



## Avis

du groupe d'expert auprès du Préfet de Zone de défense Ouest  
Synthèse des réunions (jeudi 2 nov. et mardi 7 nov. 2000)  
concernant les risques environnementaux et sanitaires liés au  
naufrage du navire chimiquier "levoli Sun"  
Remis au Préfet le 16/11/2000

---

Document 1/2

### **Membres du Groupe Expert**

- Cellule Inter-Régionale d'Epidémiologie Ouest : Dr Claire Schvoerer
- Agence Française de sécurité sanitaire des aliments : Isabelle Vanrullen
- CEDRE : Michel Girin, Camille Leca
- Centre Antipoison : Alain Baert
- Préfecture de zone de défense Ouest : Rémi Thuau, Monsieur Jouny
- IFREMER : Daniel Cossa
- INERIS : Annick Pichard, Dominique Jullien
- INRS : Philippe Huré
- Institut de Veille Sanitaire : Claire Gourier-Frery, Frédéric Dor
- Météo-France : Alain Soulan, Gérard Le Bars

### **Rédacteurs :**

- Cellule Inter-Régionale d'Epidémiologie Ouest : Dr Claire Schvoerer

### **Contacts :**

- Préfecture de Zone de Défense Ouest : Colonel Courtois

*Etaient présents ou représentés (Annexe I)*

**PREALABLES :**

- Légitimité et mission du groupe-expert auprès du Préfet de Zone de défense Ouest

Le groupe a été mis en place en urgence le 2 novembre 2000 sur requête de M. le Préfet de la Zone de Défense Ouest avec pour mission de l'aider à évaluer et gérer les risques environnementaux et sanitaires en rapport avec le navire chimiquier Ievoli Sun. Pour ce faire, les membres de ce groupe sont légitimes et requis à partager l'ensemble des informations qui seraient portés à leur connaissance ; ils sont sollicités pour formuler des recommandations dans tout domaine qu'ils jugent utile et en rapport avec leur mission. Ils sont les représentants de l'ensemble des organismes français d'expertise concernés. Si besoin, des membres invités peuvent être conviés aux travaux du groupe.

- Précisions concernant le site du naufrage de l'IEVOLI SUN et la nature de sa cargaison :

• Site du naufrage

L'Ievoli Sun repose par 70 mètres de fond à 19 km de l'île anglo-normande d'Aurigny et à 35 km du Cap de la Hague.

• Cargaison et combustible de l'Ievoli Sun

D'après un document transmis par l'armateur du chimiquier au CEDRE, 3 produits seulement sont présents dans la cargaison :

1. Styrène
2. MEC : Méthyl Ethyl Cétone (2 butanone)
3. IPA : Alcool iso-propylique (2 propanol)

La présence d'un autre produit (évoqué notamment dans la presse) est exclue

A noter concernant la nature et le volume de combustible : 160 tonnes de fuel (Intermediate Fuel Oil 180) et de 40 tonnes de diesel

- Les recommandations qui suivent portent exclusivement sur le styrène pour 3 motifs :

- Le styrène est le seul produit de la cargaison dangereux pour la santé publique et l'environnement.
- Les 2 autres produits de la cargaison sont en quantité 4 fois inférieure ; ils sont solubles dans l'eau d'où l'absence de risque d'exposition humaine par inhalation ; d'après la littérature, la toxicité environnementale est négligeable ; il n'y a pas de risque d'explosion ou d'incendie lié à la présence de ces 2 produits dans le milieu marin.
- Les risques environnementaux et sanitaires liés à la pollution par les hydrocarbures (200 tonnes transportées comme combustible) sont suffisamment connus pour que les mesures à prendre puissent être identifiées sans l'intervention du groupe expert.

## ANALYSES et RECOMMANDATIONS

### 1. SUR LE SITE DU NAUFRAGE

#### - Profil, protections et suivi des intervenants (INRS, Centre Anti-Poison)

Il est indispensable que les intervenants soient des professionnels (toute intervention de bénévoles doit être exclue).

L'identification de ces opérateurs devra être répertoriée.

Ils devront être informés des risques et équipés d'un équipement de protection comportant :

- un masque respiratoire complet (yeux, bouche, menton) équipé d'un filtre anti-gaz et vapeur organique de type A2 ; ce filtre doit être renouvelé quotidiennement ;
- un vêtement de protection de type 3 anti-projection de liquide avec liaison étanche aux liquides, de type jetable ;
- des gants type laminé polyéthylène éthyl vinyl alcool ;
- de matériel de mesure du styrène atmosphérique de type tube DRAEGER (NB : seuil de détection 10 ppm).

En cas d'incident, il est recommandé de procéder dans les meilleurs délais à des prélèvements d'urines en vue d'identifier et doser les métabolites du styrène. Ces prélèvements ne nécessitent pas de précautions particulières pour le transport. De nombreux laboratoires d'analyses biomédicales sont capables de procéder aux analyses (Cherbourg, Caen, Rennes,...). Les résultats doivent être centralisés. Un suivi médical doit être envisagé au titre de la médecine du travail.

#### - Prévention du risque d'explosion et d'incendie

En sus des précautions universelles, l'accès des bâtiments sur le site doit être strictement limité.

#### - Mise en place d'un réseau de surveillance environnemental visuel et technologique

- Réseau de surveillance "visuel" : la survenue de nappes, leur nombre, extension et position seront effectuées par vues aériennes régulières. D'autres informations concernant notamment l'état de la coque et les possibilités de pompage de la cargaison devront être également transmises au groupe expert (via par exemple, le communiqué quotidien du PC de zone)
- Réseau de surveillance environnemental technologique

Pour la réalisation des prélèvements à proximité du site du naufrage ou dans les nappes, l'intervention d'un navire spécialisé est indispensable ; d'autres sites de prélèvements peuvent être exploités par des navires ordinaires.

L'INERIS et IFREMER ont été sollicités pour rappeler les **protocoles normés (AIR)** (Annexe II) ou déterminer des **référentiels** de prélèvements et de mesures (EAU) (Annexe III) et de faciliter l'identification des **laboratoires** capables de les effectuer.

Les laboratoires suivants ont été conseillés :

- Laboratoire de l'Ineris (Verneuil en Halatte. M. Jullien Tel 03 44 55 66 77) ;
- Laboratoire municipal et régional de Rouen (M. Franco Tel 02 32 10 22 48) ;
- Service central d'analyse du CNRS (M. Dessales Tel 04 78 02 22 83) ;
- UIISCI (Cherbourg; Capitaine de Saint Germain) ;
- Laboratoire Frank Duncmbe (Caen, M. Doré Tel 02 31 46 82 82) ;
- Ministère des Pêches et de l'Agriculture (Oostende, Belgique; M. Marc Raemakes Tel: +32 59 34 22 68)

A noter que cette liste n'est pas limitative : tout laboratoire respectant les référentiels pourra être valablement pressenti comme effecteur des analyses.

Rythme des prélèvements dans l'eau et dans l'air : ces prélèvements doivent être effectués au moins sur une base bi-journalière.

Nature des produits de la cargaison devant faire l'objet de recherches sur les prélèvements d'eau et d'air :

Dans l'eau, les prélèvements doivent porter sur les 3 produits de la cargaison.

Dans l'air, la recherche doit seulement porter sur le styrène.

- Centralisation des résultats - mise à jour d'un tableau de bord - accessibilité aux informations issues du réseau de surveillance

Afin d'éviter une dispersion des données nuisibles à l'analyse de la situation, il est recommandé de mettre en place une base de données informatisée de l'ensemble des résultats d'analyses et mesures disponibles, et de la tenir en permanence à jour et à disposition du comité et des PC. En lien avec un correspondant du PC de la zone de défense, le CEDRE propose de faire l'état des lieux des sources et données actuelles, d'établir une première mise en forme et d'assurer une tenue à jour permanente de l'information sur fichier informatique accessible à tous les partenaires depuis le PC de la Préfecture de zone.

## 2. SUR LE LITTORAL PROCHE DU NAUFRAGE

- Voies d'exposition de la population riveraine : **inhalation** – absorption cutanée possible mais secondaire par rapport à la voie respiratoire – liée à une contamination de l'atmosphère par le styrène.
- Effets sanitaires : une note synthétique a été rédigée par le Centre Anti-Poison de Rennes, désigné fonctionnellement comme correspondant institutionnel au titre du réseau national de toxicovigilance pour l'événement considéré : cette note a été validée en urgence par la Direction Générale de la Santé (Annexe IV).
- Données épidémiologiques : peu (pas) de publications relatant des événements à rapprocher de l'accident de l'Ievoli Sun
  - en 1995, naufrage du cargo Chung Mu en mer de Chine ; 230 tonnes de styrène déversées, pas de données épidémiologiques ;
  - en France, accident sur voie fluviale dans le département du Nord il y a 1 an, signalement d'intoxications légères parmi le personnel d'intervention (4 mises en observation à l'hôpital) / pollution aérienne chronique par le styrène (depuis 1994) à partir d'une installation classée dans le Sud de la France (moyenne : 23 ppm) ; pas de

mesures particulières recommandées à l'égard de la population environnante qui se plaint de gêne liée aux odeurs ;

- au Japon, USA et Canada : 5 naufrages et incidents portuaires concernant des navires citerniers et des barges, avec des déversements de quelques dizaines à quelques centaines de tonnes de styrène (événements identifiés par le CEDRE ; des recherches d'informations complémentaires sont en cours).

