples-Marseille	75
Naples-Gênes	77
Venise-Détroit de Gibraltar	78
Le Pirée-Détroit de Gibraltar	80
Le Pirée-Valence	81
Le Pirée-Barcelone	82
Le Pirée-Marseille	84
Le Pirée-Gênes	86
Le Pirée-Naples	88
Détroit des Dardanelles-Détroit de Gibraltar	90
Détroit des Dardanelles-Valence	91
Détroit des Dardanelles-Barcelone	92
Détroit des Dardanelles-Marseille	93
Détroit des Dardanelles-Gênes	95
Détroit des Dardanelles-Naples	97
Canal de Suez-Détroit de Gibraltar	99
Canal de Suez-Valence	100
Canal de Suez-Barcelone	101
Canal de Suez-Marseille	102
Canal de Suez-Gênes	104
Canal de Suez-Naples	106
Tripoli - Détroit de Gibraltar	108
Skikda-Marseille	109
Savone-Détroit de Gibraltar	110
Savone-Barcelone	111
La Spezia-Détroit de Gibraltar	112
La Spezia-Valence	114
La Spezia-Barcelone	115

La Spezia-Marseille	116
La Spezia-Gênes	117
La Spezia-Le Pirée	118
La Spezia-Détroit des Dardanelles	120
Tarragone-Détroit de Gibraltar	122
Tarragone-Valence	123
Tarragone-Barcelone	124
Tarragone-Marseille	125
Tarragone-Détroit des Dardanelles	126
Tarragone-Canal de Suez	127
Civitavecchia-Détroit de Gibraltar	128
Civitavecchia-Gênes	130
Civitavecchia-Naples	131
Salerne-Détroit de Gibraltar	132
Salerne-Valence	133
Salerne-Barcelone	134
Salerne-Gênes	135
Salerne-Naples	136
Salerne-Le Pirée	137
Salerne - Détroit des Dardanelles	138
Salerne-La Spezia	139
Palerme-Gênes	140
Palerme-Naples	141
Palerme-Salerne	142
Gioia Tauro-Détroit de Gibraltar	143
Gioia Tauro-Valence	144
Gioia Tauro-Barcelone	145
Gioia Tauro-Gênes	146
Gioia Tauro-Naples	147
Gioia Tauro-Le Pirée	148
Gioia Tauro-Détroit des Dardanelles	149
Gioia Tauro-Canal de Suez	150
Gioia Tauro-La Spezia	151
Gioia Tauro-Salerne	152
Porto Torres-Détroit de Gibraltar	153
Porto Torres-Marseille	154
Porto Torres-Gênes	155
Palma de Mallorca-Détroit de Gibraltar	156
Palma de Mallorca-Valence	157

Palma de Mallorca-Barcelone	158
Algésiras-Détroit de Gibraltar	159
Algésiras-Valence	160
Algésiras-Marseille	161
Algésiras-Détroit des Dardanelles	162
Algésiras-Canal de Suez	163
Algésiras-Tarragone	164
Sète-Détroit de Gibraltar	165
Sète-Barcelone	166
Sète-Marseille	167
La Nouvelle-Marseille	168
Ajaccio-Marseille	169
Bastia-Marseille	170
Bastia-Gênes	171
Bastia-Savone	172
Bastia-La Spezia	173
Bastia-Nice	174
Bejaia-Marseille	175
Alger-Barcelone	176
Alger-Barcelone	177
Alger-Marseille	178
Arzew-Barcelone	179
Arzew-Marseille	180
Arzew-Naples	181
Arzew-La Spezia	182
Oran-Marseille	183
Sfax-Détroit de Gibraltar	184
Ras Lanuf-Détroit de Gibraltar	185
5. ANNEXE B – REPRÉSENTATIONS CARTOGRAPHIQUES	186

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Maillage utilisé pour l'estimation de la dangerosité du trafic (vue d'ensemble)	49
Figure 2.	Maillage utilisé pour l'estimation de la dangerosité du trafic (détail)	50
Figure 3.	Zone d'application de l'analyse locale	56
Figure 4.	Résultats issus de l'application MARCS	58
Figure 5.	Comparaison des résultats issus de l'approche locale et de l'approche globale	59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Typologie des navires mise en œuvre et équivalence avec la nomenclature LMIS	18
Tableau 2. Indices de dangerosité relatif au type de navire	21
Tableau 3. Indices de dangerosité relatif à l'âge de navire	21
Tableau 4. Classification des navires en fonction de leur tonnage	22
Tableau 5. Indices de dangerosité relatif à la taille de navire	22
Tableau 6. Indices de dangerosité relatif au pavillon	23
Tableau 7. Synthèse des informations du PSC	24
Tableau 8. Qualité des pavillons selon les catégories de navires	28
Tableau 9. Âge moyen des navires par pavillon	29
Tableau 10. Densité journalière des navires sur les routes principales (origine/destination)	33
Tableau 11. Densité journalière des navires sur les routes secondaires (origine/destination)	35
Tableau 12. Indice de dangerosité moyen des navires sur les routes principales (origine/destination)	38
Tableau 13. Indice de dangerosité moyen des navires sur les routes secondaires (origine/destination)	40
Tableau 14. Indice de dangerosité du trafic sur les routes principales (origine/destination)	43
Tableau 15. Indice de dangerosité du trafic sur les routes secondaires (origine/destination)	45
Tableau 16. Densité et dangerosité : les principales routes	48

ACRONYMES

≡ DAMGM	Direction des Affaires Maritimes et des Gens de Mer
≡ ITF	International Transport Workers' Federation
≡ MARCS	Marine Accident Risk Calculation System
≡ PSC	Port State Control

1. INTRODUCTION

1.1 Objectif

L'objectif de la présente étude est de parfaire la connaissance du trafic maritime dans la partie occidentale de la mer Méditerranée en fournissant à la DAMGM des éléments quantifiés permettant d'apprécier les risques maritimes dans la zone.

Ces éléments seront établis à partir d'informations d'origines différentes (données portuaires, images satellite, prospection) et permettront de caractériser le trafic maritime actuel, d'établir les tendances d'évolution de celui-ci pour les prochaines années et d'étudier les risques d'accidents majeurs liés à celui-ci afin de définir à terme une politique de surveillance inscrite dans un contexte régional.

1.2 Champ d'application

La démarche globale mise en œuvre dans le cadre de cette étude comporte cinq volets principaux :

- ✎ La collecte d'informations décrivant le trafic maritime auprès des autorités portuaires couvrant la Méditerranée occidentale et d'organismes détenteurs de bases de données relatives à ce trafic et l'analyse statistique de ces informations,
- ✎ L'extraction d'informations caractéristiques à partir de données d'observation de la Terre ou d'observations in situ permettant de corroborer les résultats de l'analyse statistique précédemment évoquée,
- ✎ Une étude prospective sur les tendances caractérisant l'évolution du trafic maritime pour les années à venir,
- ✎ La réalisation d'une étude méthodologique sur les risques d'accidents liés au trafic et leurs conséquences,
- ✎ La synthèse de l'ensemble des informations obtenues.

Ce document constitue l'annexe au rapport final de l'étude concernant le volet relatif à l'étude méthodologique sur les risques d'accidents.

1.3 Démarche proposée

Cette partie de l'étude est destinée à réaliser une étude sur la prévision des risques d'occurrence d'accidents maritimes et mettre en œuvre des outils permettant d'estimer le niveau de risque à partir de différents paramètres.

Elle se décompose en deux points :

- ⌘ La mise en œuvre d'une analyse qualitative sur l'ensemble de la zone d'étude conduisant à une estimation qualitative de la dangerosité du trafic.
- ⌘ La réalisation d'une analyse quantitative sur un site donné en utilisant un logiciel spécialisé, le système MARCS (Marine Accident Calculation Risk System),

1.4 Partenaires impliqués

Les partenaires impliqués dans ce volet de l'étude sont :

- ⌘ Scot pour l'analyse qualitative globale, à travers le développement des fonctions du SIG nécessaires à cet aspect de l'étude, à l'intégration des données correspondantes et la représentation cartographique des résultats,
- ⌘ Mediasim également pour l'analyse qualitative globale, à travers la mise au point de la méthodologie, le développement des indicateurs intervenant dans l'évaluation de la dangerosité du trafic et l'analyse des résultats
- ⌘ L'INRETS également pour l'analyse qualitative globale, à travers la validation de la méthodologie développée,
- ⌘ Det Norske Veritas, société norvégienne ayant développé le logiciel MARCS, pour la réalisation de l'analyse quantitative du risque.

2. ANALYSE QUALITATIVE GLOBALE

2.1 Description de l'approche

2.1.1 Objectif

Sur la base des données collectées dans la première partie de l'étude, l'analyse qualitative globale vise à caractériser les densités du trafic maritime en Méditerranée Occidentale., puis à apporter une estimation de la dangerosité du trafic sur l'ensemble de la zone d'étude, c'est-à-dire le bassin de la Méditerranée occidentale limité :

- ✎ au nord par les côtes françaises, espagnoles et italiennes,
- ✎ à l'est par le détroit de Gibraltar,
- ✎ à l'ouest par le détroit de Sicile,
- ✎ au sud par la ligne suivie par les navires en transit entre Gibraltar et la Méditerranée orientale.

Il convient d'insister ici sur le fait que l'estimation du risque lié au trafic maritime implique de prendre en compte les conséquences d'un éventuel accident telles que la perte de vies humaines et l'indemnisation des victimes et de leurs proches, l'impact sur l'environnement en cas de pollution et le coût de restauration des zones touchées...

Outre le fait que cette prise en compte dépasse le cadre initial de l'étude, elle nécessite des données de nature très diverse qui ne sont pas disponibles au sein du projet (données économiques relatives aux indemnisations ou à la restauration, données descriptives du trafic et de l'état des navires sur la zone considérée, données statistiques caractérisant les occurrences d'accidents sur cette même zone...) et la mise en œuvre d'analyses très complexes, en particulier pour analyser l'impact d'un accident sur l'environnement et le coût d'une catastrophe au plan écologique.

On ne s'intéressera donc dans cette partie de l'étude qu'à la détermination de la seule dangerosité du trafic sous forme d'indicateurs, le but étant de parvenir à une représentation cartographique de ces indicateurs afin de permettre à la DAMGM

de vérifier l'adéquation des systèmes de surveillance côtiers aux besoins et, le cas échéant, de disposer d'éléments pour renforcer ces systèmes.

La notion de dangerosité utilisée ici est différente de la notion de risque dans le sens où elle ne prend pas en compte d'éléments extérieurs au trafic lui-même. Ainsi, dans une estimation du risque, il est nécessaire de prendre en compte les conséquences potentielles d'un événement en termes de vies humaines ou d'impact sur l'environnement marin ou côtier, et donc de définir des fonctions de coût associées à ces notions pour définir des niveaux en dessous desquels ces conséquences seraient jugées acceptables.

La notion de dangerosité ne retient quant à elle que des informations intrinsèques au trafic. Elle permet de réaliser dans un premier temps une hiérarchisation des navires selon le risque potentiel induit par leur mise en circulation en se basant sur leurs caractéristiques principales. On définit ainsi un premier élément qui est la dangerosité du navire. Densité du trafic et dangerosité des différents navires sont ensuite combinées pour obtenir une image de la dangerosité finale du trafic tout d'abord sur une route particulière, puis sur une zone géographique plus étendue.

Cette notion de dangerosité doit être conçue comme un indicateur de risque potentiel intégrant à la fois les principales caractéristiques des navires et leur présence simultanée sur un même parcours ou dans une même zone, plus que comme une estimation quantifiée du risque qui nécessiterait des informations beaucoup plus détaillées.

2.1.2 Paramètres intervenant dans l'estimation de la dangerosité du trafic

La caractérisation de la dangerosité du trafic maritime suppose d'aller au-delà du simple constat statistique et de tenir compte à la fois de la structure du trafic et des caractéristiques spécifiques des navires qui l'assurent.

Les données de base dont on dispose pour obtenir ces caractéristiques sont issues des bases de données du LMIS. C'est donc parmi les variables disponibles dans ces bases que s'est opéré le choix des paramètres à considérer. Ces paramètres sont les suivants :

- ⌘ Le type de navire : on considère en effet que les différents types de navires ne bénéficient pas tous des mêmes conditions d'entretien et ne disposent pas tous des mêmes dispositifs de surveillance en mer en fonction de l'intérêt économique qu'ils représentent et des conséquences éventuelles d'un accident dans lequel ils seraient impliqués. Ils offrent donc une vulnérabilité différente.
- ⌘ L'âge du navire : l'âge d'un navire est en relation directe avec le nombre d'heures de navigation effectué par celui-ci et par conséquent avec sa capacité à subir des avaries. Dans notre cas, c'est l'âge du navire au moment même où il

effectue un trajet qui sera pris en compte pour l'affectation d'un indice de dangerosité à ce trajet.

- ⌘ Le pavillon sous lequel le navire accomplit un trajet : les vérifications effectuées par des services spécialisés tels que le PSC ou les informations statistiques recueillies par des organismes tels que l'ITF montrent des disparités dans l'entretien des navires en fonction de leur pavillon, ce qui montre la pertinence de ce paramètre dans l'évaluation de la dangerosité du trafic. La notion même de pavillon de complaisance renforce cette pertinence.
- ⌘ La taille du navire : ce paramètre apparaît également pertinent en raison de la difficulté relative à manœuvrer les navires de fort tonnage par rapport à ceux affichant un tonnage plus faible et donc de la plus grande probabilité d'observer un accident suite à une avarie ou une erreur de pilotage.

2.1.3 Mode d'estimation de la dangerosité du trafic

Les paramètres mentionnés au paragraphe 0 permettent d'évaluer la dangerosité relative d'un navire au moment où il effectue un voyage particulier, ce qui est en accord avec les informations disponibles au sein des bases de données du LMIS, qui enregistrent les éléments correspondants à des trajets déterminés.

Afin de caractériser le niveau de dangerosité d'un navire suivant un trajet déterminé, nous proposons de construire un indice combinant des informations issues de ces 4 paramètres sur la base de la fonction suivante :

$$\text{IndiceNavire} = \frac{\text{IndiceType} \overset{\text{IndiceTaille}}{\times} \overset{\text{IndicePavillon}}{\text{IndiceAge}}}{1,1 \times 1,1}$$

La logique de cette indice est fondée sur l'idée que la taille d'un navire potentialise la dangerosité liée à son type d'une part, que la nature du pavillon (et donc de l'entretien associé) potentialise le danger lié à l'âge d'autre part, et que les deux critères se combinent *in fine*. A chaque trajet, i.e. à chaque couple de points reliés entre eux par le mouvement d'un navire spécifique, est ainsi affecté un indice de dangerosité.

Il est important de noter, avant tout autre traitement et analyse, que par nature cet indice est ordinal : il permet de comparer entre eux la dangerosité de trajets effectués par des navires différents, et de les classer entre eux. Sa logique de construction revient à dire qu'un navire effectuant un trajet « pèse » d'un poids différent suivant son âge, sa taille, etc. Mais les indices obtenus ne sauraient être utilisés en niveau ; un indice de deux ne signifie pas qu'un navire est deux fois plus dangereux qu'un navire affichant un indice unitaire. Il signifie simplement que le navire est plus dangereux. L'indice permet donc un classement des navires et des

trajets sur une échelle de densité, mais n'est pas une mesure de la dangerosité à proprement parler.

Or, si l'on souhaite optimiser ou renforcer les dispositifs de surveillance du trafic maritime, c'est l'estimation de la dangerosité d'une zone géographique précise qui importe plus que la caractérisation de la dangerosité d'un navire à un instant donné, en raison de la concentration des navires qu'on peut observer dans cette zone.

Un lien doit donc être fait entre le trajet accompli par un navire et la distribution spatiale de la dangerosité du trafic et nous proposons de l'établir au travers des routes maritimes qui ont été définies dans le cadre du projet et intégrées au SIC développé dans le premier volet de celui-ci.

Le passage aux routes se fait par combinaison des densités de navires et des indices de dangerosité des navires ayant effectué le trajet sur cette route. On obtient ainsi un indice de dangerosité globale pour chaque route ; il faut ici souligner que cet indice n'est pas une mesure du risque maritime. Il a pour seule ambition de fournir une première approche de la dangerosité du trafic maritime en Méditerranée Occidentale, en tenant compte de l'intensité de la fréquentation de chaque route (densité) et des caractéristiques des navires l'empruntant (indice de dangerosité des navires).

Par ailleurs, les différentes routes se décomposent en segments qui, à l'intérieur d'un espace restreint comme la Méditerranée occidentale, se superposent fréquemment, augmentant par là la densité et la dangerosité du trafic. Un lien doit donc être fait entre le trajet accompli par un navire et la distribution spatiale de la dangerosité du trafic

Pour une route maritime donnée, on obtiendra autant d'indices trajet sur une période donnée qu'il y aura eu de navires empruntant cette route pendant la même période. L'indice spécifique de la route sera alors obtenu par sommation sur la période considérée selon la formulation suivante :

$$\text{IndiceRoute}_{[T0, T1]} = \sum_{t = T0}^{T1} \sum_{n = 1}^N \text{IndiceNavire}$$

où [T0, T1] représente l'intervalle de temps sur lequel cet indice est calculé et N le nombre de navires utilisant la route concernée sur cette même période.

La spatialisation de ce nouvel indice, étape indispensable à une représentation cartographique, est faite en deux étapes :

- ⌘ La distribution de la dangerosité d'une route est considérée comme uniforme le long de la route lorsque celle-ci est prise isolément. C'est le croisement de routes

en un endroit donné (port ou point tournant) ou l'existence de tronçons communs à des routes reliant des couples de ports différents qui provoque la concentration des navires et entraîne une augmentation locale de la dangerosité du trafic. Il y a donc lieu dans un premier temps de répartir l'indice calculé pour une route le long de celle-ci.

- ✎ Dans un deuxième temps, pour tenir compte des éventuelles conjonctions de routes, on se propose de structurer la zone d'étude selon un maillage dont le pas sera suffisamment fin pour rester cohérent avec les échelles de travail en usage dans le milieu maritime. Pour chacun des mailles, on recherchera ensuite toutes les routes traversant la maille et on construira l'indice de dangerosité à partir des indices de ces routes pondérés par la longueur de route traversant la maille, selon la formule suivante :

$$\text{IndiceMaille (i,j)}_{[T0,T1]} = \sum_{r=1}^R \frac{L_r(i,j)}{L_r} \text{IndiceRoute}$$

où i et j désignent les identifiants en ligne et en colonne de la maille considérée dans l'ensemble du maillage, [T0, T1] l'intervalle de temps sur lequel cet indice est calculé, L_r la longueur de la route r et R le nombre total de routes coupant la maille.

Dans la pratique, les intervalles de temps considérés pour le calcul des différents indices seront l'année ou le mois, ce qui permettra notamment d'effectuer une comparaison intersaisonnière.

2.2 Mise en œuvre de l'approche

2.2.1 Détermination des paramètres intervenant dans l'estimation de la dangerosité du trafic

Composante relative au type de navire

La composante de l'indice de dangerosité relative au type du navire est bâtie sur la typologie des navires mise en œuvre dans le projet, qui s'appuie elle-même sur la nomenclature utilisée par le LMIS : les 142 classes de navires recensées par le LMIS ont été regroupés en 8 classes (Tableau 1) :

- ✎ Les vraquiers,
- ✎ Les cargos,
- ✎ Les méthaniers,
- ✎ Les navires de transport de passagers,

- ⌘ Les rouliers,
- ⌘ Les tankers et chimiquiers,
- ⌘ Les porte-conteneurs,
- ⌘ Les autres.

NOMENCLATURE LMIS		NOMENCLATURE PROJET		NOMBRE DE NAVIRES
VESSEL TYPE	VESSEL TYPE DESCRIPTION	CATÉGORIE	INTITULÉ	
BBU	bulk	1	Vraquiers (3728)	3320
BCB	bulk/c.c.			149
BCE	cement			54
BOR	ore			26
BWC	wood-chip			32
CBO	bulk/oil			123
COO	ore/oil			24
GCT	cargo/training	2	Cargos (4876)	5
GGC	general cargo			4171
GPC	part c.c.			48
GRF	ref			600
OWA	waste ship			1
TEO	edible oil tanker			4
TFJ	fruit juice tanker			1
TWN	wine			22
TWT	water tanker			7
UBC	barge carrier/c.c.			1
UBG	barge carrier			12
UCR	c.c.ref			4
LNG	Lng	3	Méthaniers (429)	38
LNP	Lng/Lpg			17
LPG	Lpg			374
MPR	passenger	4	Passagers (419)	178
OFY	ferry			50
PRR	passenger ro/ro			191
MVE	vehicle	5	Rouliers (799)	347
URR	ro/ro			452
TAC	acid tanker	6	Tankers & chimiquiers (2536)	11
TAS	asphalt tanker			36
TBK	bunkering tanker			8
TCH	chemical carrier			382
TCO	chemical/oil carrier			558
TCR	crude oil tanker			657
TFP	floating production			5
TFS	floating storage			1
TPD	product tanker			673
TTA	non specific tanker			205

Tableau 1. Typologie des navires mise en œuvre et équivalence avec la nomenclature LMIS

NOMENCLATURE LMIS		NOMENCLATURE PROJET		NOMBRE DE NAVIRES
VESSEL TYPE	VESSEL TYPE DESCRIPTION	CATÉGORIE	INTITULÉ	
UCC	c.c.	7	Porte conteneurs (1310)	1245
URC	ro/ro/c.c.			65
DCH	cutter suction hopper dredger	8	Autres (713)	1
DCS	cutter suction dredger			3
DDR	dredger			6
DHD	hopper dredger			8
DSD	suction dredger			2
DSH	suction hopper dredger			2
DSS	sand suction dredger			2
DTS	trailing suction hopper dredger			11
FFF	fish factory			16
FFP	fishery protection			1
FFS	fishing			33
FTR	trawler			4
FWH	whaler			1
MLV	livestock			27
OBA	barge			11
OCL	cable			27
OCS	crane ship			5
OCX	crane barge			4
ODS	diving support			7
OES	exhibition ship			2
OFL	floating crane			1
OHB	hopper barge			12
OHF	hydrofoil			7
OHL	semi-sub HL vessel			23
OHT	semi-sub HL/tank			4
OIB	icebreaker			1
OLT	lighthouse tender			1
OMS	mission ship			1
OPA	patrol ship			3
OPL	pipe layer			4
OPO	pontoon			15
ORP	repair ship			1
OSB	storage barge			1
OSC	sludge carrier			1
OSU	support			12
OSV	salvage			5

Tableau 1. Typologie des navires mise en œuvre et équivalence avec la nomenclature LMIS (suite)

NOMENCLATURE LMIS		NOMENCLATURE PROJET		NOMBRE DE NAVIRES
VESSEL TYPE	VESSEL TYPE DESCRIPTION	CATÉGORIE	INTITULÉ	
OSY	supply	8	Autres (713)	24
OSZ	standby safety vessel			2
OTB	tank barge			5
OTN	tender			2
OTR	training			16
OYT	yacht			17
RHR	hydrographic research			1
ROR	oceanographic research			8
RRE	research			39
RRS	research/supply ship			3
RSR	seismographic research			9
TNA	naval auxiliary			16
XAA	anchor handling salvage tug			2
XAF	anchor handling firefighting tug/supply			7
XAG	anchor handling firefighting tug			1
XAH	anchor handling tug/supply			26
XAT	anchor handling tug			7
XCT	catamaran tug			2
XFF	firefighting tug			13
XFT	firefighting tractor tug			1
XPT	pusher tug			4
XST	salvage tug			38
XTG	tug			159
XTR	tractor tug			5
XTS	tug/supply			35
XTX	tug/support			1
YDS	drill ship			5

Tableau 1. Typologie des navires mise en œuvre et équivalence avec la nomenclature LMIS (suite)

Un indice de dangerosité a ensuite été défini pour chacune de ces classes. L'affectation de cet indice a été établie en tenant compte des informations publiées par le PSC/Paris MoU sur les taux de détention constatés pour les différentes classes de navires au cours de la période 1999-2001 (Tableau 2).

INTITULÉ	CATÉGORIE	INDICE DE DANGÉROSITÉ	TAUX DE DÉTENTION (1999-2001)	TYPE DE NAVIRE PARIS MOU
Vraquiers	1	2	8,6 - 9,3	Bulk carriers
Cargos	2	2	11,8 - 13,3	General dry cargo
Méthaniers	3	1,1	1,6 - 2,7	Gas carriers
Passagers	4	1,5	4,8 - 7,5	Passengers ships/Ferries
Rouliers	5	1,1	3,6 - 4,4	Ro-Ro/Container/Vehicule
Tankers et chimiquiers	6	1,5	6,2 - 7,7	Chemical tankers
			6,0 - 8,0	Tankers/Comb. carriers
Porte conteneurs	7	1,1	3,6 - 4,4	Ro-Ro/Container/Vehicule
Autres	8	1,5	4,3 - 7,1	Other types

Tableau 2. Indices de dangerosité relatif au type de navire

Composante relative à l'âge du navire

La composante de l'indice de dangerosité relative à l'âge du navire est bâtie sur le regroupement des navires en 5 catégories d'âge du navire selon les modalités présentées dans le Tableau 3. L'âge pris en compte est celui du navire au moment où il effectue le trajet.

CATÉGORIE	INDICE DE DANGÉROSITÉ
0-10 ans	1.1
11-15 ans	1.3
16-20 ans	1.5
21-25 ans	1.7
plus de 26 ans	2.0

Tableau 3. Indices de dangerosité relatif à l'âge de navire

Composante relative à la taille du navire

La composante de l'indice de dangerosité relative à la taille du navire est bâtie sur le regroupement des navires en fonction de leur tonnage : 5 catégories sont différenciées selon leur jauge brute (GT) et 5 autres catégories selon leur port en lourd (DWT) selon les modalités présentées dans le Tableau 4.

DWT	CATÉGORIE DWT	GT	CATÉGORIE GT
0 à 10 000 t	1	0 à 5 000 tx	1
10 001 à 50 000 t	2	5 001 à 50 000 tx	2
50 001 à 100 000 t	3	50 001 à 80 000 tx	3
100 001 à 300 000 t	4	80 001 à 150 000 tx	4
+ de 300 001 t	5	+ de 150 001 tx	5

Tableau 4. Classification des navires en fonction de leur tonnage

La catégorie finale sélectionnée pour un navire est la plus élevée des deux. Un indice de dangerosité est ensuite affecté chaque catégorie (Tableau 5).

CATÉGORIE	INDICE DE DANGÉROSITÉ
1	1.0
2	1.2
3	1.3
4	1.4
5	1.5

Tableau 5. Indices de dangerosité relatif à la taille de navire

Composante relative au pavillon

La composante de l'indice de dangerosité relative au pavillon a été établie à partir des listes de pavillons publiées par le PSC pour les années 1999 à 2002.

Ce classement est mis à jour annuellement sur la base des inspections sur une période de 3 ans. Il tient compte pour chaque pays du nombre d'inspections réalisées, du nombre de détentions effectivement opérées et d'un seuil de détention acceptable (7 %) fixé par le PSC du Paris MOU. Ces données sont utilisées pour définir un nombre théorique de détentions servant ensuite à

délimiter 3 groupes de pavillons dits « blancs », « gris » et « noirs »¹. Il convient de noter que les nationalités répertoriées changent chaque année en fonction des inspections réalisées.

La procédure mise en œuvre pour déterminer la composante qui nous intéresse est la suivante :

- ⌘ Une liste préliminaire des pavillons associés aux navires présents dans la base de donnée acquise auprès du LMIS a été établie puis croisée avec les listes de pavillons publiées par le PSC.
- ⌘ Pour les pays recensés dans un ou plusieurs des listes du PSC, une synthèse des valeurs rencontrées a été faite selon une règle majoritaire. Dans le cas où aucune majorité ne se dégage, une analyse particulière a été menée :
 - ❖ Dans le cas où une éventuelle progression ou dégradation du classement entre 1999 et 2002 est observable, c'est le résultat final qui est retenu. Ainsi deux classements noirs suivis de deux classement gris induisent un classement global gris.
 - ❖ Dans le cas où aucune tendance ne se dégage, c'est le classement le plus favorable qui est retenu. Ainsi, un classement blanc suivi d'un classement gris induisent un classement global blanc.
- ⌘ Pour les pays non recensés, identifiés comme "Non vu", le pavillon sera considéré comme neutre dans la détermination de l'indice de dangerosité d'un trajet effectué par un navire sous ce pavillon.

Les résultats de cette démarche sont présentés dans le Tableau 7, qui inclut également le nombre de navires observés par le LMIS pour ces différents pavillons dans la zone d'étude sur l'ensemble de la période et le nombre de trajets effectués par ceux-ci. Les pavillons sont alors regroupés en 3 catégories auxquelles on peut affecter un indice de dangerosité (Tableau 6).

CATÉGORIE	INDICE DE DANGÉROSITÉ
Blanc	1.0
Gris	1.3
Noir	1.5

Tableau 6. Indices de dangerosité relatif au pavillon

¹ Pour plus de détails, on se référera au rapport annuel publié par le PSC, qui outre la liste des pavillons blancs, gris et noirs, détaille la méthodologie mise en œuvre pour la qualification de ceux-ci.

