

00 000 763

PREVISION SUR LES EFFETS COTIERS D'UNE POLLUTION PAR
LES HYDROCARBURES

PAR
YVES GALLARDO

RAPPORT INTERNE
N° 9

PREVISION SUR LES EFFETS COTIERS D'UNE POLLUTION PAR
LES HYDROCARBURES

par

Yves GALLARDO*

Un projet d'implantation d'une raffinerie de pétrole et d'un "Sea-line" dans la région de Kayar, sur la côte nord du Sénégal, a provoqué de la part du Ministère du Développement industriel et de l'Artisanat, une demande de renseignements sur les conséquences marines possibles au cas où un navire pétrolier venait à sombrer.

Au Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye existe depuis quelques années une Section "Environnement"(I.S.R.A. 54) chargée de surveiller l'état du milieu marin et de ses fluctuations, lesquelles proviennent en partie des activités humaines.

Vus à court terme, c'est à dire à l'échelle du jour ou de la semaine, les effets d'une pollution par les hydrocarbures peuvent être très variables d'un secteur côtier à l'autre et ont, en outre, une certaine dépendance saisonnière. Les causes de cette variabilité et de l'incertitude sur le devenir d'une nappe d'hydrocarbures découlent généralement d'une bonne connaissance des vents de surface et d'une relative ignorance du niveau et de la structure de la turbulence se développant aux échelles temps-espace indiquées, à l'interface air-mer d'une part, mer-fond (rivage) d'autre part.

NATURE DU PROBLEME

Il est donc difficile d'aborder le problème des échanges entre milieux différents sans faire intervenir une part de théorie. L'essentiel est d'essayer de garder une bonne part de bon sens et d'esprit critique au vu des résultats théoriques.

* Océanographe physicien de l'ORSTOM - CRODT BP 2241 DAKAR Sénégal

Pour tenter d'éclaircir le problème, nous présenterons deux exemples d'effets possibles en région de Kayar, l'un d'eux pris en saison chaude (août-septembre), l'autre en saison froide (février-mars). Auparavant nous poserons des hypothèses de départ imposées par les risques de pollution marine, s'inspirant de l'expérience malheureuse du naufrage de l'Amoco-Cadiz sur la côte bretonne l'année dernière : "64.000 tonnes se sont répandues sur les plages pendant les quinze premiers jours, un peu plus de 80.000 tonnes de la cargaison se sont évaporées dans l'atmosphère, tandis que 40.000 à 50,000 tonnes ont imbibé les sédiments sub-tidaux". Travaillant à cette époque au Centre Océanologique de Bretagne j'ai pu constater que l'atmosphère "empestait" le pétrole plusieurs kilomètres à l'intérieur, quelques jours encore après l'accident. La dérive de la nappe superficielle suivait essentiellement le vent de surface.

En conséquence les effets d'une pollution marine côtière se répercutent certainement sur les trois milieux : mer, sédiments, atmosphère. La mer possède un défenseur naturel, capable de coloniser en une ou deux semaines le pétrole flottant et de faire disparaître toute trace importante d'hydrocarbure en 2 ou 3 mois : ce sont les bactéries; "ce processus naturel de biodégradation est cependant très lent dans des conditions normales, entraîne un appauvrissement du milieu en oxygène et en sels nutritifs d'où la nécessité de détruire les nappes importantes. Il peut être toutefois à la base de procédés de lutte par enrichissement en microorganismes, sels nutritifs et composés tensio-actifs". Dans les sédiments la biodégradation bactérienne est extrêmement lente et dans l'atmosphère nous supposons qu'elle est nulle. D'une façon générale l'étendue des dommages augmente avec la durée de présence du pétrole dans l'eau de mer, par conséquent il s'impose de l'éliminer le plus rapidement possible., En cas contraire, et c'est notre première hypothèse de départ, le site côtier choisi doit être le plus désertique possible, à cause d'effets biologiques à long terme pouvant altérer les **fonctions** vitales, la croissance et modifier le comportement des espèces marines, des larves notamment-

La contamination du sédiment et de l'atmosphère peut être un réel danger pour l'homme, l'agriculture, l'élevage et l'aviculture que ce soit à court, moyen ou long terme*. La côte sud, lieu de prédilection des larves ne peut en aucun cas être implantée, d'autant que la contamination des estuaires conduirait, ajoutée au déclin de la pêche côtière, à une catastrophe économique : c'est notre seconde hypothèse de départ pour arriver à une prévision des échanges entre les trois milieux, la troisième hypothèse étant la nécessité d'une turbulence côtière marine la plus élevée possible afin d'avoir des conditions d'aération et de dispersion susceptibles de hâter la disparition des hydrocarbures.

