

# **Le modèle MARIN. Un modèle de simulation pour étudier la sécurité de la navigation dans différents schémas d'organisation du trafic maritime en Manche et Pas-de-Calais**

par A. COUPARD

*Institut de Recherche des Transports (I.R.T.)*

et T. DEGRE et X. LEFÈVRE

*Organisme de Recherches Informatique et Opérationnelle appliquées à la navigation (O.R.I.O.N.)*

## **A - CADRE GENERAL DE L'ETUDE**

La Manche est l'une des voies maritimes les plus fréquentées au monde. Actuellement 300 navires transitent chaque jour entre l'Atlantique et la Pas-de-Calais. A ce flot viennent s'ajouter les traversées France-Angleterre dont le nombre atteint 200 par jour durant la période estivale. Une telle concentration du trafic pose de nombreux problèmes, en particulier de sécurité.

Il y a une dizaine d'années, chaque commandant, "seul maître à bord après Dieu", choisissait lui-même sa route. Nombre d'entre eux coupaient au plus près du Cap Lizard ou d'Ouessant et longeaient ensuite la côte anglaise, mieux balisée. A l'entrée du Pas-de-Calais, les nombreux hauts-fonds (Sandetti ou Le Varne, par exemple) contraignaient les navires à circuler dans les mêmes chenaux. Au milieu des années 1960, on comptait en moyenne une quinzaine d'accidents par an. En 1967, l'O.M.C.I. (Organisation Intergouvernementale Consultative de la Navigation Maritime) préconisa un système de séparation du trafic dans le Pas-de-Calais, avec création d'un couloir montant le long des côtes françaises (Manche-Mer du Nord) et d'un couloir descendant le long des côtes anglaises (Mer du Nord-Manche).

Quatre ans après la mise en place de ce dispositif, une série d'accidents eut lieu dans le Pas-de-Calais.

Les épaves provenant de la collision du pétrolier TEXACO CARRIBEAN et du cargo PARACUS furent heurtées par deux autres navires, le BRANDENBURG et le NIKI. Cette série de catastrophes fit 49 morts. Pour éviter que de telles tragédies recommencent, les autorités maritimes anglaises et françaises créèrent, en 1971, les centres de surveillance de SAINT MARGARET BAY (à l'Est de Douvres) et du CAP GRIS-NEZ. Ces centres diffusent périodiquement des informations météorologiques, signalent les obstacles à la navigation (navires contrevenants, épaves non balisées, nageurs traversant le Détroit), enfin ils répondent aux demandes de renseignements des bateaux ayant du mal à se positionner par rapport aux couloirs de navigation et assistent les navires ayant des avaries. Ces stations ne sont cependant pas comparables aux centres régionaux du contrôle aérien. Elles exercent une "surveillance indicative" d'où est exclue toute notion de régulation autoritaire du trafic.

A la fin de 1972, les dispositions en vigueur dans le Pas-de-Calais furent étendues à la Manche avec création de nouveaux couloirs de circulation au large du Cap Lizard, d'Ouessant et des Casquets (au Nord-Ouest du Cotentin). Après la catastrophe de l'AMOCO-CADIZ au printemps 1978, les autorités françaises décidèrent de repousser vers le large les routes maritimes empruntées par les pétroliers et les autres navires dangereux (tankers chimiques, méthaniers...). Ces décisions entérinées par l'O.M.C.I. entrèrent en vigueur le 1er janvier 1979. Immédiatement le milieu maritime critiqua ce nouveau schéma d'organisation du trafic maritime dans la Manche. En effet, les dispositions adoptées obligent les pétroliers venant du rail d'Ouessant à recouper tout le trafic Nord-Est-Sud-Ouest débouchant du rail des Casquets (voir figure n° 1). Ces manœuvres se déroulent en outre dans une zone relativement dangereuse : un véritable "carrefour maritime" où se séparent les routes vers l'Atlantique Nord (par le Lizard) et vers l'Atlantique Sud (par Ouessant).

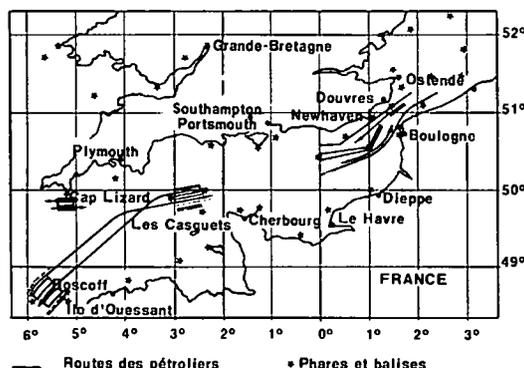


Figure n° 1 : Schéma actuel de navigation dans la Manche

Plusieurs instances britanniques et françaises proposèrent alors de nouveaux schémas d'organisation du trafic dans la Manche, mais il est apparu très vite que l'on ne disposait pas d'outils permettant une comparaison objective de ces propositions. Le simple examen des cartes sur lesquelles sont tracés ces schémas et les principaux flux de trafic qu'ils engendrent, ainsi que la considération des règlements particuliers associés à ces schémas permettent bien de détecter des zones de conflits éventuelles, mais dans la mesure où aucun des schémas ne peut éliminer totalement ces conflits et où l'évolution des navires dans le temps est difficile à imaginer, il est délicat de conclure. Par ailleurs, comme dans beaucoup d'autres domaines où il s'agit de prévoir les effets de telle ou telle politique non encore existante, des expérimentations en vraies grandeurs sont impossibles.

C'est dans ce contexte que l'Institut de Recherche des Transports (I.R.T.) et le Service des Phares et Balises ont confié à la Société O.R.I.O.N. une étude qui avait pour objectif de définir des méthodes permettant de comparer, du point de vue de la sécurité de la navigation, les divers schémas possibles d'organisation du trafic dans la Manche et le Pas-de-Calais.

## I - Simulation de la navigation

### 1 - PRINCIPES DE BASE DU MODELE

D'après les données qui seront examinées plus loin, le modèle génère, à des heures aléatoires, un nombre variable de navires de types et de provenances/destinations déterminés, leur affecte une route, et fait évoluer ces navires sur cette route, selon leur vitesse, jusqu'à leur destination.

L'opération consistant à affecter une route à un navire dépend à elle seule de la provenance/destination du navire, de son type, du schéma d'organisation considéré (dispositifs de séparation du trafic, règlements associés, balisage), ainsi que du comportement du système homme/navire.

Les manœuvres faites par les navires pour éviter un risque d'abordage ne sont pas prises en compte à ce stade (voir II). Ainsi, les seules manœuvres des navires qui sont simulées à ce niveau sont les *changements de cap successifs* que les navires doivent effectuer pour atteindre leur destination et accomplir, autant que faire se peut, une navigation "saine" (éviter les obstacles naturels, éviter d'être contrevenant à la réglementation associée aux dispositifs de séparation du trafic proposés).

### 2 - LES DONNEES ET LES HYPOTHESES DU MODELE.

Les données et les hypothèses introduites dans le modèle portent sur :

- les caractéristiques du trafic transitant dans la Manche et le Pas-de-Calais sur une période déterminée,
- les caractéristiques de chacun des schémas d'organisation considérés,
- le comportement du système homme/navire.

#### 2.1. Le trafic

Grâce aux informations qui ont été recueillies sur le terrain lors d'enquêtes réalisées avec l'appui des autorités civiles et militaires franco-britanniques, on connaît :

- le nombre, les types et les provenances/destinations des navires fréquentant la Manche et le Pas-de-Calais pendant une durée déterminée.
- les heures d'entrée des navires dans la zone considérée. Les lois horaires d'entrée des navires dans la zone considérée ont été déterminées d'après divers comptages effectués au LIZARD, à OUESSANT et dans le Pas-de-Calais. Ces données sont complétées par des indications sur les horaires du trafic trans-Manche (ferries). Dans le modèle, les heures de génération des navires sont tirées à partir de ces lois (lois déterministes pour les ferries ; lois aléatoires pour les autres navires).
- la vitesse de navigation des navires.

D'après les mêmes comptages, on peut affirmer :

- que la vitesse des navires divers et pétroliers peut être assimilée à une loi Normale tronquée, de moyenne 12,5 nœuds et d'écart-type 2,5 nœuds ;
- que la vitesse des ferries peut être assimilée à une loi Normale tronquée, de moyenne 18 nœuds, et d'écart-type 1,5 nœuds.

## 2.2. - Les caractéristiques des schémas d'organisation

La donnée d'un schéma d'organisation comporte :

- la définition géographique d'un ensemble de dispositifs de séparation de trafic,
- la définition des règlements particuliers associés à ces dispositifs,
- la recommandation d'un système d'aides à la navigation (caractéristiques et implantation géographique).

Dans le modèle, ces données sont introduites sous la forme des coordonnées des points correspondant à l'emplacement du balisage, et à ceux délimitant les voies de navigation recommandées dans les dispositifs de séparation de trafic, compte tenu de la réglementation qui leur est associée (existence de voies réservées à certains types de navires; institution de portes obligatoires destinées à permettre aux navires de couper les dispositifs de séparation de trafic, d'y entrer, d'en sortir, etc.).

Quelques exemples de schémas d'organisation dans la Manche et le Pas-de-Calais sont illustrés sur la figure n°3. Il s'agit :

- du schéma en vigueur avant le 1/1/1979,
- du schéma en vigueur depuis le 1/1/1979,
- d'un schéma proposé par la Marine Nationale Française,
- d'un schéma proposé par AFSONG (Anglo French Safety of Navigation Group).

### Schéma passé.

Cinq dispositifs de séparation de trafic respectivement aux îles Scilly, au Lizard, à Ouessant, aux Casquets et dans le Pas-de-Calais. Voies d'environ 4 milles de large dans les 4 premiers dispositifs.

### Schéma actuel

Cinq dispositifs de séparation de trafic respectivement aux îles Scilly, au Lizard, à Ouessant, aux Casquets et dans le Pas-de-Calais, l'objectif des modifications introduites étant de renvoyer suffisamment au large (environ 30 milles d'Ouessant) le trafic des navires présentant des risques de pollution, et notamment celui des gros transporteurs d'hydrocarbures, par l'introduction d'une voie mon-

tante réservée à ces navires dans le dispositif d'Ouessant. Voies d'environ 5 milles de large dans les 4 premiers dispositifs.

#### Proposition Marine Nationale.

Dispositif de séparation de trafic *continu* sur l'ensemble de la Manche et du Pas-de-Calais. Voies d'environ 3 milles de large.

Les règles particulières associées à ce schéma prévoient en particulier que l'utilisation de ce dispositif est *obligatoire* pour tous les navires, exceptés quelques cas. En outre, il est spécifié que les activités de pêche sont interdites dans les voies de circulation de ce dispositif.

En ce qui concerne le balisage, il est prévu un balisage axial le long des zones de séparation de trafic, ainsi que l'implantation d'une plate-forme P1 avec feu de grande portée à l'entrée Sud-Ouest du dispositif, et d'une plate-forme P2 avec feu de grande portée à la jonction des deux rails en Manche centrale.

#### Proposition AFSONG.

Quatre dispositifs de séparation de trafic respectivement aux îles Scilly, à Ouessant, aux Casquets et dans le Pas-de-Calais. Par rapport au schéma actuel, la voie spéciale qui avait été aménagée dans le dispositif d'Ouessant pour les pétroliers en direction du Nord-Est a été supprimée.