- Modélisations :

- *Plusieurs modélisations sont réalisées au sein de divers organismes :*
  - Selon les résultats d'une modélisation transmise au CEDRE (Etude AEA Technologie Environment, 31 octobre 2000 ; annexe V) et dans le scénario le plus défavorable sous lequel la totalité du styrène de la cargaison viendrait à fuir des cuves, sa remontée serait rapide (1 h depuis 60 mètres de fond). Le volume maximum de la nappe en surface serait atteint au bout d'1 heure. La dispersion dans l'atmosphère débiterait dès la formation de la nappe (variabilité selon les conditions de température et d'ensoleillement) et sa concentration dans l'air serait maximum environ 4 heures après. Les concentrations pourraient excéder les "concentrations dangereuses pour la vie et la santé" (700 ppm) sur 1 à 2 km sous le vent. Elles pourraient atteindre la fourchette comprise entre 100 et 250 ppm à une distance de 3 à 5 km de la nappe, concentrations auxquelles sont rapportées "le syndrome styrène" (vertige, nausée, perte d'appétit) pour une durée d'exposition de 5 heures à 250 ppm ou 8 heures à 100 ppm. Enfin, sans que des effets sanitaires objectifs soient vraisemblables à ces concentrations, la présence du styrène peut être détectée par son odeur à des concentrations de 0,15 à 25 ppm susceptibles d'être retrouvés à 10 km ou plus de la nappe. A noter que la nappe est susceptible de dériver sur quelques km.
  - METEO-FRANCE précise que les résultats ci-dessus sont à interpréter avec beaucoup de précautions compte-tenu des hypothèses que le modèle contient. Pour la modélisation de déplacement de polluant, METEO-FRANCE dispose de 3 outils.
- Pour la dispersion de polluant dans l'air, le modèle MEDIA traite du transport à relativement grande échelle et le modèle MINERVE-TRAMES du transport à petite échelle. Malgré les incertitudes sur la prise en compte des caractéristiques détaillées du styrène dans l'air, le déplacement rapide accompagné d'une forte dilution du polluant est probable compte-tenu des situations météorologiques les plus fréquentes.
- Pour la dérive de nappe de polluant en mer, le modèle MOTHY fournit des résultats d'autant plus précis que ses données d'entrée (en particulier la localisation des nappes observées par le CEDRE) seront fiables. Il est bien adapté aux nappes déjà formées.

Il a été recommandé que le modèle MINERVE-TRAMES de dérive atmosphérique soit couplé au modèle MOTHY de dérive de nappe afin de tenir compte de la mobilité du point de rejet, que soient pris en compte les concentrations sur la base desquelles les décisions de protection de population seront mises en œuvre, que soient identifiées autant que possible la distance de l'épave susceptible d'être couverte par la dispersion atmosphérique du styrène. Sur ce dernier point, les commentaires suivants ont été transmis par METEO-France : « Il apparaît que l'outil ne peut pas, en l'état, répondre directement au problème de l'évacuation des populations :

- tant que l'on considère des nappes de styrène au voisinage de l'épave, la distance au Cotentin est déjà largement en limite d'utilisation de l'outil ; c'est d'ailleurs pourquoi nous

limitons les sorties graphiques à une zone qui couvre Aurigny mais pas la Hague ; évidemment ce point tombe dès qu'on considère une nappe ayant dérivé suffisamment vers la côte, mais compte-tenu de l'évaporation le scénario qui conserverait une nappe importante assez longtemps pour que la dérive la conduise à la côte est très improbable ;

- l'outil "marche" très convenablement sur zone plate et homogène, mais dès qu'on arrive à la Hague et bien sûr ensuite dans l'intérieur du Cotentin les résultats sont beaucoup moins fiables : on pourrait donc estimer si le Cotentin était touché, mais pas dans le Cotentin quelles zones le seraient plus particulièrement (hors éléments de bon sens sur la distance à la source) ».

A noter que les sorties du modèle MINERVE-TRAMES sont transmises quotidiennement aux Services Préfectoraux et aux organismes participant au groupe expert (par e-mail) (Annexe V).

- INERIS a également réalisés des calculs de modélisation pour le compte du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Direction de la Prévention des Pollutions et des risques) (Annexe V). Les commentaires suivants sont issus d'INERIS : "Ces calculs ont été réalisés dans le but d'évaluer le risque accidentel qui résulterait de la formation de nappes de styrène à la surface de l'eau, et donc de l'apparition de concentrations dans l'air à distance de ces nappes dues à leur évaporation (risque de nuage toxique nécessitant une protection des personnes exposées, risque de feu de nappe). Ces calculs sont cohérents avec ceux réalisés par ailleurs, et apportent des précisions sur les distances à partir du centre de la nappe aux quelles certains niveaux de concentration peuvent être observés, selon différents scénarios. On voit en particulier que le seuil de 1ppm apparaît pour des distances de l'ordre de 10 km, c'est-à-dire dans certaines conditions météorologiques au niveau des terres, en fonction de la dérive de la nappe. Nous tentons de définir dans quelles conditions il serait possible que les fuites des réservoirs du navire alimentent de manière durable (plusieurs jours) une nappe suffisamment importante pour conduire à ce seuil de 1ppm sur des portions habitées de côtes".
- D'autres modélisations ont été établies par l'IPSN et Shell-Chimie.

- *Collaboration inter-institutionnelles*

Les échanges d'informations entre organismes sont indispensables pour d'améliorer les performances des différents modèles.

- *Récapitulatif, analyse critique, mise en perspective des résultats* de l'ensemble de ces modélisations

Ils sont en cours de réalisation au Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

- *Prévision en vue d'identifier la population la plus susceptible d'être exposée par voie respiratoire*

Finally, c'est sur la seule base des notions d'une part de proximité avec le site de l'accident et d'autre part de conditions fréquentes de vent, que la **population la plus susceptible d'être exposée est identifiée comme étant celle du département de la Manche, tout particulièrement celle qui réside à proximité du Cap de la Hague.**

A noter que la quantification de la population la plus susceptible d'être exposée sur le territoire français compte-tenu des données actuellement disponibles, d'après l'INSEE Basse Normandie (T. ROCHART) selon 2 cercles concentriques ayant pour centre le Cap de la Hague (Annexe VI) est la suivante :

- rayon **5 Km : 4898 personnes**
- rayon **10 Km : ajouter 4219 personnes**

Des résultats issus des différentes modélisations qui ont pu être portées à la connaissance du groupe-expert, la survenue de la question d'une évacuation de population dans le Cotentin, même si elle ne peut être totalement exclue, apparaît très improbable. Selon un scénario-catastrophe (l'émission brutale des 4000 tonnes de styrène), la zone de concentration de styrène dans l'air, maximum et « raisonnablement envisageable », serait plutôt de l'ordre de 50 ppm – à ce niveau, la mise en œuvre de mesures particulières de protection de population est indispensable. A noter que l'existence de plusieurs cuves, rend le relargage simultané du styrène peu probable et donc minimise la probabilité de survenue de ce scénario-catastrophe .

**Compte-tenu de ces paramètres, les recommandations du groupe-expert concernent 3 points** essentiels pour 1 - prévenir cette population, 2 - détecter précocement une pollution aérienne, 3 - prendre les mesures susceptibles d'éviter ou de réduire l'exposition de la population

- **Information de la population et des professionnels de santé**

- Information de la population (Annexe VII)

Le groupe expert se prononce en faveur d'une information officielle de la population (en particulier du département de la Manche), qui selon la décision des autorités sera réalisée "à froid" (en dehors de toute alerte), soit en cas de perception d'odeur en rapport avec la présence de styrène dans l'air - et dans ce cas l'information paraît indispensable -. Dans le 1<sup>er</sup> cas de figure, l'information portera sur la possibilité de perception d'odeurs en rapport avec la présence de styrène dans l'atmosphère et sur la signification de cette perception ; dans le 2<sup>ème</sup> cas de figure, sur la signification de cette perception.