Le maximum de turbulence marine est apportée par le phénomène de "barre" qui sévit pratiquement sur toute la côte nord.

EXEMPLES PREVISIONNELS

L'expérience de l'AMOCO-CADIZ a prouvé qu'une grande quantité d'hydrocarbures était transférée dans l'atmosphère : en plein océan, le déferlement et par suite la mise en suspension de fines gouttelettes d'huile seraient probablement empêchés par l'effet stabilisateur de la nappe d'hydrocarbures elle-même. A la côte on peut penser que la turbulence bien plus élevée favorise l'évaporation, la solubilité et aussi les transformations photochimiques du film superficiel par rayonnement ultraviolet, Partant de là et si l'on retient que les sables fins présentent une tendance à la décontamination, alors qu'au contraire les sables grossiers recèlent de fortes accumulations de pétrole, le choix d'un site d'implantation de raffinerie se précise davantage.

A ce stade des connaissances, il s'agit d'estimer simplement la distribution de la pollution entre les 3 milieux d'un site côtier nord désertique connaissant le phénomène de barre et dont les fonds sont tapissés de sable fin. A priori tout site désertique au nord de Kayar convient, à condition de rester à 150 km au sud de St-Louis, très vulnérable à cause du fleuve Sénégal et aussi d'un fond de sables grossiers au niveau de la Mauritanie.

PREMIER EXEMPLE : Saison froide (février-mars) (figure 1)

Une nappe d'hydrocarbures est "produite" en surface, au nord de Kayar, par vents de Nord soufflant à plus de 5 m/sec et houle de NW creusant à 3 m, conditions rencontrées habituellement à cette époque, D'après la théorie de la circulation littorale, étayée de quelques observations, la nappe d'hydrocarbures sera rapidement plaquée à la côte tout en s'écoulant vers le NE. S'exercent les effets **conjugués** du vent, de la barre, et des trajectoires associées **au** caractère rotationnel de la houle réelle : la nappe peut se fractionner et se propager vers le large dans **une** couche intermédiaire où s'atténuent les **rotationnels** de surface et du fond. Etant données la **structure** verticale **homogène** des eaux en cette saison et l'intensité des effets mécaniques et **photochimiques** il serait peu étonnant que toute l'épaisseur d'eau soit **polluée**. Pour que la dégradation bactérienne s'effectue dans de bonnes conditions il faut de l'oxygène, des **sels** nutritifs et de la chaleur. Phytoplancton et "upwelling" apportent les deux premières conditions; la troisième est correctement réalisée, l'ensoleillement étant suffisant pour élever la température des "**fractions brunes**" de quelques **degrés**. Nous pouvons remarquer que là encore la **nécessité** d'une faible activité humaine s'impose pour que des demandes chimiques et biologiques par les eaux usées restent **négligeables**. Il n'est pas impossible que les algues vertes, consommatrices de la fraction d'hydrocarbures contenant les huiles légères, se développent peu à peu comme en baie de Hann.

Il est moins malaisé de prévoir les transports d'aérosols que ceux des sédiments fins, aussi nous préférons préciser le choix du site en fonction des risques de pollution des régions côtières par l'**intermédiaire** des vents, des pluies, ou autres phénomènes **météorologiques**. Nous ne cachons pas **que** cette prise de position est arbitraire et que les considérations théoriques qui vont suivre nécessiteraient des vérifications **expérimentales**.