Par contre, les voies montante et descendante de ce dispositif ont été repoussées à 25 et à 35 milles d'Ouessant.

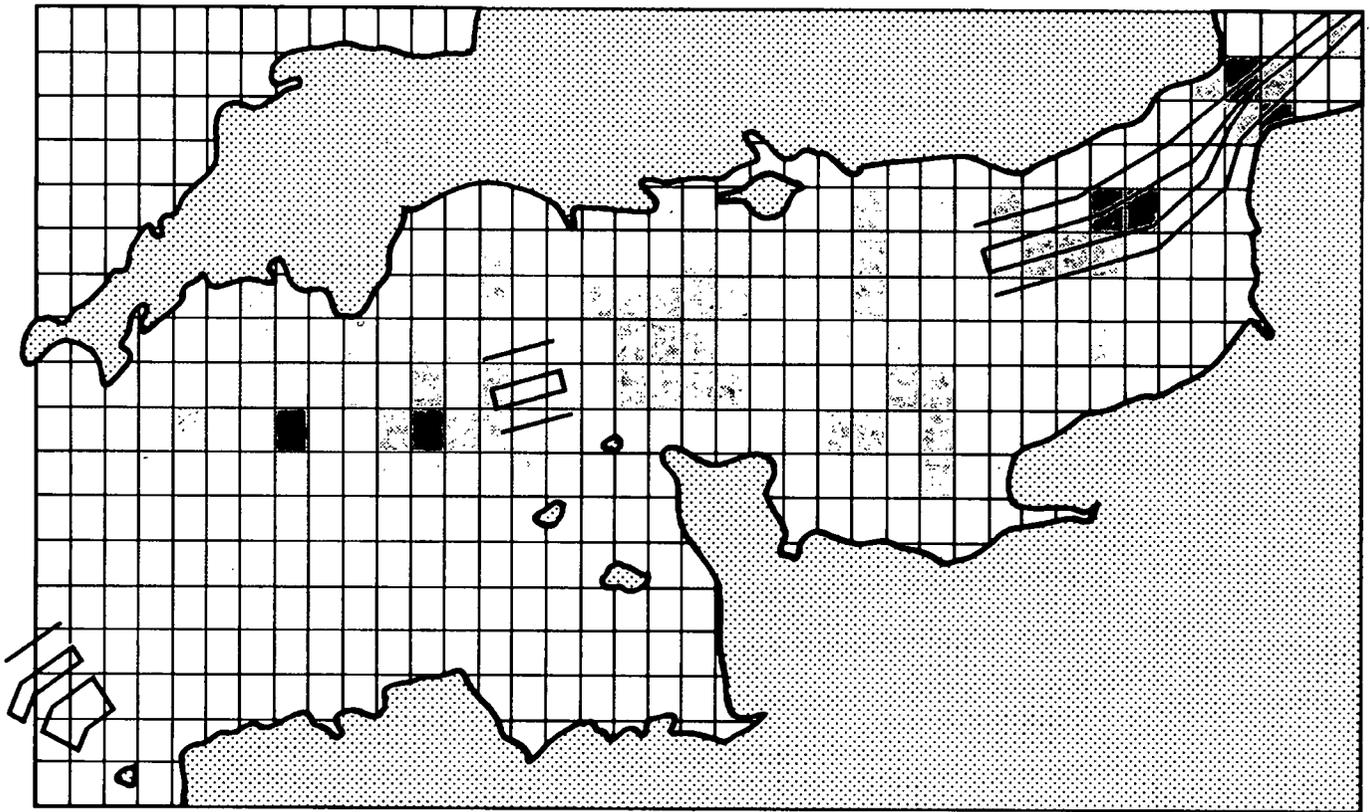
Dans cette organisation, les quatre dispositifs de séparation du trafic sont beaucoup mieux alignés que dans les schémas passé et actuel.

Voies d'environ 5 milles de large.

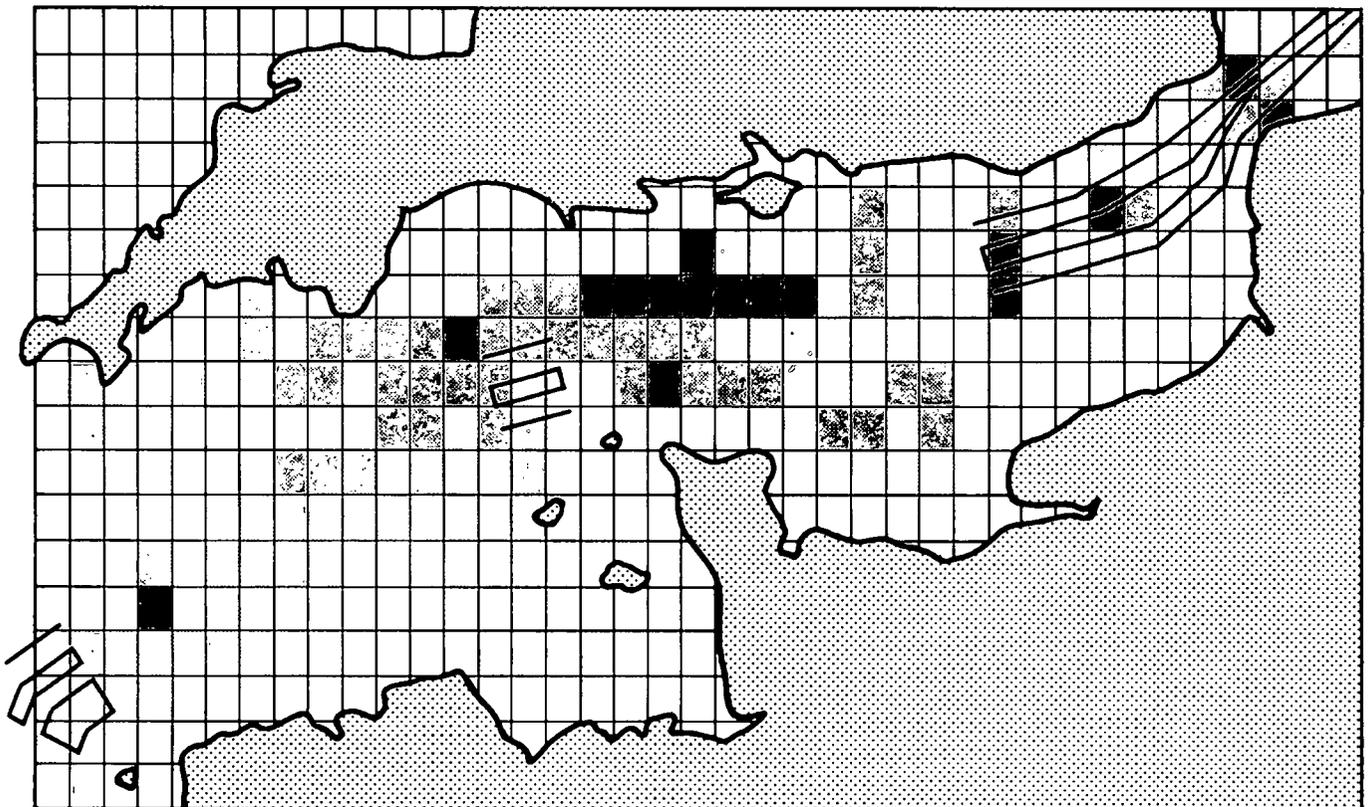
#### 2.3. - Comportement du système homme/navire

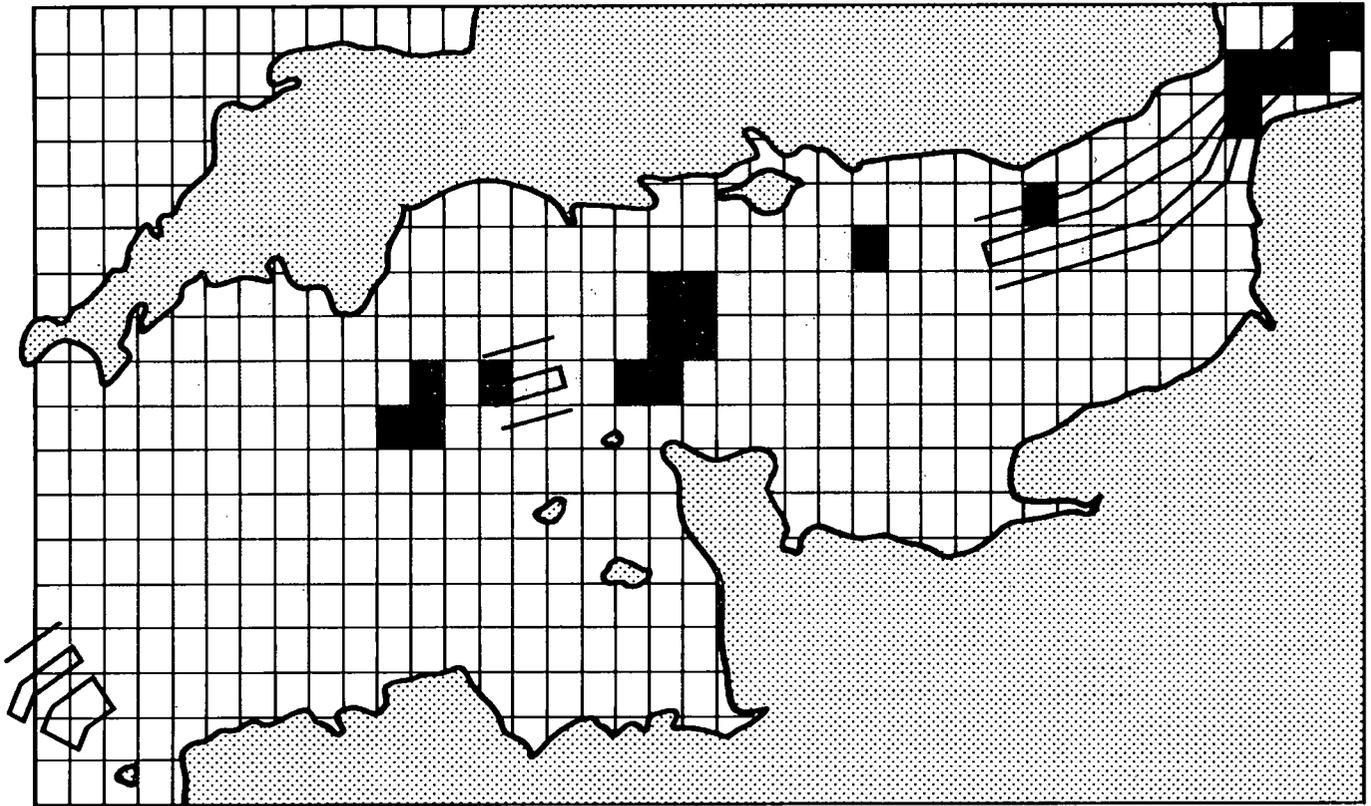
La route réelle que suivra un navire dépend, outre sa provenance/destination, son type et le schéma d'organisation considéré, de facteurs humains quant au choix de cette route, et des aides à la navigation du navire quant à la tenue de cette route.