L'absence ou, à l'inverse, la présence d'odeur ont les significations suivantes : si l'absence d'odeur est un signe de non-toxicité, la présence d'odeur n'est qu'un signe d'alerte d'une éventuelle toxicité, le seuil de perception olfactive étant inférieur au seuil de toxicité. En cas d'odeur perceptible, les niveaux de concentration de styrène dans l'air permettront de déclencher, si nécessaire, des mesures particulières et adaptées de protection des populations dont elles seront informées en urgence par des moyens appropriés de communication..

- Information des professionnels de santé

De façon systématique, notamment dans le département de la Manche, les professionnels de santé (notamment les services d'urgence des établissements hospitaliers, les médecins et

officines de garde) doivent être informés (sur la base de la note validée par la DGS) afin d'assurer pleinement leur rôle d'information auprès des patients. A noter que la DDASS de la Manche a transmis par courrier un résumé (Annexe VIII) issu de la note synthétique établie par le CAP de Rennes, à l'ensemble des médecins et pharmaciens du département.

- **Mise en place d'un réseau environnemental de prélèvements et de mesures du styrène atmosphérique sur le littoral dans le département de la Manche**

Il doit se conformer aux recommandations établies pour l'identification du styrène dans l'air (Annexe II). Il est indispensable de multiplier les sites de prélèvements et de renforcer la vigilance à terre si l'on détecte en mer la survenue d'une fuite brutale de styrène. Si une odeur devenait perceptible sur une zone ne faisant pas l'objet de prélèvements, il faudrait dans les meilleurs délais ajuster le dispositif de prélèvements. L'ensemble des résultats doit être transmis en temps réel en direction des organismes d'expertise (notamment les plus concernés (InVS et CIRE Ouest/DRASS de Bretagne) avec copie pour SD7 de la Direction Générale de Santé)

- **Stratégie d'intervention**

- Caractérisation des expositions de la population par des mesures environnementales

La perception d'odeur dans les lieux où la population est présente déclenchera la mise en place de mesure de styrène dans l'air ambiant afin de mieux caractériser l'exposition des populations. Ces mesures viendront en complément, si nécessaire, de celles déjà effectuées le long des côtes du département.

En fonction des résultats obtenus, la conduite vis-à-vis des populations sera la suivante :

Bien qu'il paraisse difficile dans le contexte de parler de normes (d'autant que les expositions doivent être comprises comme une fonction, d'une part, du niveau présent dans l'air et , d'autre part, du temps passé à le respirer, ce qui est globalement bien fixé et accepté c'est une limite de protection pour les travailleurs qui a une valeur réglementaire en France de 50 ppm pour une durée maximale d'exposition de huit heures et 40 heures par semaines (les américains prennent la même valeur mais pour 10 heures). Si l'on peut s'accorder sur le fait que dépasser ces 8 ou 10 heures n'a pas de conséquences sur la santé, il faut reconnaître qu'on ne peut pas ne pas tenir compte de la législation du travail.

Les autres valeurs que l'on peut proposer sont des recommandations qui dans l'hypothèse d'un scénario d'exposition accidentel - donc à durée limitée (les références sont souvent de 1 heure car on espère que le front de pollution sera passé - doivent aider les gestionnaires de crises à prendre les mesures de protection concernant la population, en y incluant si possible les populations les plus sensibles. Elles peuvent constituer des références dans l'élaboration de plans d'action se situant ainsi dans le champ de la prévision mais elles n'ont pas au moment de l'action à être appliquées de manière automatique et réflexe. En effet, il faut contrebalancer avec le temps nécessaire à l'établissement des mesures de protection qui ont chacune des avantages et des inconvénients.

Il est largement admis que le confinement simple voire renforcé est efficace pendant quelques heures pour diminuer significativement l'exposition. Dans un scénario où l'exposition significative dure (au delà d'1 heure) la concentration à l'intérieur des locaux va

progressivement devenir supérieure à ce qui existe à l'extérieur. On estime que la valeur dans l'air extérieur qui peut justifier de ne pas choisir le confinement pour cette raison est lorsque l'on atteindra 2,5 fois la valeur de l'ERPG2.

C'est pourquoi, afin d'interpréter les effets d'une exposition de la population au styrène dans l'air en fonction des niveaux mesurés au dessus d'une zone habitée et de leur durée, les recommandations suivantes d'exposition sont proposées (conformément à l'avis du Centre Anti-Poison du CHU de Rennes) :

1. niveau où l'odeur est détectable par tous, sans danger : **de 0,1 ppm à 20 ppm**
2. niveau où l'odeur est détectable mais l'exposition sans danger pour un maximum de 8 heures d'exposition continue : **50 ppm**
3. niveau à partir duquel l'exposition peut provoquer des troubles gênants sans altération de la santé qui doit conduire à quitter la zone ou se confiner chez soi : **de 100 à 250 ppm**
4. niveau à partir duquel l'exposition peut entraîner des effets réversibles sur la santé et dont l'exposition ne doit pas être tolérée pendant plus d'une heure sans mesures de protection (confinement, évacuation, protections respiratoires adaptées) : **de 250 à 500 ppm**
5. zone de danger immédiat nécessitant la mise en œuvre de mesures urgentes de protection évacuation ou protection respiratoire : **à partir de 500 ppm.**

De façon pratique, en vue de faciliter la mise en œuvre des mesures de protection de la population, une proposition simplifiée est établie à 3 degrés selon des niveaux croissants de styrène dans l'air (elle présuppose des expositions relativement courtes et qui donc s'affranchit des relations exposition/temps) :

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. sans danger avec odeur perçue : <b>jusqu'à 30 ppm (mesures recommandées : communication auprès de la population, recommandations auprès des cliniciens et identification des laboratoires d'analyses bio-médicales)</b></li><li>2. possibilité de troubles ressentis sans altération de la santé : <b>de 30 à 250 ppm ; mesures 1 particulières de protection : confinement, préparation des services de sécurité civile en vue d'une évacuation de la population</b></li><li>3. zone de danger : <b>au delà de 250 ppm ; mesures 2 particulières de protection : soit port immédiat de protections, soit évacuation de la population)</b></li></ol> |
|---|

- Caractérisation des expositions de la population par des mesures biologiques

Dans l'hypothèse où des arguments seraient réunis en faveur d'une exposition de la population, il est recommandé d'alerter immédiatement la (les) DDASS concernée(s) afin :

- 1- Qu'il soit demandé aux cliniciens de procéder à des prélèvements urinaires en vue de la recherche ultérieure de métabolites urinaires du styrène pour les personnes qui viendraient consulter pour des symptômes possiblement en rapport avec le styrène. En effet, les mesures environnementales ne représentent pas toujours l'exposition réelle des personnes et il est nécessaire de recourir à ce dosage afin de mieux la préciser. Si un dosage urinaire est envisagé, il est indispensable que le clinicien note les symptômes, les circonstances de

survenue des premiers signes, l'horaire de consultation et l'ensemble des informations nécessaires à une bonne identification de la personne.

- 2- qu'elles identifient au plus tôt des laboratoires d'analyses bio-médicales de proximité capables d'effectuer ces analyses (conformément à un référentiel qui sera identifié en urgence via le groupe expert si la situation se présente)

### 3. SECURITE ALIMENTAIRE

L'AFSSA a été saisie par la DGS et a émis son avis et 1<sup>ères</sup> orientations le 3 novembre (Annexe IX). Un document de référence a été remis en séance "Taste recognition treshhold concentrations of styrene in oil-in water emulsions and yogurts" (Annexe X). Le groupe expert adhère à l'analyse de l'AFSSA selon laquelle la sécurité du consommateur peut être assurée dès lors que tout produit de la mer présentant une anomalie organoleptique est retiré de la consommation. En effet, le seuil de détection de l'odeur des trois molécules (et notamment du styrène) est très largement inférieur aux seuils de contamination des produits de la mer au-delà desquels ceux-ci seraient susceptibles de présenter un risque pour le consommateur (en regard de la DJA de ces substances). Par contre, il estime que la recherche des 2 autres produits de la cargaison du chimiquier et la recherche d'oxyde de styrène méritent d'être reconsidérée compte-tenu des difficultés technologiques de ces mesures et de leur justification peu évidente tant du point de vue sanitaire qu'écotoxicologique

### 4. RISQUE ECOTOXICOLOGIQUE

#### - Données générales :

Le styrène serait soluble dans l'eau à des concentrations de 300 mg/l selon les données de la littérature, mais les premières expérimentations réalisées par le CEDRE en eau de mer sur le produit fourni par Shell Nederland donnent une courbe qui plafonne à 6 mg/l à terme de 10 h. Il est toxique pour les organismes marins à des concentrations de l'ordre de 1 à 10 mg/l. Les concentrations sans effet direct sur les poissons sont de 0,4 mg/l. Il est biodégradable par des bactéries marines dans un délai de quelques jours. Il est très peu bio-accumulable : facteur de concentration entre eau et poisson de l'ordre de 40 (pour comparaison, de 1 à 10 millions pour la dioxine). Les vertébrés dégradent le styrène (mais pas les mollusques); l'ordre de grandeur de cette dégradation est de 65 % en 10 jours, 80 % en 15 jours. La contamination par le styrène induit des modifications de couleur (tache noire) et du goût de la chair (voir document Union Européenne "Evaluation styrène en milieu environnemental").