CODE PAYS	NOM PAYS	STATUT PSC				PROPOSITION	NAVIRES	TRAJETS
		1999	2000	2001	2002			
ALB	Albania	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	15	102
ANT	Netherlands Antilles	Gris	Gris	Gris	Blanc	Gris	211	3993
ARE	United Arab Emirates		Gris	Gris	Gris	Gris	39	627
ARG	Argentina					Non vu	2	9
ATF	French Southern Territories					Non vu	122	4234
ATG	Antigua & Barbuda	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	1079	28522
AUS	Australia					Non vu	5	11
AUT	Austria	Blanc	Blanc	Blanc	Gris	Blanc	10	976
AZE	Republic of Azerbaijan	Noir	Gris	Noir	Gris	Gris	50	436
BEL	Belgium					Non vu	20	45
BGD	Bangladesh	Noir				Noir	7	22
BGR	Bulgaria	Noir	Gris	Noir	Noir	Noir	132	2961
BHR	State of Bahrain					Non vu	16	183
BHS	Bahamas	Blanc	Gris	Blanc	Blanc	Blanc	1419	21498
BLZ	Belize	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	192	1696
BMU	Bermuda	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	105	2088
BOL	Bolivia		Noir	Noir	Noir	Noir	64	596
BRA	Brazil	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	28	159
BRB	Barbados	Blanc	Blanc	Blanc	Gris	Blanc	60	851
BRN	Sultanate of Brunei					Non vu	1	2
CAN	Canada					Non vu	16	41
CHE	Switzerland	Gris	Gris		Blanc	Gris	43	703
CHL	Chile					Non vu	14	63
CHN	People's Republic of China	Gris	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	325	1906
CNI	Canarian Islands					Non vu	192	42850
COL	Colombia					Non vu	1	2
COM	Comoros					Non vu	54	621
CPV	Republic of Cape Verde					Non vu	2	4
CUB	Cuba	Noir	Gris			Gris	7	15
CYM	Cayman Islands	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	202	1932
CYP	Cyprus	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	1825	18697
DEU	Germany	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	305	10502
DIS	Danish International Register					Non vu	430	9651
DNK	Denmark	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	10	29
DZA	Algeria	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	97	6083
ECU	Ecuador					Non vu	7	44
EGY	Arab Republic of Egypt	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	122	2169

Tableau 7. Synthèse des informations du PSC

CODE PAYS	NOM PAYS	STATUT PSC				PROPOSITION	NAVIRES	TRAJETS
		1999	2000	2001	2002			
ERI	Eritrea					Non vu	4	83
ESP	Spain	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	98	2986
EST	Republic of Estonia	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	48	716
ETH	Ethiopia	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	13	180
FIN	Finland	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	28	184
FRA	France	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	75	11204
FRO	Faroe Islands	Gris	Noir	Gris	Gris	Gris	4	13
GAB	Gabon					Non vu	1	2
GBR	United Kingdom	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	324	8366
GEO	Republic of Georgia	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	136	1769
GHA	Ghana					Non vu	2	5
GIB	Gibraltar		Gris	Gris	Gris	Gris	127	2534
GLP	Guadeloupe					Non vu	2	3
GNQ	Equatorial Guinea					Non vu	11	90
GRC	Greece	Gris	Gris	Blanc	Blanc	Blanc	1183	14698
GRL	Greenland					Non vu	2	5
HKG	Hong Kong	Gris	Gris	Blanc	Blanc	Blanc	539	3224
HND	Honduras	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	111	1274
HRV	Republic of Croatia	Noir	Noir	Gris	Gris	Gris	92	1541
IDN	Indonesia					Non vu	46	243
IND	India	Gris	Gris	Noir	Noir	Noir	172	1067
IOM	Isle of Man	Gris	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	318	3846
IRL	Republic of Ireland	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	24	268
IRN	Iran	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	173	1398
ISL	Iceland					Non vu	3	3
ISR	Israel	Gris	Gris	Blanc	Blanc	Blanc	23	966
ITA	Italy	Gris	Gris	Gris	Blanc	Gris	958	99956
JAM	Jamaica					Non vu	6	52
JOR	Jordan					Non vu	5	436
JPN	Japan	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	69	587
KHM	Cambodia		Noir	Noir	Noir	Noir	544	4184
KOR	Republic of Korea	Blanc	Blanc	Gris	Gris	Gris	101	1310
KWT	Kuwait	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	52	682
LBN	Lebanon	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	116	2030
LBR	Liberia	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	1797	24321
LBY	Socialist People's Libyan Arab Jamahirayah	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	35	944
LKA	Sri Lanka					Non vu	6	11

Tableau 7. Synthèse des informations du PSC (suite)

CODE PAYS	NOM PAYS	STATUT PSC				PROPOSITION	NAVIRES	TRAJETS
		1999	2000	2001	2002			
LTU	Republic of Lithuania	Gris	Noir	Gris	Gris	Gris	74	758
LUX	Luxembourg	Gris	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	72	1933
LVA	Republic of Latvia	Noir	Noir	Gris	Gris	Gris	3	5
MAR	Morocco	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	64	5036
MDG	Madagascar					Non vu	4	10
MEX	Mexico					Non vu	5	10
MHL	Marshall Islands	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	395	5246
MLT	Malta	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	2594	39109
MMR	Union of Myanmar	Gris			Gris	Gris	9	31
MUS	Mauritius	Noir				Noir	12	19
MYS	Malaysia	Noir	Gris	Gris	Gris	Gris	141	1304
NFK	Norfolk Island					Non vu	1	2
NGA	Nigeria					Non vu	13	167
NIS	Norwegian International Register					Non vu	876	10554
NLD	Netherlands	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	878	17344
NOR	Norway	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	52	247
NZL	New Zealand					Non vu	2	8
PAK	Pakistan	Noir				Noir	19	186
PAN	Panama	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	3968	42587
PHL	Philippines	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	161	713
PMD	Madeira					Non vu	179	8880
PNG	Papua New Guinea					Non vu	1	4
POL	Poland	Gris	Gris	Blanc	Gris	Gris	48	309
PRK	Democratic People's Republic of Korea				Noir	Noir	69	459
PRT	Portugal	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	26	442
PRY	Paraguay					Non vu	1	84
QAT	State of Qatar	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	31	464
ROM	Romania	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	91	1126
RUS	Russian Federation	Noir	Noir	Noir	Gris	Noir	1020	5254
SAU	Saudi Arabia	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	66	891
SDN	Sudan					Non vu	7	21
SEN	Senegal					Non vu	2	4
SLE	Sierra Leone					Non vu	481	4613
SGP	Republic of Singapore	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	1	2
SLV	El Salvador					Non vu	3	4
SOM	Somali Republic					Non vu	2	2
STP	Sao Tome & Principe		Noir	Noir	Noir	Noir	40	247

Tableau 7. Synthèse des informations du PSC (suite)

CODE PAYS	NOM PAYS	STATUT PSC				PROPOSITION	NAVIRES	TRAJETS
		1999	2000	2001	2002			
SWE	Sweden	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	Blanc	100	949
SYC	Seychelles					Non vu	7	42
SYR	Syria	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	187	1380
TGO	Togo					Non vu	5	15
THA	Thailand	Noir	Noir	Gris	Gris	Gris	89	362
TKM	Republic of Turkmenistan					Non vu	5	26
TON	Tonga			Noir	Noir	Noir	87	875
TUN	Tunisia	Gris	Gris	Gris	Noir	Gris	25	2811
TUR	Turkey	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	962	16159
TUV	Tuvalu	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	11	151
TWN	Taiwan	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	44	710
TZA	Tanzania					Non vu	1	1
UKR	Ukraine	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	300	3899
URY	Uruguay					Non vu	4	95
USA	United States of America	Blanc	Blanc	Gris	Blanc	Blanc	207	2737
VCT	St. Vincent & Grenadines	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	1075	17239
VEN	Venezuela					Non vu	20	58
VNM	Vietnam					Non vu	16	56
VUT	Vanuatu	Gris	Gris	Gris	Gris	Gris	68	387
WLF	Wallis & Futuna					Non vu	5	491
YEM	Yemen					Non vu	2	1
YUG	Yugoslavia					Non vu	1	2
ZAF	South Africa					Non vu	2	7

Tableau 7. Synthèse des informations du PSC (fin)

2.2.2 Croisement préliminaire des paramètres

La sensibilité de l'indice aux paramètres disponibles peut être entrevue grâce à un traitement croisé de l'ensemble des navires présents dans la base¹.

Deux exemples de l'intérêt des paramètres retenus sont proposés :

- ✎ Le croisement du pavillon et de la catégorie des navires laisse apparaître de profondes différences (Tableau 8). Les Cargos et les Vraquiers fréquentant la Méditerranée naviguent sous un pavillon noir pour plus de la moitié d'entre eux. L'impact que l'on peut en attendre sur les trajets et les ports fortement fréquentés par ces navires est patent.

Les Rouliers sont dans une situation intermédiaire, mais présentent encore un fort pourcentage de pavillons noirs ; une majorité de ces bateaux navigue sous un pavillon européen ou d'Afrique du Nord. Le poids des îles Canaries explique pour une bonne partie l'importance des pavillons « Non vu ».

Pour toutes les autres catégories, les pavillons blanc ou gris sont majoritaires. Les Porte Conteneurs apparaissent comme la catégorie la plus sûre de ce point de vue.

	Blanc	Gris	Noir	Non vu	Total
Vraquiers	1 642	502	3 343	339	5 826
Cargos	1 385	422	2 733	129	4 669
Méthaniers	196	60	96	116	468
Passagers	196	120	124	48	488
Rouliers	251	156	370	123	900
Tankers & Chimiquiers	1 206	376	1 147	352	3 081
Porte Conteneurs	894	134	477	108	1 613
Autres	388	272	391	144	1 195
Total	6 158	2 042	8 681	1 359	18 240

Tableau 8. Qualité des pavillons selon les catégories de navires²

- ✎ Le croisement de l'âge et du pavillon va dans le même sens : la corrélation entre âge moyen et pavillon est nette. Les navires battant pavillon noir sont plus vieux de 5 à 6 ans que ceux battant pavillon blanc ; les pavillons gris et « non

¹ Le travail porte ici sur l'ensemble des navires présents sur la durée de l'étude, quelle que soit l'année au cours de laquelle ils ont fréquenté la Méditerranée

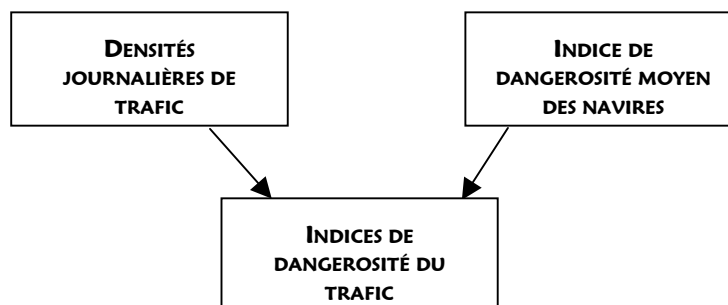
vu » sont dans une situation intermédiaire. Il apparaît ainsi clairement que renouvellement de la flotte et entretien vont de pair, et que les facteurs retenus se potentialisent l'un l'autre.

	1998	2000	2001	2002
Blanc	13,0	12,9	13,0	13,1
Gris	16,1	15,6	15,3	15,3
Noir	18,9	18,9	19,1	18,6
Non vu	15,2	15,3	15,6	15,5
Moyenne générale	16,5	16,2	16,2	16,0

Tableau 9. Âge moyen des navires par pavillon

2.2.3 Concentration et dangerosité du trafic maritime en Méditerranée Occidentale

Conformément à la méthode proposée au paragraphe 2.1, la séquence de détermination de la dangerosité du trafic est issue de la combinaison de densités du trafic et d'indices de dangerosité des navires.



Ce calcul a été appliqué aux routes principales et secondaires sélectionnées, ainsi qu'aux zones retenues. Il faut noter que ces deux approches sont complémentaires, mais que le travail sur les zones étant réalisé à partir de moyennes, il importe d'être prudent dans la comparaison des chiffres obtenus aux deux niveaux : les indices obtenus sont ordinaux et non cardinaux. Les comparaisons entre trajets sont pertinentes ; il en va de même pour les comparaisons entre zones. Mais le croisement des deux ne saurait être qu'exploratoire.

Les paragraphes suivants incluent :

- ⌘ Une présentation succincte des densités repérées,

- ⌘ Une présentation des indices de dangerosité des navires et de dangerosité du trafic,
- ⌘ Une analyse des routes les plus représentatives.

On trouvera dans la suite du document les tableaux des densités sur l'ensemble de la zone et en annexe sur les routes principales et sur les routes secondaires lorsqu'elles existent.

Distribution des densités du trafic sur l'ensemble de la zone étudiée

D'entrée, il apparaît que les densités, malgré la sélection opérée, sont faibles ou modérées sur une grande majorité des trajets. Quelques trajets cependant concentrent un nombre de navires élevé qui justifient l'étude.

Si on raisonne à partir des points extrêmes que sont les ports et détroits, 13 d'entre eux seulement connaissent une densité (arrivées + départs) supérieure à 10 navires par jour.

Sur l'ensemble des 1369 routes théoriques générées dans la matrice 37 x 37, 24 seulement font apparaître sur l'ensemble de la période une densité journalière supérieure à deux navires par jour (les regroupements de type « autres ports » ne sont pas repris ici).

Mais la Méditerranée est en fait une mer de taille modeste ; c'est-à-dire que les trajets ou les routes théoriques se superposent fréquemment, à proximité des ports, le long des côtes et à l'approche des détroits. Les densités apparaissent alors tout à fait différemment lorsque les segments de routes se superposent.

La représentation cartographique fait apparaître clairement l'impact de ces superpositions sur nombre de points ou segments, entre autres :

- ⌘ La route Détroit de Sicile - Détroit de Gibraltar,
- ⌘ La route Détroit de Messine - Détroit de Gibraltar,
- ⌘ La route Détroit de Gibraltar-Sud de la Sardaigne,
- ⌘ La route Détroit de Gibraltar-Valence, puis Barcelone, puis Marseille, puis Gênes,
- ⌘ La zone comprise entre les îles Baléares et la côte espagnole,
- ⌘ La route Barcelone-Marseille,
- ⌘ La côte entre Marseille et Gênes d'un côté, entre Marseille et Sète de l'autre
- ⌘ La route Marseille - Ajaccio puis détroit de Bonifacio,
- ⌘ La route détroit de Bonifacio-détroit de Messine,

- ✎ Les routes Bastia-Marseille, Bastia-Nice, Bastia-Gênes
- ✎ La plupart des routes de la Mer Tyrrhénienne,
- ✎ La plupart des routes entre Marseille, Gênes, Barcelone et Valence, et les principaux ports d'Afrique du Nord.

Globalement, l'étude des densités entre zones permet une première approche des concentrations de trafic¹.

- ✎ Le trafic interne aux trois pays de l'Europe du Sud est déterminant. Les densités de trafic à l'intérieur du triangle Espagne-France-Italie sont élevées ou très élevées. Les densités bilatérales entre pays sont non négligeables (entre 5 et 10 navires/jour), mais c'est surtout le trafic national qui explique la majeure partie des trajets. Dans ce contexte, la France est un cas à part ; les densités « internes », qui concernent pour une bonne partie les relations entre les ports continentaux et la Corse, ne dépassent guère celles qui caractérisent les relations de la France avec les pays voisins (Italie, Espagne). A contrario, l'intensité des relations entre ports italiens, qu'ils soient continentaux, siciliens, ou sardes d'une part, ou entre ports espagnols d'autre part, génère des densités très élevées dans la mer Tyrrhénienne, et dans le triangle Barcelone-Valence-îles Baléares. Les densités internes à l'espace espagnol sont en moyenne quatre fois supérieures, et celles qui concernent l'espace interne italien de quatre à sept fois supérieures à celles que connaît l'espace français.
- ✎ La proximité joue un rôle non négligeable dans la hiérarchie des densités. On constate ainsi qu'en liaison avec l'espace maritime de ces pays (Adriatique d'un côté, Atlantique de l'autre), mais aussi avec le mode d'organisation du transport maritime mondial, et en particulier avec la tendance à l'unitisation, les densités entre l'Espagne et le détroit de Gibraltar d'une part, entre l'Italie et le détroit de Sicile d'autre part sont très élevées. La modicité des densités entre la France et ces détroits, comme celles de l'Italie avec Gibraltar ou de l'Espagne avec la Sicile, montrent l'importance des effets d'opportunité géographique.
- ✎ Les détroits de Sicile et de Gibraltar montrent, à travers les densités mesurées leur double rôle : points de passage d'un trafic mondial déconnecté de l'Europe du Sud d'une part (même s'il peut, à travers les ports d'Algésiras et de Gioia Tauro, utiliser cet espace comme un maillon organisationnel), points privilégiés d'entrée et de sortie du commerce international des trois pays européens d'Europe du Sud d'autre part.
- ✎ L'Afrique du nord, enfin, malgré l'importance de ses relations avec l'Europe du Sud, présente des densités, certes non négligeables, mais sans commune mesure avec celles repérées dans la Méditerranée nord, ou entre celle-ci et les détroits qui la bornent.

¹ Il faut ici rappeler à nouveau que les calculs effectués ont une cohérence interne qui permet de comparer les zones entre elles, mais qu'il ne faut pas comparer les résultats obtenus sur les routes individuelles et ceux présentés ici par zone. Ceux-ci sont obtenus par sommation à l'intérieur d'un espace, et ne sont pas quantitativement comparables avec ceux obtenus sur un trajet matérialisant une liaison entre deux points.

- ⌘ Notons, enfin que l'introduction de routes secondaires (mais le fait peut être lié aux règles de répartition retenues) n'apporte guère à l'analyse à ce niveau : les densités qui y sont repérées sont systématiquement faibles. On verra ci-après que pour certaines de ces routes, les modalités même qui président à leur choix, plus que la densité qui les caractérise, génère une dangerosité potentielle : ces routes secondaires, pour moins fréquentées qu'elles soient, le sont, réglementairement, par des navires transportant des marchandises dangereuses, qui génèrent un risque qualitatif plus que quantitatif.
- ⌘ La croissance du trafic génère, d'année en année, une croissance des densités repérées. Cette croissance est beaucoup plus nette à l'intérieur de l'espace européen (Espagne, Italie, France), qu'elle ne l'est dans les relations de ces pays avec l'Afrique du Nord et avec le reste de l'espace mondial (détroits de Sicile et de Gibraltar).

1998		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	26,51	5,52	6,84	38,87	3,92	23,68	6,99	73,46
	FRA	4,98	6,93	6,32	18,23	4,49	4,14	5,66	32,52
	ITA	6,79	7,52	47,79	62,10	4,11	7,75	24,19	98,15
	TOTAL	38,28	19,97	60,95	119,20	12,52	35,57	36,84	204,13
AFRIQUE DU NORD		4,33	4,65	4,30	13,29	0,00	0,53	0,03	13,85
DÉTROIT DE GIBRALTAR		22,86	3,62	8,58	35,07	0,49	4,04	29,01	68,61
DÉTROIT DE SICILE		8,33	4,48	24,58	37,39	0,03	27,90	0,00	65,32
TOTAL GÉNÉRAL		73,81	32,73	98,41	204,95	13,04	68,04	65,88	351,91

2000		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	35,34	5,74	7,93	49,01	4,25	24,70	7,65	85,61
	FRA	5,19	8,07	8,19	21,45	4,66	4,12	5,79	36,02
	ITA	8,31	9,17	55,12	72,60	4,41	7,70	24,33	109,04
	TOTAL	48,84	22,98	71,24	143,06	13,32	36,52	37,77	230,67
AFRIQUE DU NORD		4,77	4,69	4,74	14,20	0,00	0,49	0,02	14,71
DÉTROIT DE GIBRALTAR		23,99	3,60	8,79	36,38	0,52	3,63	30,02	70,55
DÉTROIT DE SICILE		8,61	5,04	24,73	38,38	0,03	29,14	0,00	67,55
TOTAL GÉNÉRAL		86,21	36,31	109,49	232,01	13,86	69,78	67,81	383,47

Tableau 10. Densité journalière des navires sur les routes principales (origine/destination)

2001		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	42,77	5,77	8,30	56,84	5,48	24,50	7,90	94,72
	FRA	5,28	13,04	8,34	26,65	5,22	3,81	5,77	41,45
	ITA	8,47	9,47	57,51	75,46	4,66	7,27	24,87	112,26
	TOTAL	56,52	28,28	74,15	158,94	15,36	35,59	38,54	248,43
AFRIQUE DU NORD		5,91	5,14	4,77	15,82	0,00	0,70	0,03	16,56
DÉTROIT DE GIBRALTAR		23,43	3,46	8,28	35,17	0,62	2,32	30,18	68,29
DÉTROIT DE SICILE		8,81	4,48	25,08	38,37	0,01	29,47	0,00	67,85
TOTAL GÉNÉRAL		94,66	41,36	112,28	248,31	16,00	68,07	68,75	401,13

2002		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	51,99	5,43	9,01	66,43	5,87	24,54	8,20	105,04
	FRA	4,98	12,58	8,89	26,46	5,29	3,56	5,45	40,75
	ITA	8,87	9,89	58,80	77,56	4,94	7,61	26,71	116,81
	TOTAL	65,84	27,90	76,70	170,44	16,10	35,71	40,36	262,60
AFRIQUE DU NORD		6,35	5,07	5,00	16,42	0,00	0,73	0,01	17,16
DÉTROIT DE GIBRALTAR		23,39	3,36	8,41	35,16	0,74	5,14	28,84	69,88
DÉTROIT DE SICILE		9,13	4,18	26,19	39,50	0,02	28,43	0,00	67,95
TOTAL GÉNÉRAL		104,71	40,51	116,31	261,53	16,86	70,00	69,21	417,59

Tableau 10. Densité journalière des navires sur les routes principales (origine/destination) (suite)

1998		EUROPE DU SUD				DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL			
EUROPE DU SUD	ESP	-	-	0,14	0,14	-	0,10	0,24
	FRA	-	-	0,08	0,08	-	0,12	0,20
	ITA	0,13	0,11	0,15	0,39	0,07	0,40	0,85
	TOTAL	0,13	0,11	0,37	0,61	0,07	0,62	1,29
DÉTROIT DE GIBRALTAR		-	-	0,15	0,15	-	0,01	0,15
DÉTROIT DE SICILE		0,07	0,12	0,25	0,43	0,02	-	0,45
TOTAL GÉNÉRAL		0,19	0,23	0,76	1,19	0,08	0,62	1,90

2000		EUROPE DU SUD				DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL			
EUROPE DU SUD	ESP	-	-	0,15	0,15	-	0,12	0,27
	FRA	-	-	0,13	0,13	-	0,15	0,27
	ITA	0,14	0,15	0,06	0,35	0,09	0,36	0,80
	TOTAL	0,14	0,15	0,34	0,63	0,09	0,62	1,35
DÉTROIT DE GIBRALTAR		-	-	0,14	0,14	-	-	0,14
DÉTROIT DE SICILE		0,08	0,12	0,20	0,41	0,02	-	0,42
TOTAL GÉNÉRAL		0,23	0,27	0,68	1,18	0,11	0,63	1,91

Tableau 11. Densité journalière des navires sur les routes secondaires (origine/destination)

2001		EUROPE DU SUD				DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL			
EUROPE DU SUD	ESP	-	-	0,16	0,16	-	0,06	0,22
	FRA	-	-	0,11	0,11	-	0,17	0,28
	ITA	0,16	0,14	0,08	0,37	0,08	0,35	0,80
	TOTAL	0,16	0,14	0,35	0,64	0,08	0,58	1,30
DÉTROIT DE GIBRALTAR		-	-	0,11	0,11	-	0,01	0,12
DÉTROIT DE SICILE		0,04	0,18	0,24	0,45	0,07	-	0,53
TOTAL GÉNÉRAL		0,19	0,32	0,70	1,21	0,15	0,59	1,95

2002		EUROPE DU SUD				DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL			
EUROPE DU SUD	ESP	-	-	0,12	0,12	-	0,04	0,16
	FRA	-	-	0,08	0,08	-	0,46	0,54
	ITA	0,17	0,11	0,03	0,31	0,05	0,47	0,83
	TOTAL	0,17	0,11	0,23	0,51	0,05	0,97	1,53
DÉTROIT DE GIBRALTAR		-	-	0,09	0,09	-	-	0,09
DÉTROIT DE SICILE		0,03	0,39	0,34	0,76	0,11	-	0,86
TOTAL GÉNÉRAL		0,20	0,49	0,66	1,36	0,16	0,97	2,48

Tableau 11. Densité journalière des navires sur les routes secondaires (origine/destination) (suite)

Distribution de la dangerosité des navires sur l'ensemble de la zone étudiée

Deux étapes sont nécessaires pour obtenir les indices de dangerosité du trafic :

- ✎ Le calcul des indices de dangerosité des navires tout d'abord. Rappelons que chaque navire se voit affecter un indice de dangerosité en fonction de son type, de son âge, de sa taille, et de son pavillon. Ce sont ces indices qui sont ensuite affectés à chacun des mouvements effectués et qui servent au calcul de la dangerosité finale du trafic, trajet par trajet. Un indice moyen est également calculé pour chaque trajet et pour chaque couple de zones.
- ✎ Le calcul des indices de dangerosité du trafic se fait ensuite par simple addition puis multiplication des densités, d'une part (cf. supra) et des indices de dangerosité des navires.

En ce qui concerne la dangerosité des navires, il est important de rappeler que les indices présentés ici sont des moyennes des indices des navires reliant deux zones entre elles ; classiquement, le fait de raisonner en zones et de calculer des moyennes écrase quelque peu les valeurs, ainsi que les écarts entre elles. Celles-ci doivent être regardées en comparatif et non en volume.

- ✎ La dangerosité moyenne des navires, zone par zone (il n'est pas, ici, tenu compte des lignes « Total »), varie de 1,74 à 4,39.¹
- ✎ La dangerosité moyenne des navires assurant le trafic interne à l'espace européen est systématiquement inférieure à celle des navires naviguant dans les autres zones.
- ✎ La dangerosité moyenne des navires assurant le trafic intérieur à un espace national est la plupart du temps inférieure à celle des navires assurant des trajets entre cet espace national et le reste du monde ; la seule exception concerne les relations de l'Italie avec l'Espagne.
- ✎ Les chiffres les plus élevés sont obtenus par l'Afrique du Nord d'une part (quelles que soient les relations étudiées), et par les échanges transitant par le détroit de Sicile (que leur origine/destination soit l'Europe du Sud ou le détroit de Gibraltar).
- ✎ Le rajeunissement de la flotte d'une part, l'évolution des réglementations et des pratiques, d'autre part, débouchent sur une diminution quasi systématique de l'indice moyen de dangerosité des navires.

¹ Ces chiffres peuvent être interprétés en termes de « poids » moyen d'un navire effectuant un trajet ou circulant dans une zone.

1998		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	2,31	2,40	2,38	2,33	3,07	2,45	3,00	2,47
	FRA	2,27	2,06	2,50	2,27	2,44	2,31	3,11	2,45
	ITA	2,37	2,52	2,23	2,28	2,66	2,36	2,70	2,41
	TOTAL	2,31	2,33	2,27	2,30	2,71	2,41	2,82	2,44
AFRIQUE DU NORD		3,07	2,47	2,74	2,75	-	2,96	3,95	2,77
DÉTROIT DE GIBRALTAR		2,47	2,55	2,67	2,53	2,61	3,35	3,08	2,81
DÉTROIT DE SICILE		2,94	2,91	2,58	2,70	3,94	3,12	-	2,88
TOTAL GÉNÉRAL		2,48	2,45	2,41	2,44	2,71	2,76	2,94	2,60

2000		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	2,11	2,16	2,23	2,14	2,77	2,37	2,88	2,30
	FRA	2,05	1,98	2,52	2,21	2,40	2,23	3,01	2,36
	ITA	2,14	2,55	2,27	2,29	2,45	2,26	2,67	2,38
	TOTAL	2,11	2,25	2,30	2,23	2,53	2,33	2,77	2,35
AFRIQUE DU NORD		2,69	2,43	2,63	2,59	-	2,94	4,39	2,60
DÉTROIT DE GIBRALTAR		2,40	2,42	2,50	2,42	2,64	3,09	2,99	2,70
DÉTROIT DE SICILE		2,92	2,84	2,51	2,65	3,51	3,03	-	2,81
TOTAL GÉNÉRAL		2,30	2,37	2,38	2,35	2,54	2,67	2,87	2,50

Tableau 12. Indice de dangerosité moyen des navires sur les routes principales (origine/destination)

2001		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	2,01	2,30	2,17	2,06	2,92	2,28	3,00	2,25
	FRA	2,14	1,82	2,54	2,11	2,51	2,25	3,05	2,30
	ITA	2,02	2,55	2,24	2,26	2,43	2,11	2,62	2,33
	TOTAL	2,02	2,16	2,27	2,16	2,63	2,24	2,76	2,30
AFRIQUE DU NORD		2,93	2,59	2,57	2,71		2,87	3,30	2,72
DÉTROIT DE GIBRALTAR		2,30	2,36	2,35	2,32	2,62	2,99	2,93	2,62
DÉTROIT DE SICILE		3,08	2,82	2,46	2,64	3,15	2,97		2,79
TOTAL GÉNÉRAL		2,25	2,31	2,33	2,29	2,63	2,59	2,84	2,45

2002		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	1,95	2,18	2,16	1,99	2,93	2,26	2,95	2,18
	FRA	2,04	1,74	2,35	2,00	2,34	2,17	2,83	2,17
	ITA	2,01	2,34	2,15	2,16	2,34	2,10	2,52	2,25
	TOTAL	1,96	2,04	2,18	2,07	2,55	2,21	2,65	2,21
AFRIQUE DU NORD		2,91	2,38	2,42	2,59		2,89	3,28	2,61
DÉTROIT DE GIBRALTAR		2,25	2,32	2,36	2,28	2,76	2,93	2,88	2,58
DÉTROIT DE SICILE		3,05	2,67	2,37	2,56	3,84	2,92		2,71
TOTAL GÉNÉRAL		2,18	2,17	2,24	2,21	2,56	2,56	2,74	2,37

Tableau 12. Indice de dangerosité moyen des navires sur les routes principales (origine/destination)
(suite)

1998		EUROPE DU SUD				DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL			
EUROPE DU SUD	ESP	-	-	2,59	2,59	-	2,82	2,68
	FRA	-	-	3,06	3,06	-	2,86	2,94
	ITA	2,57	2,55	1,68	2,22	2,82	3,16	2,71
	TOTAL	2,57	2,55	2,33	2,42	2,82	3,05	2,74
DÉTROIT DE GIBRALTAR		-	-	3,00	3,00	-	3,08	3,00
DÉTROIT DE SICILE		2,40	2,19	3,16	2,77	4,19	-	2,83
TOTAL GÉNÉRAL		2,51	2,36	2,72	2,62	3,13	3,05	2,78

2000		EUROPE DU SUD				DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL			
EUROPE DU SUD	ESP	-	-	2,55	2,55	-	2,67	2,60
	FRA	-	-	3,19	3,19	-	2,71	2,93
	ITA	2,71	2,45	1,96	2,47	2,42	2,86	2,64
	TOTAL	2,71	2,45	2,68	2,63	2,42	2,79	2,69
DÉTROIT DE GIBRALTAR		-	-	3,26	3,26	-	1,20	3,22
DÉTROIT DE SICILE		2,29	2,00	2,92	2,52	3,63	-	2,56
TOTAL GÉNÉRAL		2,56	2,25	2,87	2,67	2,60	2,78	2,70

Tableau 13. Indice de dangerosité moyen des navires sur les routes secondaires (origine/destination)

2001		EUROPE DU SUD				DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL			
EUROPE DU SUD	ESP	-	-	2,80	2,80	-	2,33	2,67
	FRA	-	-	2,79	2,79	-	2,56	2,65
	ITA	2,54	2,50	1,71	2,35	1,95	2,81	2,51
	TOTAL	2,54	2,50	2,56	2,54	1,95	2,69	2,57
DÉTROIT DE GIBRALTAR		-	-	2,91	2,91	-	4,30	3,00
DÉTROIT DE SICILE		1,90	2,01	2,56	2,29	3,80	-	2,50
TOTAL GÉNÉRAL		2,41	2,22	2,62	2,48	2,84	2,71	2,58

2002		EUROPE DU SUD				DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL			
EUROPE DU SUD	ESP	-	-	2,61	2,61	-	2,47	2,58
	FRA	-	-	2,47	2,47	-	2,21	2,25
	ITA	2,94	2,55	1,53	2,65	2,12	2,91	2,77
	TOTAL	2,94	2,55	2,41	2,61	2,12	2,56	2,56
DÉTROIT DE GIBRALTAR		-	-	3,09	3,09	-	-	3,09
DÉTROIT DE SICILE		1,39	1,84	3,18	2,42	3,83		2,59
TOTAL GÉNÉRAL		2,68	1,99	2,90	2,54	3,27	2,56	2,59

Tableau 13. Indice de dangerosité moyen des navires sur les routes secondaires (origine/destination)
(suite)

Distribution de la dangerosité du trafic sur l'ensemble de la zone étudiée

La dangerosité finale du trafic est la résultante des deux analyses précédentes (densité et dangerosité des navires) :

Au niveau des zones, les densités repérées semblent être le facteur constitutif premier de la dangerosité des trafics (mais les modalités additives du mode de calcul incitent à la prudence dans l'interprétation).

