



AGENCE NATIONALE DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

*** A.N.P.E ***

N° Doc. I2E

Rpt_Ph3_AF 02-10_rev1

Rév. : 1

Pages : 11

Date : 05/11/2012

**PLAN NATIONAL D'INTERVENTION URGENTE (PNIU)
POUR LUTTER CONTRE LES EVENEMENTS DE POLLUTION MARINE**

**Comportement et Devenir des Hydrocarbures
Déversés**

1	05/11/2012	Rapport définitif	EBS	SA	WNC	ANPE
0	28/08/2012	Rapport provisoire	EBS	SA	WNC	ANPE
REV	Date	Désignation	Emetteur	Vérificateur	Approbateur	Approbation Client



TABLE DE MATIERE

1	COMPORTEMENT ET DEVENIR DES HYDROCARBURES DEVERSEES	3
1.1	Etalement et Dérive des Nappes	3
1.2	Topographie des nappes de pétrole	3
1.3	Forme de la nappe de pétrole	5
1.4	Aspect du pétrole brut sur la surface de l'eau	7
1.5	Reconnaissance aérienne.....	8
1.6	Evaluation des quantités de pétrole déversées en mer	8

1 COMPORTEMENT ET DEVENIR DES HYDROCARBURES DEVERSES

1.1 ETALEMENT ET DERIVE DES NAPPES

Le pétrole s'étale très rapidement à la surface de la mer, en une nappe continue ou fractionnée si la mer est agitée. Douze heures après le déversement, la nappe peut couvrir une surface s'étendant sur plusieurs kilomètres.

Le pétrole se déplace avec le vent et le courant. La règle usuelle pour estimer sa dérive est une addition vectorielle de 100% de la vitesse du courant et de 3% de la vitesse du courant (voir la figure ci-dessous).

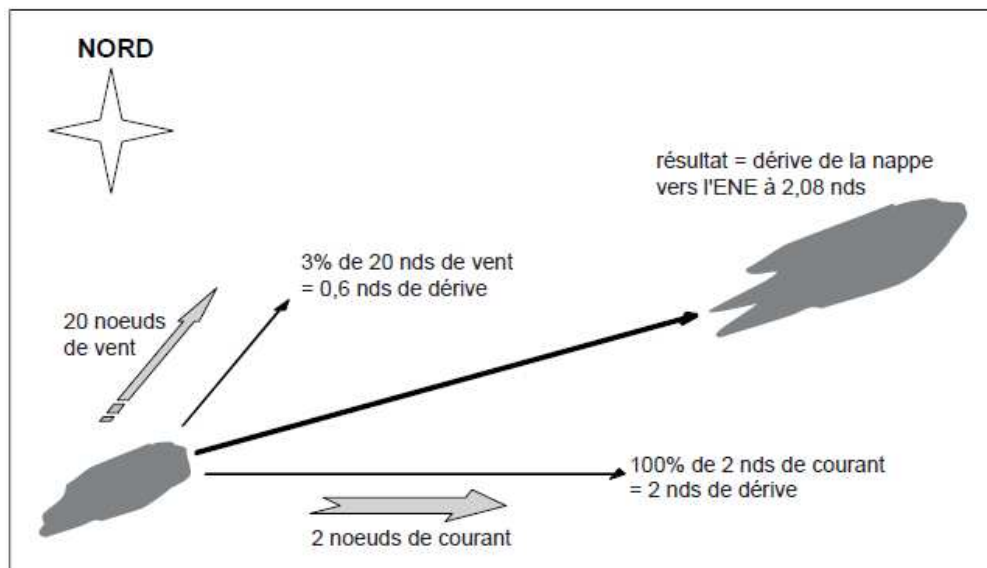


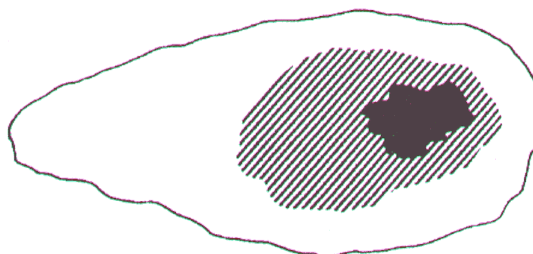
Figure 1 : Dérive du pétrole avec le vent et le courant