#### - Prélèvements et mesures en milieu marin :

##### ▪ Référentiels de prélèvements et de mesures

Le groupe expert transmet le référentiel établi par IFREMER et INERIS concernant l'eau (Annexe III) et les organismes marins (Annexe XI).

##### ▪ Point zéro".

Au point dit "zéro" côtier, il est recommandé que les échantillons portent à la fois sur l'eau, l'air et les produits marins ; les analyses doivent porter uniquement sur le styrène (la recherche des 2 autres produits de la cargaison ne fait pas la preuve de sa pertinence et la faisabilité semble limitée : à noter qu'un prochain avis de l'AFSSA est attendu sur ce point).

Autres sites de prélèvements (autres sites en sus des opérations de prélèvements autour de l'épave : voir §1) : les échantillons chalutés par le Gwendrez et ceux présents dans les cages des pêcheurs des îles Anglo-normandes seront analysés.

- L'évaluation du risque environnemental sera établie en fonction des niveaux d'exposition identifiés dans le milieu marin. Un suivi écotoxicologique est envisagé selon ces résultats. Selon l'avis du groupe-expert sur le projet de stratégie de suivi proposée par les Affaires maritimes et IFREMER (Annexe XII), celle-ci est retenue sous 2 conditions :
  - d'une part, les recherches ne doivent porter que sur le styrène du fait des difficultés technologiques et des coûts élevés liés à la recherche des 2 autres produits et de l'absence d'évidence concernant leur toxicité;
  - d'autre part, il est pertinent de hiérarchiser les interventions. La répétition systématique des prélèvements d'eau le long du littoral normand selon un rythme hebdomadaire est justifié ; par contre, les prélèvements de produits marins (coquillages, algues, crustacés, etc.) ne devraient être activés qu'en cas d'évidence de pollution avérée de l'eau par le styrène (seuil proposé : 40 microgrammes de styrène par litre, "concentration prévisible sans effet sur l'écosystème à long terme"). A noter que la recherche de métabolites de styrène (oxyde de styrène) dans les organismes marins ne paraît pas justifiée en l'absence de pollution démontrée des organismes marins par le styrène.

- Modélisation

La modélisation se propose d'anticiper la dispersion du styrène dans le milieu marin sous l'hypothèse de déversement de la totalité des 4000 tonnes et en faisant comme si le produit était totalement soluble. Une synthèse est en cours de réalisation (IFREMER-INERIS) en vue de préciser l'écotoxicité du styrène.

- Point de vue des britanniques (Robin LAW) (Annexe XIII)
- Pêche à pied : En date du 3 novembre 2000, la Direction générale de la santé a demandé de façon expresse à la DDASS de la Manche de délivrer en lien avec sa Préfecture des messages à l'attention des pêcheurs à pied leur demandant de ne consommer les produits qui présenteraient un aspect anormal.

.....

**Listes des annexes :**

- Annexe I : Membres et organismes du groupe expert
- Annexe II : Référentiel prélèvements et mesures (1) : « styrène et air »
- Annexe III Référentiel prélèvements et mesures (2) : « styrène et eau »
- Annexes IV : Santé et styrène (Dr Alain BAERT, Centre Anti-Poison du CHU de Rennes)
- Annexe V : Modélisations environnementales
- Annexe VI : Population du Cotentin selon 2 cercles concentriques ayant pour centre le Cap de la Hague d'après recensement 1999. INSEE Basse Normandie (T. ROCHART)

- Annexe VII : Projet de communiqué à la population
- Annexe VIII : Information des professionnels de santé (résumé de « Santé et styrène », cf. annexe IV)
- Annexe IX : Avis de l'AFSSA du 3 novembre 2000
- Annexe X : Taste recognition treshhold concentrations of styrene in oil-in water emulsions and yogurts. Linssen J., Janssens A., Reitsma H. and coll. *J. Sc. Food Agric.*, 1993, **61**, 457-462.
- Annexe XI : Référentiel prélèvements et mesures (3) : « styrène et organismes marins »
- Annexe XII : Projet de stratégie de suivi sur le littoral côtier proposée par les Affaires maritimes et IFREMER
- Annexe XIII : Intervention de R. LAW (Maritime Coastguard Agency) (7 novembre 2000)

Organisme	Nom	Téléphone	Fax	email
AFSSA	VANRULLEN Isabelle	01 49 77 26 30 01 45 35 33 58	01 49 77 13 52	i.vanrullen@afssa.fr
CEDRE	GIRIN Michel	02 98 33 10 10	02 98 44 91 38	cedre@ifremer.fr
	LECA Camille	02 98 33 10 10	02 98 44 91 38	cedre@ifremer.fr
Centre Anti-poison	BAERT Alain	02 99 59 22 22 06 12 86 12 60 (port)	02 99 28 42 30	dr.alain.baert@wanadoo.fr
	SCHVOERER Claire	02 99 35 29 60 06 80 20 64 79 (port)	02 99 35 29 61	cschvoerer@imaginet.fr
CODZ	JOUNY (Colonel)	02 99 67 74 28	02 99 67 74 14	sgzsc35@wanadoo.fr
	THUAU Rémi	02 99 67 74 10		remi.thuau@interieur.gouv.fr
IFREMER	COSSA Daniel	02 40 37 41 76	02 40 37 40 75	dcossa@ifremer.fr
INERIS	PICHARD Annick	03 44 55 65 13	03 44 55 66 05	annick.pichard@ineris.fr
	JULLIEN Dominique	03 44 55 66 18	03 44 55 68 72	dominique.jullien@ineris.fr
INRS	HURE Philippe	01 40 44 30 59	01 40 44 31 70	hurep@inrs.fr
InVS	DOR Frédéric	01 41 79 67 95	01 41 79 67 68	f.dor@invs.sante.fr
	GOURIER Claire	01 41 79 67 63	01 41 79 67 68	c.gourierfrery@invs.sante.fr
MAFF/CEFAS	LAW Robin	00 44 1621 787271	00 44 1621 784989	r.j.law@cefass.co.uk
MCA	STANLEY Jerry	00 44 2380 329525	00 44 2380 329485	jstanley@mcga.gov.uk
	WOOD Amanda			
METEO France	SOULAN Alain	02 99 65 22 11 06 11 76 22 11	02 99 65 22 22	alain.soulan@meteo.fr
	LE BARS Gérard	02 99 65 22 13	02 99 65 22 22	gerard.lebars@meteo.fr

## **Proposition de stratégie de surveillance de la qualité de l'air**

**Source : INERIS**

**M Perret**

**3 novembre 2000**

On s'intéresse ci-après à la surveillance de l'air sur terre, et non sur les embarcations au voisinage de l'épave (pour ce dernier point, se référer aux dispositions indiquées dans le CR de réunion du groupe d'experts auprès du Préfet de Zone de défense Ouest du 02 novembre). Cette surveillance doit être faite en priorité sur le Styrene. On propose deux axes distincts :

- Prélèvements/analyses ponctuels :

Dans l'hypothèse de fuites entraînant la perception de l'odeur caractéristique du styrène par les populations, il sera nécessaire de procéder à des mesures ponctuelles sur les zones concernées afin de guider les choix en matière de gestion du risque et de communication.

L'utilisation de tubes Draeger permet d'obtenir une indication instantanée, mais valable seulement pour des concentrations supérieures à 20 mg/m<sup>3</sup>.

L'absence de réaction au tube Draeger, combinée avec la présence d'odeurs caractéristiques devra alors déclencher des prélèvements ponctuels et des mesures par la méthode classique dite « NiOSH », qui fait l'objet de la norme française NF X 43-251. Les concentrations en styrène seront alors mesurables à partir de concentrations de l'ordre du mg/m<sup>3</sup> ; Cette méthode est largement utilisée en hygiène professionnelle et nécessite peu de matériel pour la réalisation des prélèvements. Les analyses peuvent être mises en œuvre par de nombreux laboratoires. Elles prennent un certain temps (au minimum ½ journée), mais comme elles ne se rapportent qu'à des niveaux de concentration ne représentant pas de danger pour une exposition de courte durée, ce délai reste compatible avec les impératifs de la gestion du risque.