Cependant, les dangerosités relatives des navires poussent vers le haut certains indices de dangerosité ; c'est en particulier le cas des trafics entre l'Afrique du Nord et l'Europe, ainsi que des trafics de transit, et des trafics entre l'Europe et le reste du monde transitant par le détroit de Sicile.

Les indices les plus élevés concernent :

- ⌘ Les trafics internes aux espaces italiens et espagnols ; la densité plus faible, mais aussi la qualité du pavillon placent la France en retrait à cet égard,
- ⌘ Les transits Est-Ouest et Ouest-Est entre Sicile et Gibraltar,
- ⌘ Les trafics entre l'Espagne et Gibraltar, d'une part, et entre l'Italie et le détroit de Sicile, d'autre part.

Le niveau élevé des indices ayant trait au détroit de Sicile est pour une part non négligeable, quelle que soit l'origine ou la destination, du à la qualité médiocre des navires qui y transitent.

Une attention particulière a été portée aux routes les plus fréquentées. Le seuil choisi est celui d'une fréquentation annuelle supérieure à 100 navires. On trouvera en annexe pour chacune d'elle une fiche synthétique reprenant les principales informations :

- ⌘ Le nombre de trajets annuels pour chaque année, éventuellement décomposé en route principale et route secondaire,
- ⌘ La densité quotidienne, brute, sur chacune des routes,
- ⌘ La répartition par type des navires ayant effectué un trajet au cours de la période,
- ⌘ L'indice de dangerosité de ces navires, ainsi que la décomposition de cet indice en âge, taille pavillon, et type,

Enfin, le calcul de l'indice de dangerosité résultante sur chaque route, et la catégorie à laquelle la route appartient.

1998		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	61,14	13,28	16,24	90,66	12,01	58,01	20,95	181,64
	FRA	11,31	14,30	15,79	41,40	10,98	9,55	17,62	79,55
	ITA	16,08	18,94	106,61	141,62	10,95	18,25	65,30	236,12
	TOTAL	88,53	46,51	138,64	273,68	33,94	85,82	103,87	497,31
AFRIQUE DU NORD		13,29	11,51	11,81	36,61	0,00	1,58	0,11	38,30
DÉTROIT DE GIBRALTAR		56,41	9,22	22,95	88,58	1,29	13,51	89,47	192,84
DÉTROIT DE SICILE		24,49	13,03	63,41	100,93	0,13	86,94	0,00	188,00
TOTAL GÉNÉRAL		182,72	80,27	236,80	499,80	35,35	187,85	193,45	916,45

2000		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	74,68	12,43	17,71	104,82	11,79	58,45	22,05	197,10
	FRA	10,67	15,98	20,67	47,32	11,16	9,20	17,45	85,13
	ITA	17,82	23,34	125,13	166,29	10,80	17,39	64,94	259,41
	TOTAL	103,16	51,75	163,52	318,43	33,75	85,03	104,44	541,65
AFRIQUE DU NORD		12,84	11,41	12,47	36,72	0,00	1,45	0,07	38,24
DÉTROIT DE GIBRALTAR		57,51	8,69	21,97	88,17	1,36	11,21	89,88	190,61
DÉTROIT DE SICILE		25,17	14,30	62,09	101,56	0,11	88,35	0,00	190,02
TOTAL GÉNÉRAL		198,67	86,15	260,05	544,87	35,21	186,04	194,39	960,51

Tableau 14. Indice de dangerosité du trafic sur les routes principales (origine/destination)

2001		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	86,01	13,28	18,04	117,33	16,00	55,95	23,72	213,00
	FRA	11,32	23,73	21,18	56,23	13,10	8,58	17,63	95,53
	ITA	17,08	24,17	129,01	170,27	11,34	15,32	65,16	262,09
	TOTAL	114,41	61,19	168,23	343,83	40,44	79,84	106,51	570,62
AFRIQUE DU NORD		17,33	13,34	12,26	42,93	0,00	2,01	0,11	45,04
DÉTROIT DE GIBRALTAR		54,00	8,19	19,49	81,68	1,63	6,93	88,48	178,71
DÉTROIT DE SICILE		27,10	12,64	61,62	101,37	0,04	87,58	0,00	188,99
TOTAL GÉNÉRAL		212,84	95,36	261,60	569,80	42,11	176,36	195,10	983,37

2002		EUROPE DU SUD				AFRIQUE DU NORD	DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL				
EUROPE DU SUD	ESP	101,23	11,82	19,42	132,48	17,22	55,34	24,17	229,21
	FRA	10,15	21,86	20,87	52,88	12,34	7,73	15,41	88,37
	ITA	17,84	23,10	126,55	167,49	11,53	15,97	67,35	262,35
	TOTAL	129,23	56,78	166,84	352,85	41,09	79,04	106,93	579,92
AFRIQUE DU NORD		18,46	12,04	12,08	42,58	0,00	2,10	0,05	44,72
DÉTROIT DE GIBRALTAR		52,71	7,78	19,84	80,32	2,05	15,03	82,94	180,34
DÉTROIT DE SICILE		27,86	11,15	62,10	101,11	0,09	83,01	0,00	184,21
TOTAL GÉNÉRAL		228,25	87,75	260,86	576,87	43,23	179,18	189,92	989,20

Tableau 14. Indice de dangerosité du trafic sur les routes principales (origine/destination) (suite)

1998		EUROPE DU SUD				DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL			
EUROPE DU SUD	ESP	-	-	0,37	0,37	-	0,27	0,64
	FRA	-	-	0,24	0,24	-	0,35	0,60
	ITA	0,32	0,29	0,25	0,86	0,19	1,26	2,30
	TOTAL	0,32	0,29	0,86	1,47	0,19	1,88	3,54
DÉTROIT DE GIBRALTAR		-	-	0,43	0,43	-	0,03	0,46
DÉTROIT DE SICILE		0,16	0,26	0,78	1,20	0,08	-	1,28
TOTAL GÉNÉRAL		0,49	0,54	2,07	3,11	0,27	1,91	5,28

2000		EUROPE DU SUD				DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL			
EUROPE DU SUD	ESP	-	-	0,39	0,39	-	0,32	0,71
	FRA	-	-	0,40	0,40	-	0,39	0,80
	ITA	0,39	0,36	0,12	0,87	0,23	1,02	2,12
	TOTAL	0,39	0,36	0,92	1,66	0,23	1,74	3,62
DÉTROIT DE GIBRALTAR		-	-	0,45	0,45	-	-	0,45
DÉTROIT DE SICILE		0,19	0,24	0,59	1,03	0,06	-	1,09
TOTAL GÉNÉRAL		0,58	0,60	1,96	3,14	0,29	1,74	5,16

Tableau 15. Indice de dangerosité du trafic sur les routes secondaires (origine/destination)

2001		EUROPE DU SUD				DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL			
EUROPE DU SUD	ESP	-	-	0,45	0,45	-	0,14	0,59
	FRA	-	-	0,31	0,31	-	0,44	0,75
	ITA	0,40	0,34	0,13	0,87	0,15	0,98	2,01
	TOTAL	0,40	0,34	0,90	1,64	0,15	1,56	3,35
DÉTROIT DE GIBRALTAR		-	-	0,33	0,33	-	0,04	0,36
DÉTROIT DE SICILE		0,07	0,36	0,60	1,03	0,28	-	1,32
TOTAL GÉNÉRAL		0,47	0,70	1,83	3,00	0,44	1,60	5,03

2002		EUROPE DU SUD				DÉTROIT DE GIBRALTAR	DÉTROIT DE SICILE	TOTAL GÉNÉRAL
		ESP	FR	ITA	TOTAL			
EUROPE DU SUD	ESP	-	-	0,31	0,31	-	0,10	0,41
	FRA	-	-	0,20	0,20	-	1,01	1,21
	ITA	0,49	0,27	0,05	0,82	0,11	1,37	2,29
	TOTAL	0,49	0,27	0,56	1,33	0,11	2,48	3,91
DÉTROIT DE GIBRALTAR		-	-	0,29	0,29	-	-	0,29
DÉTROIT DE SICILE		0,05	0,71	1,07	1,83	0,41	-	2,24
TOTAL GÉNÉRAL		0,54	0,98	1,92	3,44	0,52	2,48	6,44

Tableau 15. Indice de dangerosité du trafic sur les routes secondaires (origine/destination) (suite)

L'étude de ces 104 routes montre de façon nette comment la densité est potentialisée par les caractéristiques des navires fréquentant la route ; on trouvera ci-après un tableau éclairant, en cela qu'il sélectionne plus avant, à l'intérieur des 104 liaisons, celles (43) qui en fin de compte attirent le plus l'attention :

- ⌘ Soit par la densité brute qui les caractérise, (seuil retenu : densité > 5).
- ⌘ Soit par la dangerosité des navires, (seuil retenu : dangerosité des navires > 2,5).
- ⌘ Soit par la dangerosité finale qui en résulte (seuil retenu : dangerosité > 5).

Pour neuf de ces trajets, c'est l'importance seule du trafic qui fonde leur dangerosité : la composition structurelle des navires qui fréquentent ces routes n'induit pas de dangerosité supplémentaire. Pour l'essentiel, ces routes pour lesquelles la masse est à l'origine d'une densité finale élevée, sont des routes entre ports européens, ou des routes entre ports européens et Gibraltar,

Deux trajets, qui correspondent au transit dans les deux sens, cumulent une densité élevée et une dangerosité de la flotte élevée,

Cinq trajets, quoique ne connaissant pas de densité élevée, ont une dangerosité finale forte, en liaison avec la médiocre qualité des navires qui les fréquentent. Il s'agit de trajets concernant l'un ou l'autre des détroits, et du trajet Alger Marseille,

Quatre trajets (Palerme - Naples, Gênes - Barcelone, Gênes - Marseille, Valence - Palma) ressortent avec une dangerosité élevée quoique ne correspondant pas aux deux premiers critères : c'est ici la combinaison des deux qui lui fait passer le seuil,

Les 26 autres trajets sont fréquentés par une flotte de qualité discutable, mais la densité qui les caractérise n'en fait pas pour autant des trajets quantitativement dangereux.

ROUTE	DENSITÉ ÉLEVÉE	DANGÉROSITÉ DES NAVIRES ÉLEVÉE	DANGÉROSITÉ FINALE ÉLEVÉE
Valence - Gibraltar	X		X
Barcelone - Gibraltar	X		X
Barcelone - Valence	X		X
Marseille - Gibraltar	X		X
Marseille - Barcelone	X		X
Gênes - Gibraltar		X	X
Gênes - Barcelone			X
Gênes - Marseille			X
Naples - Marseille		X	
Le Pirée - Gibraltar		X	X
Le Pirée - Marseille		X	
Le Pirée - Naples		X	
Dardanelles - Gibraltar	X	X	X
Dardanelles - Valence		X	
Dardanelles - Barcelone		X	
Dardanelles - Marseille		X	
Dardanelles - Gênes		X	
Dardanelles - Naples		X	
Suez - Gibraltar	X		X
Tripoli - Gibraltar		X	
Savone - Gibraltar		X	
La Spezia - Dardanelles		X	
Tarragone - Gibraltar	X	X	X
Civitavecchia - Gibraltar		X	
Civitavecchia - Naples		X	
Salerno - Valence		X	
Salerno - Dardanelles		X	
Palerme - Naples			X
Palma - Barcelone	X		X
Palma - Gibraltar		X	
Palma - Valence			X
Algésiras - Gibraltar	X		X
Algésiras - Dardanelles		X	
Sète - Gibraltar		X	
Sète - Barcelone		X	
Bastia - Gênes		X	
Bastia - Savone		X	
Bastia - La Spézia		X	
Bougie - Marseille		X	
Alger - Barcelone		X	
Alger - Marseille		X	X
Oran - Marseille		X	
Sfax - Gibraltar		X	

Tableau 16. Densité et dangerosité : les principales routes

Représentations cartographiques de la densité et de la dangerosité du trafic

Caractéristiques de la représentation cartographique

L'estimation locale et la représentation de la densité et de la dangerosité du trafic est faite sur la base d'un maillage à pas régulier orienté nord-sud. La dimension de la maille est de 5' par 5', soit environ 5 milles par 5 milles.

Un aperçu de la répartition des routes par rapport au maillage obtenu est donné sur la Figure 1 et sur la Figure 2.

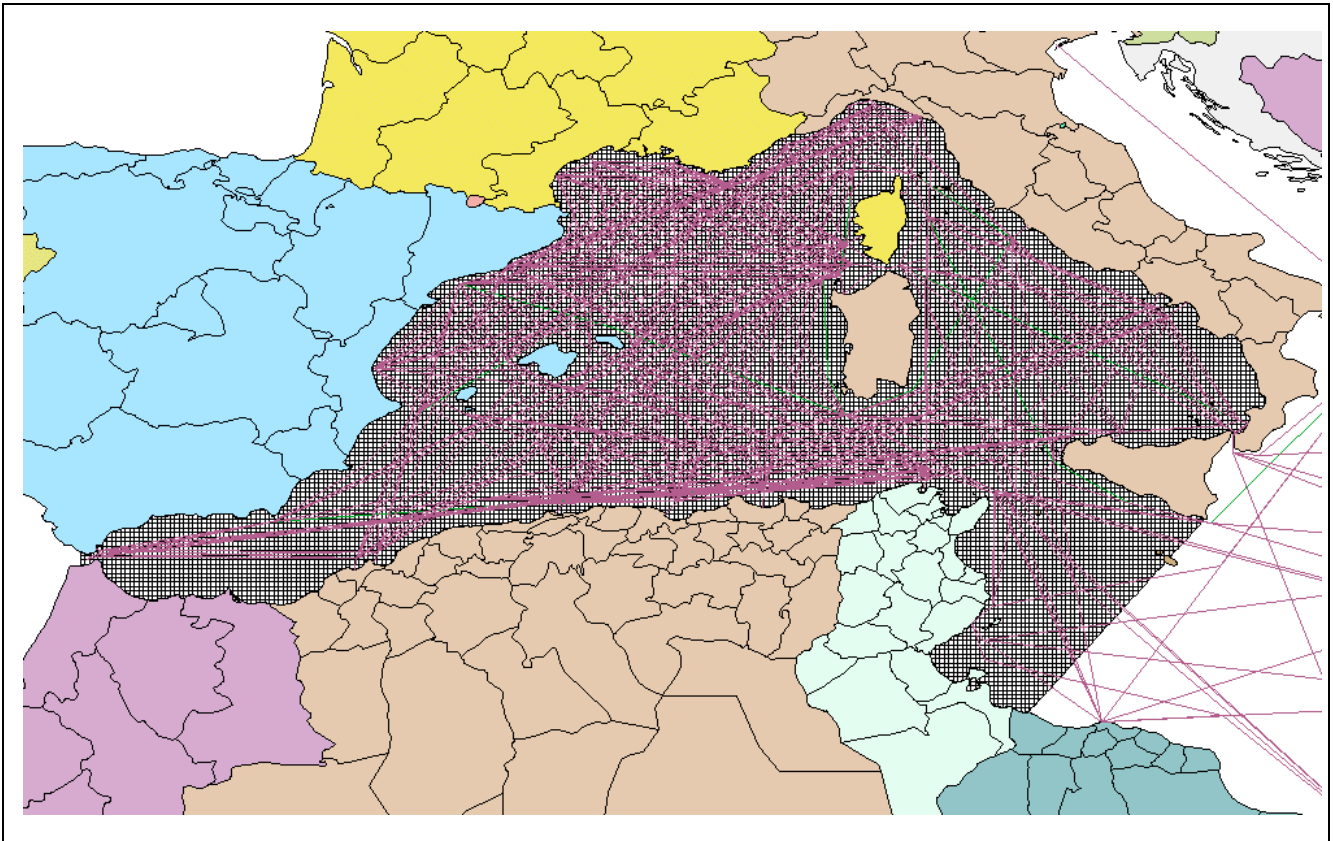


Figure 1. Maillage utilisé pour l'estimation de la dangerosité du trafic (vue d'ensemble)

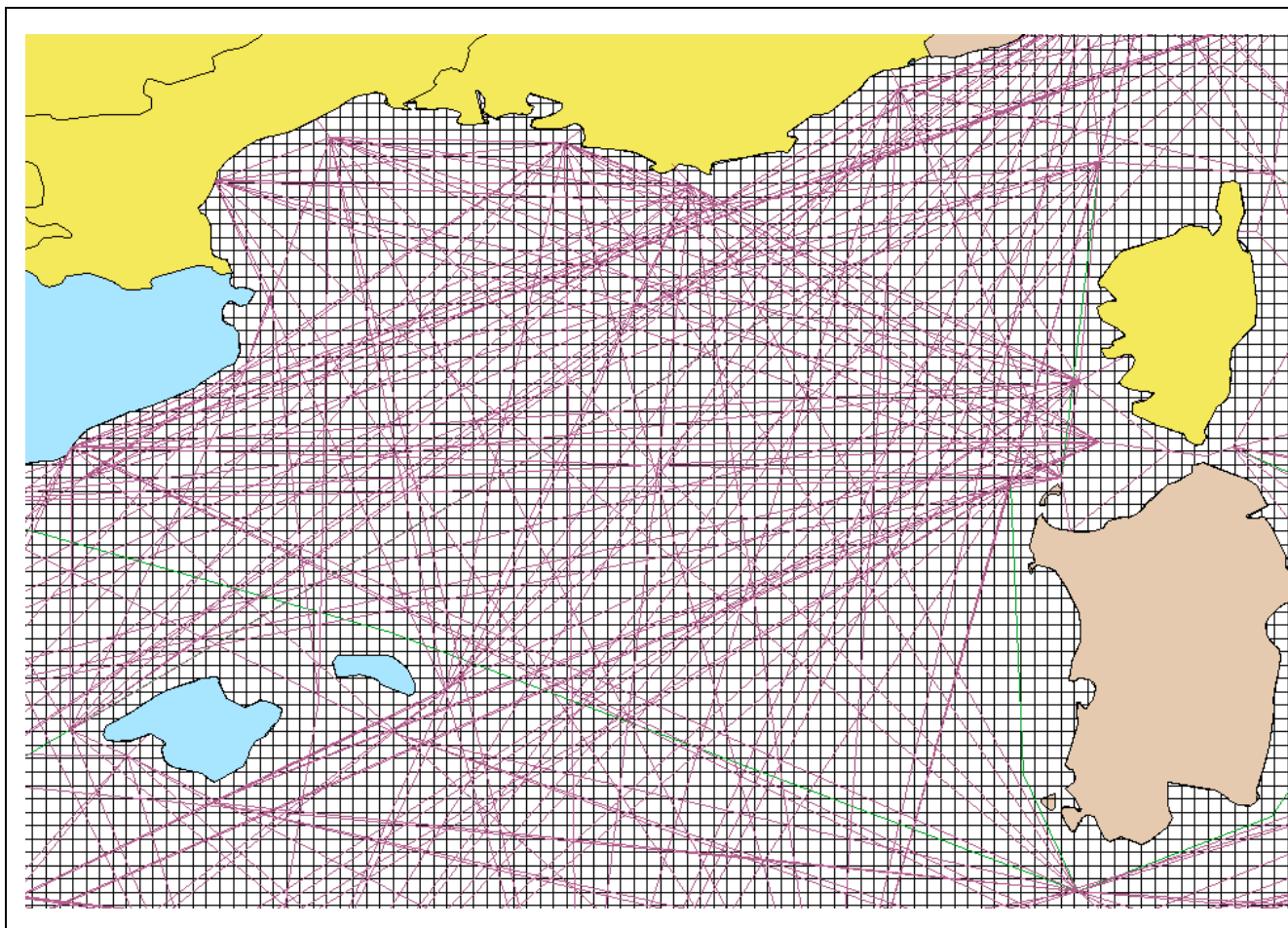


Figure 2. Maillage utilisé pour l'estimation de la dangerosité du trafic (détail)

L'estimation proprement dite est réalisée au sein du SIG élaboré dans le cadre du projet par l'intermédiaire d'une fonction spécialement développée. Le principe de cette fonction est le suivant :

- ⌘ Chaque cellule du maillage est analysée de façon séparée afin d'identifier les routes maritimes qui la traversent ;
- ⌘ Les densités et les indices de dangerosité des routes en question sont pondérés par la proportion de route traversant la cellule puis cumulés ;

Le travail a ici été mené sur l'ensemble de la base, et non plus sur les seules routes dangereuses sélectionnées, et il a donné lieu à une représentation cartographique qui traduit en quelques cartes une somme d'informations difficile à interpréter autrement.

Analyse des représentations cartographiques obtenues

L'annexe B de ce document présente plusieurs cartes présentant la densité du trafic et le niveau de dangerosité de celui-ci obtenu par maillage de la zone d'étude et cumul des densités ou des niveaux de dangerosité associés aux différentes routes croisant les cellules du maillage établi.

Qu'il s'agisse de la cartographie de la densité ou du niveau de dangerosité, la représentation des « Valeurs annuelles moyennes » fournit une première image tout à fait parlante de la façon dont les densités et les dangerosités de trafic se cumulent dans un petit nombre de zones et sur un petit nombre de routes, pour déboucher sur une densité finale élevée ou très élevée. Le nombre de routes à dangerosité remarquable augmente nettement par rapport à l'analyse des routes individuelles :

- ✎ La route Détroit de Sicile-Détroit de Gibraltar,
- ✎ La route Détroit de Messine-Détroit de Gibraltar,
- ✎ La route Détroit de Gibraltar-sud de la Sardaigne,
- ✎ La route Détroit de Gibraltar-Valence, puis Barcelone, puis Marseille, puis Gênes,
- ✎ La zone comprise entre les Îles Baléares et la Côte espagnole,
- ✎ La route Barcelone-Marseille,
- ✎ La côte entre Marseille et Gênes d'un côté, entre Marseille et Sète de l'autre,
- ✎ La route Marseille-Ajaccio puis détroits de Bonifacio,
- ✎ La route détroit de Bonifacio-Détroit de Messine,
- ✎ Les routes Bastia-Marseille, Bastia-Nice, Bastia-Gênes,
- ✎ La plupart des routes de la Mer Tyrrhénienne,
- ✎ La plupart des routes entre Marseille, Gênes, Barcelone et Valence, et les principaux ports d'Afrique du Nord,

L'évolution de la situation de 1998 à 2002 apparaît tout aussi clairement si l'on observe les cartes annuelles qui sont proposées. La typologie reste identique, mais la concentration se renforce dans certaines zones ; c'est en particulier le cas du triangle Barcelone-Valence-Îles Baléares.

Enfin, les cartes trimestrielles proposées ensuite confirment la saisonnalité du trafic en Méditerranée Occidentale. Si les routes Est-Ouest et Nord-Sud montrent une faible variation à travers le temps de leur dangerosité, il n'en va pas de même des routes intra européennes, et en particulier de toutes celles qui relient des ports continentaux aux Îles européennes. Les mers Tyrrhénienne, Ligure, et Baléares, ont un profil typique des zones où trafic lié à l'économie et trafic lié aux mouvements

de personnes se superposent : le premier trimestre correspond à un creux en termes de dangerosité ; celle-ci augmente au deuxième trimestre, avant de connaître un pic pendant l'été, et de décroître ensuite.

3. ANALYSE QUANTITATIVE LOCALE

3.1 Description de l'approche

3.1.1 Objectif

A l'inverse de l'analyse qualitative globale appliquée à l'ensemble de la Méditerranée Occidentale et présentée dans la première partie de ce document, l'analyse quantitative locale faisant l'objet de la seconde partie est destinée à obtenir une évaluation du risque en tenant compte de l'ensemble des facteurs susceptibles d'avoir un impact sur celui-ci (densité du trafic, état des navires, pression environnementale, atteinte à la vie humaine...).

Contrairement à la démarche suivie pour l'analyse qualitative - pour laquelle des indicateurs ont été spécifiquement élaborés pour hiérarchiser du point de vue de leur dangerosité potentielle les navires et les trajets qu'ils effectuent - l'analyse quantitative est basée sur un outil préexistant - le logiciel MARCS (Marine Accident Calculation Risk System) développé par la société norvégienne Det Norske Veritas, qui a mené plusieurs études sur la caractérisation du risque dans le domaine maritime, mais également dans d'autres secteurs.

Cet outil réalise une modélisation des différentes composantes du risque, nécessitant des données beaucoup plus importantes en volume et en type que celles qui ont été utilisées dans le cadre de l'analyse qualitative. Son application à l'ensemble de la Méditerranée occidentale est hors du champ du projet et c'est ce qui a conduit à l'utiliser uniquement sur un site spécifique de la Méditerranée occidentale dont la superficie utile est d'environ 100 x 100 km, afin d'obtenir des résultats par une approche différente permettant de corroborer ceux issus de l'analyse qualitative.

3.1.2 Hypothèses d'utilisation

Bien que l'approche proposée par l'outil MARCS couvre différentes composantes du risque, la modélisation de celui-ci reste limitée aux types de navires pour lesquels des données descriptives du trafic existent. Elle ne concerne donc que la marine marchande et ne prend pas en compte les risques associés aux navires de plaisance.

Les conséquences considérées dans la notion de risque sont celles qui ont un impact sociétal, mesurable en termes de pollution ou de pertes de vies humaines et pouvant également s'exprimer en unités monétaires.

La modélisation s'effectue selon un maillage dont l'espacement est compatible avec les dimensions du site étudié. La zone réelle sur laquelle s'applique le logiciel, nécessairement de forme polygonale, peut être plus grande que la zone réellement utile afin de tenir compte de la présence éventuelle de régions littorales, qui ne sont pas prises en compte dans le processus de modélisation.

3.1.3 Méthodologie sous-jacente

Le système MARCS a été développé sous la forme d'un système générique et offre une base rationnelle pour la gestion du risque maritime en permettant l'estimation de paramètres descriptifs des risques liés au transport maritime dans des zones géographiques spécifiques.

MARCS est conçu pour déterminer le nombre d'accidents potentiels par an pour une zone géographique donnée. La base pour ce type de calcul inclut :

- ✎ des informations sur le trafic (nombre et type de navires fréquentant la zone étudiée, localisation et largeur des routes maritimes suivies...),
- ✎ des données météorologiques (typologie et fréquence des principaux événements météorologiques affectant la zone...),
- ✎ des données géographiques (traits de côtes, existence de hauts-fonds...)

Une approche statistique est appliquée pour déterminer la fréquence des accidents maritimes et leurs conséquences. Les valeurs de probabilité employées pour décrire certaines informations sont issues de la compilation d'un grand nombre d'événements historiques survenus dans la zone étudiée, mais également dans d'autres régions, ceci afin de pouvoir prendre en compte un maximum d'événements.

MARCS permet une étude détaillée en répartissant les informations décrivant le trafic en classes de type de navires et en catégories de tailles. Une estimation des paramètres de risques est alors possible pour chaque classe et catégorie.