Des relevés de trajectoires établies à partir de photographies d'un écran radar situé à terre (tel que cela a été fait par exemple à la station de surveillance du Cap Gris-Nez pour le trafic transitant dans le Pas-de-Calais), permettraient de connaître précisément les routes suivies par les navires, compte tenu de tous les facteurs pouvant les influencer. Malheureusement, seules quelques observations de ce type ont été effectuées dans la Manche sur le schéma passé, et il



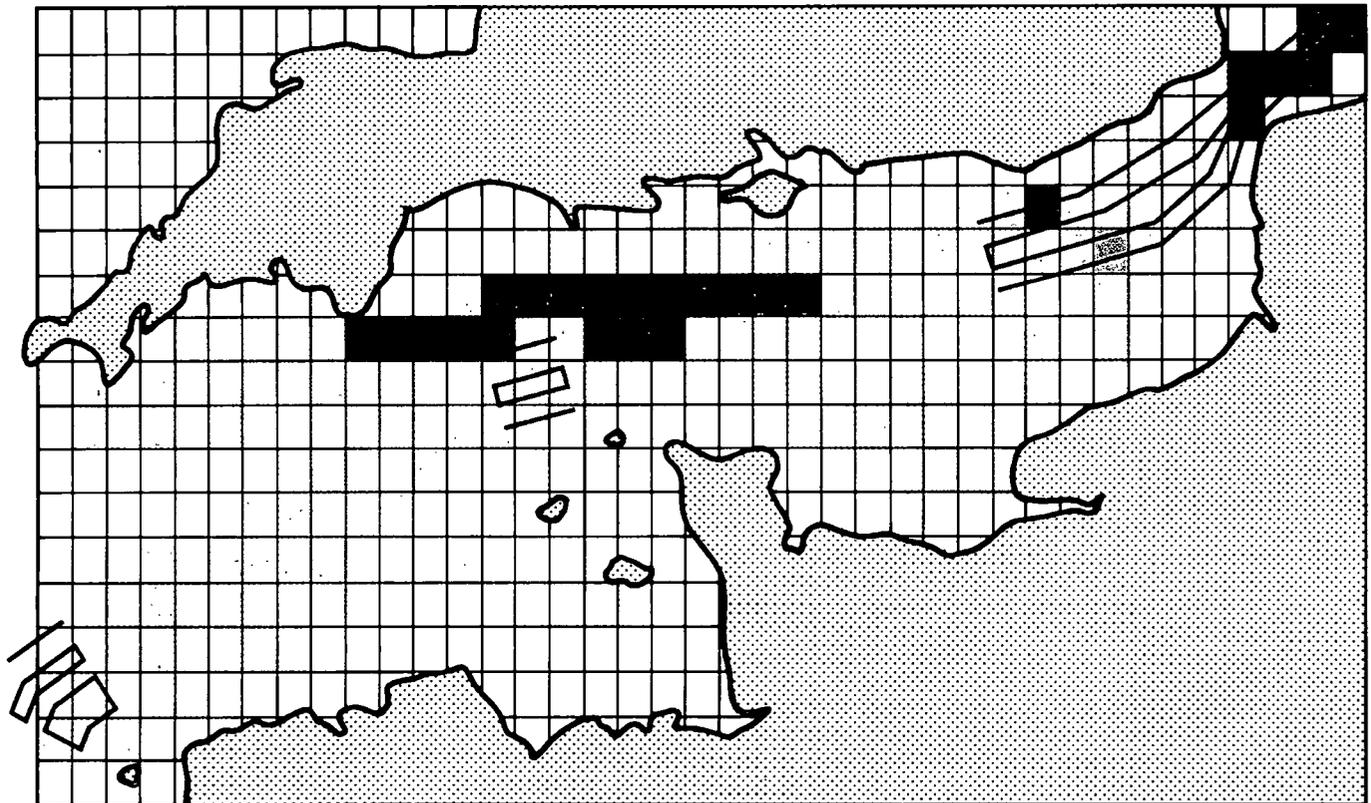
Cartes de répartition du nombre journalier de manoeuvre d'évitement.  
 Ci-dessus, schéma Afsong; ci-dessous schéma actuel





de 1 à 12    
  de 13 à 24    
  de 25 à 72    
  plus de 73

Cartes de répartition de la valeur moyenne des places de manœuvre pratiques. Ci-dessus schéma AFSON; ci-dessous schéma actuel