- Mesure en continu des niveaux faibles de concentration en styrène au moyen d'un analyseur BTX .

Le réseau de surveillance de la qualité de l'air AIRCOM de Caen est équipé d'un analyseur BTX actuellement en service dans un site urbain, qui pourrait être implanté rapidement sur la côte, par exemple sur le site Cogema. Le Directeur Mr Goguet (02 31 53 10 10) a déjà envisagé cette possibilité, qui permettrait de suivre les très basses concentrations (inférieures au seuil de détection olfactif) en continu avec une excellente sensibilité (jusqu'à 10<sup>-3</sup> mg/m<sup>3</sup>) donnerait une estimation pertinente de l'exposition moyenne au point de mesure. A contrario, l'appareil pourrait être saturé si les concentrations sont trop élevées (au delà du seuil olfactif).

L'Ineris pourrait également, en cas de besoin, mettre en œuvre un appareil similaire ce qui permettrait de disposer d'un deuxième point de mesure (contact M PERRET tel 03 44 55 65 54).

La mise en œuvre de ces matériels nécessite un certain délai.

## **Prélèvements (\*) et analyses d'eau de mer pour la détermination du styrène, de l'isopropanol et de la méthyl éthyl cétone**

Source INERIS, MM Jullien et Dujardin  
3 novembre 2000

### **Styrène :**

Différentes méthodes sont décrites dans la fiche jointe. En résumé, nous préconisons :

- Prélèvements en bocaux de verre remplis à ras bord et préalablement rincés avec l'eau de mer au moment du prélèvement.
- Transport des échantillons à 4°C.
- Dégazage d'un aliquote par la technique de purge and trap sous courant d'hélium et en utilisant des cartouches de carbone graphitisé.
- Désorption thermique par purge and trap
- Analyse par CG/FID et/ou CG/SM

*Remarque : il est aussi possible d'utiliser la méthode d'espace de tête (Head Space) et analyse par CG/FID. Cette méthode présente l'inconvénient de posséder un seuil de détection plus élevé que la méthode par dégazage dynamique (purge and trap) mais possède l'avantage d'être largement automatisée.*

### **Isopropanol et MEK**

Prélèvements en bocaux de verre remplis à ras bord et préalablement rincé avec l'eau de mer au moment du prélèvement. Transport à 4°C.

Pour l'analyse, deux voies sont possibles avec des avantages et des inconvénients :

- Analyse par Purge and trap et CG/FID comme pour le styrène. Mais cette méthode présente l'inconvénient majeur d'avoir des rendements faibles du fait de la polarité des composés analysés.
- Extraction par SPME (Solid Phase Micro extraction) et analyse par CG/SM et/ou CG/FID : cette méthode est sans doute préférable à la précédente mais aucune référence internationale à notre connaissance. Il faudrait donc préalablement valider cette méthode par réalisation d'essais sur eau de mer dopée.

Il est à noter que la seule méthode validée par l'EPA pour ces molécules polaires concerne la méthode par injection directe de l'échantillon. (référence 8015A et 8015B). Cette méthode ne semble pas convenir à ces échantillons : seuil trop élevé et milieu salin.

(\*) : détails des prélèvements à préciser par l'IFREMER.

# ANNEXE :EXTRAIT D'UN PROJET DE FICHE METHODOLOGIQUE INERIS

## 7. METHODES DE DETECTION ET DE QUANTIFICATION DANS L'ENVIRONNEMENT

### 7.1 FAMILLES DE SUBSTANCES

Composés Organo- Volatils (C.O.V) dont les Aromatiques monocycliques (BTEX ou Benzène, Toluène, Xylènes et Ethylbenzène)

### 7.2 PRINCIPES GENERAUX

#### 7.2.1 Echantillonnage

##### 7.2.1.1 AIR

Prélèvement dynamique sur tube de charbon actif : Etalonnage de chaque pompe de prélèvement avec un tube de charbon actif représentatif en ligne. Avant l'échantillonnage, enlever les extrémités du tube de charbon actif et fixer le tube de charbon actif à la pompe de prélèvement avec un flexible. Le tube de charbon actif est constitué de deux zones de charbon actif de 20/40 mesh (devant: 100 mg, derrière 50 mg). Le débit est fixé entre 0,01 et 0,2 L/min soit un volume de prélèvement compris entre 1 et 8 litres.

Prélèvement passif sur tube de charbon actif : Avant l'échantillonnage, enlever les extrémités du tube de charbon actif et le fixer dans la zone de travail. La durée d'exposition est de 4 heures pour une concentration estimée entre 50 et 2500 mg/m<sup>3</sup> avec un minimum de 15 min pour les fortes concentrations. Pour une concentration inférieure à 75mg/ m<sup>3</sup>, la durée d'exposition recommandée est de 8 heures.

##### 7.2.1.2 EAUX

Prélèvement en flacon scellé : au moment du prélèvement, bien rincer le flacon avec l'eau à analyser et prélever au moins deux échantillons. L'emploi de flacon scellé et ambré type pénicilline est fortement conseillé. Lors du transport, éviter les brusques variations de température. L'analyse doit être effectuée dans les meilleurs délais et les échantillons maintenus à l'obscurité, dans une enceinte froide (4°C) jusqu'à l'analyse

#### 7.2.2 Extraction

##### 7.2.2.1 AIR

Récupérer les deux zones du tube de charbon actif séparément.

Désorption du styrène par voie chimique au moyen de disulfure de carbone, ce pour chaque zone et en utilisant si possible un étalon interne .

Mise sous agitation pendant environ 30 minutes

##### 7.2.2.2 EAUX

L'extraction courante des composés peut être réalisée par quatre méthodes :

- par headspace : l'échantillon est chauffé à une température constante pendant environ une heure. Il se crée un équilibre entre la phase aqueuse et la phase vapeur.
- par purge and trap : l'échantillon d'eau est chauffé et balayé par un flux connu de gaz inerte, puis les vapeurs sont entraînées à travers un piège adsorbant solide, servant à collecter les composés organiques. Le piège est ensuite chauffé sous balayage d'un flux connu de gaz inerte, ce pour entraîner une désorption des composés visés.
- par extraction liquide/liquide : l'échantillon d'eau est extrait par un solvant organique, en général le pentane.
- par SPME (Solid Phase Micro Extraction) : Cette méthode offre une sensibilité intermédiaire entre la méthode head space et la méthode purge and trap. Le principe consiste à introduire un fibre de silice (diamètre 0,5 mm) dans la phase gazeuse

de l'échantillon mis à chauffer en flacon serti. La fibre va ainsi concentrer par un transfert de matière (dû à la polarité de la fibre) les polluants présents en phase gazeuse vers la phase solide. Dans un deuxième temps, la fibre est désorbée thermiquement dans l'injecteur du chromatographe. Le processus analytique est ensuite identique à celui de la méthode head space (CG/FID, CG/MS). Les cinétiques d'absorption /désorption étant délicates à maîtriser, il y a lieu à chaque fois (changement de matrice de l'échantillon) de bien optimiser ces paramètres. C'est cependant une méthode qui commence à être couramment utilisée dans les laboratoires (méthode intéressante pour faire un balayage rapide des échantillons à analyser).

## 7.2.3 Dosage

### 7.2.3.1 AIR-EAUX-SOLS

Quel que soit la matrice, le dosage se fait dans un premier temps par séparation des composés par un système de chromatographie en phase gazeuse et dans un deuxième temps détection et dosage par un détecteur FID ou spécifique (PID ou SM). Pour le système de chromatographie, différents types de colonnes peuvent être utilisées en fonction de la matrice présente.

## 7.3 PRINCIPALES METHODES

### 7.3.1 Présentation des méthodes

- **A / NF ISO 11423-1 (1997) – Qualité de l'eau – Détermination du benzène et de certains dérivés benzéniques .- Partie 1 : Méthode par chromatographie en phase gazeuse de l'espace de tête**

- *Domaine d'application :*

Cette méthode s'adresse aux laboratoires ayant à doser le benzène et certains dérivés benzéniques dans la plupart des types d'eaux ; elle est susceptible de servir de référence dans la réglementation française relative à la qualité des eaux. Elle est applicable à la détermination du styrène dans des échantillons homogènes d'eau et d'eau résiduaire à des concentrations supérieures à 2µg/L.

- *Interférences*

Des pertes de BTX (Benzène, Toluène, Xylènes) peuvent se produire pendant l'échantillonnage, le transport, le stockage et la préparation des échantillons en raison de l'évaporation et de l'entraînement gazeux. Des composés organiques volatils de l'air ambiant peuvent contaminer les échantillons d'eau et l'eau utilisée pour les essais à blanc, ce qui entraîne respectivement des limites de détection élevées et des valeurs de blanc élevées.