Plusieurs types d'accidents sont également pris en compte dans le processus de modélisation :

- ✎ Les collisions entre navires,
- ✎ Les échouages résultant d'une erreur de navigation,
- ✎ Les échouages suite à un problème mécanique,
- ✎ L'avarie ou le naufrage d'un navire,

- ⌘ Un incendie ou une explosion à bord.

Des modèles basés sur des algorithmes spécifiques et alimentés par des données qui leur sont propres permettent d'intégrer le niveau de risque associé à cette typologie d'accident :

- ⌘ Un modèle de collision qui calcule la fréquence de collisions graves entre navires pour une zone géographique donnée. Ce modèle estime la fréquence des rencontres de navires et applique une probabilité de collision pour chaque rencontre, probabilité qui dépend essentiellement de facteurs humains et d'organisation des moyens.
- ⌘ Un modèle d'échouage lié à une erreur de navigation, qui calcule la fréquence des échouages graves en évaluant la fréquence des changements de cap critiques et en l'associant à la probabilité de ne pas réussir à effectuer un changement de cap correct. La probabilité d'échouage de ce type dépend elle aussi essentiellement de facteurs humains et d'organisation.
- ⌘ Un modèle d'échouage lié à une avarie, qui calcule la fréquence des échouages en estimant la capacité d'un navire à dévier sa route suite à une panne et à être poussé vers une côte sous l'action conjuguée du vent et des courants s'il ne dispose pas de dispositif de secours. Les dispositifs de secours pris en compte sont la capacité à réparer sur place, la mise en œuvre de remorqueurs et la possibilité de mouillage.
- ⌘ Un modèle d'avarie qui calcule la fréquence d'avaries graves en s'appuyant sur le nombre d'heure de navigation et les conditions de mer et applique une probabilité d'apparition d'une avarie importante tenant compte de l'état de la mer.
- ⌘ Un modèle d'incendie et d'explosion qui calcule la fréquence de feux ou d'explosions graves en s'appuyant sur le nombre d'heure de navigation des navires et applique une probabilité de déclenchement d'un incendie ou d'une explosion.

Dans ces différents modèles, le degré de gravité invoqué se base sur la définition donnée par le LMIS et correspond de façon schématique à un accident à l'issue duquel des réparations sont indispensables avant que le navire puisse reprendre le service.

Des estimations statistiques pour les conséquences des accidents graves peuvent également être établies. Elles incluent :

- ⌘ Le nombre de disparus
- ⌘ Les prévisions de fuites de produits pétroliers
- ⌘ Les pertes financières en termes de
 - ❖ Coûts de réparation immédiate (sauvetage, relèvement du navire)

- ❖ Coûts environnementaux (nettoyage, compensation aux activités touristiques et halieutiques, coûts de procédures...)
- ❖ Coûts globaux moyens relatifs à une marée noire
- ❖ Coûts globaux moyens relatifs aux pertes de vies humaines.

Les modèles utilisés pour l'estimation des conséquences s'appuient aussi sur la prise en compte d'un grand nombre d'événements historiques survenus soit à l'intérieur de la zone considérée, soit dans un cadre plus vaste.

3.2 Mise en œuvre de l'outil MARCS

3.2.1 Zone d'étude

La zone prise en compte pour cette étude de risque est un site spécifique de la Méditerranée occidentale dont la superficie utile est d'environ 10 000 km². En accord avec la DAMGM, le site retenu est le canal de Corse.

Comme mentionné précédemment, les opérations de modélisation s'effectuent selon un maillage compatible avec les dimensions du site étudié. Dans notre cas, la taille considérée pour la maille est de l'ordre de 2 x 2 km.

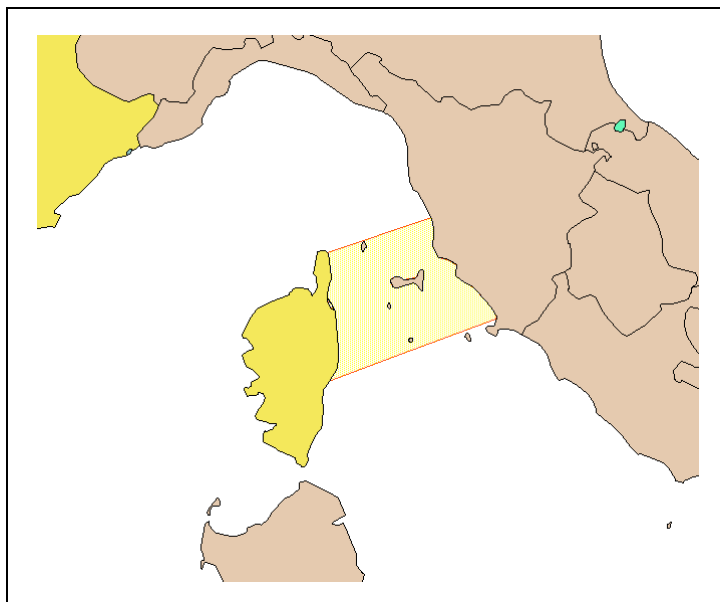


Figure 3. Zone d'application de l'analyse locale

3.2.2 Acquisition et formatage des données nécessaires

Les données nécessaires à l'analyse local proviennent de deux sources :

- ⌘ Des informations intégrées dans la base de données développée dans le premier volet de l'étude. Il s'agit :
 - ❖ des routes maritimes qui traversent le site étudié, caractérisées par leurs points de début et de fin, les points tournants éventuellement associés, ainsi que leur largeur et leur sens de parcours.
 - ❖ des types de navires présents sur ces routes et des catégories de taille correspondantes, de la fréquence et de la densité du trafic ;
- ⌘ Des informations exogènes ayant été progressivement collectées au cours de différentes études et mises à la disposition du projet lors de la mise en œuvre de l'outil. Il s'agit :
 - ❖ de données géographiques caractérisant la position et le type des côtes (présence de plages ou de falaises) et la bathymétrie, les zones de mouillage et de visibilité ;
 - ❖ de données géographiques localisant les zones de mouillage et de visibilité ;
 - ❖ de données opérationnelles concernant le trafic (vitesse moyenne...).

3.2.3 Mise en œuvre

La démarche consiste à paramétrer le modèle de risque sur le plan géographique, c'est-à-dire à affecter aux différents modèles correspondant aux différents types d'accidents susceptibles de survenir des fonctions de probabilité représentatives de la situation sur la zone géographique étudiée.

On peut alors calculer le niveau de risque dans un premier temps par route, puis dans un deuxième temps distribuer cette grandeur sur chacune des mailles incluse dans la zone considérée. Une synthèse de résultats obtenus est ensuite effectuée pour identifier les sites géographiques à haut risque.

La plupart des données sont intégrées et manipulées sous SIG, ce qui permet d'obtenir des résultats dans un format compatible SIG.

3.3 Présentation et analyse des résultats

Les résultats issus de l'application MARCS sont fournis selon un format compatible SIG. Ils ont donc pu être intégrés dans le SIG développé dans le cadre du projet, ce

qui a facilité notamment leur comparaison avec ceux issus de l'analyse globale présentée dans les chapitres précédents .

D'un point de vue général, l'apport de l'analyse locale est évident en ce qui concerne la finesse des résultats qui offrent une localisation beaucoup plus précise des zones à risques que ne le permet l'analyse globale présentée dans le chapitre 2 (Figure 4). Ceci est bien évidemment rendu possible par l'utilisation d'un maillage plus fin que celui mis en œuvre précédemment. Ainsi la répartition du niveau de risques à l'intérieur d'une maille de l'analyse globale peut varier de façon significative, ce qui permet également d'avoir une meilleure approche de l'estimation du risque en bordure de côte ou à proximité des îles.

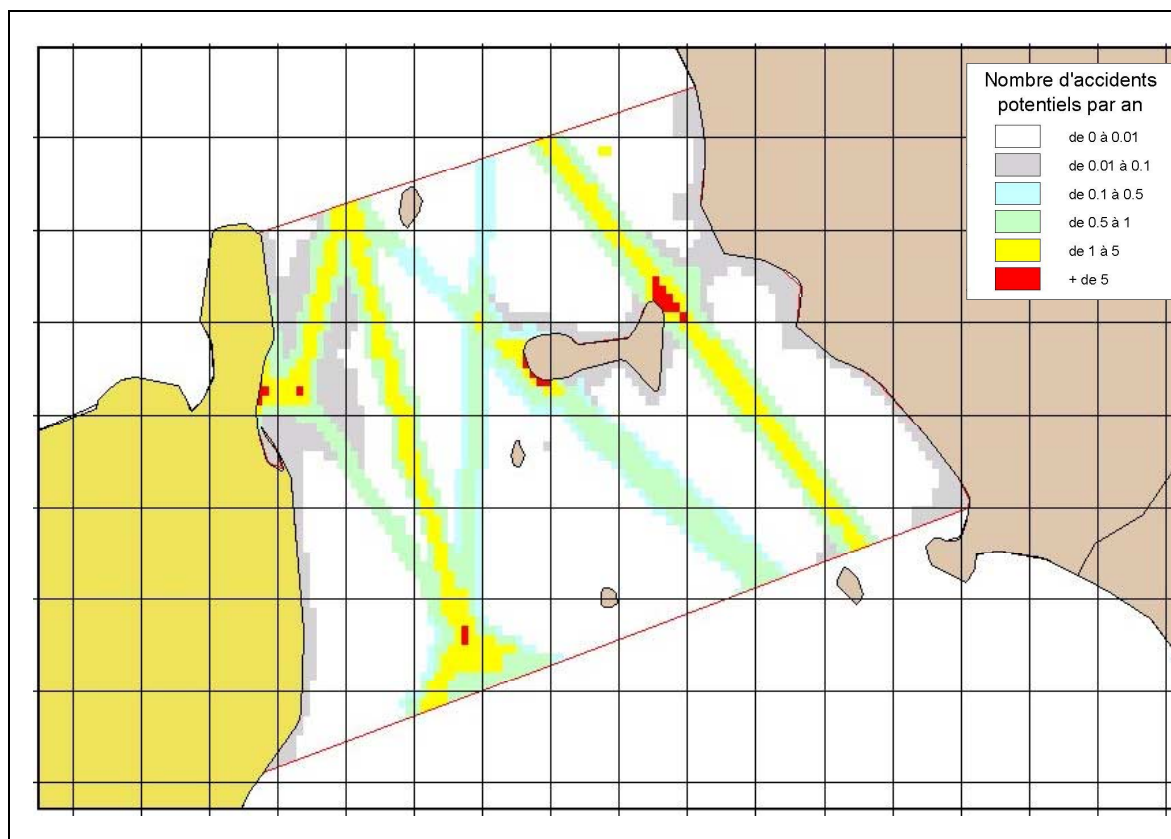


Figure 4. Résultats issus de l'application MARCS

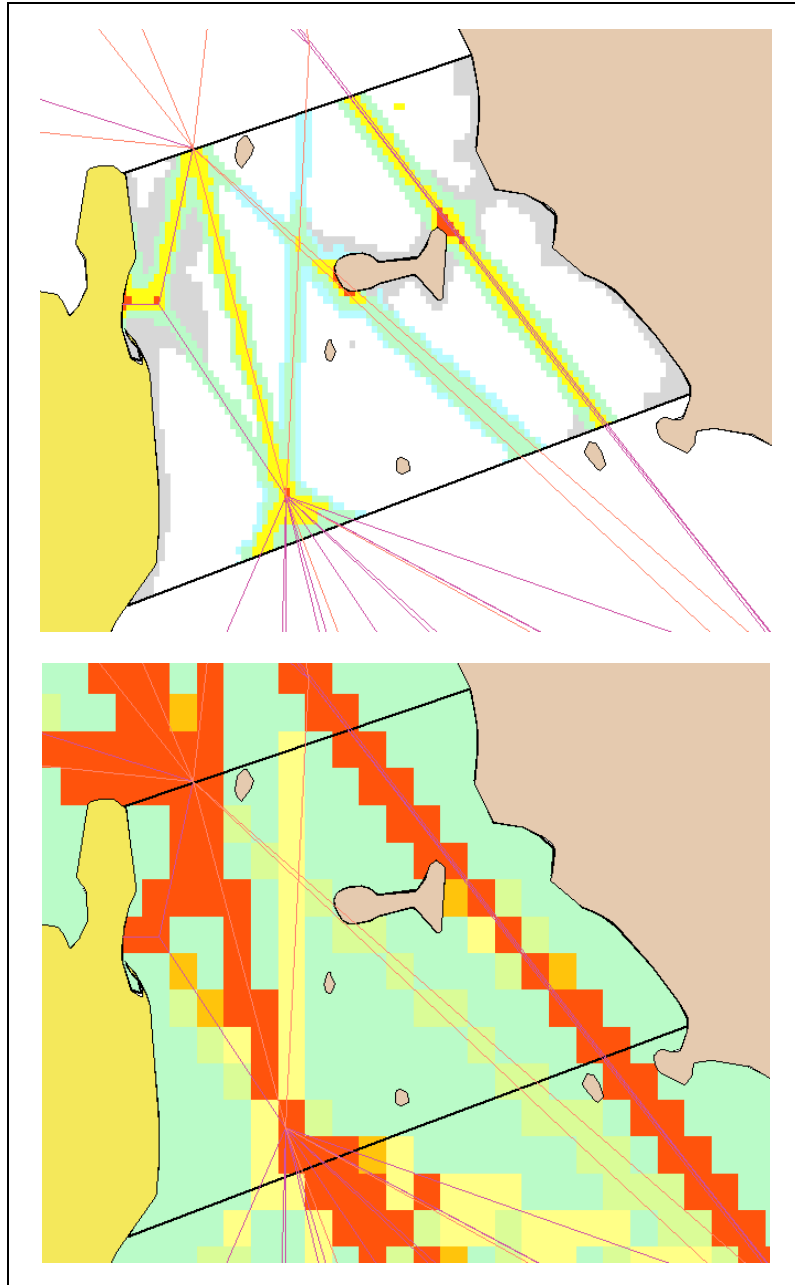


Figure 5. Comparaison des résultats issus de l'approche locale et de l'approche globale

En ce qui concerne la répartition du niveau de dangerosité établie par la première approche et du niveau de risque issu de la seconde, on constate une corrélation globalement satisfaisante, en particulier au niveau des routes maritimes traversant la zone considérée (Figure 5). Ceci est d'autant plus intéressant que la surface unitaire de la maille est différente et que le nombre d'intervalles de quantification

pris en compte par les deux méthodes est différent. Du point de vue de leurs résultats, les deux approches apparaissent donc comme cohérentes et leur comparaison ne met pas en évidence d'anomalie significative.

Si l'on se place maintenant du point de vue de leur mise en œuvre, il est clair que l'approche quantitative conduit à une quantification plus fine du niveau de risque notamment aux abords des zones côtières. Toutefois, les données mises en œuvre ne permettent pas une application systématique quel que soit le site considéré : dans le cas du canal de Corse, la disponibilité de ces informations ne constitue pas un problème majeur, mais il ne saurait en être de même sur l'ensemble de la Méditerranée, voire au delà des limites de celle-ci. L'approche qualitative a pour elle l'avantage de se baser sur des données accessibles de façon à peu près similaire pour toutes les zones maritimes, puisque d'une part les données du LMIS sont enregistrées dans tous les ports et d'autre part, la reconstitution des routes maritimes est généralement réalisable en se basant sur les dires d'experts. Sa mise en œuvre est également d'un coût plus réduit.

L'ensemble de ces remarques conduit donc à privilégier l'approche qualitative pour la prise en compte des zones les plus larges et à réserver l'approche quantitative à de petites zones d'intérêt très spécifique notamment sur les plans économique ou écologique.

4. ANNEXE A - FICHES TRAJETS

Valence-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	2277	2277	0	6,24	-
2000	2157	2157	0	5,91	-
2001	2451	2451	0	6,72	-
2002	2038	2038	0	7,55	-
Total	8923	8923	0	6,60	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	10.85%	10.94%	10.73%	9.37%	10.50%
Cargos	24.68%	26.94%	23.91%	26.35%	25.40%
Méthaniers	-	-	-	0.05%	0.01%
Passagers	0.57%	0.14%	0.24%	0.79%	0.43%
Rouliers	9.22%	13.21%	12.61%	10.84%	11.49%
Tankers & Chimiquiers	4.39%	5.15%	3.47%	2.89%	3.98%
Porte-Conteneurs	49.85%	43.02%	48.06%	48.97%	47.51%
Autres	0.44%	0.60%	0.98%	0.74%	0.69%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,20	1,16	1,48	1,44	1,38
2000	2,16	1,16	1,44	1,46	1,36
2001	2,09	1,16	1,42	1,43	1,35
2002	2,19	1,17	1,43	1,44	1,39
Ensemble de la période	2,16	1,16	1,44	1,44	1,37

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	13,75	CAT 3	-	-
2000	12,79	CAT 3	-	-
2001	14,02	CAT 3	-	-
2002	16,55	CAT 3	-	-
Ensemble de la période	14,26	CAT 3	-	-

Barcelone-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	2526	2526	0	6,92	-
2000	2738	2738	0	7,50	-
2001	2419	2419	0	6,63	-
2002	1849	1849	0	6,85	-
Total	9532	9532	0	6,97	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	8.83%	6.03%	5.62%	5.30%	6.53%
Cargos	30.01%	25.53%	25.05%	20.06%	25.54%
Méthaniers	0.51%	2.30%	2.15%	2.00%	1.73%
Passagers	3.72%	4.60%	4.05%	4.43%	4.20%
Rouliers	23.95%	24.25%	22.61%	22.34%	23.38%
Tankers & Chimiquiers	10.77%	10.77%	11.37%	10.65%	10.90%
Porte-Conteneurs	21.34%	25.24%	27.57%	34.67%	26.63%
Autres	0.87%	1.28%	1.57%	0.54%	1.10%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,31	1,14	1,43	1,51	1,39
2000	2,16	1,14	1,40	1,45	1,39
2001	2,15	1,14	1,39	1,44	1,37
2002	1,94	1,15	1,36	1,39	1,37
Ensemble de la période	2,15	1,14	1,40	1,45	1,38

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	15,98	CAT 3	-	-
2000	16,20	CAT 3	-	-
2001	14,22	CAT 3	-	-
2002	13,31	CAT 3	-	-
Ensemble de la période	15,02	CAT 3	-	-

Barcelone-Valence

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	1568	1568	0	4,30	-
2000	1851	1851	0	5,07	-
2001	1898	1898	0	5,20	-
2002	1460	1460	0	5,41	-
Total	6777	6777	0	4,99	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	2.81%	3.35%	2.95%	2.33%	2.89%
Cargos	29.72%	26.09%	18.12%	18.22%	23.00%
Passagers	1.08%	0.65%	0.79%	0.41%	0.74%
Rouliers	14.16%	19.02%	15.02%	14.66%	15.83%
Tankers & Chimiquiers	4.72%	4.11%	3.32%	3.36%	3.87%
Porte-Conteneurs	47.39%	46.46%	59.38%	60.89%	53.40%
Autres	0.13%	0.32%	0.42%	0.14%	0.27%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,21	1,14	1,48	1,42	1,42
2000	2,03	1,14	1,39	1,39	1,41
2001	1,90	1,15	1,37	1,31	1,39
2002	1,84	1,15	1,40	1,30	1,37
Ensemble de la période	1,99	1,15	1,41	1,35	1,40

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	9,49	CAT 2	-	-
2000	10,28	CAT 3	-	-
2001	9,90	CAT 2	-	-
2002	9,95	CAT 2	-	-
Ensemble de la période	9,96	CAT 2	-	-

Marseille-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	2204	2204	0	6,04	-
2000	2156	2156	0	5,91	-
2001	2065	2065	0	5,66	-
2002	1507	1507	0	5,58	-
Total	7932	7932	0	5,80	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	13.88%	14.05%	14.14%	12.21%	13.68%
Cargos	17.88%	18.32%	18.93%	18.78%	18.44%
Méthaniers	7.76%	10.58%	9.88%	10.35%	9.57%
Passagers	0.54%	0.60%	1.11%	1.00%	0.79%
Rouliers	17.83%	13.91%	14.48%	12.14%	14.81%
Tankers & Chimiquiers	34.12%	33.26%	31.57%	33.24%	33.06%
Porte-Conteneurs	7.21%	8.91%	9.10%	10.68%	8.83%
Autres	0.77%	0.37%	0.77%	1.59%	0.82%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,24	1,17	1,43	1,53	1,36
2000	2,12	1,17	1,37	1,53	1,33
2001	2,12	1,17	1,38	1,53	1,31
2002	2,03	1,17	1,37	1,52	1,29
Ensemble de la période	2,14	1,17	1,39	1,53	1,33

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	13,53	CAT 3	-	-
2000	12,54	CAT 3	-	-
2001	11,97	CAT 3	-	-
2002	11,36	CAT 3	-	-
Ensemble de la période	12,38	CAT 3	-	-

Marseille-Valence

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	495	495	0	1,36	-
2000	451	451	0	1,24	-
2001	401	401	0	1,10	-
2002	282	282	0	1,04	-
Total	1629	1629	0	1,18	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	1.41%	2.66%	2.24%	1.77%	2.03%
Cargos	13.54%	28.82%	19.70%	12.41%	19.09%
Passagers	0.20%	-	-	5.32%	0.98%
Rouliers	6.26%	14.19%	9.48%	10.64%	10.01%
Tankers & Chimiquiers	10.51%	8.87%	16.21%	14.54%	12.15%
Porte-Conteneurs	68.08%	45.45%	51.87%	55.32%	55.62%
Autres			0.50%		0.12%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,69	1,17	1,38	1,28	1,31
2000	2,05	1,15	1,54	1,42	1,38
2001	2,03	1,15	1,43	1,36	1,40
2002	1,89	1,17	1,38	1,31	1,40
Ensemble de la période	1,91	1,16	1,44	1,34	1,37

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,30	CAT 1	-	-
2000	2,54	CAT 1	-	-
2001	2,23	CAT 1	-	-
2002	1,98	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	2,26	CAT 1	-	-

Marseille-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	1570	1570	0	4,30	-
2000	1967	1967	0	5,39	-
2001	1804	1804	0	4,94	-
2002	1352	1352	0	5,01	-
Total	6693	6693	0	4,91	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.51%	0.92%	1.61%	1.26%	1.08%
Cargos	28.85%	25.22%	23.34%	20.78%	24.67%
Méthaniers	0.13%	1.12%	0.61%	0.74%	0.67%
Passagers	8.34%	5.80%	6.04%	7.25%	6.75%
Rouliers	13.12%	14.64%	11.92%	12.13%	13.04%
Tankers & Chimiquiers	11.27%	10.83%	11.75%	10.13%	11.04%
Porte-Conteneurs	37.39%	41.38%	44.51%	47.56%	42.54%
Autres	0.38%	0.10%	0.22%	0.15%	0.21%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,01	1,13	1,48	1,44	1,32
2000	1,86	1,13	1,40	1,40	1,32
2001	1,96	1,14	1,40	1,40	1,33
2002	1,91	1,16	1,46	1,37	1,35
Ensemble de la période	1,93	1,14	1,43	1,40	1,33

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	8,64	CAT 2	-	-
2000	10,05	CAT 3	-	-
2001	9,66	CAT 2	-	-
2002	9,57	CAT 2	-	-
Ensemble de la période	9,49	CAT 2	-	-

Gênes-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	805	805	0	2,21	-
2000	779	779	0	2,13	-
2001	758	758	0	2,08	-
2002	623	623	0	2,31	-
Total	2965	2965	0	2,18	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	20.12%	20.80%	17.68%	13.00%	18.18%
Cargos	36.77%	38.64%	35.36%	36.28%	36.80%
Méthaniers	0.25%	-	-	-	0.07%
Passagers	2.73%	1.41%	2.64%	8.03%	3.47%
Rouliers	4.35%	5.39%	2.11%	3.53%	3.88%
Tankers & Chimiquiers	15.16%	11.68%	9.23%	12.52%	12.18%
Porte-Conteneurs	19.88%	20.92%	31.79%	25.52%	24.38%
Autres	0.75%	1.16%	1.19%	1.12%	1.05%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,79	1,17	1,50	1,69	1,41
2000	2,64	1,17	1,40	1,69	1,38
2001	2,41	1,17	1,36	1,63	1,35
2002	2,46	1,17	1,46	1,63	1,36
Ensemble de la période	2,59	1,17	1,43	1,66	1,38

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	6,15	CAT 2	-	-
2000	5,64	CAT 2	-	-
2001	5,01	CAT 2	-	-
2002	5,69	CAT 2	-	-
Ensemble de la période	5,64	CAT 2	-	-

Gênes-Valence

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	285	285	0	0,78	-
2000	142	142	0	0,39	-
2001	199	199	0	0,55	-
2002	148	148	0	0,55	-
Total	774	774	0	0,57	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	4.21%		2.51%	0.68%	2.33%
Cargos	27.72%	28.87%	25.13%	8.78%	23.64%
Passagers	1.05%	0.70%	1.51%	2.70%	1.42%
Rouliers	6.32%	7.75%	2.01%	4.73%	5.17%
Tankers & Chimiquiers	1.05%	2.11%	2.01%		1.29%
Porte-Conteneurs	59.65%	60.56%	65.83%	83.11%	65.89%
Autres			1.01%		0.26%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,27	1,17	1,43	1,40	1,41
2000	2,07	1,17	1,42	1,37	1,37
2001	1,96	1,16	1,33	1,37	1,37
2002	1,75	1,18	1,24	1,20	1,43
Ensemble de la période	2,06	1,17	1,37	1,35	1,39

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,77	CAT 1	-	-
2000	0,81	CAT 1	-	-
2001	1,07	CAT 1	-	-
2002	0,96	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,16	CAT 1	-	-

Gênes-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	710	710	0	1,95	-
2000	1310	1310	0	3,59	-
2001	1177	1177	0	3,22	-
2002	968	968	0	3,59	-
Total	4165	4165	0	3,09	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	1.55%	2.14%	1.78%	1.24%	1.73%
Cargos	16.90%	9.31%	6.12%	7.64%	9.32%
Passagers	19.30%	31.68%	30.08%	29.65%	28.64%
Rouliers	15.92%	26.95%	28.29%	24.79%	24.95%
Tankers & Chimiquiers	4.65%	2.60%	3.57%	3.10%	3.34%
Porte-Conteneurs	40.99%	26.72%	29.57%	32.95%	31.40%
Autres	0.70%	0.61%	0.59%	0.62%	0.62%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,11	1,18	1,55	1,36	1,36
2000	1,76	1,19	1,46	1,34	1,27
2001	1,57	1,19	1,38	1,31	1,23
2002	1,61	1,18	1,39	1,31	1,24
Ensemble de la période	1,73	1,19	1,44	1,33	1,27

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	4,11	CAT 2	-	-
2000	6,33	CAT 2	-	-
2001	5,06	CAT 2	-	-
2002	5,79	CAT 2	-	-
Ensemble de la période	5,35	CAT 2	-	-

Gênes-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	1311	1311	0	3,59	-
2000	1307	1307	0	3,58	-
2001	1320	1320	0	3,62	-
2002	1116	1116	0	4,13	-
Total	5054	5054	0	3,73	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.15%	0.23%	0.53%	0.36%	0.32%
Cargos	21.59%	17.29%	17.58%	17.03%	18.42%
Méthaniers	0.08%	-	-	0.09%	0.04%
Passagers	5.11%	6.89%	10.61%	12.28%	8.59%
Rouliers	14.65%	21.50%	18.18%	17.65%	18.01%
Tankers & Chimiquiers	7.86%	7.65%	9.70%	10.66%	8.90%
Porte-Conteneurs	50.19%	46.44%	43.41%	41.85%	45.61%
Autres	0.38%			0.09%	0.12%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,85	1,16	1,45	1,35	1,32
2000	1,93	1,16	1,50	1,32	1,38
2001	2,01	1,16	1,45	1,34	1,40
2002	1,96	1,16	1,44	1,35	1,42
Ensemble de la période	1,94	1,16	1,46	1,34	1,38

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	6,66	CAT 2	-	-
2000	6,90	CAT 2	-	-
2001	7,26	CAT 2	-	-
2002	8,12	CAT 2	-	-
Ensemble de la période	7,23	CAT 2	-	-

Naples-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	269	269	0	0,74	-
2000	272	272	0	0,75	-
2001	277	277	0	0,76	-
2002	207	207	0	0,77	-
Total	1025	1025	0	0,75	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	15.99%	9.56%	10.83%	10.14%	11.71%
Cargos	23.05%	26.84%	40.07%	31.40%	30.34%
Méthaniers	3.35%	1.10%	1.81%	7.25%	3.12%
Passagers	2.23%	1.84%	1.44%	3.38%	2.15%
Rouliers	13.01%	17.28%	14.08%	10.14%	13.85%
Tankers & Chimiquiers	14.87%	13.24%	10.11%	10.14%	12.20%
Porte-Conteneurs	26.77%	28.31%	20.58%	27.05%	25.56%
Autres	0.74%	1.84%	1.08%	0.48%	1.07%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,58	1,16	1,63	1,52	1,42
2000	2,47	1,14	1,58	1,50	1,45
2001	2,35	1,16	1,55	1,61	1,36
2002	2,26	1,17	1,53	1,53	1,36
Ensemble de la période	2,42	1,16	1,57	1,54	1,40

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,90	CAT 1	-	-
2000	1,84	CAT 1	-	-
2001	1,78	CAT 1	-	-
2002	1,73	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,82	CAT 1	-	-

Naples-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	88	82	6	0,22	0,02
2000	121	111	10	0,30	0,03
2001	148	135	13	0,37	0,04
2002	101	89	12	0,33	0,04
Total	458	417	41	0,31	0,03