de 1 à 12    
  de 13 à 24    
  de 25 à 72    
  plus de 73

Schéma passé

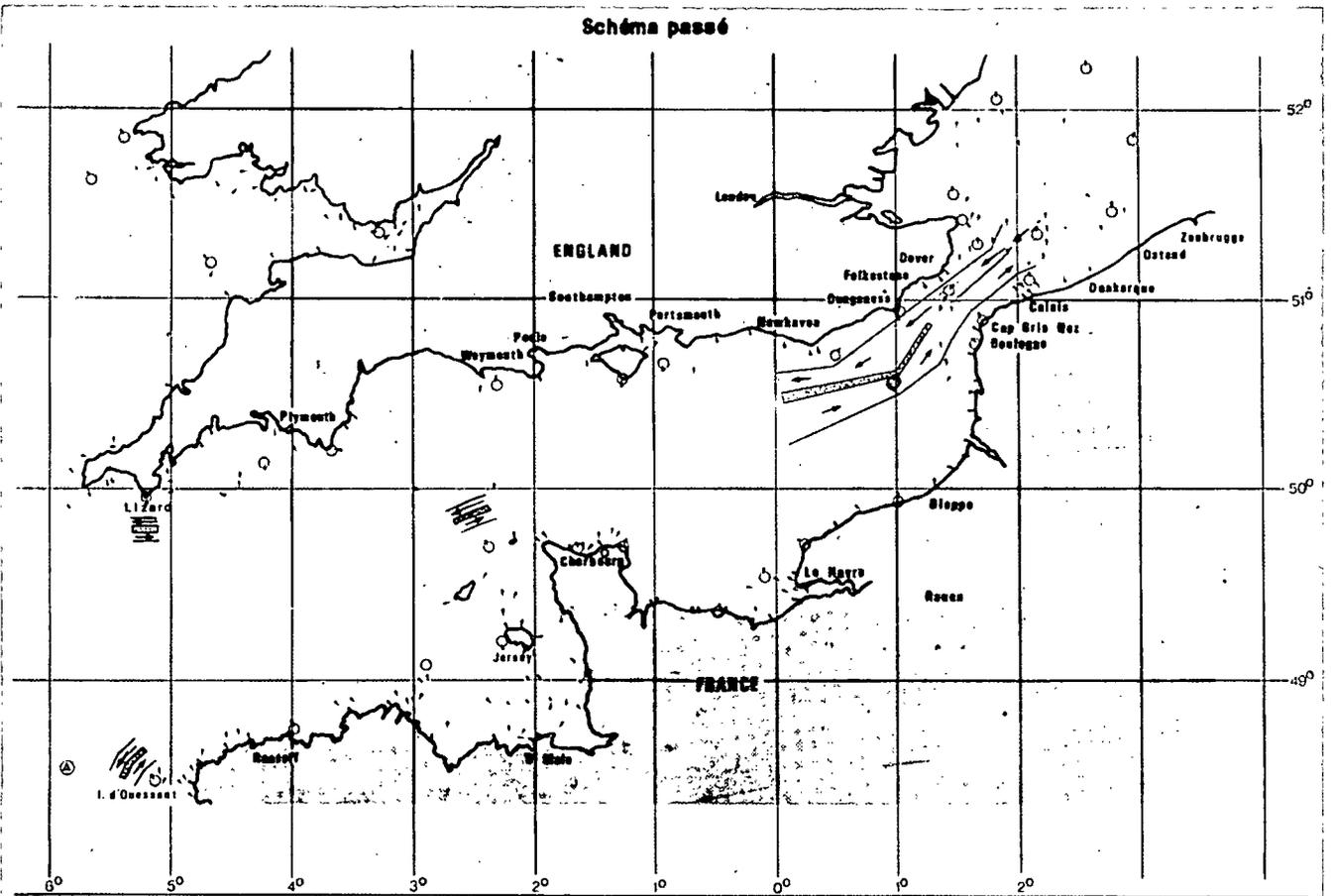
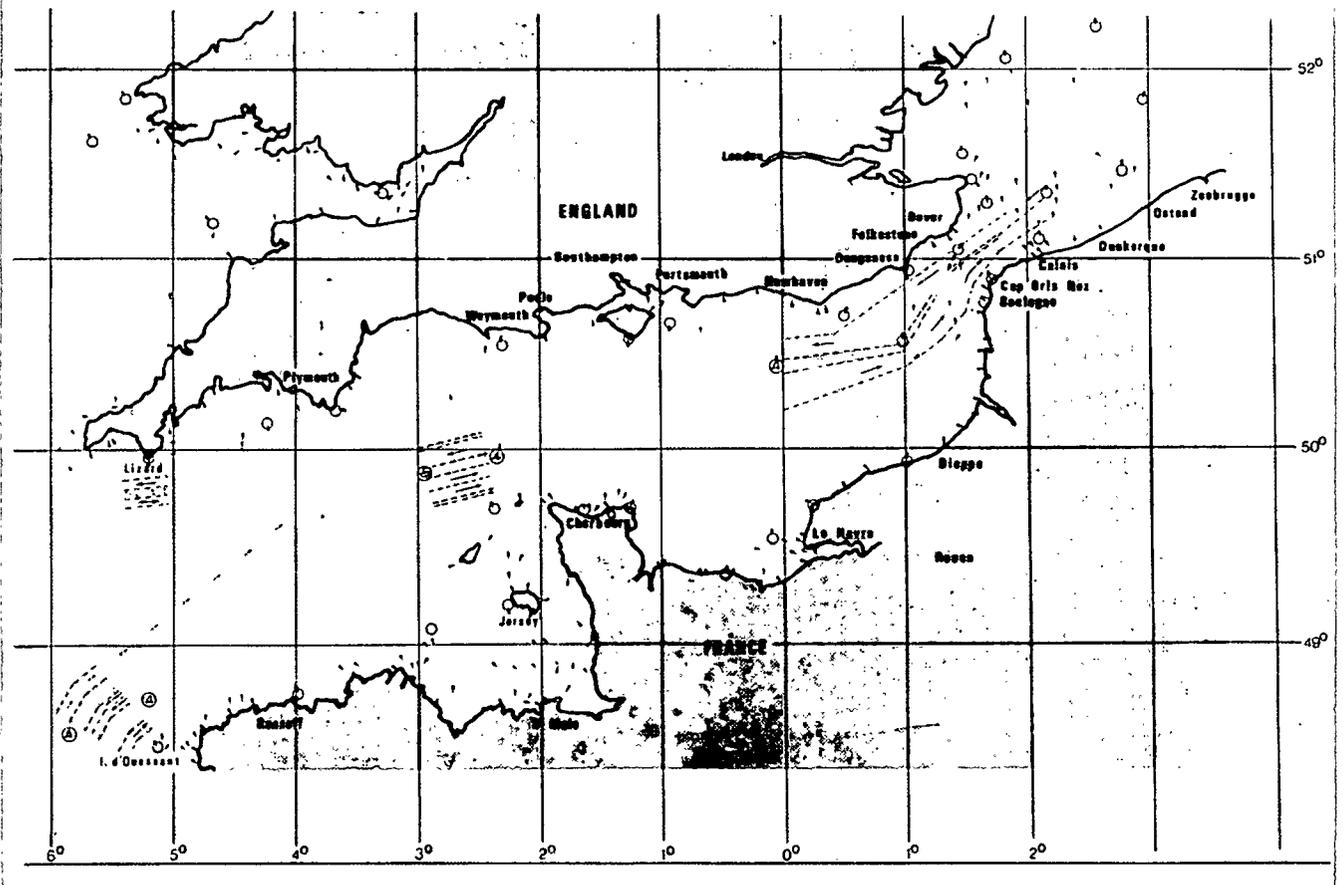
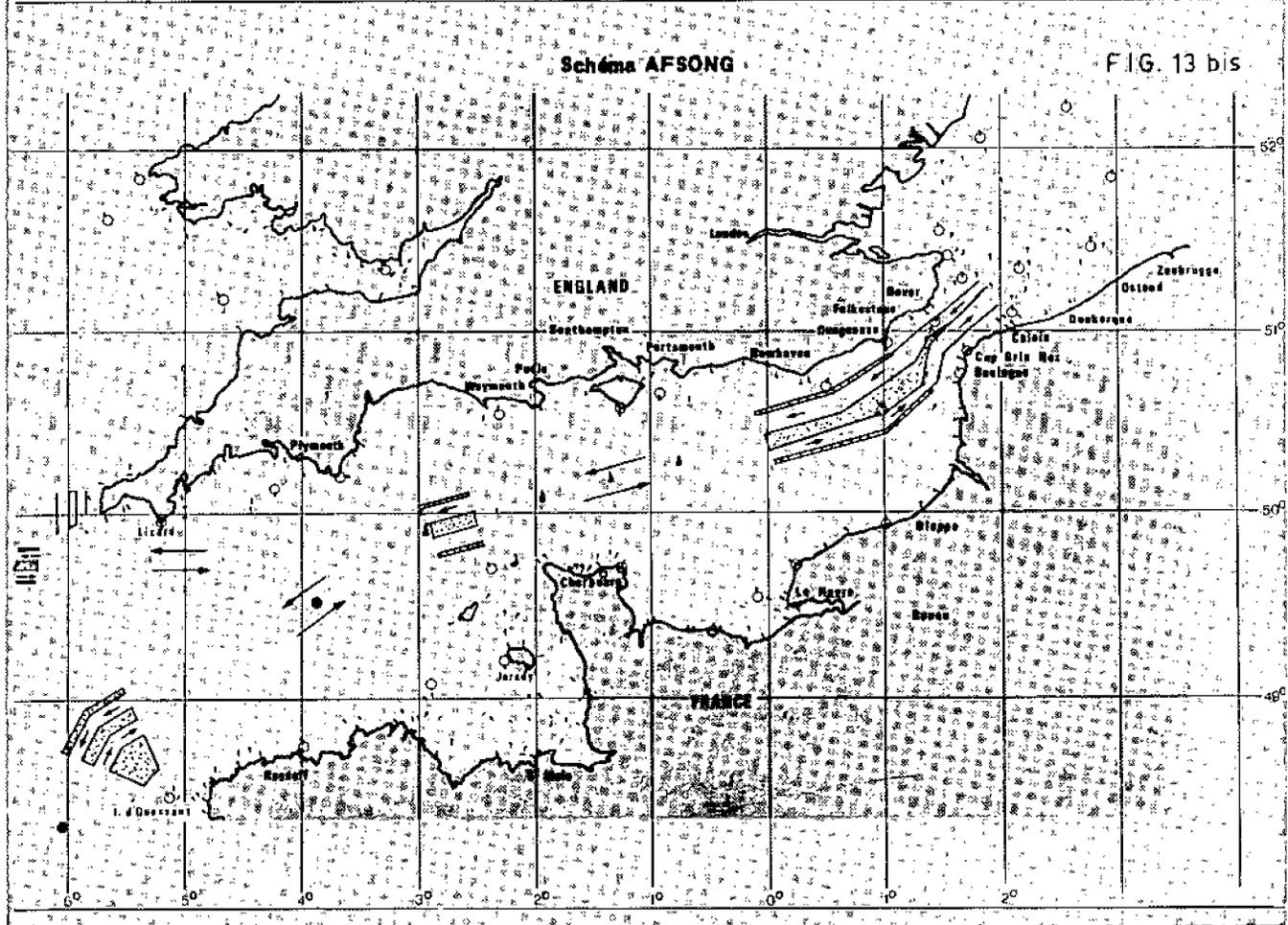
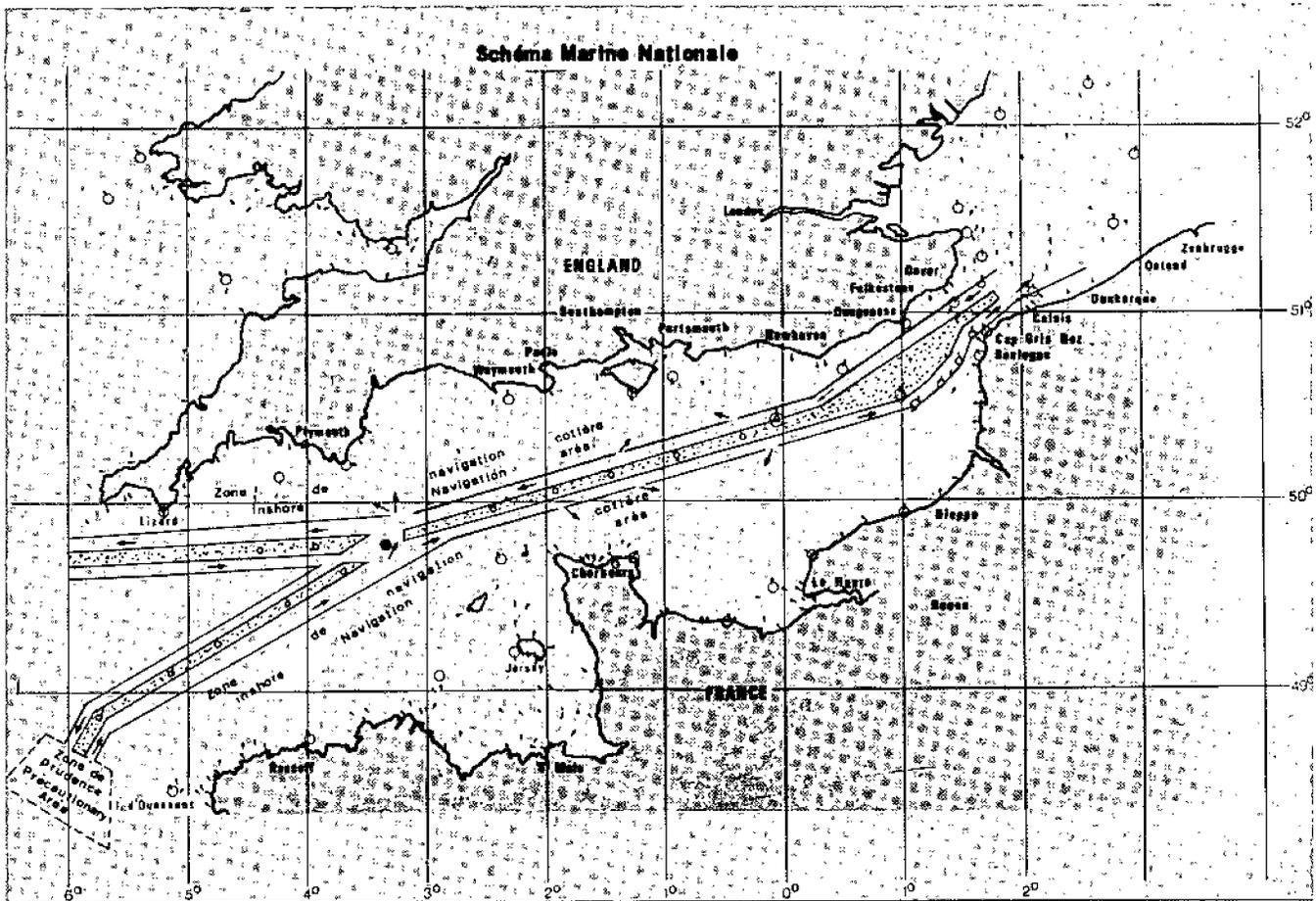


Schéma actuel

FIG. 13





est difficile, dans ces conditions de caractériser, *a priori*, le comportement homme/navire dans le schéma d'organisation existant et, *a fortiori*, dans un schéma d'organisation qui est proposé. Aussi, certaines hypothèses ont dû être posées. Les voici :

a) Choix de la route

- Les navires respectent le règlement particulier associé aux dispositifs de séparation de trafic, ainsi que la Règle 10 du règlement international relatif aux dispositifs de séparation de trafic.

- Le trafic direct Lizard  $\longleftrightarrow$  Pas-de-Calais et Ouessant  $\longleftarrow$   
 $\longrightarrow$  Pas-de-Calais emprunte le dispositif des Casquets.

- Le trafic longitudinal voulant accéder à un port (ou venant d'un port) choisit le chemin le plus court compatible avec la Règle 10 et le règlement particulier associé aux dispositifs de séparation de trafic.

- Même hypothèse pour le trafic trans-Manche.

b) Tenue de route

Les navires ont les moyens de bord suffisants et en bon état de fonctionnement pour suivre la route qu'ils ont choisie.

Cet ensemble d'hypothèses implique en particulier que les navires contrevenants à la réglementation n'ont pas été simulés (si l'on suppose que la dispersion précédemment mentionnée n'est pas trop forte). De la sorte, l'évaluation de la sécurité de la navigation dans les différents schémas d'organisation proposés sera effectuée sur des cas bien maîtrisés et les écarts éventuels qui pourraient être constatés entre les résultats ne seront dus qu'aux seules différences existant dans la définition des schémas eux-mêmes.

Néanmoins, ces hypothèses sont parfaitement réajustables et si l'on constate, à la suite d'observations sur le terrain, qu'une certaine proportion de navires suivent des routes différentes de celles qui avaient été supposées, on pourra en tenir compte très rapidement dans le modèle.

3 - SYNOPTIQUE

En définitive, et conformément à la figure n° 4, le modèle de simulation de la navigation peut être assimilé à une boîte noire comportant les fonctions de génération des navires, d'affectation des routes, et d'avancement des navires, cette boîte étant alimentée par des données concernant le trafic, le schéma d'organisation considéré, et le comportement du système homme/navire.