1.2 TOPOGRAPHIE DES NAPPES DE PETROLE

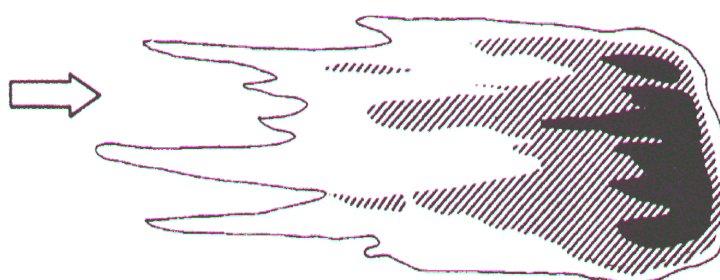
La forme d'une nappe de polluant et la répartition des zones d'épaisseurs «fortes/moyennes/ Faibles» dépendent essentiellement du vent.

	Épaisseur forte	
Légende :	Épaisseur moyenne	
	Épaisseur faible	

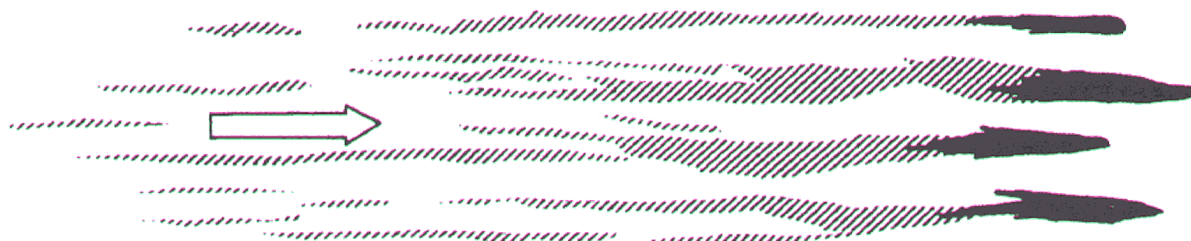
Déversement ponctuel : vent nul à très faible



Déversement ponctuel : vent moyen



Déversement ponctuel : vent fort



N.B : Par vent très fort, les zones irisées tendent à disparaître.

Figure 2 : Forme des nappes de pétrole en fonction du vent

Déversement continu : vent faible, vent et courant parallèles



Déversement continu : vent moyen, vent et courant non parallèles.

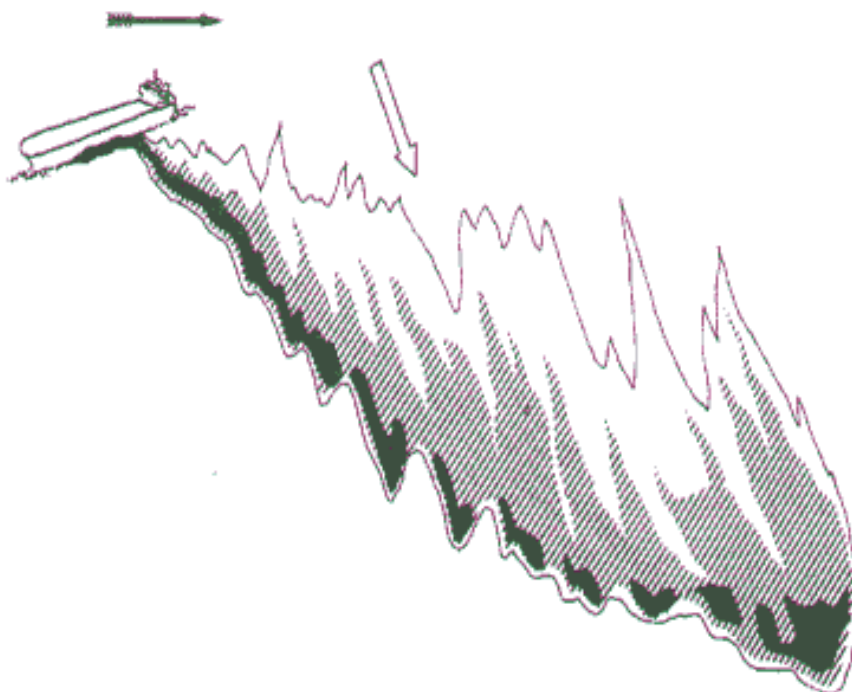
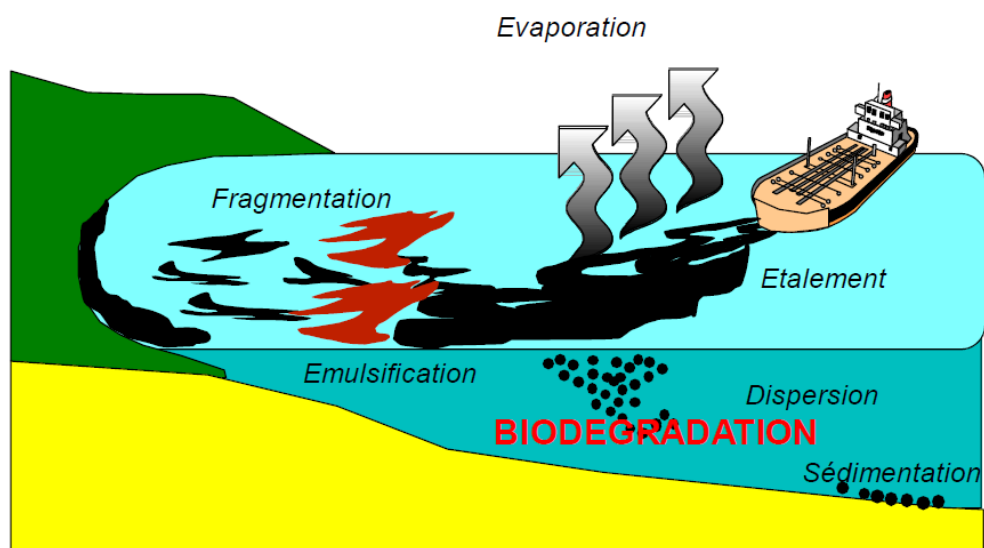