Nous avons vu que les conditions initiales de mise en suspension des **gouttelattes** polluées sont réunies au niveau de la barre qui **coïncide** avec la ligne de déferlement de la **houle**. Nous admettons des vitesses dans l'air de l'ordre du **cm/sec** vers le haut aux heures chaudes de la journée, vers le bas durant la nuit et nous remarquons qu'en cette saison la nature du champ de vents est à tendance divergente, c'est à dire favorable à une pollution terrestre, dont le parcours principal se situerait dans le sud du site **côtier à déterminer**(probabilité supérieure à 0,6).

En fait, vue la nature turbulente et **aléatoire** du champ de vents, des vents des secteurs NE, NW et même W ont une probabilité d'existence voisine de 0,1, si bien que le Cap vert n'est pas complètement à l'abri d'une pollution par retombées atmosphériques,

En cas de panne soudaine des alizés ou de leur diminution d'intensité, des ville comme Thiès ou **M'Bour** pourraient subir une pollution d'un niveau élevé parce que situées dans le sud de **M'Boro** à moins d'une demi-journée pour un vent moyen de 2 m/sec.

Deuxième exemple : Saison chaude (août-septembre) (figure 2)

Une nappe d'hydrocarbures se décharge en surface toujours dans la même zone, mais en saison des pluies. Deux paramètres essentiels sont modifiés : le vecteur vent et la structure verticale de l'Océan ; les vents tournant en moyenne du Nord au NW et ne dépassent guère 4 m/sec, tandis qu'une barrière de densité apparaît dans les eaux vers 15-25 m.

Le niveau de turbulence est sensiblement amoindri, la nappe d'hydrocarbures se fractionnera moins aisément et risque de rester longtemps piégée dans la couche marine supérieure, c'est à dire celle où se développe le plancton dont se nourrissant les poissons pélagiques **côtiers**. Par contre, le sédiment marin et l'atmosphère devraient être moins contaminés que précédemment, Toutefois dans une zone à bathymétrie tourmentée, il peut se produire un cisaillement vertical et des vitesses verticales suffisantes pour dégrader le pycnocline (barrière de densité) à la faveur d'oscillations verticales liées à la propagation d'ondes internes en milieu stratifié-

Ce balayage vertical de **presque** toute l'épaisseur d'eau côtière par simple ondulation de **la** pycnocline pourrait induire des oscillations semblables **d'une couche** polluante **encore mal** fractionnée, donc très toxique et envahissant le fond de la couche homogène de surface.

La nature convergente du champ de vents en cette saison devrait permettre une **ascension rapide** des **aérosols**. Les particules contaminées pourraient **retomber tôt** au tard avec les pluies. Nous n'avons aucun indice sur **les** effets dans les domaines de **l'agri-** culture et de **la santé**. **Nous pensons** que la **biodégradation s'ac-** complit en cas de **dispersion par des** vents variables.

DISCUSSION DES DEUX EXEMPLES : **Choix du site**

Il apparaît que le **choix** du site doit répondre à des **critères** de turbulence maximum et de **"déserticité"** en oeufs et larves **côté mer**, en activités humaines **côté terre** d'autre part (aviculture notamment). Il faut essayer d'éviter **au maximum** une implantation dont **l'axe N-S** traverse des villes **dans** un rayon de 200 km, parce que **l'alizé** bien que maritime **ou** côtier peut conserver une direction **cons-** tante durant plusieurs heures. Quant aux risques d'accidents des **"cankers "** il est évident qu'ils augmenteront avec la turbulence elle-même et en particulier avec le cisaillement des courants qui impose **des** efforts opposés sur les lignes d'amarrage et sur les structures mouillées : par **conséquent** il semble bien plus prudent de s'implanter au-dessus de **lignes** de sonde rectilignes- Pour éviter une pollution atmosphérique-terrestre à court terme, c'est-à-dire trop peu dispersée, il semble préférable **que** le champ de vents **con-** verge afin que les ascendances soient **favorisées**. Théoriquement une telle configuration peut exister localement sur la côte nord, la **presqu'île** du Cap vert **pouvant** favoriser une courbure **anticyclonique** des trajectoires.

Fait à Dakar, le 11 Janvier 1979

Yves GALLARDO