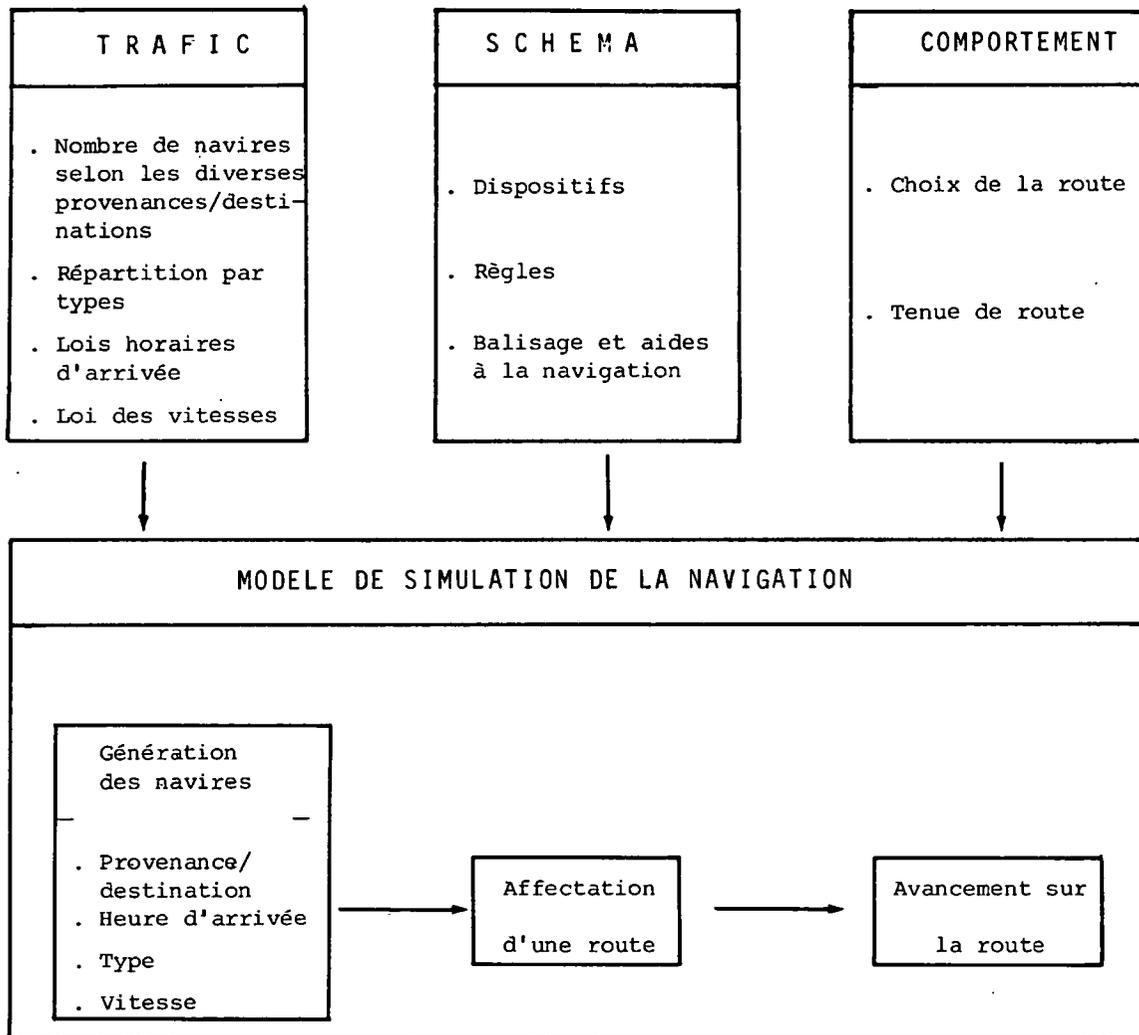


Fig. n° 4

4 - VISUALISATION SUR CONSOLE GRAPHIQUE DE LA NAVIGATION DANS DES ZONES DE COUVERTURE RADAR EXISTANTES OU EN PROJET.

Afin d'étudier les conditions d'écoulement du trafic dans une couverture radar donnée (station de surveillance existante ou en projet), il a semblé utile de compléter le modèle de navigation qui vient d'être décrit par des programmes conversationnels utilisant une console de visualisation interactive, et permettant de visualiser, *en temps réel*, l'écoulement du trafic dans une zone quelconque de la Manche et du Pas-de-Calais.

Le programme qui a été conçu permet de considérer toute zone de surveillance correspondant à toute station possible de la Manche et du Pas-de-Calais dont on définit les données au clavier (nom de la station, latitude/longitude de la station, portée radar), et à l'intérieur de laquelle est visualisé l'écoulement du trafic avec les options suivantes :

- visualisation des échos des navires (la position des navires étant représentée par un point),
- visualisation des échos des navires et de leur vecteur vitesse sur 6 minutes.

A titre d'exemple, nous donnons ci-après quelques photos ayant été prises de l'écran de la console graphique.

Outre les informations numériques qui peuvent être recueillies sur la densité de trafic dans une zone de couverture radar donnée, cette réalisation semble représenter d'une manière assez réaliste l'image vidéo-synthétique d'un écran radar de station de surveillance, et au terme de son développement, ce simulateur pourra être un instrument efficace tant pour les études (évaluation du nombre d'opérateurs nécessaires au fonctionnement d'une station de surveillance en projet, analyse de la capacité des opérateurs à suivre les pistes, à détecter les situations de rencontre, en fonction des informations complémentaires dont il peut disposer sur l'écran), que pour la formation des opérateurs.

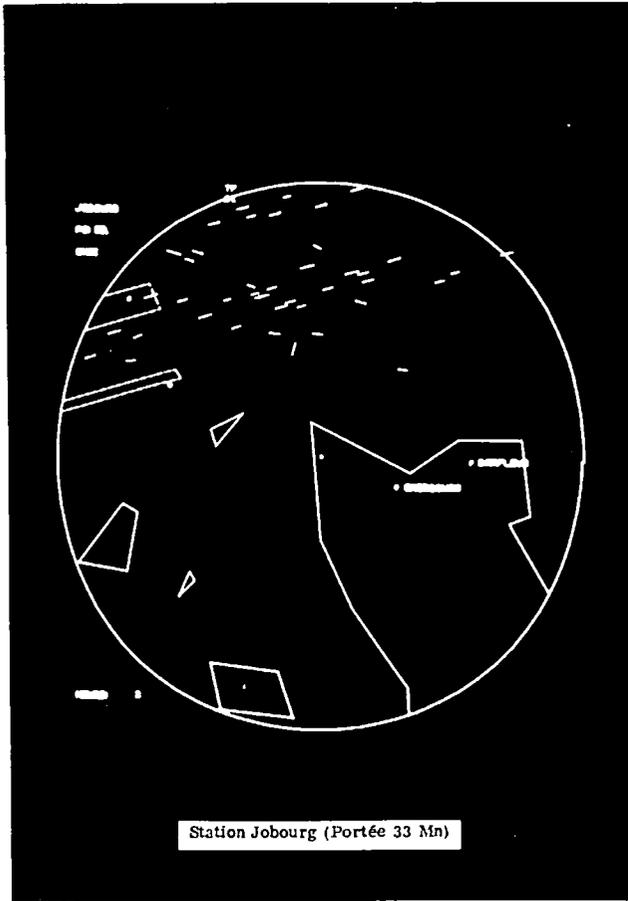
## II - Evaluation de la sécurité de la navigation

Pour étudier la sécurité de la navigation dans une zone donnée, le meilleur critère serait sans aucun doute le nombre de collisions qui s'y produisent au cours d'une période de temps déterminée. Cependant, le nombre de collisions observées dans une zone comme la Manche ou le Pas-de-Calais est heureusement trop faible pour qu'on puisse en dégager des lois qui permettraient d'élaborer un modèle de prévision statistique.

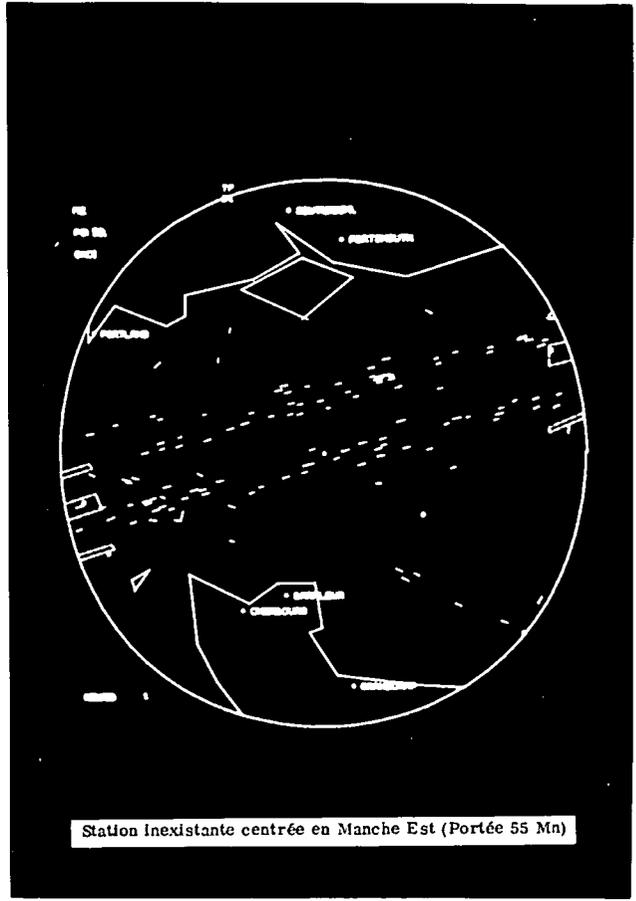
C'est pourquoi nous avons basé notre étude sur l'analyse statistique des *risques de collision* beaucoup plus nombreux, sachant que dans la réalité une faible partie seulement de ces risques aboutit à une collision effective (suite à des circonstances qui sont dues dans la plupart des cas à une défaillance humaine ou technique, phénomènes difficiles, voire impossibles à modéliser de façon réaliste).

Dans cette analyse nous avons supposé qu'en matière d'anti-collision, le navigateur se posait successivement les quatre questions suivantes :

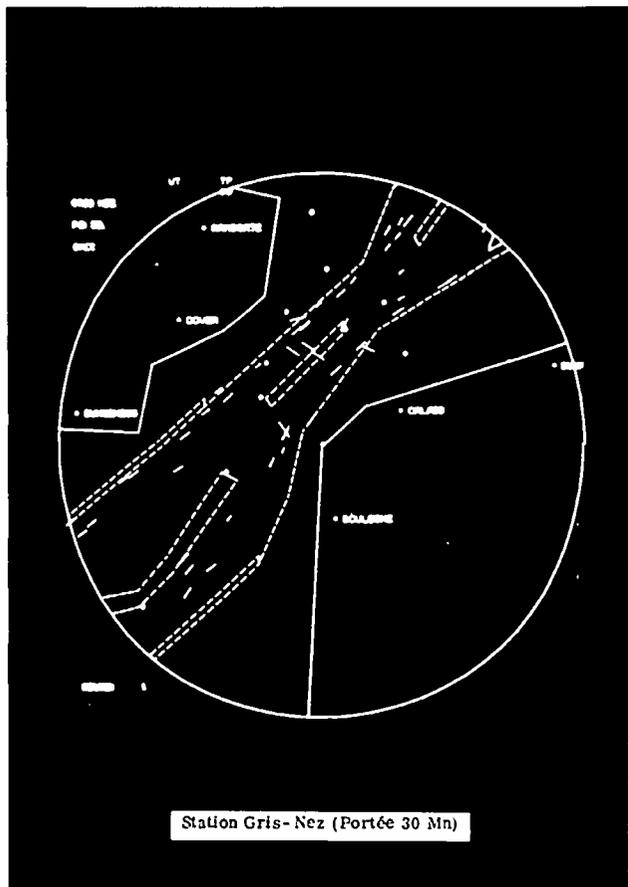
- Suis-je en risque d'abordage avec un ou plusieurs navires de mon entourage?
- Dans l'affirmative, dois-je manœuvrer?
- Si oui, à quel instant?