Figure 3 : Forme de la nappe en fonction du vent et du courant

1.3 FORME DE LA NAPPE DE PETROLE

L'évolution de la forme de la nappe de pétrole dépend essentiellement des zones épaisses (sous le vent) et à la vitesse du vent.




	Société d'Ingénierie de l'Environnement et de l'Energie SA	Date : 05/11/2012
	ETUDE POUR L'ELABORATION D'UN MANUEL DE PROCEDURES DU PNIU POUR LUTTER CONTRE LES EVENEMENTS DE POLLUTION MARINE COMPORTEMENT ET DEVENIR DES HYDROCARBURES DEVERSES	Réf : AF 02-10 Rev : 1 Page : 6/11

L'évolution du pétrole, et les stratégies de lutte, dépendent aussi du type de pétrole déversé (voir tableau ci-dessous, Source : Cedre, 1993, Evaluation des techniques de nettoyage des plages).

Type de pétrole & viscosité	HC à HTDL	Etalement	Evaporation	Dispersion	Autres	Stratégie
Groupe I. Hydrocarbures très volatiles (jet fuel, essence, distillats) Faible viscosité	éthanol, Jet-Fuel (LPG, ULG/ MOGAS)	Très rapide	Complète en 1 ou 2 jours	Tendance à la dispersion naturelle		Favoriser la dispersion naturelle. Récupération avec du matériel absorbant dans les milieux confinés.
Groupe II. Hydrocarbures légers (gasoil, fuel domestique, diesel marin, brut léger) Viscosité faible à moyenne	Fuel Oil 80	Rapide	Relativement rapide jusqu'à 2/3 au bout de quelques jours	Solubilité modérée		Dispersion chimique. Confinement et récupération.
Groupe III. Hydrocarbures moyens (la plupart des bruts, huile légère de lubrification, résidus raffinés) Viscosité moyenne à forte	Fuel Oil 180 (et molasses et huile végétale)	Modéré	Modéré : 1/3 en 24 h	Solubilité Faible	Tendance à former des émulsions stables Tendance à couler après vieillissement ou adhérence sur des particules fines	Dispersion chimique. Confinement et récupération.
Groupe IV. Hydrocarbures lourds (brut lourd, Bunker C, résidus lourds, émulsions vieilles) Viscosité forte à très forte		Faible à très faible	Très faible à nulle	Solubilité très faible	Altération très lente Re-fluidification possible au soleil	Confinement et récupération. (Dispersion chimique inefficace)

Tableau 1 : Type d'incidents avec le volume probable déversé sur une plateforme pétrolière

	Société d'Ingénierie de l'Environnement et de l'Energie SA ETUDE POUR L'ELABORATION D'UN MANUEL DE PROCEDURES DU PNIU POUR LUTTER CONTRE LES EVENEMENTS DE POLLUTION MARINE COMPORTEMENT ET DEVENIR DES HYDROCARBURES DEVERSES	Date : 05/11/2012
		Réf : AF 02-10 Rev : 1 Page : 7/11