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Cargos	15.91%	25.62%	20.95%	26.73%	22.49%
Méthaniers	-	-	0.68%	-	0.22%
Passagers	9.09%	9.92%	6.08%	20.79%	10.92%
Rouliers	2.27%	0.83%	1.35%	4.95%	2.18%
Tankers & Chimiquiers	6.82%	2.48%	2.70%	1.98%	3.28%
Porte-Conteneurs	65.91%	59.50%	68.24%	45.54%	60.48%
Autres	-	1.65%	-	-	0.44%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,30	1,16	1,70	1,29	1,46
2000	2,26	1,18	1,48	1,34	1,38
2001	1,99	1,19	1,53	1,29	1,35
2002	1,96	1,20	1,45	1,40	1,31
Ensemble de la période	2,12	1,18	1,53	1,32	1,37

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,82	1,13	1,33	1,52	1,72
2000	2,47	1,08	1,20	1,95	1,27
2001	2,49	1,17	1,58	1,70	1,28
2002	2,80	1,13	1,50	1,68	1,53
Ensemble de la période	2,62	1,13	1,43	1,73	1,41

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,52	CAT 1	0,05	CAT 1
2000	0,69	CAT 1	0,07	CAT 1
2001	0,74	CAT 1	0,09	CAT 1
2002	0,65	CAT 1	0,12	CAT 1
Ensemble de la période	0,65	CAT 1	0,08	CAT 1

Naples-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	123	87	36	0,24	0,10
2000	159	99	60	0,27	0,16
2001	165	110	55	0,30	0,15
2002	102	60	42	0,22	0,16
Total	549	356	193	0,26	0,14

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.81%	0.63%	0.61%	0.98%	0.73%
Cargos	14.63%	40.88%	42.42%	34.31%	34.24%
Méthaniers	5.69%	2.52%	8.48%	4.90%	5.46%
Passagers	5.69%	5.03%	9.09%	6.86%	6.74%
Rouliers	17.89%	9.43%	7.88%	5.88%	10.20%
Tankers & Chimiquiers	30.08%	33.33%	24.85%	40.20%	31.33%
Porte-Conteneurs	25.20%	8.18%	6.06%	6.86%	11.11%
Autres	-	-	0.61%	-	0.18%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,01	1,13	1,48	1,35	1,32
2000	2,71	1,08	1,57	1,64	1,43
2001	2,91	1,08	1,67	1,66	1,46
2002	2,35	1,08	1,40	1,64	1,36
Ensemble de la période	2,54	1,09	1,55	1,57	1,40

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,23	1,07	1,50	1,47	1,44
2000	2,44	1,03	1,53	1,60	1,45
2001	2,35	1,04	1,55	1,56	1,43
2002	2,28	1,07	1,56	1,56	1,38
Ensemble de la période	2,34	1,05	1,53	1,55	1,43

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,48	CAT 1	0,22	CAT 1
2000	0,74	CAT 1	0,40	CAT 1
2001	0,88	CAT 1	0,35	CAT 1
2002	0,52	CAT 1	0,35	CAT 1
Ensemble de la période	0,66	CAT 1	0,33	CAT 1

Naples-Gênes

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	638	638	0	1,75	-
2000	754	754	0	2,07	-
2001	657	657	0	1,80	-
2002	498	498	0	1,84	-
Total	2547	2547	0	1,86	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.63%	1.72%	2.89%	-	1.41%
Cargos	10.03%	13.40%	8.52%	12.65%	11.15%
Méthaniers	0.16%	-	-	-	0.04%
Passagers	14.26%	16.31%	17.35%	21.29%	17.04%
Rouliers	19.44%	21.49%	21.77%	20.88%	20.93%
Tankers & Chimiquiers	4.23%	3.45%	5.63%	6.43%	4.79%
Porte-Conteneurs	50.31%	43.37%	43.68%	38.76%	44.29%
Autres	0.94%	0.27%	0.15%	-	0.35%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,95	1,19	1,58	1,27	1,36
2000	2,06	1,18	1,47	1,32	1,41
2001	1,91	1,18	1,44	1,30	1,38
2002	1,78	1,18	1,43	1,32	1,34
Ensemble de la période	1,94	1,18	1,48	1,30	1,37

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	3,40	CAT 1	-	-
2000	4,25	CAT 2	-	-
2001	3,43	CAT 1	-	-
2002	3,29	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	3,61	CAT 1	-	-

Venise-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	239	230	9	0,63	0,02
2000	258	251	7	0,69	0,02
2001	236	227	9	0,62	0,02
2002	177	174	3	0,64	0,01
Total	910	882	28	0,65	0,02

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	46.44%	44.96%	43.64%	36.16%	43.30%
Cargos	34.31%	34.11%	38.98%	46.33%	37.80%
Méthaniers	6.28%	4.26%	2.12%	2.82%	3.96%
Passagers	0.84%	0.39%	0.85%	-	0.55%
Rouliers	2.09%	1.94%	2.54%	5.08%	2.75%
Tankers & Chimiquiers	7.95%	12.02%	9.32%	6.21%	9.12%
Porte-Conteneurs	0.84%	1.55%	1.27%	1.13%	1.21%
Autres	1.26%	0.78%	1.27%	2.26%	1.32%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,71	1,17	1,65	1,87	1,49
2000	3,58	1,16	1,57	1,86	1,47
2001	3,60	1,16	1,55	1,89	1,48
2002	3,21	1,14	1,49	1,87	1,42
Ensemble de la période	3,55	1,16	1,57	1,87	1,47

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	4,02	1,21	1,67	1,89	1,53
2000	3,28	1,21	1,29	1,87	1,46
2001	3,70	1,19	1,44	2,00	1,52
2002	5,69	1,30	1,67	2,00	1,73
Ensemble de la période	3,91	1,21	1,50	1,93	1,53

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,34	CAT 1	0,10	CAT 1
2000	2,46	CAT 1	0,06	CAT 1
2001	2,24	CAT 1	0,09	CAT 1
2002	2,07	CAT 1	0,06	CAT 1
Ensemble de la période	2,29	CAT 1	0,08	CAT 1

Le Pirée-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	1081	1081	0	2,96	-
2000	1054	1054	0	2,89	-
2001	818	818	0	2,24	-
2002	528	528	0	1,96	-
Total	3481	3481	0	2,51	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	30.16%	27.70%	24.08%	17.99%	26.14%
Cargos	23.77%	24.48%	22.37%	22.54%	23.47%
Méthaniers	0.65%	0.19%	0.61%	0.38%	0.46%
Passagers	1.48%	0.66%	1.10%	0.76%	1.03%
Rouliers	7.03%	9.49%	11.98%	12.31%	9.74%
Tankers & Chimiquiers	11.66%	13.85%	12.96%	13.83%	12.96%
Porte-Conteneurs	23.31%	21.35%	24.57%	30.30%	24.07%
Autres	1.94%	2.28%	2.32%	1.89%	2.13%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,39	1,19	1,63	1,65	1,53
2000	3,25	1,18	1,62	1,64	1,51
2001	3,23	1,19	1,62	1,58	1,53
2002	3,01	1,18	1,57	1,53	1,51
Ensemble de la période	3,25	1,19	1,61	1,61	1,52

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	10,04	CAT 3	-	-
2000	9,40	CAT 2	-	-
2001	7,24	CAT 2	-	-
2002	5,88	CAT 2	-	-
Ensemble de la période	8,17	CAT 2	-	-

Le Pirée-Valence

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	130	130	0	0,36	-
2000	129	129	0	0,35	-
2001	145	145	0	0,40	-
2002	94	94	0	0,35	-
Total	498	498	0	0,36	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	12.31%	5.43%	3.45%	3.19%	6.22%
Cargos	33.08%	26.36%	4.83%	8.51%	18.47%
Rouliers	6.92%	13.95%	15.17%	17.02%	13.05%
Tankers & Chimiquiers	-	-	0.69%	2.13%	0.60%
Porte-Conteneurs	47.69%	54.26%	75.86%	69.15%	61.65%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,72	1,18	1,76	1,51	1,49
2000	2,31	1,19	1,69	1,39	1,46
2001	2,34	1,17	1,72	1,18	1,58
2002	2,19	1,18	1,56	1,21	1,51
Ensemble de la période	2,40	1,18	1,69	1,32	1,51

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,97	CAT 1	-	-
2000	0,82	CAT 1	-	-
2001	0,93	CAT 1	-	-
2002	0,76	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,87	CAT 1	-	-

Le Pirée-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	293	247	46	0,68	0,13
2000	323	269	54	0,74	0,15
2001	197	176	21	0,48	0,06
2002	129	118	11	0,44	0,04
Total	942	810	132	0,58	0,09

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	3.07%	0.31%	-	0.78%	1.17%
Cargos	17.75%	16.72%	8.63%	1.55%	13.27%
Méthaniers	-	-	-	0.78%	0.11%
Passagers	1.37%	0.62%	-	-	0.64%
Rouliers	46.76%	54.18%	53.30%	48.84%	50.96%
Tankers & Chimiquiers	1.02%	1.55%	3.05%	3.10%	1.91%
Porte-Conteneurs	29.35%	26.01%	35.03%	44.96%	31.53%
Autres	0.68%	0.62%			0.42%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,25	1,12	1,57	1,30	1,49
2000	2,16	1,17	1,56	1,25	1,52
2001	2,21	1,18	1,61	1,18	1,54
2002	1,93	1,19	1,63	1,13	1,48
Ensemble de la période	2,16	1,16	1,58	1,23	1,51

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,55	1,12	1,82	1,32	1,55
2000	2,46	1,13	1,64	1,35	1,56
2001	2,18	1,13	1,62	1,25	1,51
2002	1,62	1,18	1,68	1,17	1,30
Ensemble de la période	2,38	1,13	1,70	1,31	1,53

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,52	CAT 1	0,32	CAT 1
2000	1,59	CAT 1	0,36	CAT 1
2001	1,06	CAT 1	0,13	CAT 1
2002	0,84	CAT 1	0,07	CAT 1
Ensemble de la période	1,26	CAT 1	0,22	CAT 1

Le Pirée-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	116	89	27	0,24	0,07
2000	181	150	31	0,41	0,08
2001	146	125	21	0,34	0,06
2002	115	96	19	0,36	0,07
Total	558	460	98	0,34	0,07

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	10.34%	1.10%	2.74%	3.48%	3.94%
Cargos	26.72%	23.76%	19.86%	17.39%	22.04%
Méthaniers	-	1.66%	-	0.87%	0.72%
Passagers	0.86%	0.55%	0.68%	0.87%	0.72%
Rouliers	18.97%	29.83%	35.62%	29.57%	29.03%
Tankers & Chimiquiers	20.69%	11.60%	6.16%	11.30%	12.01%
Porte-Conteneurs	22.41%	31.49%	34.25%	35.65%	31.18%
Autres			0.68%	0.87%	0.36%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,22	1,16	1,57	1,52	1,59
2000	2,55	1,16	1,64	1,35	1,54
2001	2,71	1,17	1,68	1,30	1,59
2002	2,48	1,17	1,55	1,30	1,58
Ensemble de la période	2,71	1,17	1,62	1,36	1,57

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,91	1,22	1,70	1,51	1,51
2000	2,74	1,16	1,56	1,49	1,49
2001	3,15	1,15	1,69	1,52	1,57
2002	2,84	1,16	1,74	1,56	1,42
Ensemble de la période	2,90	1,18	1,66	1,51	1,50

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,79	CAT 1	0,22	CAT 1
2000	1,05	CAT 1	0,23	CAT 1
2001	0,93	CAT 1	0,18	CAT 1
2002	0,88	CAT 1	0,20	CAT 1
Ensemble de la période	0,92	CAT 1	0,21	CAT 1

Le Pirée-Gênes

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	243	216	27	0,59	0,07
2000	122	107	15	0,29	0,04
2001	132	119	13	0,33	0,04
2002	93	86	7	0,32	0,03
Total	590	528	62	0,38	0,04

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	2.47%	6.56%	3.03%	2.15%	3.39%
Cargos	23.05%	22.13%	23.48%	18.28%	22.20%
Passagers	2.88%	4.10%	3.79%	-	2.88%
Rouliers	13.58%	5.74%	5.30%	9.68%	9.49%
Tankers & Chimiquiers	6.17%	10.66%	9.09%	10.75%	8.47%
Porte-Conteneurs	51.44%	50.82%	53.79%	59.14%	53.05%
Autres	0.41%	-	1.52%		0.51%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,76	1,15	1,54	1,33	1,28
2000	1,82	1,12	1,44	1,37	1,29
2001	2,10	1,14	1,52	1,36	1,35
2002	2,03	1,13	1,55	1,31	1,40
Ensemble de la période	1,89	1,14	1,52	1,34	1,32

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,41	1,14	1,43	1,67	1,41
2000	2,15	1,17	1,23	1,74	1,24
2001	2,66	1,18	1,46	1,74	1,38
2002	2,15	1,14	1,50	1,54	1,36
Ensemble de la période	2,37	1,16	1,40	1,69	1,36

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,04	CAT 1	0,18	CAT 1
2000	0,53	CAT 1	0,09	CAT 1
2001	0,68	CAT 1	0,09	CAT 1
2002	0,65	CAT 1	0,06	CAT 1
Ensemble de la période	0,72	CAT 1	0,10	CAT 1

Le Pirée-Naples

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	153	135	18	0,37	0,05
2000	172	158	14	0,43	0,04
2001	181	172	9	0,47	0,02
2002	110	107	3	0,40	0,01
Total	616	572	44	0,42	0,03

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	2.61%	6.98%	3.87%	3.64%	4.38%
Cargos	47.06%	23.26%	18.78%	10.91%	25.65%
Méthaniers	-	-	-	0.91%	0.16%
Passagers	8.50%	7.56%	2.21%	0.91%	5.03%
Rouliers	0.65%	-	-	-	0.16%
Tankers & Chimiquiers	2.61%	1.74%	2.21%	0.91%	1.95%
Porte-Conteneurs	38.56%	60.47%	72.93%	82.73%	62.66%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,17	1,16	1,69	1,55	1,53
2000	2,76	1,17	1,67	1,36	1,52
2001	2,52	1,17	1,79	1,29	1,49
2002	2,45	1,18	1,82	1,22	1,55
Ensemble de la période	2,73	1,17	1,74	1,36	1,52

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	4,98	1,14	1,94	1,89	1,71
2000	4,54	1,19	2,00	1,96	1,56
2001	4,59	1,16	1,89	2,00	1,63
2002	3,92	1,20	1,67	2,00	1,57
Ensemble de la période	4,69	1,16	1,93	1,94	1,64

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,17	CAT 1	0,25	CAT 1
2000	1,19	CAT 1	0,17	CAT 1
2001	1,19	CAT 1	0,11	CAT 1
2002	0,97	CAT 1	0,04	CAT 1
Ensemble de la période	1,14	CAT 1	0,14	CAT 1

Détroit des Dardanelles-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	3315	3314	1	9,08	-
2000	3494	3494	0	9,57	-
2001	3896	3875	21	10,62	0,06
2002	3195	3169	26	11,74	0,10
Total	13900	13852	48	10,25	0,04

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	33.42%	31.88%	31.24%	31.61%	32.01%
Cargos	45.25%	46.39%	44.17%	41.41%	44.35%
Méthaniers	3.53%	3.58%	4.77%	4.19%	4.04%
Passagers	0.09%	0.29%	0.18%	0.19%	0.19%
Rouliers	1.78%	1.57%	2.23%	1.60%	1.81%
Tankers & Chimiquiers	10.38%	11.93%	12.58%	14.49%	12.33%
Porte-Conteneurs	2.23%	1.14%	1.26%	2.38%	1.72%
Autres	3.32%	3.21%	3.57%	4.13%	3.55%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,74	1,14	1,71	1,86	1,51
2000	3,59	1,14	1,65	1,87	1,50
2001	3,57	1,14	1,64	1,84	1,51
2002	3,47	1,15	1,61	1,83	1,49
Ensemble de la période	3,59	1,14	1,65	1,85	1,50

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	33,96	CAT 3	-	-
2000	34,40	CAT 3	-	-
2001	37,93	CAT 3	-	-
2002	40,68	CAT 3	-	-
Ensemble de la période	36,84	CAT 3	-	-

Détroit des Dardanelles-Valence

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	119	119	0	0,33	-
2000	206	206	0	0,56	-
2001	166	166	0	0,45	-
2002	121	121	0	0,45	-
Total	612	612	0	0,45	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	13.45%	11.65%	24.70%	43.80%	21.90%
Cargos	75.63%	55.83%	57.23%	34.71%	55.88%
Rouliers	2.52%	21.36%	6.02%	6.61%	10.62%
Tankers & Chimiquiers	7.56%	7.28%	5.42%	9.92%	7.35%
Porte-Conteneurs	0.84%	3.88%	4.82%	4.96%	3.76%
Autres	-	-	1.81%	-	0.49%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,45	1,13	1,86	1,93	1,42
2000	3,17	1,12	1,85	1,74	1,46
2001	3,92	1,10	1,87	1,87	1,53
2002	4,29	1,15	1,82	1,85	1,60
Ensemble de la période	3,65	1,12	1,85	1,83	1,50

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,13	CAT 1	-	-
2000	1,79	CAT 1	-	-
2001	1,78	CAT 1	-	-
2002	1,92	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,64	CAT 1	-	-

Détroit des Dardanelles-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	254	254	0	0,70	-
2000	242	242	0	0,66	-
2001	174	174	0	0,48	-
2002	181	181	0	0,67	-
Total	851	851	0	0,63	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	4.33%	4.13%	9.20%	10.50%	6.58%
Cargos	42.13%	32.23%	40.23%	37.02%	37.84%
Méthaniers	-	0.41%	0.57%	-	0.24%
Passagers	0.79%	0.41%	1.15%	-	0.59%
Rouliers	37.01%	44.63%	12.64%	21.55%	30.90%
Tankers & Chimiquiers	12.99%	15.70%	30.46%	25.97%	20.09%
Porte-Conteneurs	2.36%	2.07%	4.60%	4.42%	3.17%
Autres	0.39%	0.41%	1.15%	0.55%	0.59%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,18	1,11	1,85	1,57	1,54
2000	2,81	1,12	1,75	1,49	1,52
2001	3,29	1,10	1,68	1,68	1,53
2002	3,22	1,11	1,72	1,63	1,54
Ensemble de la période	3,11	1,11	1,76	1,58	1,53

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,21	CAT 1	-	-
2000	1,87	CAT 1	-	-
2001	1,57	CAT 1	-	-
2002	2,16	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,95	CAT 1	-	-

Détroit des Dardanelles-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	330	313	17	0,86	0,05
2000	530	512	18	1,40	0,05
2001	351	281	72	0,77	0,20
2002	408	220	189	0,81	0,70
Total	1619	1326	296	0,96	0,25

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	3.64%	2.83%	3.99%	3.19%	3.34%
Cargos	26.06%	15.28%	18.52%	12.50%	17.48%
Méthaniers	4.85%	3.77%	0.57%	4.17%	3.40%
Passagers	-	-	0.57%	-	0.12%
Rouliers	14.24%	22.83%	15.95%	8.09%	15.87%
Tankers & Chimiquiers	49.39%	51.89%	57.83%	70.83%	57.44%
Porte-Conteneurs	0.61%	3.02%	1.99%	1.23%	1.85%
Autres	1.21%	0.38%	0.57%	-	0.49%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,85	1,19	1,66	1,58	1,46
2000	2,42	1,18	1,57	1,48	1,43
2001	2,43	1,18	1,54	1,54	1,38
2002	2,65	1,15	1,60	1,53	1,43
Ensemble de la période	2,56	1,18	1,59	1,52	1,43

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,50	1,19	1,71	1,40	1,42
2000	2,15	1,14	1,67	1,31	1,38
2001	2,16	1,30	1,57	1,55	1,24
2002	1,96	1,30	1,33	1,52	1,23
Ensemble de la période	2,05	1,29	1,43	1,51	1,25

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,45	CAT 1	0,12	CAT 1
2000	3,40	CAT 1	0,11	CAT 1
2001	1,87	CAT 1	0,43	CAT 1
2002	2,16	CAT 1	1,37	CAT 1
Ensemble de la période	2,46	CAT 1	0,51	CAT 1

Détroit des Dardanelles-Gênes

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	202	202	0	0,55	-
2000	248	247	1	0,68	-
2001	299	277	22	0,76	0,06
2002	256	217	39	0,80	0,14
Total	1005	943	62	0,70	0,05

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	10.40%	7.66%	8.03%	14.06%	9.95%
Cargos	45.54%	27.02%	32.44%	26.95%	32.34%
Méthaniers	0.50%	-	-	-	0.10%
Passagers	-	1.21%	2.68%	1.17%	1.39%
Rouliers	8.42%	4.44%	1.34%	1.95%	3.68%
Tankers & Chimiquiers	28.71%	45.56%	43.14%	41.41%	40.40%
Porte-Conteneurs	5.94%	12.90%	12.04%	13.67%	11.44%
Autres	0.50%	1.21%	0.33%	0.78%	0.70%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,44	1,12	1,76	1,72	1,51
2000	3,11	1,16	1,78	1,60	1,48
2001	3,21	1,13	1,78	1,66	1,49
2002	3,29	1,12	1,76	1,67	1,54
Ensemble de la période	3,25	1,13	1,77	1,66	1,50

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	-	-	-	-	-
2000	1,69	1,30	2,00	1,50	1,10
2001	2,06	1,34	1,57	1,50	1,23
2002	2,28	1,36	1,42	1,50	1,32
Ensemble de la période	2,19	1,35	1,48	1,50	1,28

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,91	CAT 1	-	-
2000	2,11	CAT 1	-	-
2001	2,43	CAT 1	0,12	CAT 1
2002	2,64	CAT 1	0,33	CAT 1
Ensemble de la période	2,27	CAT 1	0,11	CAT 1

Détroit des Dardanelles-Naples

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	85	84	1	0,23	-
2000	86	83	3	0,23	0,01
2001	139	123	16	0,34	0,04
2002	133	117	16	0,43	0,06
Total	443	407	36	0,31	0,03

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	3.53%	20.93%	15.11%	21.80%	16.03%
Cargos	56.47%	63.95%	71.22%	58.65%	63.21%
Méthaniers	-	-	1.44%	-	0.45%
Passagers	8.24%	1.16%	3.60%	3.76%	4.06%
Tankers & Chimiquiers	14.12%	10.47%	4.32%	9.02%	8.80%
Porte-Conteneurs	15.29%	2.33%	4.32%	5.26%	6.32%
Autres	2.35%	1.16%	-	1.50%	1.13%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,79	1,08	1,90	1,74	1,62
2000	4,14	1,06	1,80	1,91	1,58
2001	3,79	1,07	1,75	1,90	1,58
2002	4,07	1,08	1,81	1,86	1,59
Ensemble de la période	3,94	1,07	1,81	1,86	1,59

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,00	1,00	2,00	2,00	1,10
2000	5,22	1,07	2,00	2,00	1,73
2001	3,26	1,01	1,84	1,97	1,40
2002	5,09	1,09	1,97	2,00	1,68
Ensemble de la période	4,20	1,05	1,92	1,99	1,54

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,87	CAT 1	0,01	CAT 1
2000	0,94	CAT 1	0,04	CAT 1
2001	1,28	CAT 1	0,14	CAT 1
2002	1,76	CAT 1	0,30	CAT 1
Ensemble de la période	1,21	CAT 1	0,12	CAT 1

Canal de Suez-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	5039	5039	0	13,81	-
2000	5442	5442	0	14,91	-
2001	5594	5594	0	15,33	-
2002	3616	3616	0	13,39	-
Total	19691	19691	0	14,36	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	23.64%	27.42%	24.56%	25.22%	25.23%
Cargos	16.83%	12.83%	11.92%	13.52%	13.72%
Méthaniers	1.15%	3.62%	2.48%	3.54%	2.65%
Passagers	0.28%	0.06%	0.16%	0.06%	0.14%
Rouliers	9.21%	5.09%	4.20%	5.23%	5.92%
Tankers & Chimiquiers	16.11%	16.43%	19.79%	17.51%	17.50%
Porte-Conteneurs	31.12%	33.06%	35.11%	32.49%	33.04%
Autres	1.67%	1.51%	1.77%	2.43%	1.79%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,23	1,24	1,46	1,54	1,29
2000	2,26	1,25	1,43	1,53	1,30
2001	2,18	1,25	1,43	1,52	1,30
2002	2,20	1,25	1,44	1,53	1,29
Ensemble de la période	2,22	1,25	1,44	1,53	1,30

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	30,84	CAT 3	-	-
2000	33,65	CAT 3	-	-
2001	33,37	CAT 3	-	-
2002	29,41	CAT 3	-	-
Ensemble de la période	31,84	CAT 3	-	-

Canal de Suez-Valence

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	98	98	0	0,27	-
2000	122	122	0	0,33	-
2001	164	164	0	0,45	-
2002	144	144	0	0,53	-
Total	528	528	0	0,40	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	9.18%	18.85%	18.90%	13.89%	15.72%
Cargos	27.55%	14.75%	6.10%	3.47%	11.36%
Rouliers	6.12%	10.66%	6.10%	3.47%	6.44%
Tankers & Chimiquiers	11.22%	3.28%	4.27%	4.86%	5.49%
Porte-Conteneurs	45.92%	51.64%	63.41%	73.61%	60.23%
Autres	-	0.82%	1.22%	0.69%	0.76%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,93	1,20	1,58	1,48	1,45
2000	2,14	1,21	1,52	1,42	1,31
2001	1,83	1,22	1,53	1,35	1,24
2002	1,46	1,23	1,62	1,28	1,18
Ensemble de la période	2,01	1,22	1,56	1,37	1,28

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,79	CAT 1	-	-
2000	0,72	CAT 1	-	-
2001	0,82	CAT 1	-	-
2002	0,78	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,80	CAT 1	-	-

Canal de Suez-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	283	283	0	0,78	-
2000	278	278	0	0,76	-
2001	275	275	0	0,75	-
2002	170	170	0	0,63	-
Total	1006	1006	0	0,73	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	9.19%	7.91%	4.36%	1.76%	6.26%
Cargos	8.48%	5.76%	6.91%	7.06%	7.06%
Méthaniers	16.25%	3.24%	13.09%	10.59%	10.83%
Passagers	-	0.36%	-	-	0.10%
Rouliers	31.45%	19.78%	21.09%	23.53%	24.06%
Tankers & Chimiquiers	14.49%	19.78%	16.73%	17.65%	17.10%
Porte-Conteneurs	19.08%	39.21%	35.64%	37.06%	32.21%
Autres	1.06%	3.96%	2.18%	2.35%	2.39%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,92	1,21	1,48	1,32	1,42
2000	1,86	1,20	1,55	1,32	1,34
2001	1,89	1,21	1,54	1,28	1,41
2002	1,87	1,20	1,48	1,26	1,44
Ensemble de la période	1,88	1,21	1,52	1,30	1,40

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,49	CAT 1	-	-
2000	1,41	CAT 1	-	-
2001	1,42	CAT 1	-	-
2002	1,18	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,38	CAT 1	-	-

Canal de Suez-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	290	263	27	0,72	0,07
2000	248	230	18	0,63	0,05
2001	249	233	16	0,64	0,04
2002	206	197	9	0,73	0,03
Total	993	923	70	0,68	0,05

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	7.93%	6.85%	5.62%	5.83%	6.65%
Cargos	11.38%	10.89%	6.02%	8.74%	9.37%
Méthaniers	9.66%	6.05%	6.43%	12.14%	8.46%
Passagers	-	-	0.40%	0.49%	0.20%
Rouliers	7.59%	8.06%	8.43%	8.25%	8.06%
Tankers & Chimiquiers	18.28%	18.15%	22.09%	16.02%	18.73%
Porte-Conteneurs	44.83%	49.19%	51.00%	47.57%	48.04%
Autres	0.34%	0.81%	-	0.97%	0.50%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,00	1,21	1,43	1,33	1,35
2000	1,93	1,21	1,44	1,32	1,35
2001	1,88	1,21	1,38	1,28	1,35
2002	1,87	1,20	1,38	1,30	1,35
Ensemble de la période	1,93	1,21	1,41	1,31	1,35

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,14	1,31	1,54	1,49	1,31
2000	2,25	1,18	1,61	1,50	1,37
2001	1,95	1,24	1,31	1,47	1,33
2002	1,53	1,16	1,22	1,29	1,37
Ensemble de la période	2,05	1,24	1,46	1,46	1,34

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,44	CAT 1	0,16	CAT 1
2000	1,22	CAT 1	0,11	CAT 1
2001	1,20	CAT 1	0,09	CAT 1
2002	1,36	CAT 1	0,05	CAT 1
Ensemble de la période	1,31	CAT 1	0,10	CAT 1

Canal de Suez-Gênes

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	213	207	6	0,57	0,02
2000	212	203	9	0,56	0,02
2001	196	188	8	0,52	0,02
2002	121	116	5	0,43	0,02
Total	742	714	28	0,52	0,02

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	6.57%	7.55%	7.65%	9.92%	7.68%
Cargos	13.15%	12.26%	16.84%	20.66%	15.09%
Passagers	1.41%	1.89%	1.53%	1.65%	1.62%
Rouliers	24.88%	29.72%	17.35%	9.92%	21.83%
Tankers & Chimiquiers	18.78%	14.15%	16.33%	19.01%	16.85%
Porte-Conteneurs	34.74%	33.96%	39.80%	35.54%	35.98%
Autres	0.47%	0.47%	0.51%	3.31%	0.94%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,92	1,21	1,50	1,36	1,29
2000	1,95	1,21	1,44	1,34	1,34
2001	2,28	1,20	1,47	1,39	1,39
2002	2,34	1,18	1,46	1,47	1,42
Ensemble de la période	2,09	1,20	1,47	1,38	1,35