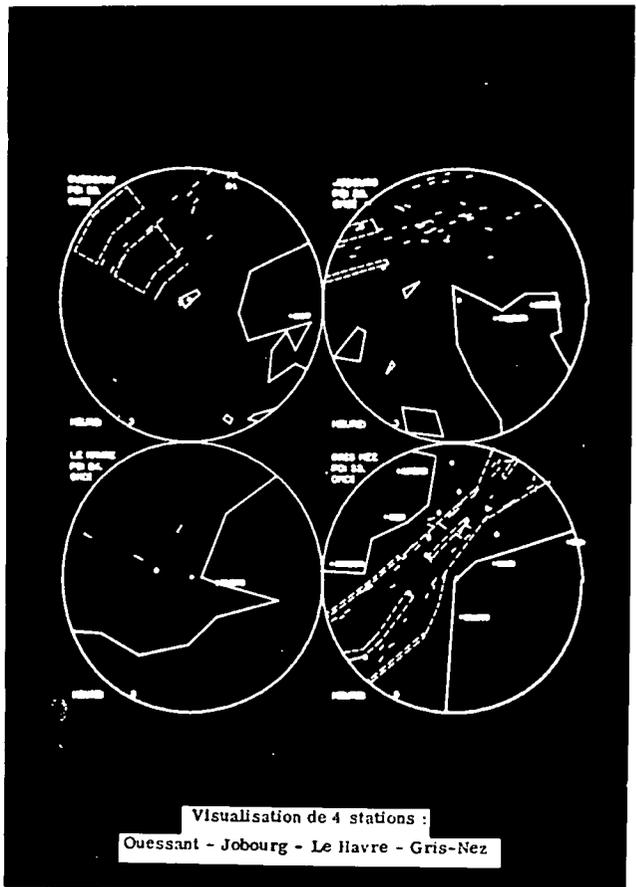
Station Jobourg (Portée 33 Mn)



Station inexistante centrée en Manche Est (Portée 55 Mn)



Station Gris-Nez (Portée 30 Mn)



Visualisation de 4 stations :  
Ouessant - Jobourg - Le Havre - Gris-Nez

- Quelles sont mes possibilités de manœuvres en cap et/ou en vitesse à cet instant?

Questions auxquelles il pourra répondre en fonction :

- des moyens de détection dont il dispose,
- des navires qui l'entourent,
- des règlements internationaux pour la prévention des abordages en mer,
- des obstacles géographiques,
- de la manœuvrabilité de son navire.

Dans le cadre des applications du modèle MARIN, nous avons élaboré successivement trois critères d'évaluation de la sécurité de la navigation, chacun d'entre eux améliorant ou complétant le précédent (comme le montre le synoptique).

- Le premier critère (situation de rencontre) répond à la première question. Il permet de dénombrer les risques d'abordages engendrés par la géométrie des routes associées à un schéma d'organisation.

- Le deuxième critère (manœuvre d'évitement) répond aux deux questions suivantes. Il tient compte des règlements pour la prévention des abordages en mer et il permet d'introduire la notion de temps d'anticipation pour la manœuvre.

- Enfin, le troisième critère (plage de manœuvre) répond à la dernière question, sans doute la plus importante pour évaluer la gravité d'un risque d'abordage, et permet de tenir compte de l'ensemble des facteurs cités plus haut.

Dans le cadre de cet article nous définirons le critère plage de manœuvre et nous présenterons les principaux résultats qu'il a permis d'obtenir pour la Manche et le Pas-de-Calais.

1 - DEFINITION A PARTIR D'UN EXEMPLE DU CONCEPT DE PLAGE DE

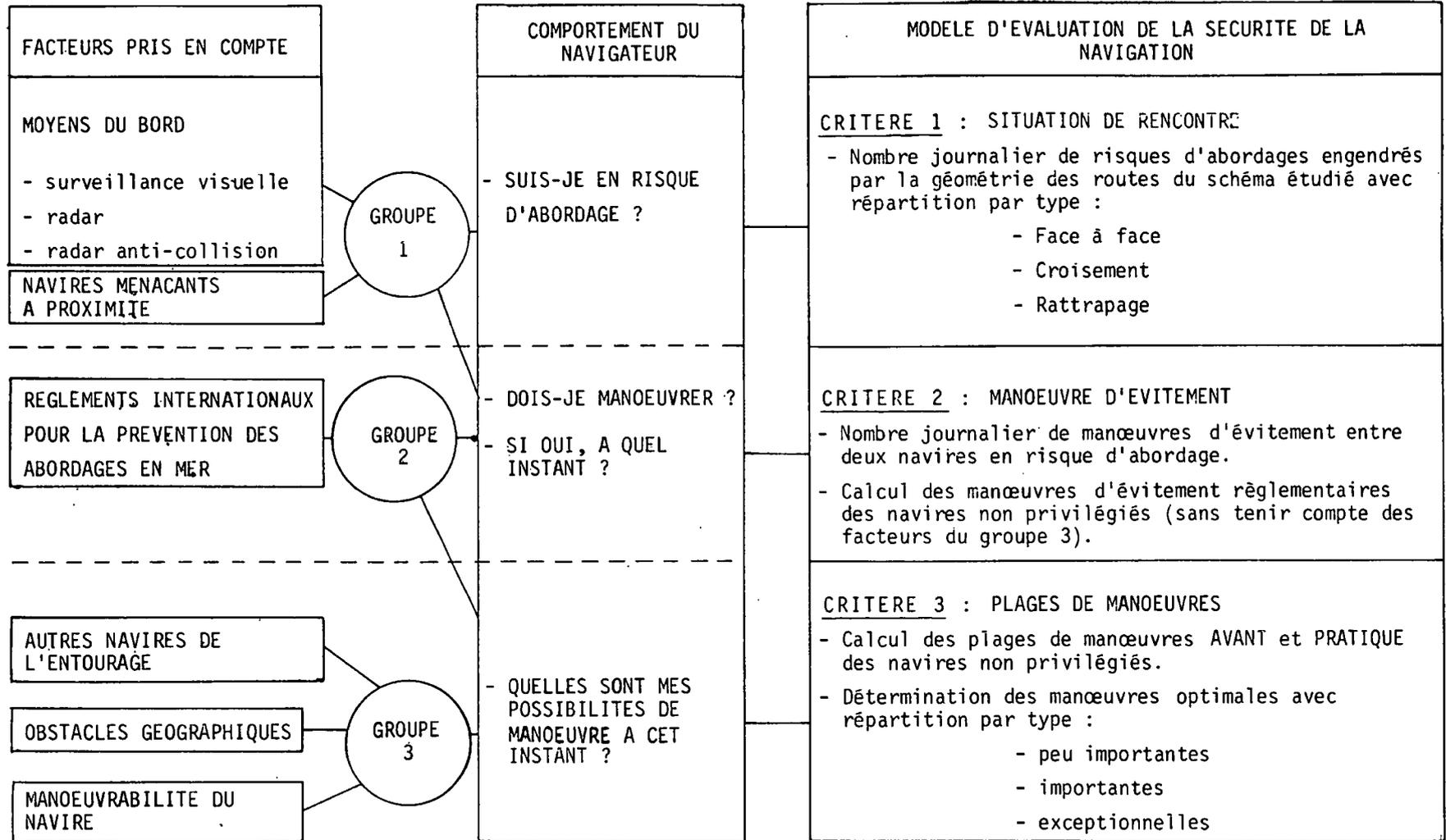
MANŒUVRE (Figure 5)

Le navire A est engagé dans une zone resserrée comportant de nombreux bancs de sable et dans laquelle la navigation est réglementée par un dispositif de séparation du trafic.

Le navire A, cargo moderne, filant ses quinze nœuds, rattrape assez rapidement un pétrolier (3) de tonnage important et un cargo (2) qui se trouvent actuellement à 1,5 mille environ.

Un porte conteneur (5), non visible sur la figure, situé à 2 milles sur l'arrière du travers tribord, fait une route parallèle à la sienne avec une vitesse comparable.

SYNOPTIQUE DU MODELE D'EVALUATION DE LA SECURITE DE LA NAVIGATION



Le cargo (4) qui fait une route directement opposée à la sienne se trouve dans l'autre voie de navigation du dispositif.

Enfin, un ferry (1), sur tribord, se rapproche rapidement pour couper sa route.

A bord du navire A, on a estimé qu'on se trouvait en risque d'abordage :

- avec le pétrolier (3) que l'on dépasserait à une distance de séparation trop faible;
- avec le traversier (1).

Le pétrolier (3) étant rattrapé et le ferry (1) étant vu sur tribord sont des navires privilégiés qui doivent conserver cap et vitesse.

Le navire A, non privilégié, doit manœuvrer conformément aux règlements internationaux pour la prévention des abordages en mer.

Les temps de passage au plus près (TCP) sont de l'ordre de 20 minutes pour le pétrolier et de 9 minutes pour le ferry.

A bord du navire A, on estime qu'il faut manœuvrer tout de suite et on examine les possibilités de manœuvre.

- Un virage à gauche ne peut être envisagé étant donné la présence du cargo (4) venant en face et la présence de la zone neutre de séparation du trafic ; par ailleurs, un tel virage n'est pas réglementaire.