1.4 ASPECT DU PETROLE BRUT SUR LA SURFACE DE L'EAU

Les hydrocarbures sont caractérisés par leur composition chimique et diverses propriétés :

- Densité / degré API : Exprime la capacité à flotter,
- Viscosité : Exprime la résistance à l'écoulement,
- Point d'écoulement : Température en dessous de laquelle le produit ne s'écoule plus,
- Volatilité: Exprime la tendance du produit à s'évaporer,
- Teneur en asphaltène : Exprime la tendance du produit à s'émulsifier.

Le pétrole déversé en mer « **vieillit** » (weathering en anglais). Il subit divers processus physico-chimiques. Ses composés les plus légers et donc les plus volatiles s'évaporent. **L'évaporation** est active dans les premiers jours du déversement, son rendement dépend du type de produit.

La dispersion est le passage du pétrole dans la colonne d'eau sous forme de microgouttelettes. Son efficacité dépend des caractéristiques du pétrole et des conditions météo-océaniques. La dispersion est un processus très efficace pour les produits raffinés, légers et volatiles, efficace pour les pétroles légers mais peu efficace pour des bruts moyens et lourds et totalement inefficace pour des produits résiduels.

La dissolution est l'aboutissement de la dispersion. Ce sont les molécules de pétrole qui sont dispersées dans la colonne d'eau. Cependant, elle concerne 1% du produit et est considérée comme négligeable.

L'émulsification (ou émulsion inverse) correspond à l'incorporation de micro gouttelettes d'eau dans la nappe de pétrole. Le produit final est stable, épais, plus volumineux (jusqu'à 3 à 5 fois), plus dense, toujours plus visqueux que le pétrole d'origine et de couleur marron rouge. Il est surnommé "mousse au chocolat" à cause de son apparence.

Suite à ces changements, le pétrole peut disparaître provisoirement de la surface de la mer, rendant les opérations de surveillance des nappes difficiles, voire impossible (exemples ARAGON, ERIKA, etc.).

Les processus chimiques (photo-oxydation et **biodégradation**) sont peu pris en compte pour l'évolution en mer vu leur faible importance à court terme.

Un hydrocarbure à partir d'écoulement élevé ($\approx 21^\circ\text{C}$) tend à maintenir la nappe sous forme presque circulaire avec un peu ou pas du tout d'irisation au tour.

En cas de démarrage de la formation d'émulsion («Mousse au Chocolat»), une couleur cohérente brun/orange de la mousse pourrait apparaître.