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,72	1,35	1,92	1,50	1,60
2000	3,32	1,32	1,89	1,50	1,51
2001	3,73	1,31	2,00	1,50	1,63
2002	3,72	1,32	2,00	1,50	1,62
Ensemble de la période	3,60	1,32	1,95	1,50	1,58

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,09	CAT 1	0,06	CAT 1
2000	1,09	CAT 1	0,08	CAT 1
2001	1,17	CAT 1	0,08	CAT 1
2002	1,00	CAT 1	0,07	CAT 1
Ensemble de la période	1,08	CAT 1	0,07	CAT 1

Canal de Suez-Naples

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	76	74	2	0,20	0,01
2000	119	115	4	0,32	0,01
2001	185	179	6	0,49	0,02
2002	144	141	3	0,52	0,01
Total	524	509	15	0,38	0,01

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	1.32%	5.88%	8.65%	1.39%	4.96%
Cargos	2.63%	8.40%	37.30%	26.39%	22.71%
Méthaniers	1.32%	-	-	1.39%	0.57%
Passagers	3.95%	19.33%	1.08%	-	5.34%
Rouliers	36.84%	25.21%	10.27%	12.50%	18.13%
Tankers & Chimiquiers	-	-	1.08%	2.08%	0.95%
Porte-Conteneurs	50.00%	39.50%	39.46%	55.56%	45.42%
Autres	3.95%	1.68%	2.16%	0.69%	1.91%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,71	1,19	1,70	1,15	1,32
2000	2,22	1,20	1,53	1,29	1,44
2001	2,07	1,20	1,57	1,52	1,28
2002	1,80	1,20	1,56	1,35	1,31
Ensemble de la période	1,97	1,20	1,57	1,37	1,33

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,95	1,20	1,50	1,75	1,65
2000	4,54	1,10	1,75	1,88	1,58
2001	2,19	1,20	1,50	2,00	1,10
2002	2,16	1,20	1,67	1,70	1,23
Ensemble de la période	2,91	1,17	1,60	1,87	1,33

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,35	CAT 1	0,02	CAT 1
2000	0,70	CAT 1	0,05	CAT 1
2001	1,01	CAT 1	0,04	CAT 1
2002	0,94	CAT 1	0,02	CAT 1
Ensemble de la période	0,76	CAT 1	0,03	CAT 1

Tripoli - Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	323	323	0	0,88	-
2000	245	245	0	0,67	-
2001	178	178	0	0,49	-
2002	108	108	0	0,40	-
Total	854	854	0	0,61	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	5.26%	8.16%	10.11%	8.33%	7.49%
Cargos	46.75%	54.69%	62.92%	71.30%	55.50%
Méthaniers	0.31%	-	-	-	0.12%
Passagers	27.24%	14.69%	10.11%	0.93%	16.74%
Rouliers	16.10%	17.14%	12.92%	7.41%	14.64%
Tankers & Chimiquiers	0.62%	0.41%	-	-	0.35%
Porte-Conteneurs	3.10%	4.08%	3.93%	11.11%	4.57%
Autres	0.62%	0.82%	-	0.93%	0.59%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,43	1,14	1,77	1,68	1,53
2000	3,33	1,14	1,74	1,73	1,51
2001	3,36	1,15	1,73	1,80	1,48
2002	3,05	1,14	1,67	1,82	1,41
Ensemble de la période	3,34	1,14	1,74	1,74	1,50

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	3,03	CAT 1	-	-
2000	2,23	CAT 1	-	-
2001	1,64	CAT 1	-	-
2002	1,22	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	2,04	CAT 1	-	-

Skikda-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	372	372	0	1,02	-
2000	421	421	0	1,15	-
2001	549	549	0	1,50	-
2002	334	334	0	1,24	-
Total	1676	1676	0	1,23	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.27%		0.18%	0.60%	0.24%
Cargos	1.08%	0.24%	2.55%	3.89%	1.91%
Méthaniers	40.32%	55.11%	50.46%	51.80%	49.64%
Passagers	10.48%	8.79%	10.75%	8.08%	9.67%
Rouliers	22.58%	19.95%	10.75%	17.07%	16.95%
Tankers & Chimiquiers	25.27%	15.20%	23.50%	17.37%	20.58%
Porte-Conteneurs	-	0.24%	1.09%	0.60%	0.54%
Autres	-	0.48%	0.73%	0.60%	0.48%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,42	1,15	1,45	1,26	1,68
2000	2,36	1,17	1,38	1,20	1,80
2001	2,43	1,17	1,35	1,26	1,77
2002	2,26	1,19	1,27	1,24	1,77
Ensemble de la période	2,38	1,17	1,36	1,24	1,76

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,47	CAT 1	-	-
2000	2,73	CAT 1	-	-
2001	3,66	CAT 1	-	-
2002	2,80	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	2,92	CAT 1	-	-

Savone-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	546	546	0	1,50	-
2000	464	464	0	1,27	-
2001	379	379	0	1,04	-
2002	398	398	0	1,47	-
Total	1787	1787	0	1,32	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	25.64%	28.45%	29.29%	23.62%	26.69%
Cargos	47.80%	39.01%	32.98%	41.21%	40.91%
Méthaniers	-	0.22%	-	-	0.06%
Passagers	1.10%	-	1.32%	5.78%	1.90%
Rouliers	15.75%	19.83%	28.23%	22.11%	20.87%
Tankers & Chimiquiers	7.69%	10.56%	7.92%	6.78%	8.28%
Porte-Conteneurs	1.65%	1.72%	0.26%	0.50%	1.12%
Autres	0.37%	0.22%	-	-	0.17%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,70	1,20	1,52	1,80	1,33
2000	2,70	1,20	1,50	1,75	1,35
2001	2,54	1,22	1,51	1,70	1,32
2002	2,60	1,21	1,46	1,73	1,32
Ensemble de la période	2,65	1,21	1,50	1,75	1,33

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	4,04	CAT 2	-	-
2000	3,43	CAT 1	-	-
2001	2,64	CAT 1	-	-
2002	3,84	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	3,49	CAT 1	-	-

Savone-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	154	154	0	0,42	-
2000	154	154	0	0,42	-
2001	183	183	0	0,50	-
2002	163	163	0	0,60	-
Total	654	654	0	0,49	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	2.60%	1.30%	1.09%	1.23%	1.53%
Cargos	45.45%	44.16%	31.69%	27.61%	36.85%
Passagers	14.29%	14.94%	14.21%	20.86%	16.06%
Rouliers	36.36%	29.22%	34.43%	33.74%	33.49%
Tankers & Chimiquiers	1.30%	1.30%	1.64%	1.84%	1.53%
Porte-Conteneurs	-	9.09%	16.39%	14.72%	10.40%
Autres	-	-	0.55%	-	0.15%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,39	1,19	1,57	1,59	1,40
2000	2,17	1,20	1,45	1,57	1,35
2001	1,83	1,21	1,45	1,46	1,27
2002	1,98	1,22	1,54	1,45	1,31
Ensemble de la période	2,08	1,20	1,50	1,52	1,33

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,01	CAT 1	-	-
2000	0,92	CAT 1	-	-
2001	0,92	CAT 1	-	-
2002	1,20	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,01	CAT 1	-	-

La Spezia-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	404	361	43	0,99	0,12
2000	446	399	47	1,09	0,13
2001	415	379	36	1,04	0,10
2002	242	223	19	0,83	0,07
Total	1507	1362	145	0,99	0,10

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	19.55%	12.11%	8.92%	15.29%	13.74%
Cargos	29.46%	31.61%	20.72%	26.45%	27.21%
Méthaniers	-	-	-	0.83%	0.13%
Passagers	0.50%	-	0.24%	-	0.20%
Rouliers	10.40%	3.14%	2.65%	0.83%	4.58%
Tankers & Chimiquiers	6.44%	1.79%	1.93%	3.72%	3.38%
Porte-Conteneurs	33.17%	50.45%	65.06%	52.07%	50.10%
Autres	0.50%	0.90%	0.48%	0.83%	0.66%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,27	1,16	1,44	1,54	1,36
2000	2,15	1,16	1,37	1,54	1,34
2001	2,16	1,16	1,38	1,55	1,32
2002	2,09	1,15	1,37	1,55	1,31
Ensemble de la période	2,17	1,16	1,39	1,54	1,33

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,00	1,13	1,45	1,80	1,39
2000	2,61	1,12	1,48	1,79	1,33
2001	2,43	1,15	1,36	1,68	1,34
2002	2,92	1,15	1,42	1,91	1,42
Ensemble de la période	2,72	1,14	1,43	1,78	1,36

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,24	CAT 1	0,35	CAT 1
2000	2,35	CAT 1	0,34	CAT 1
2001	2,24	CAT 1	0,24	CAT 1
2002	1,73	CAT 1	0,21	CAT 1
Ensemble de la période	2,14	CAT 1	0,28	CAT 1

La Spezia-Valence

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	116	116	0	0,32	-
2000	135	135	0	0,37	-
2001	140	140	0	0,38	-
2002	179	179	0	0,66	-
Total	570	570	0	0,43	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	2.59%	8.15%	6.43%	6.70%	6.14%
Cargos	7.76%	9.63%	5.71%	5.03%	6.84%
Rouliers	3.45%	4.44%	1.43%	-	2.11%
Tankers & Chimiquiers	86.21%	77.78%	86.43%	88.27%	84.91%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,51	1,20	1,53	1,19	1,23
2000	1,75	1,16	1,39	1,26	1,29
2001	1,70	1,19	1,49	1,21	1,28
2002	1,64	1,23	1,56	1,21	1,27
Ensemble de la période	1,65	1,20	1,49	1,22	1,27

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,48	CAT 1	-	-
2000	0,65	CAT 1	-	-
2001	0,65	CAT 1	-	-
2002	1,09	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,72	CAT 1	-	-

La Spezia-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	188	188	0	0,52	-
2000	181	181	0	0,50	-
2001	189	189	0	0,52	-
2002	131	131	0	0,49	-
Total	689	689	0	0,50	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	2.66%	4.97%	1.59%	1.53%	2.76%
Cargos	13.83%	29.28%	23.81%	10.69%	20.03%
Méthaniers	-	3.31%	1.06%	3.82%	1.89%
Passagers	1.60%	1.66%	2.12%	8.40%	3.05%
Rouliers	14.89%	12.71%	5.29%	2.29%	9.29%
Tankers & Chimiquiers	-	0.55%	-	2.29%	0.58%
Porte-Conteneurs	67.02%	47.51%	65.61%	70.99%	62.26%
Autres	-	-	0.53%	-	0.15%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,57	1,16	1,36	1,25	1,26
2000	1,99	1,16	1,42	1,42	1,32
2001	1,82	1,18	1,50	1,34	1,28
2002	1,87	1,20	1,63	1,25	1,33
Ensemble de la période	1,80	1,17	1,47	1,32	1,29

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,81	CAT 1	-	-
2000	0,99	CAT 1	-	-
2001	0,94	CAT 1	-	-
2002	0,91	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,91	CAT 1	-	-

La Spezia-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	335	335	0	0,92	-
2000	397	397	0	1,09	-
2001	234	234	0	0,64	-
2002	205	205	0	0,76	-
Total	1171	1171	0	0,85	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	1.19%	4.53%	7.26%	3.41%	3.93%
Cargos	24.18%	35.01%	14.96%	12.68%	24.00%
Méthaniers	0.30%	2.77%	2.56%	3.90%	2.22%
Passagers	0.60%	1.76%	0.43%	0.98%	1.02%
Rouliers	3.58%	2.77%	6.84%	2.93%	3.84%
Tankers & Chimiquiers	2.09%	1.76%	2.14%	3.41%	2.22%
Porte-Conteneurs	68.06%	51.39%	65.38%	72.20%	62.60%
Autres	-	-	0.43%	0.49%	0.17%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,80	1,14	1,49	1,34	1,28
2000	2,07	1,11	1,44	1,47	1,29
2001	1,92	1,17	1,41	1,31	1,30
2002	1,62	1,18	1,35	1,26	1,29
Ensemble de la période	1,88	1,14	1,43	1,36	1,29

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,65	CAT 1	-	-
2000	2,25	CAT 1	-	-
2001	1,23	CAT 1	-	-
2002	1,23	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,60	CAT 1	-	-

La Spezia-Gênes

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	406	406	0	1,11	-
2000	374	374	0	1,02	-
2001	390	390	0	1,07	-
2002	272	272	0	1,01	-
Total	1442	1442	0	1,05	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	3.20%	2.94%	2.82%	6.25%	3.61%
Cargos	25.12%	22.46%	32.56%	29.41%	27.25%
Méthaniers	0.49%	0.27%	1.03%	0.37%	0.55%
Passagers	1.23%	3.48%	0.77%	0.74%	1.60%
Rouliers	24.63%	10.70%	15.13%	3.31%	14.42%
Tankers & Chimiquiers	1.23%	4.28%	3.85%	2.57%	2.98%
Porte-Conteneurs	43.84%	53.74%	43.33%	56.99%	48.75%
Autres	0.25%	2.14%	0.51%	0.37%	0.83%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,73	1,14	1,36	1,37	1,25
2000	1,75	1,15	1,26	1,37	1,31
2001	1,97	1,16	1,29	1,44	1,40
2002	2,07	1,15	1,44	1,44	1,38
Ensemble de la période	1,87	1,15	1,33	1,40	1,33

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,93	CAT 1	-	-
2000	1,80	CAT 1	-	-
2001	2,11	CAT 1	-	-
2002	2,08	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,96	CAT 1	-	-

La Spezia-Le Pirée

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	134	127	7	0,35	0,02
2000	181	175	6	0,48	0,02
2001	175	174	1	0,48	-
2002	118	118	0	0,44	-
Total	608	594	14	0,44	0,01

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	2.24%	1.66%	1.14%	-	1.32%
Cargos	28.36%	12.15%	2.29%	-	10.53%
Rouliers	0.75%	-	-	0.85%	0.33%
Tankers & Chimiquiers	-	0.55%	-	-	0.16%
Porte-Conteneurs	68.66%	85.64%	96.57%	99.15%	87.66%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,45	1,21	1,62	1,34	1,13
2000	1,59	1,22	1,85	1,20	1,21
2001	1,45	1,24	1,79	1,13	1,21
2002	1,21	1,25	1,74	1,10	1,15
Ensemble de la période	1,44	1,23	1,76	1,19	1,18

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,75	1,20	2,00	2,00	1,19
2000	3,52	1,07	1,83	2,00	1,52
2001	4,78	1,00	2,00	2,00	1,70
Ensemble de la période	3,22	1,13	1,93	2,00	1,36

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,51	CAT 1	0,05	CAT 1
2000	0,76	CAT 1	0,06	CAT 1
2001	0,69	CAT 1	0,01	CAT 1
2002	0,53	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,63	CAT 1	0,03	CAT 1

La Spezia-Détroit des Dardanelles

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	169	166	3	0,45	0,01
2000	140	136	4	0,37	0,01
2001	160	147	14	0,40	0,04
2002	126	107	19	0,40	0,07
Total	595	556	40	0,41	0,03

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	8.28%	10.00%	5.63%	15.08%	9.41%
Cargos	71.60%	77.86%	85.00%	80.95%	78.66%
Rouliers	8.88%	5.00%	1.88%	-	4.20%
Tankers & Chimiquiers	7.10%	2.86%	1.25%	0.79%	3.19%
Porte-Conteneurs	3.55%	4.29%	4.38%	3.17%	3.87%
Autres	0.59%	-	1.88%	-	0.67%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,68	1,06	1,90	1,86	1,51
2000	3,79	1,05	1,92	1,90	1,52
2001	3,58	1,04	1,91	1,92	1,47
2002	4,13	1,06	1,79	1,96	1,60
Ensemble de la période	3,77	1,05	1,88	1,90	1,52

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,09	1,20	1,67	1,40	1,37
2000	3,55	1,00	2,00	2,00	1,42
2001	4,14	1,01	1,93	2,00	1,55
2002	4,59	1,01	1,84	2,00	1,63
Ensemble de la période	4,14	1,03	1,88	1,96	1,56

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,67	CAT 1	0,02	CAT 1
2000	1,41	CAT 1	0,04	CAT 1
2001	1,44	CAT 1	0,16	CAT 1
2002	1,64	CAT 1	0,32	CAT 1
Ensemble de la période	1,53	CAT 1	0,13	CAT 1

Tarragone-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	1132	1132	0	3,10	-
2000	1233	1233	0	3,38	-
2001	1228	1228	0	3,36	-
2002	860	860	0	3,19	-
Total	4453	4453	0	3,26	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	25.62%	22.14%	20.77%	24.65%	23.13%
Cargos	16.43%	14.68%	15.07%	14.65%	15.23%
Méthaniers	10.69%	12.17%	12.13%	15.12%	12.35%
Passagers	-	-	0.16%	0.12%	0.07%
Rouliers	6.89%	7.79%	8.55%	6.05%	7.43%
Tankers & Chimiquiers	36.84%	38.36%	40.72%	37.67%	38.49%
Porte-Conteneurs	2.39%	2.84%	1.47%	1.16%	2.02%
Autres	1.15%	2.03%	1.14%	0.58%	1.28%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,63	1,13	1,39	1,63	1,43
2000	2,50	1,14	1,39	1,59	1,41
2001	2,34	1,13	1,35	1,59	1,36
2002	2,36	1,15	1,34	1,61	1,35
Ensemble de la période	2,46	1,14	1,37	1,60	1,39

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	8,15	CAT 2	-	-
2000	8,44	CAT 2	-	-
2001	7,88	CAT 2	-	-
2002	7,51	CAT 2	-	-
Ensemble de la période	8,02	CAT 2	-	-

Tarragone-Valence

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	100	100	0	0,27	-
2000	194	194	0	0,53	-
2001	182	182	0	0,50	-
2002	152	152	0	0,56	-
Total	628	628	0	0,47	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	12.00%	13.40%	8.24%	7.24%	10.19%
Cargos	16.00%	17.01%	18.13%	9.87%	15.45%
Rouliers	2.00%	10.31%	7.69%	10.53%	8.28%
Tankers & Chimiquiers	42.00%	20.62%	26.92%	24.34%	26.75%
Porte-Conteneurs	25.00%	37.11%	38.46%	48.03%	38.22%
Autres	3.00%	1.55%	0.55%	-	1.11%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,23	1,10	1,24	1,53	1,46
2000	2,05	1,15	1,25	1,46	1,35
2001	1,99	1,15	1,24	1,45	1,35
2002	1,82	1,18	1,18	1,35	1,28
Ensemble de la période	2,00	1,15	1,23	1,44	1,35

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,61	CAT 1	-	-
2000	1,09	CAT 1	-	-
2001	0,99	CAT 1	-	-
2002	1,02	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,94	CAT 1	-	-

Tarragone-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	295	295	0	0,81	-
2000	366	366	0	1,00	-
2001	328	328	0	0,90	-
2002	232	232	0	0,86	-
Total	1221	1221	0	0,89	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	4.41%	4.64%	5.79%	2.16%	4.42%
Cargos	7.12%	10.38%	8.23%	8.19%	8.60%
Méthaniers	-	1.09%	0.30%	0.43%	0.49%
Passagers	0.68%	0.27%	1.83%	-	0.74%
Rouliers	34.58%	31.69%	31.10%	28.45%	31.61%
Tankers & Chimiquiers	43.39%	36.89%	42.38%	49.57%	42.34%
Porte-Conteneurs	9.83%	13.66%	8.84%	11.21%	10.97%
Autres	-	1.37%	1.52%	-	0.82%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,08	1,09	1,34	1,38	1,46
2000	2,22	1,10	1,33	1,39	1,54
2001	2,13	1,12	1,28	1,41	1,48
2002	2,06	1,15	1,34	1,39	1,41
Ensemble de la période	2,13	1,11	1,32	1,39	1,48

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,68	CAT 1	-	-
2000	2,22	CAT 1	-	-
2001	1,91	CAT 1	-	-
2002	1,77	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,90	CAT 1	-	-

Tarragone-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	234	234	0	0,64	-
2000	219	219	0	0,60	-
2001	224	224	0	0,61	-
2002	173	173	0	0,64	-
Total	850	850	0	0,62	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	2.99%	2.74%	3.13%	0.58%	2.47%
Cargos	15.38%	8.22%	16.07%	12.14%	13.06%
Méthaniers	31.20%	21.00%	11.16%	12.14%	19.41%
Passagers	-	-	0.89%	0.58%	0.35%
Rouliers	0.85%	1.83%	1.79%	-	1.18%
Tankers & Chimiquiers	49.15%	62.56%	62.50%	67.05%	59.76%
Porte-Conteneurs	-	3.65%	4.02%	7.51%	3.53%
Autres	0.43%	-	0.45%	-	0.24%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,01	1,07	1,40	1,46	1,30
2000	1,82	1,09	1,27	1,45	1,29
2001	1,90	1,09	1,23	1,53	1,29
2002	1,74	1,08	1,21	1,48	1,26
Ensemble de la période	1,88	1,08	1,28	1,48	1,29

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,29	CAT 1	-	-
2000	1,09	CAT 1	-	-
2001	1,17	CAT 1	-	-
2002	1,12	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,17	CAT 1	-	-

Tarragone-Détroit des Dardanelles

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	90	90	0	0,25	-
2000	158	158	0	0,43	-
2001	195	195	0	0,53	-
2002	191	191	0	0,71	-
Total	634	634	0	0,48	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	15.56%	11.39%	22.05%	38.74%	23.50%
Cargos	44.44%	37.97%	34.87%	27.75%	34.86%
Méthaniers	3.33%	6.33%	2.05%	1.57%	3.15%
Rouliers	2.22%	5.06%	3.08%	0.52%	2.68%
Tankers & Chimiquiers	33.33%	36.71%	36.41%	31.41%	34.54%
Porte-Conteneurs	-	1.90%	-	-	0.47%
Autres	1.11%	0.63%	1.54%	-	0.79%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,38	1,13	1,68	1,78	1,50
2000	3,29	1,12	1,69	1,69	1,55
2001	3,55	1,12	1,72	1,76	1,53
2002	3,95	1,17	1,74	1,82	1,54
Ensemble de la période	3,58	1,14	1,71	1,77	1,53

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,83	CAT 1	-	-
2000	1,43	CAT 1	-	-
2001	1,90	CAT 1	-	-
2002	2,79	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,72	CAT 1	-	-

Tarragone-Canal de Suez

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	97	97	0	0,27	-
2000	125	125	0	0,34	-
2001	100	100	0	0,27	-
2002	73	73	0	0,27	-
Total	395	395	0	0,29	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	27.84%	32.00%	23.00%	20.55%	26.58%
Cargos	13.40%	4.00%	3.00%	5.48%	6.33%
Méthaniers	8.25%	22.40%	21.00%	23.29%	18.73%
Rouliers	22.68%	16.80%	23.00%	17.81%	20.00%
Tankers & Chimiquiers	23.71%	24.00%	28.00%	32.88%	26.58%
Porte-Conteneurs	-	-	2.00%	-	0.51%
Autres	4.12%	0.80%	-	-	1.27%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,69	1,21	1,59	1,58	1,40
2000	2,42	1,23	1,49	1,52	1,36
2001	2,21	1,22	1,51	1,45	1,35
2002	2,29	1,21	1,52	1,47	1,36
Ensemble de la période	2,41	1,22	1,53	1,51	1,37

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,72	CAT 1	-	-
2000	0,83	CAT 1	-	-
2001	0,60	CAT 1	-	-
2002	0,62	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,69	CAT 1	-	-

Civitavecchia-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	181	147	34	0,40	0,09
2000	202	165	37	0,45	0,10
2001	168	134	34	0,37	0,09
2002	101	81	20	0,30	0,07
Total	652	527	125	0,38	0,09

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	27.07%	23.76%	16.67%	29.70%	23.77%
Cargos	52.49%	50.99%	62.50%	38.61%	52.45%
Passagers	4.42%	6.44%	8.33%	5.94%	6.29%
Rouliers	4.97%	7.92%	7.74%	12.87%	7.82%
Tankers & Chimiquiers	10.50%	8.42%	4.17%	8.91%	7.98%
Porte-Conteneurs	-	0.99%	-	0.99%	0.46%
Autres	0.55%	1.49%	0.60%	2.97%	1.23%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,22	1,13	1,49	1,89	1,47
2000	3,03	1,12	1,42	1,82	1,46
2001	2,75	1,10	1,31	1,87	1,39
2002	2,75	1,14	1,36	1,80	1,43
Ensemble de la période	2,97	1,12	1,40	1,85	1,44

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,87	1,12	1,37	1,83	1,46
2000	3,32	1,14	1,38	1,90	1,51
2001	2,60	1,09	1,22	1,86	1,41
2002	2,58	1,16	1,35	1,75	1,36
Ensemble de la période	2,88	1,12	1,33	1,85	1,44

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,30	CAT 1	0,27	CAT 1
2000	1,37	CAT 1	0,34	CAT 1
2001	1,01	CAT 1	0,24	CAT 1
2002	0,83	CAT 1	0,19	CAT 1
Ensemble de la période	1,13	CAT 1	0,26	CAT 1

Civitavecchia-Gênes

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	134	134	0	0,37	-
2000	102	102	0	0,28	-
2001	170	170	0	0,47	-
2002	131	131	0	0,49	-
Total	537	537	0	0,40	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	4.48%	3.92%	1.18%	1.53%	2.61%
Cargos	22.39%	23.53%	18.82%	8.40%	18.06%
Passagers	32.09%	42.16%	65.88%	77.86%	55.87%
Rouliers	2.24%	5.88%	2.94%	2.29%	3.17%
Tankers & Chimiquiers	3.73%	15.69%	7.65%	4.58%	7.45%
Porte-Conteneurs	34.33%	7.84%	2.35%	4.58%	11.92%
Autres	0.75%	0.98%	1.18%	0.76%	0.93%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,32	1,14	1,26	1,49	1,44
2000	2,64	1,15	1,30	1,58	1,56
2001	2,56	1,16	1,49	1,58	1,39
2002	1,96	1,18	1,35	1,52	1,31
Ensemble de la période	2,37	1,16	1,36	1,54	1,42

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,85	CAT 1	-	-
2000	0,74	CAT 1	-	-
2001	1,19	CAT 1	-	-
2002	0,95	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,95	CAT 1	-	-

Civitavecchia-Naples

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	120	120	0	0,33	-
2000	153	153	0	0,42	-
2001	247	247	0	0,68	-
2002	115	115	0	0,43	-
Total	635	635	0	0,46	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.83%	1.96%	0.40%	0.87%	0.94%
Cargos	4.17%	2.61%	1.62%	6.09%	3.15%
Passagers	69.17%	86.93%	92.71%	87.83%	85.98%
Rouliers	6.67%	-	0.40%	-	1.42%
Tankers & Chimiquiers	0.83%	-	-	2.61%	0.63%
Porte-Conteneurs	18.33%	5.23%	4.05%	0.87%	6.46%
Autres	-	3.27%	0.81%	1.74%	1.42%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,93	1,19	1,39	1,43	1,62
2000	3,16	1,18	1,40	1,50	1,67
2001	2,88	1,20	1,35	1,49	1,52
2002	2,95	1,20	1,30	1,53	1,64
Ensemble de la période	2,97	1,19	1,36	1,49	1,60

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,96	CAT 1	-	-
2000	1,32	CAT 1	-	-
2001	1,95	CAT 1	-	-
2002	1,25	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,37	CAT 1	-	-

Salerne-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	582	582	0	1,59	-
2000	469	469	0	1,28	-
2001	528	528	0	1,45	-
2002	435	435	0	1,61	-
Total	2014	2014	0	1,48	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	4.98%	3.20%	1.52%	1.38%	2.88%
Cargos	27.32%	29.00%	24.24%	25.52%	26.51%
Passagers	0.34%	0.85%	0.19%	0.69%	0.50%
Rouliers	12.54%	14.07%	12.69%	14.02%	13.26%
Tankers & Chimiquiers	0.34%	0.21%	-	-	0.15%
Porte-Conteneurs	53.95%	52.45%	60.98%	58.39%	56.41%
Autres	0.52%	0.21%	0.38%	-	0.30%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,05	1,14	1,45	1,40	1,33
2000	1,93	1,16	1,34	1,39	1,32
2001	1,81	1,18	1,32	1,33	1,30
2002	1,86	1,18	1,31	1,34	1,33
Ensemble de la période	1,92	1,17	1,36	1,37	1,32

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	3,26	CAT 1	-	-
2000	2,48	CAT 1	-	-
2001	2,62	CAT 1	-	-
2002	3,00	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	2,84	CAT 1	-	-

Salerne-Valence

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	72	59	13	0,16	0,04
2000	225	184	41	0,50	0,11
2001	260	205	55	0,56	0,15
2002	212	178	34	0,66	0,13
Total	769	626	143	0,47	0,11

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	-	2.22%	2.69%	4.25%	2.73%
Cargos	15.28%	5.78%	4.62%	1.89%	5.20%
Passagers	-	58.22%	70.00%	69.81%	59.95%
Rouliers	62.50%	26.22%	18.85%	19.34%	25.23%
Porte-Conteneurs	22.22%	7.56%	3.85%	4.72%	6.89%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,10	1,20	1,60	1,21	1,54
2000	2,49	1,20	1,74	1,39	1,45
2001	2,63	1,20	1,68	1,44	1,45
2002	2,56	1,20	1,67	1,43	1,45
Ensemble de la période	2,52	1,20	1,69	1,40	1,46

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,23	1,18	1,62	1,38	1,45
2000	2,72	1,19	1,80	1,46	1,46
2001	2,75	1,20	1,76	1,45	1,47
2002	2,79	1,20	1,75	1,44	1,50
Ensemble de la période	2,70	1,19	1,76	1,44	1,47

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,34	CAT 1	0,08	CAT 1
2000	1,26	CAT 1	0,31	CAT 1
2001	1,48	CAT 1	0,41	CAT 1
2002	1,69	CAT 1	0,35	CAT 1
Ensemble de la période	1,19	CAT 1	0,29	CAT 1