Il convient que les échantillons ne soient pas en contact avec des matières plastiques pour éviter les erreurs dues à la sorption ou la désorption de constituants.

La méthode d'espace de tête permet de limiter les interférences dues aux matières en suspension ou aux émulsifiants.

Cependant, la présence de solvant peut modifier l'équilibre normal avec la phase gazeuse, et la présence d'une seconde phase liquide empêche l'utilisation de la méthode d'espace de tête.

- **B / NIOSH 2549 (1996)– Composés organo volatils (Screening)**

- *Domaine d'application :*

Cette méthode permet de réaliser la caractérisation de l'environnement gazeux contenant des composés organo volatils.

L'échantillonnage se fait sur supports solides à base de carbone graphitisé et de carbosielve ; elle permet d'identifier une large gamme de composés organiques.

- *Interférences*

La présence d'eau dans le tube perturbe à la fois le piégeage et la désorption des composés organo volatils.

- **C / NIOSH 1501 (1994)– Hydrocarbures aromatiques**

- *Domaine d'application :*

Cette méthode permet de déterminer les hydrocarbures aromatiques en général. La méthode NIOSH 1500 permet à la fois de déterminer les hydrocarbures aromatiques et également les alcanes de moins de 10 atomes de carbone.

- **Interférences**

La présence d'eau dans le tube perturbe à la fois le piégeage et la désorption des composés organo volatils. Dans le cas d'un taux d'humidité important, le volume d'air prélevé peut être réduit de 50%. Les alcanes et les composés organiques polaires tels que les cétones, les alcools, les éthers et les éthers de glycols peuvent perturber l'analyse, il faut alors prendre une colonne moins polaire.

- **D / NF X 43-251 (1993). Qualité de l'air – Air des lieux de travail – détermination de la concentration des hydrocarbures aromatiques monocycliques en phase gazeuse.**

- **Domaine d'application**

Cette méthode sert de référence pour le contrôle du benzène dans le cadre de la réglementation du Ministère chargé du travail, à savoir Décret 86-269 du 13/02/86 (J.O. du 27/02/86) et Arrêté du 01/03/86 (J.O. du 14/03/86). Elle décrit une méthode pour déterminer la concentration en hydrocarbure aromatique monocyclique en phase gazeuse dans l'air des lieux de travail par échantillonnage sur un tube en verre rempli de charbon actif, désorption par un solvant, puis analyse par chromatographie en phase gazeuse.

- **Interférences**

La capacité globale de fixation du charbon actif décroît avec la concentration du polluant, la présence d'autres composés et le taux de l'humidité de l'air.

- **E / EPA 5030A (1992) : PURGE AND TRAP**

- **Domaine d'application**

La méthode permet de déterminer les composés organiques volatils (dont le styrène) dans une variété de matrices. Elle est applicable aux échantillons d'eau, d'eau de surface, aux déchets, aux solvants usés, aux huiles usées, aux sols, aux sédiments. La méthode EPA 5030A peut être utilisée pour la plupart des composés organo-volatils qui ont un point d'ébullition au dessous de 200°C et sont insolubles ou légèrement solubles dans l'eau. Les composés volatils solubles dans l'eau peuvent être inclus dans cette technique analytique, toutefois, les limites de quantification (par GC ou GC/MS) sont approximativement 10 fois plus élevées.

La méthode décrit la préparation de l'échantillon (matrice liquide ou solide) et l'extraction pour l'analyse des organo-halogénés volatils (dont le styrène) par purge and trap. La détection peut être effectuée selon les diverses méthodes EPA suivantes : **EPA 8021B (1996)** " *Dosage des composés aromatiques et halogénés volatils par chromatographie en phase gazeuse* ", **EPA 8260A (1994)** " *Dosage des composés organiques volatils par chromatographie gaz couplée à la spectrométrie de masse avec colonne capillaire* ".

Pour le styrène, dans les échantillons d'eau de surface, la limite de quantification par la méthode de dosage **EPA 8021B** est de 1 µg/l et la limite estimée de quantification par la méthode **EPA 8260A** est de 5 µg/l.

La limite de quantification pour le styrène selon la méthode **EPA 8021B** est de 1 µg/kg pour les sols et sédiments.

La limite estimée de quantification par la méthode **EPA 8260A** pour un composé individuel (par exemple le styrène) est de 5 µg/kg pour les sols ou sédiments humides.

Dans les déchets humides, la limite de quantification du styrène est de 0.1mg/kg selon la méthode **EPA 8021A** et de 0.5mg/kg selon la méthode **EPA 8060A**.

- **Interférences**

Les échantillons peuvent être contaminés par diffusion de composés organiques volatils au niveau du système d'injection. Les sources majeures de contaminations sont les matériaux volatiles présents dans le laboratoire et les impuretés présentes dans le gaz inerte et dans la trappe d'ions. L'utilisation de tubes plastiques, ou le contrôle de débit avec des composés en caoutchouc doivent être évités.

La prise d'essai de l'extrait méthanolique pour les concentrations supérieures à 1 mg/kg doit être minimale, ce pour éviter de saturer le support solide.

- **F / NF X 43-252 (1991) : Qualité de l'air – Echantillonnage et analyse des polluants gazeux sur charbon actif – Prélèvement par pompage.**

- **Domaine d'application**

Cette méthode peut être utilisée pour la vérification du respect des VLE et VME recommandées par le ministère chargé du travail. Etablie pour des substances de pureté analytique usuelle pour chromatographie, la méthode devra faire l'objet de vérifications et d'adaptation pour l'étude d'expositions réelles, en particulier dans les cas d'atmosphères complexes, de niveaux très faibles de concentration, de substances particulièrement gazeuses (par exemples gazeuses à la température ordinaire), d'hygrométrie élevée, ou de la mise en œuvre de quantité réduite de charbon.

La méthode ne convient pas au suivi en temps réel de l'évolution d'une pollution ; elle fournit quand elle est applicable, une valeur moyenne de concentration sur le temps de prélèvement.

- *Interférences*

La capacité globale de fixation du charbon actif décroît avec la concentration du polluant et la présence d'autres composés.

- **G / EPA 3810 (1986) Espace de tête statique**

- *Domaine d'application*

Cette méthode permet de déterminer les composés organiques volatils (dont le styrène) dans une variété de matrices. Elle est applicable aux échantillons d'eau, d'eau de surface, aux déchets, aux solvants usés, aux huiles usées, aux sols, aux sédiments. Cette technique est moins fiable que la technique purge and trap et ne doit être utilisée que pour avoir une première évaluation de la contamination de l'échantillon. D'autre part, la technique n'est efficace que pour les composés aromatiques volatils dont le point d'ébullition est inférieur à 175°C

La méthode dite " espace de tête statique " doit son nom à la technique mise en œuvre pour l'extraction des composés organo-volatils. C'est une méthode simple qui permet de faire un balayage rapide des échantillons à analyser. La détection des organo- volatils (dont le styrène) peut être effectuée selon les diverses méthodes EPA suivantes **EPA 8021B (1996)** " *Dosage des composés aromatiques et halogénés volatils par chromatographie en phase gazeuse* " et **EPA 8240B (1994)** " *Dosage des composés organiques volatils par chromatographie gaz couplée à la spectrométrie de masse* ". La sensibilité de la méthode dépend de l'équilibre des différents composés entre la phase gazeuse et la phase liquide.

- *Interférences*

Les échantillons peuvent être contaminés par diffusion de composés organiques volatils au niveau du système d'injection.

L'étalonnage et les blancs de manipulation fournissent l'information sur la présence de contaminants.

Eviter de passer des échantillons peu pollués en composés après des échantillons fortement pollués car il y a risque d'effet mémoire. Pour pallier ce problème, laver la seringue avec un détergent , la rincer avec de l'eau distillée et la sécher au four à 105°C.

- **H / METHODE EPA 602 – Dosage des composés organiques dans des eaux de rejets industriels ou municipales.**

- *Domaine d'application :*

Cette méthode " Purg and trap " s'applique pour le dosage de composés aromatiques monocycliques volatils (dont le styrène). Elle est destinée aux eaux provenant de décharges municipales ou industrielles. La limite de détection est de 0.2µg/L.

Le dosage est effectué soit :

- Par chromatographie gazeuse avec détection par ionisation de flamme selon la méthode **EPA 602**.
- Par chromatographie gazeuse avec spectrométrie de masse selon la méthode **EPA 624** : " *Dosage des composés organiques dans des eaux de rejets industriels ou municipales* "

La technique mise en œuvre est

- *Interférences*

Des composés organo volatils peuvent venir contaminer les échantillons au travers des septum par diffusion ; il est donc important de prévoir des blancs de stockage en enceinte.