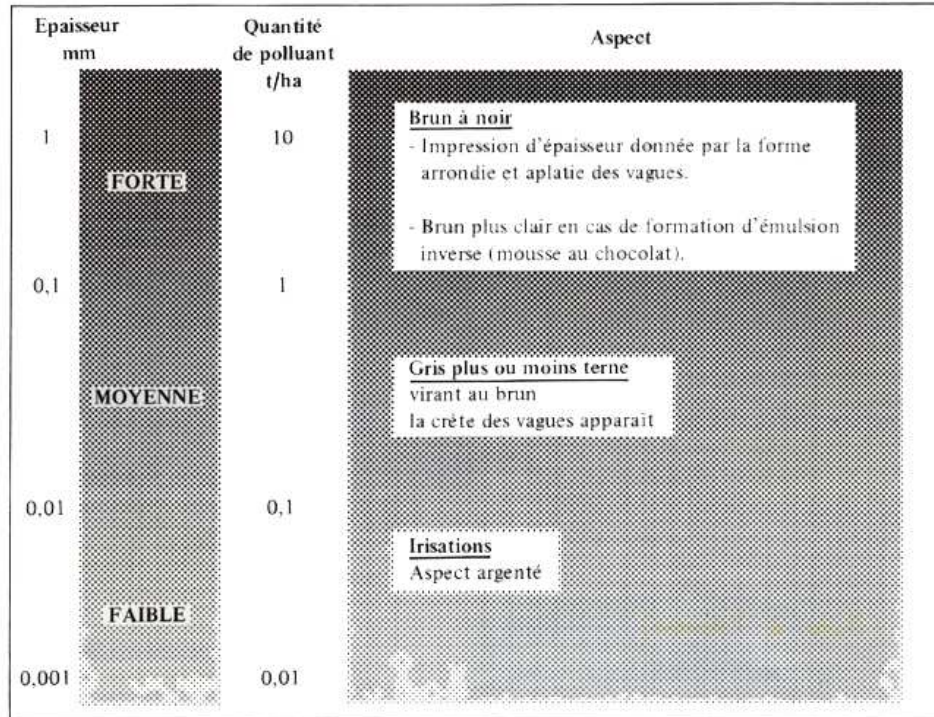


Figure 4 : Aspect du pétrole sur l'eau

1.5 RECONNAISSANCE AERIENNE

Une surveillance aérienne par hélicoptère est la meilleure méthode pour évaluer l'étendue d'une nappe de pétrole et guider les opérations de traitement d'une manière adéquate. Comme les traînes des nappes de pétrole s'alignent d'une manière parallèle à la direction du vent, la détection de pétrole doit prendre en considération la direction du vent au moment de la reconnaissance aérienne.


Les conditions de visibilité déterminent l'altitude appropriée. Par bonne visibilité, l'altitude de vol est généralement 500 mètres (1560 pieds). Toute observation de pétrole peut être confirmée en descendant à une altitude de 250m (825 pieds).




1.6 EVALUATION DES QUANTITES DE PETROLE DEVERSEES EN MER


L'estimation aérienne de la quantité de pétrole déversée est extrêmement difficile. L'observation verticale juste au-dessus de la nappe de pétrole pourra éviter de fausser l'image de la nappe.

L'observateur doit essayer de distinguer la zone d'irisation de la zone épaisse de pétrole. La coloration indique grossièrement leurs épaisseurs et quantités.

N.B. Source : Code d'apparence de l'Accord de Bonn pour estimer les volumes déversés en mer (www.bonnagreement.org)

	Société d'Ingénierie de l'Environnement et de l'Energie SA	Date : 05/11/2012
	ETUDE POUR L'ELABORATION D'UN MANUEL DE PROCEDURES DU PNIU POUR LUTTER CONTRE LES EVENEMENTS DE POLLUTION MARINE COMPORTEMENT ET DEVENIR DES HYDROCARBURES DEVERSEES	Réf : AF 02-10 Rev : 1 Page : 9/11

Code	Description	Apparence	Epaisseur	Quantité
1	Refllet (argenté/gris) Les couches très minces d'hydrocarbures réfléchissent la lumière entrante légèrement mieux que l'eau environnante et peuvent donc être observées comme refllets argentés ou gris. Tous les hydrocarbures dans ces couches minces peuvent être observés en raison de cet effet sans lien avec la couleur de l'hydrocarbure lui-même. Au-dessous d'approximativement 0,04µm d'épaisseur, les films sont invisibles. Cependant, même des films plus épais peuvent ne pas être vus dans des mauvaises conditions d'observation. C'est ce qui se produit au-delà d'une certaine hauteur ou angle de vue, les films observés peuvent disparaître de la vue.		0.04 à 0.30 µm	40 à 300 ltr /km ² 0.04 à 0.3 m ³ /km ²
2	Arc-en-ciel L'apparence arc-en-ciel représente une gamme de couleurs jaune, rose, pourpre, bleu, rouge, cuivre, orange ; ceci est provoqué par un effet d'optique indépendant du type d'hydrocarbures. Selon l'angle de vue et l'épaisseur de la couche, les couleurs distinguées seront diffuses ou très lumineuses. Les films avec des épaisseurs proches de la longueur d'onde des différentes couleurs de la lumière (0,2µm – 1,5 µm), à savoir pour le bleu (0,4 µm), le rouge (0,7 µm), montrent l'effet d'arc-en-ciel le plus distinct. Cet effet se produira jusqu'à une épaisseur de couche de 5 µm. les mauvaises conditions de lumière peuvent entraîner des couleurs d'aspect atténué. Une étendue d'hydrocarbures dans la zone de l'arc-en-ciel montrera des couleurs différentes de la nappe en fonction des angles de vue.		0.30 à 5.0 µm	0.3 à 5 m ³ /km ²
3	Métallique L'apparence des hydrocarbures dans cette plage ne peut être décrite comme une couleur générale car elle dépend du type d'hydrocarbure et de l'épaisseur de la couche de polluant. Là où on peut observer une gamme de couleurs à l'intérieur d'une zone arc-en-ciel, l'aspect métallique apparaît comme une couleur tout à fait homogène qui peut être bleue, brune, pourpre, violette ou d'une couleur différente. L'aspect métallique est le facteur commun et a été identifié comme un effet de miroir, dépendant des conditions de lumière et de ciel. Par exemple, le bleu peut être observé dans des conditions de ciel bleu.		5.0 à 50 µm	5 à 50 m ³ /km ²