Salerne-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	198	159	39	0,44	0,11
2000	147	123	24	0,34	0,07
2001	89	75	14	0,21	0,04
2002	40	33	7	0,12	0,03
Total	474	390	84	0,28	0,06

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.51%	1.36%	-	-	0.63%
Cargos	3.54%	4.76%	12.36%	15.00%	6.54%
Passagers	0.51%	-	-	-	0.21%
Rouliers	88.38%	78.23%	75.28%	67.50%	81.01%
Porte-Conteneurs	7.07%	15.65%	12.36%	17.50%	11.60%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,08	1,16	1,78	1,14	1,53
2000	2,42	1,13	1,72	1,16	1,62
2001	2,38	1,12	1,53	1,20	1,65
2002	2,46	1,18	1,67	1,24	1,58
Ensemble de la période	2,28	1,15	1,71	1,17	1,59

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,30	1,14	1,99	1,12	1,57
2000	2,42	1,11	1,71	1,14	1,69
2001	3,05	1,16	1,71	1,29	1,77
2002	2,85	1,17	1,86	1,23	1,70
Ensemble de la période	2,51	1,14	1,85	1,16	1,65

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,91	CAT 1	0,25	CAT 1
2000	0,82	CAT 1	0,16	CAT 1
2001	0,49	CAT 1	0,12	CAT 1
2002	0,30	CAT 1	0,07	CAT 1
Ensemble de la période	0,63	CAT 1	0,15	CAT 1

Salerne-Gênes

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	247	247	0	0,68	-
2000	149	149	0	0,41	-
2001	126	126	0	0,35	-
2002	134	134	0	0,50	-
Total	656	656	0	0,48	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	-	-	-	2.24%	0.46%
Cargos	71.66%	44.97%	46.03%	38.06%	53.81%
Passagers	4.05%	2.68%	1.59%	1.49%	2.74%
Rouliers	9.72%	1.34%	5.56%	3.73%	5.79%
Porte-Conteneurs	14.57%	51.01%	46.83%	54.48%	37.20%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,17	1,10	1,21	1,76	1,27
2000	1,76	1,14	1,09	1,52	1,18
2001	1,78	1,15	1,17	1,52	1,21
2002	1,75	1,16	1,18	1,47	1,27
Ensemble de la période	1,91	1,13	1,17	1,60	1,24

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,47	CAT 1	-	-
2000	0,72	CAT 1	-	-
2001	0,61	CAT 1	-	-
2002	0,87	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,92	CAT 1	-	-

Salerne-Naples

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	81	81	0	0,22	-
2000	87	87	0	0,24	-
2001	94	94	0	0,26	-
2002	104	104	0	0,39	-
Total	366	366	0	0,28	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	-	2.30%	1.06%	1.92%	1.37%
Cargos	35.80%	28.74%	37.23%	36.54%	34.70%
Méthaniers	1.23%	-	-	-	0.27%
Passagers	3.70%	2.30%	3.19%	-	2.19%
Rouliers	3.70%	2.30%	1.06%	0.96%	1.91%
Tankers & Chimiquiers	1.23%	-	-	-	0.27%
Porte-Conteneurs	54.32%	64.37%	57.45%	59.62%	59.02%
Autres	-	-	-	0.96%	0.27%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,62	1,02	1,19	1,44	1,19
2000	2,03	1,13	1,45	1,39	1,40
2001	1,92	1,06	1,35	1,46	1,37
2002	1,65	1,11	1,15	1,45	1,26
Ensemble de la période	1,80	1,08	1,28	1,44	1,30

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,36	CAT 1	-	-
2000	0,48	CAT 1	-	-
2001	0,49	CAT 1	-	-
2002	0,64	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,50	CAT 1	-	-

Salerne-Le Pirée

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	171	158	13	0,43	0,04
2000	210	191	19	0,52	0,05
2001	199	185	14	0,51	0,04
2002	128	121	7	0,45	0,03
Total	708	655	53	0,48	0,04

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	-	-	1.01%	-	0.28%
Cargos	5.26%	1.90%	6.03%	2.34%	3.95%
Passagers	2.34%	-	-	-	0.56%
Rouliers	30.41%	38.10%	28.64%	33.59%	32.77%
Porte-Conteneurs	61.99%	60.00%	64.32%	64.06%	62.43%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,59	1,17	1,23	1,16	1,41
2000	1,73	1,18	1,41	1,11	1,39
2001	1,52	1,20	1,33	1,15	1,29
2002	1,39	1,22	1,36	1,11	1,24
Ensemble de la période	1,57	1,19	1,33	1,13	1,34

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,66	1,15	1,27	1,17	1,55
2000	2,13	1,22	1,50	1,15	1,53
2001	1,88	1,20	1,50	1,36	1,30
2002	1,41	1,24	1,50	1,23	1,19
Ensemble de la période	1,85	1,20	1,44	1,22	1,43

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,69	CAT 1	0,06	CAT 1
2000	0,90	CAT 1	0,11	CAT 1
2001	0,77	CAT 1	0,07	CAT 1
2002	0,62	CAT 1	0,04	CAT 1
Ensemble de la période	0,75	CAT 1	0,07	CAT 1

Salerne - Détroit des Dardanelles

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	144	139	5	0,38	0,01
2000	117	110	7	0,30	0,02
2001	74	66	8	0,18	0,02
2002	83	73	10	0,27	0,04
Total	418	388	30	0,28	0,02

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	2.78%	2.56%	9.46%	3.61%	4.07%
Cargos	54.86%	65.81%	77.03%	66.27%	64.11%
Passagers	-	-	-	1.20%	0.24%
Rouliers	6.94%	23.08%	2.70%	7.23%	10.77%
Tankers & Chimiquiers	2.08%	-	-	1.20%	0.96%
Porte-Conteneurs	33.33%	8.55%	10.81%	20.48%	19.86%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,82	1,06	1,65	1,61	1,41
2000	3,60	1,09	1,75	1,71	1,61
2001	3,93	1,07	1,80	1,86	1,58
2002	3,31	1,07	1,75	1,72	1,49
Ensemble de la période	3,32	1,07	1,72	1,70	1,51

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,99	1,08	1,60	2,00	1,56
2000	3,81	1,09	1,71	1,74	1,66
2001	2,31	1,05	1,50	2,00	1,18
2002	4,50	1,06	2,00	1,91	1,60
Ensemble de la période	3,67	1,07	1,73	1,91	1,49

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,07	CAT 1	0,05	CAT 1
2000	1,09	CAT 1	0,07	CAT 1
2001	0,71	CAT 1	0,05	CAT 1
2002	0,89	CAT 1	0,17	CAT 1
Ensemble de la période	0,94	CAT 1	0,08	CAT 1

Salerne-La Spezia

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	183	183	0	0,50	-
2000	165	165	0	0,45	-
2001	178	178	0	0,49	-
2002	157	157	0	0,58	-
Total	683	683	0	0,51	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.55%	2.42%	0.56%	1.91%	1.32%
Cargos	43.72%	26.06%	23.60%	17.83%	28.26%
Rouliers	0.55%	-	1.12%	0.64%	0.59%
Tankers & Chimiquiers	0.55%	-	-	-	0.15%
Porte-Conteneurs	54.64%	71.52%	74.72%	79.62%	69.69%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,80	1,13	1,19	1,50	1,24
2000	1,82	1,16	1,48	1,36	1,27
2001	1,63	1,17	1,30	1,32	1,28
2002	1,41	1,17	1,30	1,28	1,22
Ensemble de la période	1,67	1,16	1,31	1,37	1,25

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,90	CAT 1	-	-
2000	0,82	CAT 1	-	-
2001	0,79	CAT 1	-	-
2002	0,82	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,84	CAT 1	-	-

Palerme-Gênes

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	560	560	0	1,53	-
2000	710	710	0	1,95	-
2001	704	704	0	1,93	-
2002	493	493	0	1,83	-
Total	2467	2467	0	1,81	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.18%	0.28%	0.14%	-	0.16%
Cargos	1.07%	0.70%	0.71%	0.20%	0.69%
Passagers	94.46%	97.89%	96.73%	97.36%	96.68%
Rouliers	3.39%	0.85%	1.42%	2.23%	1.86%
Tankers & Chimiquiers	0.54%	0.28%	0.28%	-	0.28%
Porte-Conteneurs	0.36%	-	0.57%	0.20%	0.28%
Autres	-	-	0.14%	-	0.04%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,59	1,20	1,50	1,49	1,12
2000	1,72	1,20	1,49	1,50	1,17
2001	1,71	1,20	1,50	1,50	1,16
2002	1,61	1,20	1,49	1,49	1,13
Ensemble de la période	1,66	1,20	1,50	1,50	1,15

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,44	CAT 1	-	-
2000	3,34	CAT 1	-	-
2001	3,29	CAT 1	-	-
2002	2,95	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	3,01	CAT 1	-	-

Palerme-Naples

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	1310	1310	0	3,59	-
2000	1530	1530	0	4,19	-
2001	1329	1329	0	3,64	-
2002	1120	1120	0	4,15	-
Total	5289	5289	0	3,89	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Cargos	0.23%	1.05%	0.45%	0.09%	0.49%
Méthaniers	0.15%	-	-	-	0.04%
Passagers	93.44%	67.84%	47.03%	53.57%	65.93%
Rouliers	4.20%	30.46%	50.49%	44.64%	31.99%
Tankers & Chimiquiers	0.08%	0.13%	0.23%	-	0.11%
Porte-Conteneurs	1.83%	0.52%	1.81%	1.70%	1.42%
Autres	0.08%	-	-	-	0.02%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,82	1,20	1,51	1,48	1,23
2000	1,80	1,19	1,50	1,38	1,27
2001	1,48	1,20	1,49	1,29	1,18
2002	1,63	1,20	1,40	1,32	1,31
Ensemble de la période	1,69	1,20	1,48	1,37	1,25

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	6,52	CAT 2	-	-
2000	7,54	CAT 2	-	-
2001	5,40	CAT 2	-	-
2002	6,76	CAT 2	-	-
Ensemble de la période	6,57	CAT 2	-	-

Palerme-Salerne

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	123	123	0	0,34	-
2000	146	146	0	0,40	-
2001	152	152	0	0,42	-
2002	131	131	0	0,49	-
Total	552	552	0	0,41	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Cargos	3.25%	0.68%	0.66%	2.29%	1.63%
Passagers	4.07%	19.18%	57.89%	56.49%	35.33%
Rouliers	58.54%	51.37%	40.13%	38.93%	46.92%
Porte-Conteneurs	34.15%	28.77%	1.32%	2.29%	16.12%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,91	1,15	1,67	1,15	1,45
2000	2,24	1,16	1,66	1,18	1,55
2001	1,95	1,18	1,60	1,34	1,34
2002	2,02	1,19	1,66	1,35	1,36
Ensemble de la période	2,03	1,17	1,65	1,26	1,43

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,64	CAT 1	-	-
2000	0,90	CAT 1	-	-
2001	0,81	CAT 1	-	-
2002	0,98	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,83	CAT 1	-	-

Gioia Tauro-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	627	627	0	1,72	-
2000	767	767	0	2,10	-
2001	723	723	0	1,98	-
2002	654	654	0	2,42	-
Total	2771	2771	0	2,06	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.16%	1.43%	0.69%	0.76%	0.79%
Cargos	2.07%	1.96%	1.11%	1.22%	1.59%
Rouliers	0.64%	0.39%	0.69%	1.53%	0.79%
Tankers & Chimiquiers	-	0.13%	-	-	0.04%
Porte-Conteneurs	96.97%	96.09%	97.37%	96.33%	96.68%
Autres	0.16%	-	0.14%	0.15%	0.11%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,23	1,22	1,25	1,12	1,22
2000	1,26	1,23	1,23	1,13	1,23
2001	1,15	1,24	1,26	1,12	1,17
2002	1,20	1,26	1,26	1,12	1,22
Ensemble de la période	1,21	1,23	1,25	1,12	1,21

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,12	CAT 1	-	-
2000	2,64	CAT 1	-	-
2001	2,27	CAT 1	-	-
2002	2,91	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	2,49	CAT 1	-	-

Gioia Tauro-Valence

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	101	101	0	0,28	-
2000	94	94	0	0,26	-
2001	121	121	0	0,33	-
2002	127	127	0	0,47	-
Total	443	443	0	0,33	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	1.98%	4.26%	-	-	1.35%
Cargos	7.92%	12.77%	10.74%	4.72%	8.80%
Rouliers	1.98%	3.19%	9.92%	-	3.84%
Porte-Conteneurs	88.12%	79.79%	79.34%	95.28%	86.00%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,56	1,18	1,45	1,19	1,28
2000	1,66	1,16	1,39	1,25	1,36
2001	1,66	1,18	1,50	1,20	1,41
2002	1,72	1,19	1,41	1,14	1,55
Ensemble de la période	1,65	1,18	1,44	1,19	1,41

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,43	CAT 1	-	-
2000	0,43	CAT 1	-	-
2001	0,55	CAT 1	-	-
2002	0,81	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,55	CAT 1	-	-

Gioia Tauro-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	120	120	0	0,33	-
2000	115	115	0	0,32	-
2001	102	102	0	0,28	-
2002	108	108	0	0,40	-
Total	445	445	0	0,33	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	15.83%	17.39%	0.98%	-	8.99%
Cargos	6.67%	23.48%	3.92%	2.78%	9.44%
Méthaniers	0.83%	-	-	-	0.22%
Rouliers	2.50%	2.61%	5.88%	4.63%	3.82%
Porte-Conteneurs	74.17%	56.52%	89.22%	92.59%	77.53%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,73	1,11	1,40	1,30	1,26
2000	1,73	1,16	1,24	1,47	1,22
2001	1,32	1,20	1,28	1,14	1,21
2002	1,35	1,20	1,65	1,13	1,23
Ensemble de la période	1,55	1,17	1,39	1,27	1,23

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,57	CAT 1	-	-
2000	0,54	CAT 1	-	-
2001	0,37	CAT 1	-	-
2002	0,54	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,51	CAT 1	-	-

Gioia Tauro-Gênes

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	183	183	0	0,50	-
2000	243	243	0	0,67	-
2001	210	210	0	0,58	-
2002	135	135	0	0,50	-
Total	771	771	0	0,56	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	-	0.41%	0.48%	-	0.26%
Cargos	8.20%	2.06%	2.38%	2.22%	3.63%
Passagers	-	-	-	1.48%	0.26%
Rouliers	-	-	0.48%	-	0.13%
Porte-Conteneurs	91.80%	97.12%	96.67%	96.30%	95.59%
Autres	-	0.41%	-	-	0.13%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,33	1,21	1,31	1,17	1,25
2000	1,47	1,22	1,28	1,12	1,38
2001	1,56	1,22	1,34	1,13	1,43
2002	1,46	1,21	1,26	1,13	1,40
Ensemble de la période	1,46	1,21	1,30	1,14	1,37

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,66	CAT 1	-	-
2000	0,98	CAT 1	-	-
2001	0,90	CAT 1	-	-
2002	0,73	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,82	CAT 1	-	-

Gioia Tauro-Naples

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	345	345	0	0,95	-
2000	220	220	0	0,60	-
2001	236	236	0	0,65	-
2002	160	160	0	0,59	-
Total	961	961	0	0,70	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	-	-	2.97%	-	0.73%
Cargos	18.55%	28.18%	18.64%	16.25%	20.40%
Rouliers	-	1.36%	0.42%	-	0.42%
Tankers & Chimiquiers	-	-	-	0.63%	0.10%
Porte-Conteneurs	81.45%	70.00%	77.97%	83.13%	78.25%
Autres	-	0.45%	-	-	0.10%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,85	1,13	1,40	1,27	1,35
2000	1,81	1,11	1,23	1,36	1,43
2001	1,75	1,11	1,32	1,29	1,39
2002	1,72	1,14	1,28	1,25	1,40
Ensemble de la période	1,80	1,12	1,32	1,29	1,39

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,75	CAT 1	-	-
2000	1,09	CAT 1	-	-
2001	1,13	CAT 1	-	-
2002	1,02	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,25	CAT 1	-	-

Gioia Tauro-Le Pirée

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	593	548	45	1,50	0,12
2000	410	390	20	1,07	0,05
2001	387	371	16	1,02	0,04
2002	231	221	10	0,82	0,04
Total	1621	1530	91	1,10	0,06

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.17%	0.73%	-	-	0.25%
Cargos	36.76%	19.76%	18.09%	20.35%	25.66%
Rouliers	0.17%	1.22%	2.07%	1.30%	1.05%
Porte-Conteneurs	62.90%	78.05%	79.84%	78.35%	72.98%
Autres	-	0.24%	-	-	0.06%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,64	1,15	1,62	1,39	1,47
2000	1,91	1,17	1,47	1,25	1,37
2001	1,69	1,17	1,40	1,23	1,34
2002	1,90	1,16	1,51	1,25	1,47
Ensemble de la période	2,12	1,16	1,51	1,29	1,41

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,99	1,11	1,77	2,00	1,51
2000	2,96	1,11	1,25	2,00	1,36
2001	2,64	1,09	1,56	2,00	1,33
2002	2,86	1,06	1,60	2,00	1,40
Ensemble de la période	3,40	1,10	1,60	2,00	1,43

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	3,96	CAT 1	0,49	CAT 1
2000	2,04	CAT 1	0,16	CAT 1
2001	1,72	CAT 1	0,12	CAT 1
2002	1,55	CAT 1	0,11	CAT 1
Ensemble de la période	2,33	CAT 1	0,22	CAT 1

Gioia Tauro-Détroit des Dardanelles

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	479	460	19	1,26	0,05
2000	494	475	19	1,30	0,05
2001	371	359	12	0,98	0,03
2002	315	303	12	1,12	0,04
Total	1659	1597	62	1,17	0,05

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	-	0.20%	0.27%	0.95%	0.30%
Cargos	44.68%	53.85%	37.74%	26.35%	42.37%
Rouliers	0.63%	0.40%	0.27%	1.59%	0.66%
Tankers & Chimiquiers	-	0.20%	-	-	0.06%
Porte-Conteneurs	54.70%	44.94%	61.73%	71.11%	56.48%
Autres	-	0.40%	-	-	0.12%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,16	1,10	1,57	1,48	1,35
2000	2,03	1,08	1,57	1,57	1,31
2001	1,76	1,10	1,44	1,42	1,30
2002	1,70	1,13	1,28	1,32	1,36
Ensemble de la période	1,94	1,10	1,49	1,47	1,33

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,54	1,07	1,47	2,00	1,26
2000	2,17	1,02	1,79	2,00	1,16
2001	2,22	1,00	1,42	2,00	1,30
2002	2,61	1,05	1,54	1,93	1,38
Ensemble de la période	2,38	1,04	1,57	1,99	1,26

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,72	CAT 1	0,13	CAT 1
2000	2,64	CAT 1	0,11	CAT 1
2001	1,73	CAT 1	0,07	CAT 1
2002	1,91	CAT 1	0,12	CAT 1
Ensemble de la période	2,27	CAT 1	0,11	CAT 1

Gioia Tauro-Canal de Suez

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	731	724	7	1,98	0,02
2000	718	716	2	1,96	0,01
2001	654	652	2	1,79	0,01
2002	642	642	0	2,38	-
Total	2745	2734	11	2,03	0,01

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	-	0.14%	-	0.16%	0.07%
Cargos	3.01%	1.39%	0.76%	0.47%	1.46%
Rouliers	2.05%	0.28%	1.38%	2.02%	1.42%
Tankers & Chimiquiers	-	-	0.46%	-	0.11%
Porte-Conteneurs	94.94%	98.05%	97.40%	97.35%	96.90%
Autres	-	0.14%	-	-	0.04%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,28	1,22	1,35	1,12	1,20
2000	1,23	1,24	1,34	1,11	1,19
2001	1,23	1,24	1,34	1,11	1,19
2002	1,18	1,26	1,27	1,11	1,17
Ensemble de la période	1,23	1,24	1,33	1,11	1,19

ROUTE SECONDAIRE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,40	1,14	1,86	1,61	1,57
2000	2,65	1,10	1,25	2,00	1,30
2001	1,57	1,15	2,00	1,55	1,10
Ensemble de la période	2,93	1,14	1,77	1,67	1,44

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,54	CAT 1	0,07	CAT 1
2000	2,42	CAT 1	0,01	CAT 1
2001	2,20	CAT 1	0,01	CAT 1
2002	2,80	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	2,50	CAT 1	0,02	CAT 1

Gioia Tauro-La Spezia

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	255	255	0	0,70	-
2000	188	188	0	0,52	-
2001	163	163	0	0,45	-
2002	101	101	0	0,37	-
Total	707	707	0	0,51	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	9.02%	14.36%	0.61%	-	7.21%
Cargos	2.75%	15.96%	5.52%	3.96%	7.07%
Rouliers	0.39%	0.53%	-	-	0.28%
Porte-Conteneurs	87.84%	69.15%	93.87%	96.04%	85.43%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,28	1,16	1,28	1,21	1,17
2000	1,56	1,17	1,25	1,37	1,19
2001	1,15	1,19	1,32	1,16	1,12
2002	1,15	1,18	1,22	1,14	1,16
Ensemble de la période	1,31	1,17	1,27	1,23	1,16

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,90	CAT 1	-	-
2000	0,80	CAT 1	-	-
2001	0,51	CAT 1	-	-
2002	0,43	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,66	CAT 1	-	-

Gioia Tauro-Salerne

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	323	323	0	0,88	-
2000	257	257	0	0,70	-
2001	209	209	0	0,57	-
2002	179	179	0	0,66	-
Total	968	968	0	0,71	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Cargos	68.73%	22.57%	11.00%	18.99%	34.81%
Rouliers	-	0.39%	4.31%	0.56%	1.14%
Porte-Conteneurs	31.27%	77.04%	84.69%	80.45%	64.05%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,86	1,04	1,12	1,72	1,20
2000	1,62	1,09	1,23	1,30	1,38
2001	1,67	1,13	1,23	1,20	1,57
2002	1,53	1,14	1,18	1,27	1,39
Ensemble de la période	1,70	1,09	1,19	1,41	1,36

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,65	CAT 1	-	-
2000	1,14	CAT 1	-	-
2001	0,96	CAT 1	-	-
2002	1,02	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,20	CAT 1	-	-

Porto Torres-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	135	135	0	0,37	-
2000	128	128	0	0,35	-
2001	99	99	0	0,27	-
2002	86	86	0	0,32	-
Total	448	448	0	0,33	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	10.37%	10.16%	8.08%	2.33%	8.26%
Cargos	18.52%	13.28%	19.19%	17.44%	16.96%
Méthaniers	2.22%	5.47%	9.09%	11.63%	6.47%
Passagers	-	0.78%	1.01%	-	0.45%
Rouliers	0.74%	0.78%	-	-	0.45%
Tankers & Chimiquiers	68.15%	69.53%	61.62%	66.28%	66.74%
Autres	-	-	1.01%	2.33%	0.67%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,29	1,07	1,38	1,63	1,36
2000	2,48	1,13	1,56	1,59	1,36
2001	2,24	1,12	1,45	1,60	1,30
2002	1,83	1,11	1,29	1,55	1,28
Ensemble de la période	2,24	1,10	1,43	1,60	1,33

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,85	CAT 1	-	-
2000	0,87	CAT 1	-	-
2001	0,61	CAT 1	-	-
2002	0,58	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,74	CAT 1	-	-

Porto Torres-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	277	277	0	0,76	-
2000	197	197	0	0,54	-
2001	186	186	0	0,51	-
2002	134	134	0	0,50	-
Total	794	794	0	0,58	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.36%	0.51%	2.15%	-	0.76%
Cargos	32.49%	13.71%	12.37%	12.69%	19.77%
Méthaniers	1.08%	4.06%	4.84%	3.73%	3.15%
Passagers	47.29%	61.42%	60.22%	49.25%	54.16%
Rouliers	-	4.06%	2.15%	20.15%	4.91%
Tankers & Chimiquiers	18.41%	16.24%	18.28%	14.18%	17.13%
Porte-Conteneurs	0.36%	-	-	-	0.13%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,04	1,12	1,70	1,66	1,53
2000	2,03	1,15	1,18	1,54	1,36
2001	2,08	1,14	1,17	1,54	1,44
2002	1,81	1,16	1,12	1,47	1,36
Ensemble de la période	2,36	1,14	1,35	1,57	1,44

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,31	CAT 1	-	-
2000	1,10	CAT 1	-	-
2001	1,06	CAT 1	-	-
2002	0,90	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,36	CAT 1	-	-

Porto Torres-Gênes

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	1045	1045	0	2,86	-
2000	1945	1945	0	5,33	-
2001	1737	1737	0	4,76	-
2002	844	844	0	3,13	-
Total	5571	5571	0	4,02	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	-	-	-	0.24%	0.04%
Cargos	2.39%	0.67%	0.46%	0.71%	0.93%
Méthaniers	0.19%	0.10%	0.06%	-	0.09%
Passagers	79.71%	91.31%	88.66%	94.67%	88.82%
Rouliers	2.01%	2.52%	5.12%	0.12%	2.87%
Tankers & Chimiquiers	15.31%	5.04%	5.70%	4.27%	7.05%
Porte-Conteneurs	0.38%	0.31%	-	-	0.18%
Autres	-	0.05%	-	-	0.02%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,32	1,17	1,50	1,50	1,43
2000	2,20	1,19	1,50	1,49	1,38
2001	2,14	1,19	1,50	1,48	1,37
2002	1,79	1,20	1,50	1,50	1,20
Ensemble de la période	2,14	1,19	1,50	1,49	1,36

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	6,65	CAT 2	-	-
2000	11,71	CAT 3	-	-
2001	10,17	CAT 3	-	-
2002	5,60	CAT 2	-	-
Ensemble de la période	8,60	CAT 2	-	-

Palma de Mallorca-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	223	223	0	0,61	-
2000	236	236	0	0,65	-
2001	226	226	0	0,62	-
2002	154	154	0	0,57	-
Total	839	839	0	0,61	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	9.87%	5.93%	6.19%	3.25%	6.56%
Cargos	37.22%	34.32%	41.59%	36.36%	37.43%
Méthaniers	2.69%	-	0.88%	-	0.95%
Passagers	20.63%	27.12%	23.45%	36.36%	26.10%
Rouliers	7.17%	12.71%	7.52%	4.55%	8.34%
Tankers & Chimiquiers	5.38%	3.39%	2.21%	3.90%	3.69%
Porte-Conteneurs	4.48%	8.05%	9.73%	1.30%	6.32%
Autres	12.56%	8.47%	8.41%	14.29%	10.61%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,66	1,10	1,30	1,68	1,51
2000	2,62	1,14	1,29	1,62	1,50
2001	2,69	1,13	1,24	1,67	1,52
2002	2,53	1,13	1,22	1,67	1,44
Ensemble de la période	2,63	1,12	1,27	1,66	1,50

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,63	CAT 1	-	-
2000	1,69	CAT 1	-	-
2001	1,67	CAT 1	-	-
2002	1,44	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,61	CAT 1	-	-

Palma de Mallorca-Valence

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	495	495	0	1,36	-
2000	1535	1535	0	4,21	-
2001	1607	1607	0	4,40	-
2002	1295	1295	0	4,80	-
Total	4932	4932	0	3,69	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	2.22%	0.20%	0.56%	0.62%	0.63%
Cargos	1.41%	0.33%	0.68%	0.31%	0.55%
Passagers	14.14%	40.91%	44.49%	53.05%	42.58%
Rouliers	78.79%	58.05%	53.14%	45.87%	55.33%
Tankers & Chimiquiers	1.01%	-	0.37%	0.15%	0.26%
Porte-Conteneurs	2.02%	0.46%	0.06%	-	0.36%
Autres	0.40%	0.07%	0.68%	-	0.28%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,04	1,14	1,22	1,19	1,61
2000	1,62	1,15	1,01	1,27	1,48
2001	1,67	1,17	1,03	1,29	1,48
2002	1,74	1,14	1,20	1,32	1,44
Ensemble de la période	1,71	1,15	1,09	1,28	1,48

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,77	CAT 1	-	-
2000	6,83	CAT 2	-	-
2001	7,36	CAT 2	-	-
2002	8,35	CAT 2	-	-
Ensemble de la période	6,32	CAT 2	-	-

Palma de Mallorca-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	1505	1505	0	4,12	-
2000	1722	1722	0	4,72	-
2001	2480	2480	0	6,79	-
2002	2483	2483	0	9,20	-
Total	8190	8190	0	6,21	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.66%	0.41%	0.20%	0.04%	0.28%
Cargos	20.07%	0.99%	10.00%	8.82%	9.60%
Méthaniers	0.13%	0.12%	-	-	0.05%
Passagers	22.26%	30.84%	43.27%	44.70%	37.23%
Rouliers	54.49%	65.97%	40.81%	40.60%	48.55%
Tankers & Chimiquiers	1.53%	1.22%	1.21%	0.89%	1.17%
Porte-Conteneurs	0.33%	0.35%	4.40%	4.79%	2.92%
Autres	0.53%	0.12%	0.12%	0.16%	0.21%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,06	1,12	1,14	1,38	1,55
2000	1,58	1,17	1,18	1,24	1,38
2001	1,59	1,15	1,08	1,37	1,33
2002	1,65	1,16	1,03	1,36	1,43
Ensemble de la période	1,70	1,16	1,09	1,34	1,41

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	8,51	CAT 2	-	-
2000	7,46	CAT 2	-	-
2001	10,83	CAT 3	-	-
2002	15,22	CAT 3	-	-
Ensemble de la période	10,53	CAT 3	-	-