Les échantillons fort pollués et faiblement pollués doivent être analysés de façon séquentielle.

Le gaz utilisé pour l'entraînement des COV et les lignes de gaz être ne doivent pas être à l'origine de phénomènes de relargage ; utiliser de préférence du téflon.

# **CENTRE ANTIPOISON DE RENNES**

## **CHRU DE RENNES**

Professeur Jean Pierre CURTES  
CHR Pontchaillou Pavillon Clemenceau 35 033 RENNES Cedex 9  
Tel 02 99 28 42 22 – Télécopie 02 99 28 42 30

### Unité de Toxicovigilance

**Dr Alain BAERT**

[dr.alain.baert@wanadoo.fr](mailto:dr.alain.baert@wanadoo.fr)

Rennes le 31 10 2000

Les informations disponibles sur lesquelles nous pouvons donner un avis sont la présence de

- 4000 Tonnes de styrène monomère distribué dans 10 cuves indépendantes supposées étanches
- 1000 Tonnes de méthyl éthyl cétone
- 1000 Tonnes d'alcool isopropylique (2 propanol).

Ces trois composés sont inflammables et peuvent dans certaines proportions être explosifs ; c'est le premier danger avant d'envisager la toxicité. Les vapeurs sont plus lourdes que l'air pour les trois composés.

En ce qui concerne l'alcool isopropylique, la toxicité semble peut être à l'ordre du jour en raison de sa solubilité dans l'eau. Ce composé est métabolisé dans l'organisme par le foie en acétone. Sa toxicité est celle d'une dépression du système nerveux central supérieure à celle de l'éthanol avec rougeur du visage, hallucinations, distorsion des perceptions, céphalées, ataxie, vertiges, instabilité, fatigue, douleurs abdominales. La dose sans effet pour 8 H d'exposition est de 200ppm par inhalation.

Par inhalation on note également une irritation modérée des yeux, du nez et de la gorge au delà de 400 ppm. Les signes sont plus intenses au delà de 800 ppm.

Les projections oculaires peuvent entraîner des lésions cornéennes.

La littérature rapporte des intoxications graves par ingestion de produit pur ou peu dilués ce qui est exclu ici..

Les contacts répétés avec la peau peuvent être à l'origine d'une dermatite avec crevasses. L'ingestion de 6,4 mg/kg chez des volontaires pendant 6 semaines ne s'est pas accompagné d'anomalies.

La méthyl éthyl cétone devrait aussi se disperser et dissoudre assez rapidement. C'est un irritant des yeux (modérée à 200 ppm, bien ressentie à 300 ppm), de la peau, et des muqueuses (nez et gorge dès 100 ppm). L'inhalation est responsable de céphalées, de vertiges, de nausées, de vomissements, engourdissement des doigts, des bras et jambes, fatigue.

Une année d'exposition à 50 à 200 ppm peut entraîner fatigue, malaise, engourdissement des mains et des pieds.

Les études d'effets chroniques ne retrouvent pas pour les solutions pures les neuropathies attribuées soit au n hexane soit à la méthyl-n-butyl kétone.  
Le contact prolongé est responsable d'une dermatite.

Le styrène est rapidement absorbé par les différentes voies et se distribue dans tout l'organisme.

Il est métabolisé principalement dans le foie en acide mandélique (70%) et acide phénylglyoxylique (30%) éliminés dans les urines. 90 à 97% du styrène est éliminé dans les urines, une faible fraction est éliminée dans l'air. Cela est important dans la surveillance des exposés notamment dans la différence entre urines du matin et urines du soir.

L'odeur est détectable dès 0,1 à 0,5 ppm chez les non anosmique et les fortes concentrations entraînent une fatigue olfactive.

**Au plan de la toxicité aiguë** le styrène est

- un irritant des muqueuses par voie aériennes entraînant une atteinte irritative des yeux, du nez, de la gorge voire des voies respiratoires. Ces irritations sont sensibles dès des expositions de 200 à 700 ppm, alors que la valeur recommandée pour l'exposition des travailleurs est de 50 ppm, valeur en dessous de laquelle il n'y a pas d'effets significatifs.
- Pour des concentrations de 200 à 700 ppm, l'inhalation de styrène peut entraîner une atteinte du **système nerveux central** (« styrène sickness ») associant malaise, vertiges, maux de tête, nausées, fatigue, anomalies de la coordination, troubles de la mémoire. Des troubles de la conscience peuvent être observés pour des concentrations très élevées supérieures à 1000 ppm.

L'absorption cutanée est faible (c'est un irritant) à travers la peau saine de l'ordre de 9 à 15 mg/m<sup>2</sup>/h dans une étude. Des contacts répétés peuvent induire une dermatite.

**Au plan chronique :**

- il n' a été rapporté de neuropathie optique malgré des expositions longues et importantes
- **au plan neurologique** le styrène est suspect d'être responsable de troubles neurologiques centraux d'altération de la mémoire, de troubles de la vision des couleurs, de troubles mentaux organiques ...ce qui justifie les demandes de réduction de la valeur d'exposition mais pour des expositions chroniques
- **la cancérogénéité est résumée dans la classification D EPA et 2B du CIRC** témoignant de la présence de données limités in vitro et in vivo et l'absence de données convaincantes et pertinentes chez l'homme. Il existe de larges cohortes chez les travailleurs. Cette possibilité pour le styrène est liée à la transformation métabolique en styrène 7-8 oxyde qui peut induire des liaisons covalents avec l'ADN.
- Les troubles de la reproduction sont comme toujours difficiles à évaluer ; expérimentalement les constatations sont surtout en faveur d'une absence d'action sur le développement. Chez l'homme les observations initiales d'avortement spontanée et malformations du SNC ont été infirmées. Les données sont donc relativement sécurisantes.

Dans un scénario initial d'intervention sur une nappe les mesures de protection

- **BALISAGE** de la zone avec rappel des pictogrammes de sécurité « nocif » et « inflammables »
- **rappel de l'interdiction absolue de fumer et des étincelles**
- **port de vêtements de protection combinaisons chimiques** adaptées (pas les combinaisons jetables classe 5) à vérifier auprès du fournisseur
- **port de lunettes de protection** (empêchant contact avec air) type lunettes à coques ou mieux intégrées dans une protection respiratoire de type masque complet avec filtre anti-gaz et vapeurs organiques A2 (pour indication filtre sature en une heure 5000 ppm soit environ 1 cartouche pour 8 h)
- **port de gants de taille suffisante en polychloroprène ou polyalcool vinylique**
- **protection des voies respiratoires** à définir selon le niveau d'exposition ; si les vapeurs de styrène sont lourdes, les mélanges styrène/air sont proches de la densité de l'air. De type masque complet avec filtre anti-gaz et vapeurs organiques A2 (pour indication filtre sature en une heure pour 5000 ppm soit environ 1 cartouche pour 8 h dans l'hypothèse d'une exposition maximale à 500 ppm)
- 
- **Une surveillance peut être assurée :**
  - o De l'air en particulier par des pompes avec piègeage sur charbon actif (désorption thermique secondaire) permettant de calculer l'exposition moyenne, au des tubes réactifs pour une mesure instantanée
  - o Pour les travailleurs par dosage urinaire des métabolites avec dosage du matin, fin de journée et lendemain matin.

Le contact accidentel :

- **oculaire :**
  - o ôter les lentilles,
  - o rincer immédiatement et abondamment pendant plusieurs minutes avec de l'eau ou tout autre liquide prévu à cet usage ;
  - o une sensation persistante de grain de sable dans l'œil lors du clignement de la paupière ou une rougeur qui ne disparaît pas impose un avis spécialisé.
  - o Les solutions type Diphotérine peuvent être utilisées à la place de l'eau.
  - o La rapidité d'action est à privilégier.
- **cutané**
  - o ôter les vêtements souillés
  - o essuyer le plus gros avec un linge ou du papier absorbant
  - o rincer largement à l'eau la zone de contact pour entraîner le produit (le styrène n'est pas soluble dans l'eau) pendant plusieurs minutes, savonner et rincer à nouveau
  - o les rougeurs importantes peuvent être traitée par les produits type Biaffine.
- **oral**
  - o entraîne souvent une sensation de cuisson, d'irritation, de douleur des muqueuses avec hypersalivation
  - o vérifier l'absence de fausse route

- ne pas faire vomir
- rincer la bouche
- avis auprès d'un centre antipoison.