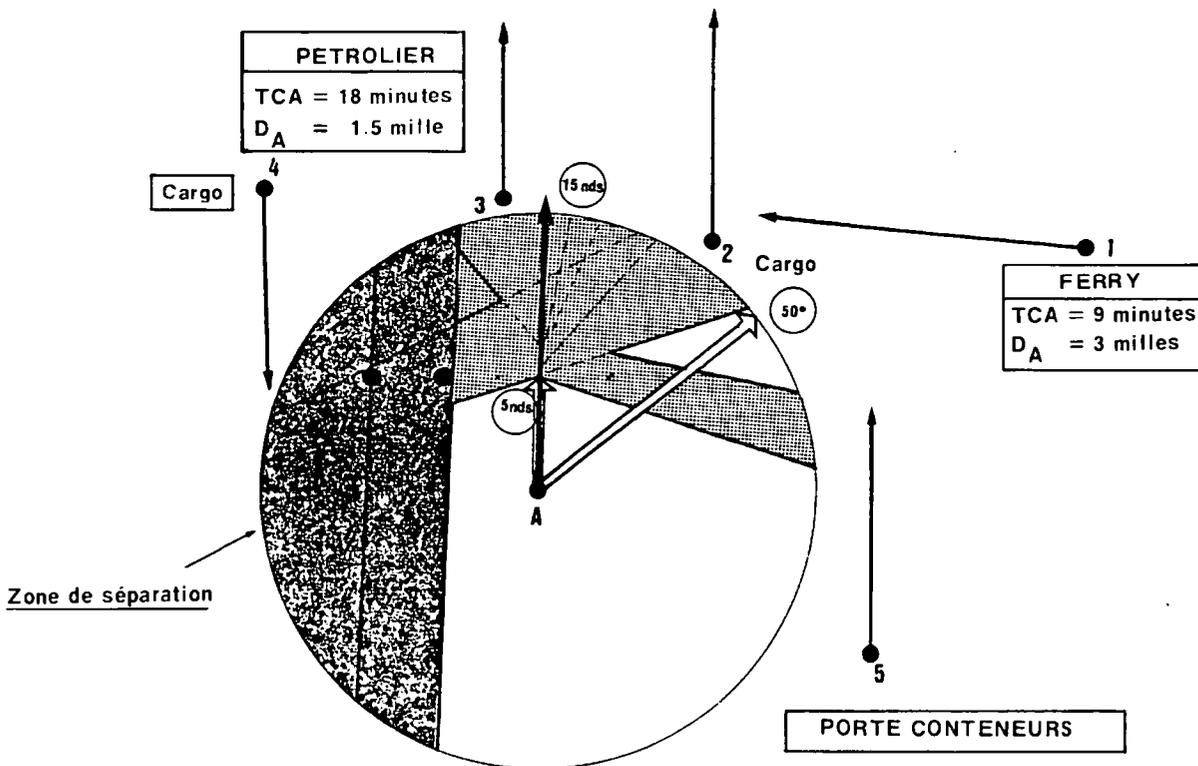
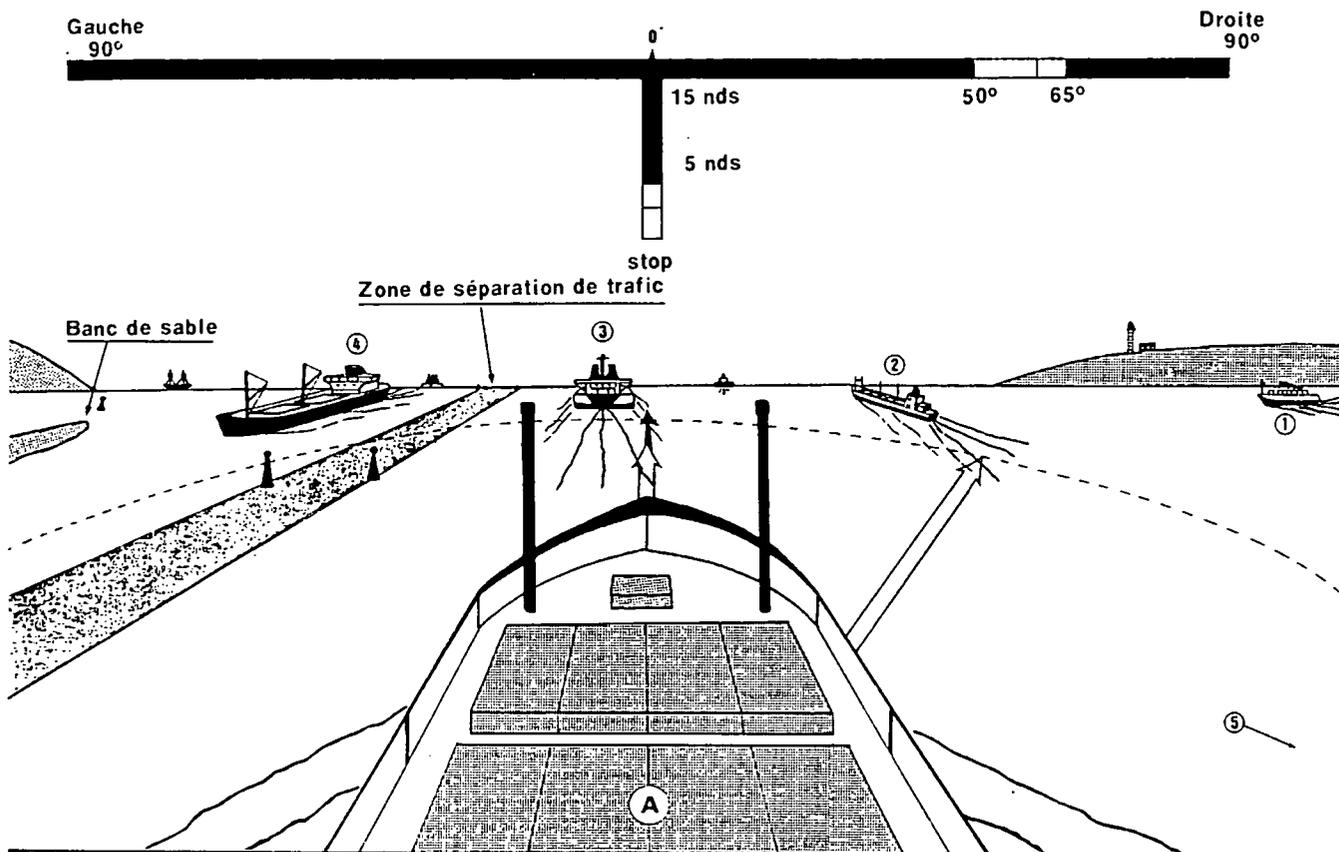
- Le virage à droite (réglementaire) doit être assez important pour permettre d'éviter le pétrolier (3), le cargo (2) et le ferry (1). D'autre part, il doit être évalué correctement pour éviter, dans la mesure du possible, de créer un nouveau risque d'abordage avec le porte-conteneur (5).

Il est possible qu'à bord du navire A, on préfère *réduire sensiblement la vitesse* pour laisser passer le ferry, quitte à retarder le dépassement du pétrolier (3) et du cargo (2) que l'on pourra effectuer avec une plage de manœuvre plus favorable.

La figure 4 représente la plage de manœuvre du navire A à l'instant considéré.

Le disque de rayon égal à la vitesse maximale du navire A représente toutes les possibilités de manœuvres en cap et/ou en vitesse du navire A. La présence d'un autre navire dans l'entourage du navire A a pour effet de rendre dangereuses certaines combinaisons de cap et de vitesse du navire A (secteurs hachurés sur la figure 4).

Figure S 5 : Vue perspective d'une situation de rencontre d'un navire A avec plusieurs navires - Indication de la plage de manoeuvre du navire A



Ainsi la plage de manœuvre du navire A à l'instant considéré, est définie par la réunion de toutes les surfaces non hachurées du disque. Toute manœuvre du navire A ayant pour effet de porter l'extrémité de son vecteur vitesse en dehors des parties hachurées, lui permettra de se dégager des risques d'abordages avec les navires de son entourage.

## 2 - APPLICATION DU CRITERE A PARTIR DU MODELE MARIN

La plage de manœuvre d'un navire peut être caractérisée numériquement par la valeur du rapport : 
$$\frac{\text{surfaces non hachurées}}{\text{surface du disque}}$$

Cette définition qui a l'avantage d'être rigoureuse nous a paru trop générale pour une application pratique où l'on doit tenir compte de la *manoeuvrabilité des navires*. En effet, des virages supérieurs à 90° ou des arrêts sont des manœuvres délicates à effectuer par les navires et lorsqu'elles se produisent réellement, on peut considérer qu'il s'agit de *manœuvres exceptionnelles* correspondant à des situations de rencontre très dangereuses.

Par contre, des virages inférieurs à 45° et/ou une réduction de vitesse inférieure à 25 % sont généralement des manœuvres réalisables sans difficultés particulières. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi de mesurer, à l'aide du modèle, la plage de manœuvre pratique des navires correspondant à des changements de cap à droite ou à gauche de 0 à 45° et/ou à des réductions de vitesse inférieures à 25 %.

## 3 - RESULTATS SUIVANT LE CRITERE PLAGE DE MANOEUVRE

Les résultats que nous donnons ici concernent le schéma actuellement en vigueur et la dernière proposition connue à ce jour, qui a été émise par le groupe franco-anglais AFSONG (Anglo-French Safety of Navigation Group) en juin 1980 et soumis pour discussion au groupe de travail intersession de l'O.M.C.I. en septembre 1980. Ces schémas ont été étudiés avec les hypothèses de comportement du système homme/navire décrites en 1.2.3. compte tenu de la dernière enquête menée sur le trafic en septembre 1979.

### 3.1 - Les hypothèses considérées

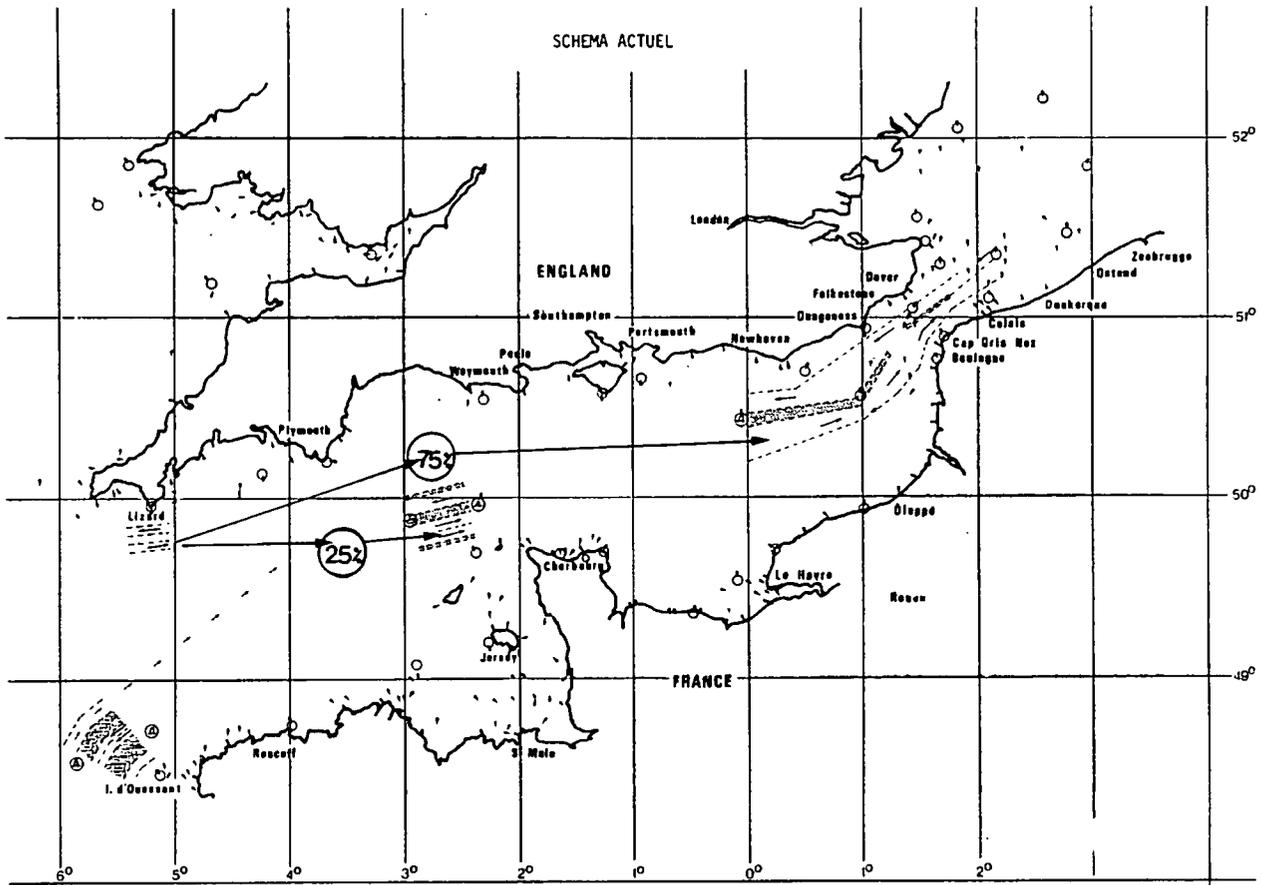
#### a) Le schéma actuellement en vigueur

Nous avons réactualisé les données concernant le trafic et le comportement de certains navires au vu des résultats de la dernière enquête franco-britannique menée en septembre 1979.