Algésiras-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	5713	5713	0	15,65	-
2000	6177	6177	0	16,92	-
2001	6335	6335	0	17,36	-
2002	4710	4710	0	17,44	-
Total	22935	22935	0	16,84	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	12.15%	11.30%	9.83%	9.94%	10.83%
Cargos	17.22%	18.78%	17.28%	16.52%	17.51%
Méthaniers	6.97%	6.36%	5.89%	4.69%	6.04%
Passagers	0.39%	0.24%	0.41%	0.38%	0.35%
Rouliers	0.39%	0.76%	1.40%	0.83%	0.86%
Tankers & Chimiquiers	25.91%	25.29%	25.27%	25.24%	25.43%
Porte-Conteneurs	35.27%	35.57%	38.52%	40.91%	37.41%
Autres	1.72%	1.70%	1.39%	1.49%	1.57%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,15	1,16	1,30	1,48	1,36
2000	2,13	1,17	1,32	1,48	1,32
2001	2,03	1,17	1,30	1,45	1,32
2002	1,99	1,18	1,26	1,45	1,31
Ensemble de la période	2,08	1,17	1,30	1,46	1,33

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	33,59	CAT 3	-	-
2000	36,04	CAT 3	-	-
2001	35,16	CAT 3	-	-
2002	34,71	CAT 3	-	-
Ensemble de la période	34,97	CAT 3	-	-

Algésiras-Valence

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	118	118	0	0,32	-
2000	139	139	0	0,38	-
2001	175	175	0	0,48	-
2002	144	144	0	0,53	-
Total	576	576	0	0,43	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	3.39%	3.60%	3.43%	2.08%	3.13%
Cargos	3.39%	20.14%	25.14%	2.08%	13.72%
Méthaniers	-	-	-	0.69%	0.17%
Passagers	-	-	0.57%	-	0.17%
Rouliers	1.69%	2.16%	1.14%	1.39%	1.56%
Tankers & Chimiquiers	10.17%	14.39%	8.00%	7.64%	9.90%
Porte-Conteneurs	79.66%	59.71%	61.14%	84.03%	70.31%
Autres	1.69%		0.57%	2.08%	1.04%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,38	1,18	1,07	1,21	1,29
2000	1,65	1,17	1,25	1,37	1,26
2001	1,57	1,18	1,09	1,39	1,20
2002	1,27	1,19	1,05	1,18	1,19
Ensemble de la période	1,47	1,18	1,12	1,30	1,23

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,45	CAT 1	-	-
2000	0,63	CAT 1	-	-
2001	0,75	CAT 1	-	-
2002	0,67	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,63	CAT 1	-	-

Algésiras-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	97	97	0	0,27	-
2000	101	101	0	0,28	-
2001	75	75	0	0,21	-
2002	92	92	0	0,34	-
Total	365	365	0	0,27	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	11.34%	3.96%	12.00%	8.70%	8.77%
Cargos	6.19%	17.82%	14.67%	10.87%	12.33%
Méthaniers	7.22%	2.97%	8.00%	6.52%	6.03%
Rouliers	1.03%	-	2.67%	-	0.82%
Tankers & Chimiquiers	43.30%	56.44%	45.33%	41.30%	46.85%
Porte-Conteneurs	30.93%	18.81%	17.33%	32.61%	25.21%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,08	1,14	1,32	1,43	1,30
2000	1,92	1,14	1,28	1,52	1,28
2001	1,91	1,15	1,29	1,52	1,25
2002	1,81	1,14	1,27	1,44	1,24
Ensemble de la période	1,93	1,14	1,29	1,48	1,27

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,55	CAT 1	-	-
2000	0,53	CAT 1	-	-
2001	0,39	CAT 1	-	-
2002	0,62	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,53	CAT 1	-	-

Algésiras-Détroit des Dardanelles

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	103	103	0	0,28	-
2000	121	121	0	0,33	-
2001	157	157	0	0,43	-
2002	106	106	0	0,39	-
Total	487	487	0	0,36	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	16.50%	16.53%	20.38%	20.75%	18.69%
Cargos	27.18%	12.40%	15.92%	15.09%	17.25%
Méthaniers	15.53%	20.66%	18.47%	16.04%	17.86%
Rouliers	-	0.83%	0.64%	0.94%	0.62%
Tankers & Chimiquiers	39.81%	47.11%	42.68%	45.28%	43.74%
Porte-Conteneurs	0.97%	-	1.27%	-	0.62%
Autres	-	2.48%	0.64%	1.89%	1.23%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,22	1,20	1,65	1,65	1,50
2000	2,84	1,20	1,52	1,56	1,50
2001	2,60	1,22	1,36	1,60	1,51
2002	3,05	1,23	1,48	1,61	1,55
Ensemble de la période	2,89	1,21	1,49	1,60	1,52

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,91	CAT 1	-	-
2000	0,94	CAT 1	-	-
2001	1,12	CAT 1	-	-
2002	1,20	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,04	CAT 1	-	-

Algésiras-Canal de Suez

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	161	161	0	0,44	-
2000	156	156	0	0,43	-
2001	207	207	0	0,57	-
2002	182	182	0	0,67	-
Total	706	706	0	0,53	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	8.07%	6.41%	5.31%	7.14%	6.66%
Cargos	8.07%	3.85%	5.80%	6.59%	6.09%
Méthaniers	3.11%	2.56%	8.70%	4.95%	5.10%
Rouliers	-	-	0.97%	-	0.28%
Tankers & Chimiquiers	17.39%	25.64%	23.67%	18.13%	21.25%
Porte-Conteneurs	60.25%	58.97%	54.11%	60.44%	58.22%
Autres	3.11%	2.56%	1.45%	2.75%	2.41%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,85	1,28	1,20	1,33	1,32
2000	1,81	1,30	1,21	1,31	1,29
2001	1,73	1,30	1,14	1,30	1,32
2002	1,69	1,28	1,16	1,31	1,25
Ensemble de la période	1,76	1,29	1,17	1,31	1,30

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,82	CAT 1	-	-
2000	0,78	CAT 1	-	-
2001	0,98	CAT 1	-	-
2002	1,14	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,93	CAT 1	-	-

Algésiras-Tarragone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	80	80	0	0,22	-
2000	118	118	0	0,32	-
2001	115	115	0	0,32	-
2002	64	64	0	0,24	-
Total	377	377	0	0,27	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	10.00%	7.63%	6.96%	7.81%	7.96%
Cargos	2.50%	7.63%	7.83%	3.13%	5.84%
Méthaniers	23.75%	27.97%	20.87%	18.75%	23.34%
Tankers & Chimiquiers	62.50%	52.54%	63.48%	65.63%	60.21%
Porte-Conteneurs	-	4.24%	-	4.69%	2.12%
Autres	1.25%	-	0.87%	-	0.53%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,81	1,12	1,11	1,47	1,27
2000	1,92	1,11	1,21	1,45	1,31
2001	1,82	1,13	1,21	1,49	1,28
2002	1,86	1,15	1,23	1,46	1,30
Ensemble de la période	1,86	1,12	1,19	1,47	1,29

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,40	CAT 1	-	-
2000	0,62	CAT 1	-	-
2001	0,57	CAT 1	-	-
2002	0,44	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,51	CAT 1	-	-

Sète-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	356	356	0	0,98	-
2000	356	356	0	0,98	-
2001	284	284	0	0,78	-
2002	200	200	0	0,74	-
Total	1196	1196	0	0,87	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	17.42%	15.45%	18.31%	17.50%	17.06%
Cargos	42.13%	50.00%	46.83%	22.50%	42.31%
Passagers	0.28%	1.69%	11.97%	46.00%	11.12%
Rouliers	15.73%	11.24%	2.11%	-	8.53%
Tankers & Chimiquiers	15.73%	16.01%	15.49%	10.50%	14.88%
Porte-Conteneurs	3.09%	3.09%	4.23%	1.50%	3.09%
Autres	5.62%	2.53%	1.06%	2.00%	3.01%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,08	1,11	1,51	1,72	1,52
2000	3,02	1,10	1,58	1,77	1,46
2001	3,01	1,11	1,51	1,80	1,45
2002	3,54	1,16	1,71	1,69	1,58
Ensemble de la période	3,12	1,12	1,56	1,75	1,50

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	3,00	CAT 1	-	-
2000	2,95	CAT 1	-	-
2001	2,35	CAT 1	-	-
2002	2,62	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	2,71	CAT 1	-	-

Sète-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	90	90	0	0,25	-
2000	102	102	0	0,28	-
2001	86	86	0	0,24	-
2002	25	25	0	0,09	-
Total	303	303	0	0,21	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	3.33%	1.96%	1.16%	4.00%	2.31%
Cargos	33.33%	29.41%	33.72%	36.00%	32.34%
Passagers	5.56%	20.59%	20.93%	32.00%	17.16%
Rouliers	14.44%	23.53%	16.28%	12.00%	17.82%
Tankers & Chimiquiers	15.56%	19.61%	8.14%	16.00%	14.85%
Porte-Conteneurs	26.67%	4.90%	19.77%	-	15.18%
Autres	1.11%	-	-	-	0.33%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,48	1,10	1,42	1,52	1,51
2000	2,41	1,11	1,38	1,54	1,52
2001	2,64	1,12	1,51	1,53	1,53
2002	2,58	1,11	1,34	1,65	1,54
Ensemble de la période	2,51	1,11	1,42	1,54	1,52

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,61	CAT 1	-	-
2000	0,67	CAT 1	-	-
2001	0,62	CAT 1	-	-
2002	0,24	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,54	CAT 1	-	-

Sète-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	255	255	0	0,70	-
2000	299	299	0	0,82	-
2001	187	187	0	0,51	-
2002	90	90	0	0,33	-
Total	831	831	0	0,59	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	1.18%	1.34%	1.07%	1.11%	1.20%
Cargos	23.14%	39.46%	29.95%	26.67%	30.93%
Passagers	3.53%	1.67%	0.53%	3.33%	2.17%
Rouliers	40.78%	40.80%	50.27%	43.33%	43.20%
Tankers & Chimiquiers	18.82%	15.05%	14.97%	20.00%	16.73%
Porte-Conteneurs	12.16%	1.34%	3.21%	3.33%	5.29%
Autres	0.39%	0.33%	-	2.22%	0.48%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,23	1,11	1,35	1,41	1,50
2000	2,21	1,08	1,52	1,54	1,44
2001	2,09	1,07	1,28	1,44	1,50
2002	2,13	1,08	1,26	1,45	1,52
Ensemble de la période	2,18	1,09	1,39	1,47	1,48

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,55	CAT 1	-	-
2000	1,81	CAT 1	-	-
2001	1,07	CAT 1	-	-
2002	0,71	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,29	CAT 1	-	-

La Nouvelle-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	153	153	0	0,42	-
2000	156	156	0	0,43	-
2001	269	269	0	0,74	-
2002	142	142	0	0,53	-
Total	720	720	0	0,53	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.65%	-	0.37%	-	0.28%
Cargos	9.80%	15.38%	8.55%	10.56%	10.69%
Méthaniers	27.45%	17.31%	8.92%	5.63%	14.03%
Rouliers	0.65%	-	0.37%	-	0.28%
Tankers & Chimiquiers	54.90%	66.67%	81.78%	82.39%	72.92%
Porte-Conteneurs	-	0.64%	-	0.70%	0.28%
Autres	6.54%	-	-	0.70%	1.53%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,16	1,05	1,43	1,44	1,43
2000	1,90	1,05	1,54	1,51	1,27
2001	1,62	1,03	1,19	1,51	1,20
2002	1,81	1,14	1,12	1,53	1,27
Ensemble de la période	1,83	1,06	1,30	1,50	1,28

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,90	CAT 1	-	-
2000	0,81	CAT 1	-	-
2001	1,19	CAT 1	-	-
2002	0,95	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,97	CAT 1	-	-

Ajaccio-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	480	480	0	1,32	-
2000	630	630	0	1,73	-
2001	723	723	0	1,98	-
2002	454	454	0	1,68	-
Total	2287	2287	0	1,68	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Cargos	0.21%	0.32%	-	-	0.13%
Méthaniers	8.54%	5.40%	4.29%	0.22%	4.68%
Passagers	50.00%	51.11%	31.81%	59.91%	46.52%
Rouliers	29.38%	34.29%	56.43%	37.00%	40.80%
Tankers & Chimiquiers	11.88%	8.89%	7.47%	2.86%	7.87%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,63	1,16	1,15	1,35	1,27
2000	1,46	1,18	1,03	1,34	1,19
2001	1,40	1,19	1,01	1,26	1,26
2002	1,44	1,20	1,01	1,35	1,21
Ensemble de la période	1,47	1,18	1,04	1,32	1,23

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,14	CAT 1	-	-
2000	2,52	CAT 1	-	-
2001	2,77	CAT 1	-	-
2002	2,43	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	2,47	CAT 1	-	-

Bastia-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	343	343	0	0,94	-
2000	409	409	0	1,12	-
2001	711	711	0	1,95	-
2002	748	748	0	2,77	-
Total	2211	2211	0	1,69	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.29%	-	-	-	0.05%
Méthaniers	4.37%	4.89%	2.39%	4.28%	3.80%
Passagers	84.26%	89.24%	92.83%	87.43%	89.01%
Rouliers	1.46%	2.69%	2.39%	1.07%	1.85%
Tankers & Chimiquiers	9.62%	3.18%	2.11%	7.22%	5.20%
Autres	-	-	0.28%	-	0.09%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,51	1,17	1,09	1,48	1,14
2000	1,54	1,19	1,01	1,47	1,17
2001	1,52	1,19	1,00	1,48	1,14
2002	1,49	1,18	1,00	1,48	1,14
Ensemble de la période	1,51	1,19	1,02	1,48	1,15

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,42	CAT 1	-	-
2000	1,73	CAT 1	-	-
2001	2,96	CAT 1	-	-
2002	4,12	CAT 2	-	-
Ensemble de la période	2,56	CAT 1	-	-

Bastia-Gênes

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	198	198	0	0,54	-
2000	196	196	0	0,54	-
2001	68	68	0	0,19	-
2002	134	134	0	0,50	-
Total	596	596	0	0,44	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Cargos	-	0.51%	-	-	0.17%
Passagers	99.49%	98.98%	92.65%	99.25%	98.49%
Rouliers	-	0.51%	7.35%	0.75%	1.17%
Tankers & Chimiquiers	0.51%	-	-	-	0.17%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,83	1,20	1,44	1,50	1,65
2000	3,78	1,20	1,50	1,50	1,99
2001	3,12	1,20	1,50	1,47	1,76
2002	1,56	1,20	1,50	1,50	1,11
Ensemble de la période	2,89	1,20	1,48	1,50	1,65

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,53	CAT 1	-	-
2000	2,03	CAT 1	-	-
2001	0,58	CAT 1	-	-
2002	0,77	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,27	CAT 1	-	-

Bastia-Savone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	265	265	0	0,73	-
2000	550	550	0	1,51	-
2001	418	418	0	1,15	-
2002	419	419	0	1,55	-
Total	1652	1652	0	1,23	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Cargos	-	-	0.24%	-	0.06%
Passagers	100.00%	65.82%	67.22%	66.83%	71.91%
Rouliers	-	34.18%	32.54%	33.17%	28.03%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,99	1,20	1,50	1,50	1,70
2000	2,86	1,13	1,50	1,36	1,69
2001	2,43	1,12	1,50	1,37	1,52
2002	2,07	1,11	1,50	1,37	1,38
Ensemble de la période	2,57	1,13	1,50	1,39	1,57

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,17	CAT 1	-	-
2000	4,31	CAT 2	-	-
2001	2,78	CAT 1	-	-
2002	3,21	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	3,17	CAT 1	-	-

Bastia-La Spezia

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	2	2	0	0,01	-
2000	247	247	0	0,68	-
2001	280	280	0	0,77	-
2002	121	121	0	0,45	-
Total	650	650	0	0,47	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Passagers	100.00%	98.79%	99.64%	-	80.77%
Rouliers	-	1.21%	-	100.00%	19.08%
Tankers & Chimiquiers	-	-	0.36%	-	0.15%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,83	1,20	1,25	1,50	1,85
2000	2,66	1,20	1,01	1,50	1,99
2001	2,69	1,20	1,01	1,50	1,99
2002	2,62	1,20	1,50	1,10	2,00
Ensemble de la période	2,67	1,20	1,10	1,42	1,99

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,02	CAT 1	-	-
2000	1,80	CAT 1	-	-
2001	2,07	CAT 1	-	-
2002	1,17	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,27	CAT 1	-	-

Bastia-Nice

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	78	78	0	0,21	-
2000	123	123	0	0,34	-
2001	534	534	0	1,46	-
2002	445	445	0	1,65	-
Total	1180	1180	0	0,92	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	57.69%	23.58%	10.11%	11.69%	15.25%
Méthaniers	-	-	-	1.80%	0.68%
Passagers	25.64%	76.42%	89.70%	80.22%	80.51%
Rouliers	15.38%	-	-	-	1.02%
Tankers & Chimiquiers	1.28%	-	-	6.29%	2.46%
Autres	-	-	0.19%	-	0.08%
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,08	1,01	1,08	1,73	1,40
2000	2,72	1,12	1,20	1,62	1,63
2001	1,88	1,10	1,26	1,55	1,30
2002	1,84	1,09	1,26	1,55	1,27
Ensemble de la période	1,96	1,09	1,24	1,57	1,33

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,44	CAT 1	-	-
2000	0,92	CAT 1	-	-
2001	2,75	CAT 1	-	-
2002	3,03	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,80	CAT 1	-	-

Bejaia-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	118	118	0	0,32	-
2000	154	154	0	0,42	-
2001	302	302	0	0,83	-
2002	187	187	0	0,69	-
Total	761	761	0	0,57	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	0.85%	2.60%	1.66%	0.53%	1.45%
Cargos	1.69%	7.14%	25.17%	32.62%	19.71%
Méthaniers	1.69%	-	1.66%	1.07%	1.18%
Passagers	57.63%	46.10%	30.13%	17.65%	34.56%
Rouliers	5.93%	8.44%	17.88%	19.25%	14.45%
Tankers & Chimiquiers	30.51%	25.32%	14.24%	14.44%	19.05%
Porte-Conteneurs	1.69%	10.39%	9.27%	14.44%	9.59%
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,99	1,20	1,78	1,48	1,52
2000	3,18	1,16	1,68	1,47	1,60
2001	2,87	1,13	1,70	1,52	1,52
2002	2,72	1,10	1,47	1,53	1,58
Ensemble de la période	2,91	1,14	1,65	1,50	1,55

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,97	CAT 1	-	-
2000	1,34	CAT 1	-	-
2001	2,37	CAT 1	-	-
2002	1,88	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,65	CAT 1	-	-

Alger-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	127	127	0	0,35	-
2000	152	152	0	0,42	-
2001	110	110	0	0,30	-
2002	139	139	0	0,51	-
Total	528	528	0	0,40	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	1.57%	-	-	-	0.38%
Cargos	24.41%	26.32%	32.73%	20.86%	25.76%
Méthaniers	-	1.32%	-	0.72%	0.57%
Rouliers	64.57%	65.13%	44.55%	63.31%	60.23%
Tankers & Chimiquiers	9.45%	2.63%	5.45%	0.72%	4.36%
Porte-Conteneurs	-	4.61%	17.27%	14.39%	8.71%
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,77	1,03	1,91	1,37	1,59
2000	2,72	1,08	1,90	1,35	1,58
2001	2,53	1,09	1,70	1,42	1,55
2002	2,35	1,10	1,70	1,29	1,56
Ensemble de la période	2,60	1,08	1,81	1,35	1,57

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,96	CAT 1	-	-
2000	1,13	CAT 1	-	-
2001	0,76	CAT 1	-	-
2002	1,21	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,03	CAT 1	-	-

Alger-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	127	127	0	0,35	-
2000	152	152	0	0,42	-
2001	110	110	0	0,30	-
2002	139	139	0	0,51	-
Total	528	528	0	0,40	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	1.57%	-	-	-	0.38%
Cargos	24.41%	26.32%	32.73%	20.86%	25.76%
Méthaniers	-	1.32%	-	0.72%	0.57%
Rouliers	64.57%	65.13%	44.55%	63.31%	60.23%
Tankers & Chimiquiers	9.45%	2.63%	5.45%	0.72%	4.36%
Porte-Conteneurs	-	4.61%	17.27%	14.39%	8.71%
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,77	1,03	1,91	1,37	1,59
2000	2,72	1,08	1,90	1,35	1,58
2001	2,53	1,09	1,70	1,42	1,55
2002	2,35	1,10	1,70	1,29	1,56
Ensemble de la période	2,60	1,08	1,81	1,35	1,57

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,96	CAT 1	-	-
2000	1,13	CAT 1	-	-
2001	0,76	CAT 1	-	-
2002	1,21	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,03	CAT 1	-	-

Alger-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	768	768	0	2,10	-
2000	819	819	0	2,24	-
2001	737	737	0	2,02	-
2002	857	857	0	3,17	-
Total	3181	3181	0	2,39	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	-	0.49%	-	0.35%	0.22%
Cargos	6.77%	22.47%	18.32%	14.70%	15.62%
Méthaniers	0.13%	-	0.27%	0.47%	0.22%
Passagers	30.60%	37.12%	47.49%	42.47%	39.39%
Rouliers	46.35%	19.78%	17.23%	23.10%	26.50%
Tankers & Chimiquiers	0.39%	0.73%	0.14%	0.35%	0.41%
Porte-Conteneurs	11.98%	19.41%	16.55%	18.55%	16.72%
Autres	3.78%	-	-	-	0.91%
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,33	1,11	1,70	1,30	1,49
2000	2,47	1,09	1,66	1,46	1,46
2001	2,79	1,14	1,80	1,46	1,53
2002	2,62	1,14	1,67	1,41	1,54
Ensemble de la période	2,55	1,12	1,71	1,41	1,51

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	4,91	CAT 2	-	-
2000	5,55	CAT 2	-	-
2001	5,63	CAT 2	-	-
2002	8,33	CAT 2	-	-
Ensemble de la période	6,09	CAT 2	-	-

Arzew-Barcelone

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	133	133	0	0,36	-
2000	168	168	0	0,46	-
2001	187	187	0	0,51	-
2002	173	173	0	0,64	-
Total	661	661	0	0,49	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Cargos	-	-	0.53%	-	0.15%
Méthaniers	91.73%	95.24%	97.33%	95.38%	95.16%
Tankers & Chimiquiers	8.27%	4.17%	1.60%	4.62%	4.39%
Porte-Conteneurs	-	0.60%	0.53%	-	0.30%
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,93	1,19	1,09	1,13	1,88
2000	2,57	1,20	1,40	1,12	1,95
2001	2,42	1,19	1,32	1,11	1,97
2002	2,45	1,19	1,32	1,12	1,98
Ensemble de la période	2,37	1,19	1,29	1,12	1,95

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,70	CAT 1	-	-
2000	1,18	CAT 1	-	-
2001	1,24	CAT 1	-	-
2002	1,57	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,17	CAT 1	-	-

Arzew-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	229	229	0	0,63	-
2000	200	200	0	0,55	-
2001	232	232	0	0,64	-
2002	178	178	0	0,66	-
Total	839	839	0	0,62	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	1.31%	0.50%	0.43%	1.12%	0.83%
Cargos	-	1.00%	-	2.25%	0.72%
Méthaniers	50.66%	68.00%	68.53%	83.15%	66.63%
Passagers	0.87%	-	-	-	0.24%
Tankers & Chimiquiers	46.72%	30.00%	28.88%	11.80%	30.39%
Porte-Conteneurs	0.44%	-	-	1.69%	0.48%
Autres	-	0.50%	2.16%	-	0.72%
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,23	1,17	1,31	1,30	1,70
2000	1,83	1,22	1,32	1,24	1,47
2001	1,87	1,21	1,36	1,23	1,45
2002	2,00	1,21	1,38	1,18	1,59
Ensemble de la période	1,99	1,20	1,34	1,24	1,55

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	1,40	CAT 1	-	-
2000	1,00	CAT 1	-	-
2001	1,19	CAT 1	-	-
2002	1,32	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,23	CAT 1	-	-

Arzew-Naples

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	159	159	0	0,44	-
2000	123	123	0	0,34	-
2001	104	104	0	0,28	-
2002	66	66	0	0,24	-
Total	452	452	0	0,33	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Cargos	0.63%	-	-	-	0.22%
Méthaniers	98.74%	100 %	100 %	100 %	99.56%
Tankers & Chimiquiers	0.63%	-	-	-	0.22%
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,50	1,18	1,60	1,11	1,34
2000	1,15	1,20	1,04	1,10	1,21
2001	1,16	1,19	1,04	1,10	1,23
2002	1,16	1,20	1,02	1,10	1,23
Ensemble de la période	1,28	1,19	1,23	1,10	1,26

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,65	CAT 1	-	-
2000	0,39	CAT 1	-	-
2001	0,33	CAT 1	-	-
2002	0,28	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,42	CAT 1	-	-

Arzew-La Spezia

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	98	98	0	0,27	-
2000	144	144	0	0,39	-
2001	166	166	0	0,45	-
2002	128	128	0	0,47	-
Total	536	536	0	0,40	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	1.02%	-	-	-	0.19%
Cargos	2.04%	-	-	0.78%	0.56%
Méthaniers	96.94%	99.31%	97.59%	99.22%	98.32%
Tankers & Chimiquiers	-	0.69%	-	-	0.19%
Autres	-	-	2.41%	-	0.75%
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,14	1,20	1,51	1,13	1,11
2000	1,20	1,20	1,52	1,10	1,15
2001	1,27	1,20	1,52	1,11	1,19
2002	1,84	1,20	1,51	1,11	1,53
Ensemble de la période	1,37	1,20	1,52	1,11	1,24

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,31	CAT 1	-	-
2000	0,47	CAT 1	-	-
2001	0,58	CAT 1	-	-
2002	0,87	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,54	CAT 1	-	-

Oran-Marseille

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	304	304	0	0,83	-
2000	196	196	0	0,54	-
2001	312	312	0	0,85	-
2002	196	196	0	0,73	-
Total	1008	1008	0	0,74	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	-	0.51%	0.32%	0.51%	0.30%
Cargos	3.95%	4.59%	28.85%	23.98%	15.67%
Passagers	25.99%	29.08%	17.63%	23.98%	23.61%
Rouliers	57.89%	65.31%	48.40%	47.45%	54.37%
Tankers & Chimiquiers	0.33%	-	-	-	0.10%
Porte-Conteneurs	11.84%	0.51%	4.81%	4.08%	5.95%
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	2,42	1,12	1,74	1,24	1,53
2000	3,10	1,13	1,88	1,26	1,69
2001	2,68	1,06	1,58	1,43	1,58
2002	2,52	1,11	1,51	1,42	1,53
Ensemble de la période	2,65	1,10	1,67	1,34	1,58

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,01	CAT 1	-	-
2000	1,66	CAT 1	-	-
2001	2,29	CAT 1	-	-
2002	1,83	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	1,95	CAT 1	-	-

Sfax-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	258	258	0	0,71	-
2000	282	282	0	0,77	-
2001	263	263	0	0,72	-
2002	193	193	0	0,71	-
Total	996	996	0	0,73	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	38.37%	32.27%	38.02%	40.93%	37.05%
Cargos	51.55%	57.45%	52.47%	52.33%	53.61%
Méthaniers	-	1.06%	-	-	0.30%
Rouliers	0.39%	0.71%	1.52%	-	0.70%
Tankers & Chimiquiers	7.75%	8.51%	4.18%	5.70%	6.63%
Porte-Conteneurs	0.78%	-	0.38%	-	0.30%
Autres	1.16%	-	3.42%	1.04%	1.41%
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	3,75	1,09	1,68	1,94	1,52
2000	3,65	1,10	1,60	1,94	1,53
2001	3,41	1,11	1,55	1,94	1,48
2002	3,29	1,11	1,52	1,97	1,45
Ensemble de la période	3,55	1,10	1,59	1,95	1,50

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	2,65	CAT 1	-	-
2000	2,82	CAT 1	-	-
2001	2,46	CAT 1	-	-
2002	2,35	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	2,58	CAT 1	-	-

Ras Lanuf-Détroit de Gibraltar

ANNÉE	NOMBRE DE TRAJETS			DENSITÉ	
	Total	Route principale	Route secondaire	Route principale	Route secondaire
1998	163	163	0	0,45	-
2000	206	206	0	0,56	-
2001	189	189	0	0,52	-
2002	117	117	0	0,43	-
Total	675	675	0	0,49	-

TYPE DES NAVIRES	1998	2000	2001	2002	TOTAL
Vraquiers	-	0.49%	0.53%	-	0.30%
Cargos	3.68%	1.94%	3.70%	3.42%	3.11%
Méthaniers	43.56%	44.66%	43.92%	27.35%	41.19%
Rouliers	-	1.46%	4.23%	0.85%	1.78%
Tankers & Chimiquiers	51.53%	50.97%	44.97%	65.81%	52.00%
Porte-Conteneurs	1.23%	0.49%	1.59%	2.56%	1.33%
Autres	-	-	1.06%	-	0.30%
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

ROUTE PRINCIPALE	INDICE MOYEN DE DANGEROUSITÉ DES NAVIRES	TAILLE	PAVILLON	TYPE	ÂGE
1998	1,94	1,17	1,31	1,34	1,33
2000	2,00	1,19	1,37	1,33	1,40
2001	1,73	1,19	1,25	1,32	1,31
2002	1,95	1,19	1,31	1,39	1,35
Ensemble de la période	1,90	1,19	1,31	1,34	1,35

ANNÉE	ROUTE PRINCIPALE		ROUTE SECONDAIRE	
	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie	Indice de dangerosité du trafic	Catégorie
1998	0,87	CAT 1	-	-
2000	1,13	CAT 1	-	-
2001	0,90	CAT 1	-	-
2002	0,85	CAT 1	-	-
Ensemble de la période	0,93	CAT 1	-	-

5. ANNEXE B – REPRÉSENTATIONS CARTOGRAPHIQUES