	Société d'Ingénierie de l'Environnement et de l'Energie SA	Date : 05/11/2012
	ETUDE POUR L'ELABORATION D'UN MANUEL DE PROCEDURES DU PNIU POUR LUTTER CONTRE LES EVENEMENTS DE POLLUTION MARINE COMPORTEMENT ET DEVENIR DES HYDROCARBURES DEVERSES	Réf : AF 02-10 Rev : 1 Page : 10/11



4	<p>Vraie couleur discontinue</p> <p>Pour des nappes d'une épaisseur supérieure à 50 µm, la couleur vraie dominera graduellement la couleur qui est observée. Les hydrocarbures bruns apparaîtront bruns et les noirs apparaîtront noirs. La nature interrompue de la couleur, due à des secteurs plus minces dans la nappe, est décrite comme discontinue. Ceci est provoqué par les effets du vent et du courant sur l'étalement de la nappe. Discontinu ne doit pas être confondu avec la couverture. Discontinu ne doit pas être confondu avec la couverture. Discontinu implique de véritables variations de couleur et non des secteurs non pollués.</p>		50 à 200 µm	50 à 200 m ³ /km ²
5	<p>Vraie couleur continue</p> <p>La vraie couleur de l'hydrocarbure est l'effet dominant de cette catégorie. On peut observer une couleur homogène sans discontinuité comme décrit en Code 4. Cette catégorie est fortement liée au type d'hydrocarbure et les couleurs peuvent être plus diffuses dans des conditions d'obscurité.</p>		200 à > 200 µm	200 m ³ /km ² et plus

Tableau 2 : L'observation aérienne des pollutions en mer avec estimation de l'épaisseur et de la quantité déversée

- Comme règle pratique, en absence de laboratoire d'analyse, on considère que les quantités contenues dans une émulsion « Mousse au chocolat » sont de l'ordre de 50 à 70 %.
- Grille de guidage aérien

L'utilisation d'une grille facilite la communication avec le bateau qui assure le traitement de la nappe. La grille doit comporter les limites extérieures de la nappe et aide à localiser les zones épaisses. Le bateau a besoin de l'orientation et l'échelle de la grille ainsi que les coordonnées des limites de la nappe à traiter.

Le guidage peut être amélioré en se positionnant sur les bouées de balisage existantes.

- Exemple d'une grille de guidage aérien :

GUIDAGE AERIEN – COMMENT DECRIRE UNE NAPPE D'HUILE

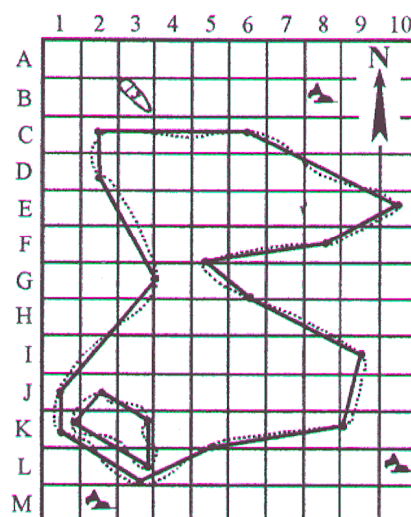
Pour que l'aéronef transmette rapidement au navire de traitement une description précise de la nappe, il est commode d'utiliser un carroyage (grille) sur lequel seront reportés les contours de la pollution ainsi que l'emplacement des zones épaisses ; il est alors facile de communiquer au navire l'orientation et l'échelle de la grille ainsi que les coordonnées des limites de la nappe à traiter.

Le guidage peut être amélioré en positionnant sur les bouées de balisage.

Dessin ou photo

Carroyage

Codage et transmission de l'information



CONTOUR NAPPE		ZONE EPAISSE	
C	2	J	2
C	6	K	3
E	10	L	3
F	8	K	1
FG	5	J	2
GH	6		
I	9		
K	8-9	POSITIONS BOUEES	
KL	5	B	8
LM	5	L	10
K	1	M	2
J	1		
G	3-4	NAVIRE	
D	2	B	3
C	2		