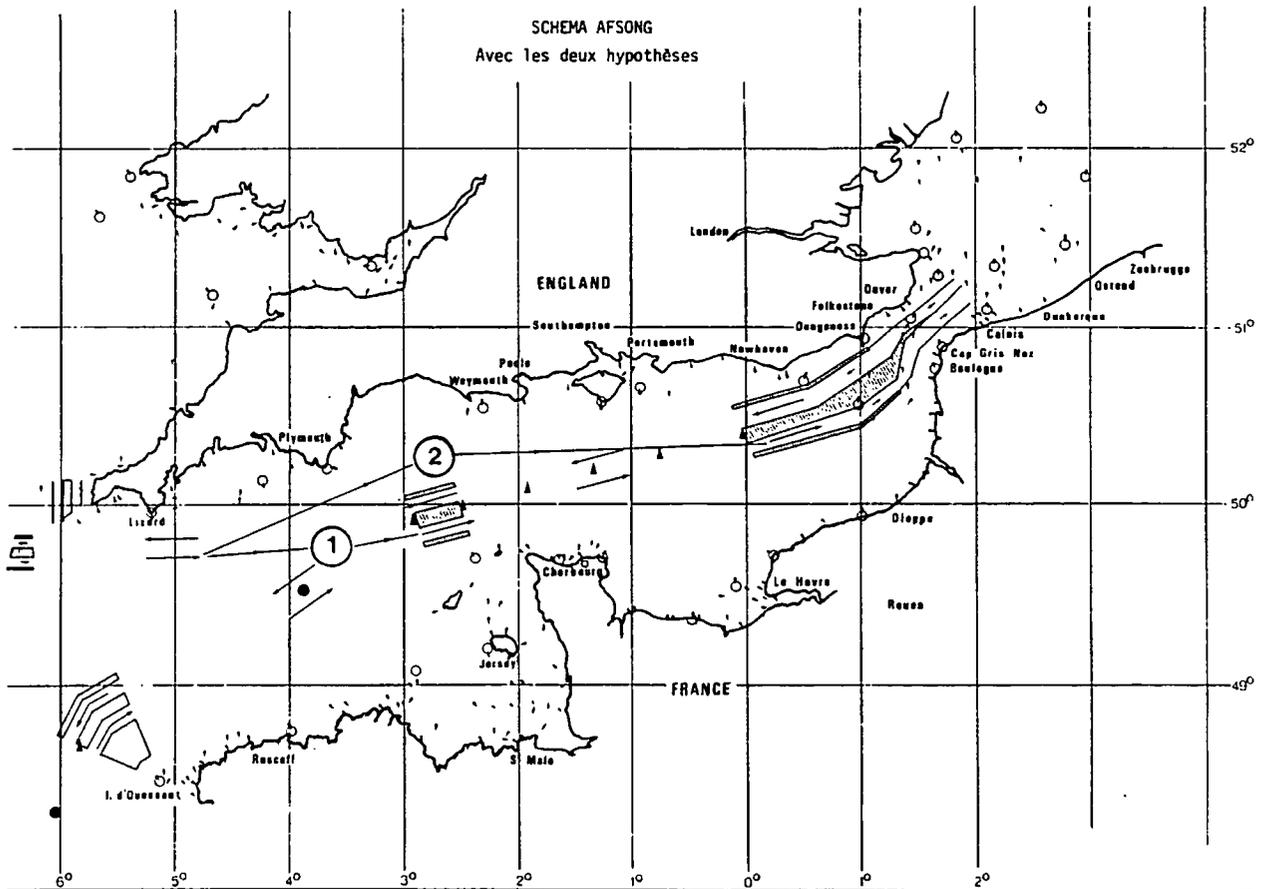
Les principales conclusions de cette enquête sont les suivantes :

- un quart seulement des 55 navires en provenance du Cap Lizard et à destination du Pas-de-Calais prennent la voie Nord-Est du dispositif des Casquets.

SCHEMA ACTUEL



SCHEMA AFSONG  
Avec les deux hypothèses



- Les trois quarts de ces navires passent au Nord du dispositif des Casquets rencontrant ainsi, sous un angle très faible, le trafic descendant en provenance du Pas-de-Calais et à destination du Cap Lizard (50 navires) ou de Ouessant (60 navires).
- Les pétroliers en provenance d'Ouessant ne respectent pas tous les règles préconisées. Ils atterrissent bien au large d'Ouessant mais une bonne partie d'entre eux rejoignent directement la voie Nord-Est du dispositif des Casquets, croisant ainsi le trafic Pas-de-Calais-Ouessant sous un angle très faible.

#### b) Le schéma proposé par l'AFSONG

Nous exposerons brièvement ce schéma en soulignant les modifications importantes qu'il apporte au schéma actuel.

Dans le Pas-de-Calais, la zone de séparation du trafic au niveau de Bassurelle est sensiblement élargie.

En fait, cette modification n'a guère d'incidence sur les conditions de navigation dans le Pas-de-Calais car les navires descendant dans la voie Sud-Est n'empruntaient presque jamais cette zone située au Sud de leur route naturelle.

Ainsi, les résultats concernant le Pas-de-Calais sont valables pour les deux schémas :

- A Ouessant, le dispositif a été ramené à deux voies et repoussé plus au large. La voie montante, à 25 milles d'Ouessant, peut être utilisée par les navires pétroliers.
- Le dispositif du Cap Lizard a été supprimé, le trafic étant séparé plus à l'Ouest par le dispositif des îles Scilly qui a été repoussé plus au Sud.
- Enfin, le dispositif des Casquets a été repoussé un peu plus au Nord pour permettre un bon alignement des dispositifs du Pas-de-Calais, des Scilly et d'Ouessant.

#### 3.2.- Analyse et comparaison des plages de manœuvres des navires.

L'examen du tableau R.1 permet de faire les remarques suivantes :

##### a) Résultats généraux

Par rapport au Pas-de-Calais, le nombre moyen de manœuvres par mille parcouru dans le schéma AFSONG est divisé par 2 alors qu'il n'est divisé que par 1,5 dans le schéma ACTUEL.

En Manche, le nombre de manœuvres dans le schéma AFSONG (1) est diminué de 35 % par rapport au nombre obtenu pour le schéma ACTUEL.

R.1 - PLAGES DE MANOEUVRES DES NAVIRES

ZONE	Pas-de-Calais	Manche
Nombre de navires longitudinaux	226	378
Nombre de navires traversiers	166	46

SCHEMAS D'ORGANISATION DU TRAFIC	PAS-DE-CALAIS	MANCHE ACTUEL	A.F.S.O.N.G. (1) MANCHE
Nombre de milles parcourus (par jour)	22.100	86.525	87.938
Nombre de manœuvres (par jour)	725	1.939	1.290
Nombre de manœuvres pour 100 Milles parcourus	3,3	2,2	1,5

NAVIRES LONGITUDINAUX

Nombre de manœuvres par navire	2,1	4,7	3
Nombre moyen de navires à portée radar (6 milles)	7	6	6
Plage pratique moyenne (écart-type)	50 % (32 %)	44 % (24 %)	55 % (27 %)

NAVIRES TRAVERSISERS

Nombre de manœuvres par navire	1,6	3,4	3,2
Nombre moyen de navires à portée radar (6 milles)	9	5	5
Plage pratique moyenne (écart-type)	34 % (17 %)	40 % (22 %)	38 % (22 %)

b) Trafic longitudinal

En Manche, le nombre moyen de navires à portée radar de 6 milles d'un navire est identique pour tous les schémas ; il est légèrement plus élevé dans le Pas-de-Calais.

Les PLAGES de manœuvres PRATIQUES dans la Manche sont en moyenne plus faibles dans le schéma ACTUEL que dans le Pas-de-Calais.

Dans le schéma AFSONG (1) ces valeurs sont supérieures de 10 % aux valeurs obtenues dans le schéma ACTUEL.

Dans tous les schémas nous avons constaté que les résultats concernant les navires pétroliers sont identiques aux résultats concernant l'ensemble des navires longitudinaux.

c) Trafic traversier

Tous les résultats en Manche sont identiques pour les schémas.

Dans le Pas-de-Calais, les plages de manœuvres moyennes sont légèrement plus faibles que dans la Manche, ceci étant dû à la différence sensible du nombre moyen de navires à portée radar (9 contre 5).

d) Cartes de répartition

Nous avons établi des cartes de répartition

- du nombre de manœuvres,
- de la valeur moyenne des plages de manœuvres pratiques

pour chaque schéma étudié.

Le quadrillage des cartes est de 10 milles en latitude et de 12 minutes de longitude (soit environ 8 milles).

Pour une meilleure interprétation de ces documents, nous les avons tramés selon une classification indiquée par les légendes.

L'examen des différents résultats présentés, et plus particulièrement des cartes de répartition, permet de tirer les conclusions suivantes :

Dans le schéma actuel actuel, les conditions de navigation en Manche centrale (de START POINT à l'île de WIGHT) sont comparables aux conditions de navigation dans le Pas-de-Calais, tant du point de vue du nombre de manœuvres que des possibilités de manœuvres.

Ce résultat, surprenant quand on compare les dimensions de l'espace navigable dans ces deux zones, est dû au fait qu'une grande partie du trafic Lizard - Pas-de-Calais passe au Nord du dispositif des Casquets et remonte à contresens le courant descendant des flux de trafic Pas-de-Calais - Lizard et Pas-de-Calais - Ouessant.

Par contre, dans l'hypothèse où le trafic Lizard - Pas de-Calais emprunte le dispositif des Casquets, on constate que le schéma AFSONG apporte une amélioration très sensible des conditions de navigation en Manche par rapport à celles qui ont été évaluées dans le schéma actuel.

En effet :

- Le nombre total de manœuvres diminue de 35 %.
- Les valeurs moyennes des plages de manœuvres (respectivement des manœuvres optimales) y sont sensiblement supérieures (respectivement sensiblement inférieures).
- Les cartes de répartition montrent une densité du nombre de manœuvres et des valeurs moyennes des plages de manœuvres nettement plus favorable, les zones délicates se situant clairement :
  - . aux intersections des flux Longitudinaux et traversiers;
  - . aux croisements du trafic Lizard - Pas-de-Calais avec le trafic Pas-de-Calais - Ouessant et Ouessant - Pas-de-Calais;
  - . aux croisements subis par les navires en provenance ou à destination du Havre.

Ces conclusions mettent en évidence l'influence très importante du comportement des navires qui effectuent la liaison Lizard - Pas-de-Calais sur l'évaluation du nombre de manœuvres et des plages de manœuvres des navires en Manche.

C'est pourquoi il est raisonnable de penser que le schéma AFSONG, présentant un meilleur alignement des différents dispositifs de séparation du trafic, est mieux conçu pour drainer le trafic Lizard - Pas-de-Calais vers le dispositif des Casquets (sans augmenter la distance parcourue par ces navires) et peut apporter à tous points de vue une amélioration très sensible des conditions de navigation en Manche.