### - Inhalation excessive

- se repère à la conjugaison de signes d'irritation yeux, nez, gorge qui sont significatifs et gênants, et de troubles neurologiques de type vertiges, maux de tête, fatigue.
- Gagner une zone saine « à l'air frais non pollué »
- Changer de vêtements et rincer les muqueuses (yeux, bouche)

La volatilisation est sûrement favorisée par l'agitation de l'eau et dans l'air le styrène est oxydé en formaldéhyde, benzaldéhyde, acide benzoïque et acide formique. Les demi-vies semblent estimées entre 3H la nuit et environ 6,6H le jour.

Pour la protection des populations nous proposons de nous en tenir aux références ERPG (Emergency Response Planning Guidelines proposées par le DOE (department of energie et le DOT (departmen of transport) des USA) :

- ERPG 1 : 50 PPM valeur en dessous de laquelle pour une heure d'exposition aucun effet sur la santé, mais odeur possible car le seuil olfactif se situe aux alentours de 1 ppm voire moins
- ERPG2 250 ppm valeur en dessous de laquelle pour une heure absence d'effets irréversibles pour la santé

Donc je suggère en cas de scénario avec dispersion de styrène :

- de confiner les personnes exposées au delà de 50 ppm car à ce niveau d'exposition les travailleurs ne sont plus suffisamment protégés,
- de confiner les personnes exposées si le taux maximum pendant une heure sera inférieur à 250 ppm
- d'envisager le déplacement de celles dont l'exposition dépassera la valeur ci dessus.
- En dessous de 50 ppm au moins huit heures sont tolérables voire dix heures si l'on prend en compte les références américaines. Cependant, l'odeur nette et les picotements probables font craindre le développement de pathologies induites tant l'imaginaire est prompt à construire l'épouvantable devant le chimique. C'est pourquoi dans l'hypothèse du passage d'un « nuage de vapeur » pendant un temps relativement court, le confinement de la zone concernée proche ou presque des 50 ppm semble nécessaire.

Les pathologies induites sont à redouter en l'absence d'information ou de rumeurs.

L'évacuation des populations a nécessairement une « inertie », d'autant que les mesures sur le terrain peuvent venir modifier les résultats d'une modélisation. Il est alors utile de fixer une valeur qui tout en justifiant d'une mesure de protection permet à l'exposé de quitter l'environnement sans risquer une altération irréversible de sa santé et sans compromettre ses capacités de fuite. C'est l'IDLH qui pour une exposition de 30 minutes permet de répondre aux deux objectifs ainsi définis (la valeur est fixée à 700 ppm). Cette valeur est bien sur adaptée au travailleur et ne prend pas en compte la population la plus sensible. Cela peut constituer en cas de conditions de décision difficiles la limite qui permet une évacuation sauvetage dans les moins mauvaises conditions de santé.



# Naufrage de l' IEVOLI SUN

## Les simulations

L'IFREMER développe des modèles hydrodynamiques numériques aptes à simuler l'évolution des courants ainsi que les évolutions des concentrations de produits rejetés en mer.

### Modélisation mathématique

Les modèles numériques permettent de résoudre les équations de la mécanique des fluides géophysiques sous un certain nombre d'hypothèses simplificatrices. On peut ainsi calculer à partir de la connaissance de la bathymétrie, des vents et de la marée au périmètre de la zone étudiée, les courants et les niveaux à tout instant. La connaissance des courants permet ainsi de calculer le déplacement et le mélange des masses d'eau et le devenir d'éléments dissous rejeté en mer.

Un modèle la zone comprise entre Paimpol et Ouistreham a été construit, sa maille horizontale est de 500m. La marée étant le processus dominant, les courants sont supposés peu variables suivant la profondeur et les substances dissoutes bien mélangées entre la surface et le fond. Une coopération s'est établie entre Ifremer et Météo France et les vents imposés en surface sont issus du modèle ARPEGE de Météo France analysés sur les 2 jours précédents le naufrage et prédits sur les 4 jours suivants.

### Evolution des courants

La simulation présentée montre l'évolution des courants sur l'ensemble de la zone toutes les 6 heures. La longueur de chaque flèche est proportionnelle à la force du courant et sa direction indique celle du courant. Pour plus de clarté, seule une flèche sur 50 est présentée.

La zone où se situe l'épave se caractérise par des courants très forts et qui peuvent dépasser les 4 noeuds. Ils sont principalement induits par la marée et s'inversent toutes les 6 heures environ. Depuis le 27 octobre, les coefficients de marée diminuent. Le coefficient était de 77 le 31 octobre, il diminuera jusqu'à 30 le 7 novembre. Les vents prévus restent de secteur Sud Ouest.

- animation au format gif
- animation au format flash

## **Evolution des concentrations de produit rejeté**

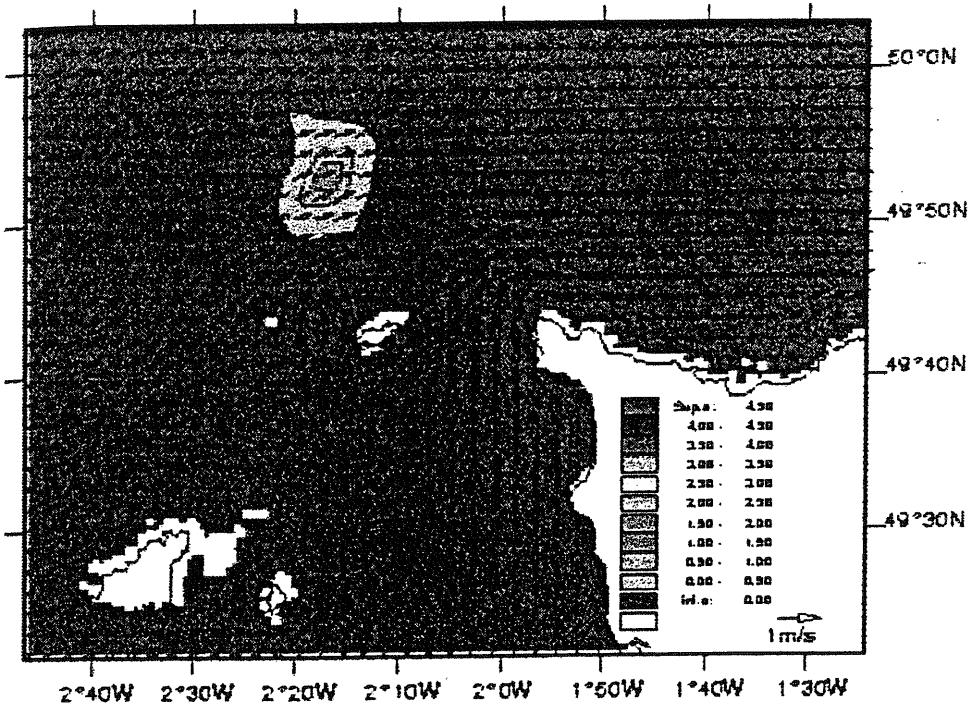
L'un des scénarios envisagés, présentés sur la simulation, est la rupture brutale des structures du navire libérant rapidement 4000 t de la cargaison qui se dissoudrait instantanément dans l'eau de mer. Cette première simulation, afin de rester du côté de la sécurité, (c'est à dire surestimer les concentrations prévues) ne prend pas en compte le comportement du produit dans le milieu : évaporation en surface, flottabilité, dégradation chimique ou biologique... Elle concerne une période d'un peu moins de 4 jours: du 31 octobre 8h au 4 novembre 0h et simule l'évolution de la dispersion du produit toutes les 2h.

Les concentrations calculées sont exprimées en ppm (partie par million).

- animation au format gif

Mise à jour 01/1/00

3/11/2000 22h00TU





# FAX TRANSMISSION



Date: 30/10/2000 07.39.25  
 Pages: 1 (including cover page)  
 TO: [REDACTED]  
 CC:  
 Subject: Atilio Ievoli  
 From: Marnavi S.p.A.  
 Company: via S. Brigida 39 - Napoli (Italy)  
 Address: marnavi@marnavi.it  
 e-Mail: Our Internal Reference Fax: 775  
 Note:

**THIS IS AN ELECTRONICALLY GENERATED MESSAGE NO SIGNATURE AT BOTTOM IS REQUIRED**

This is Marnavi S.p.A.  
 We are the Owner Ievoli Sun ex "Gennaro Ievoli".  
 We know that you are in contact with the master in order to arrange the tug assistance.  
 For yr guidance pls note that cargo existing on board:  
 Styrene abt 4000  
 Mek abt 1000  
 Ipa abt 1200

Pls give to us yr telephone nmb.

our full style is:

marnavi spa  
 via s. brigida 39  
 80133 naples  
 ph + 39 081 2513.337  
 ph + 39 081 2513 334  
 fx + 39 081 5510865  
 e mail : marnavi@marnavi.it

many thks for yr coop

s. ambrosio  
 G.P.A.

DATE: 30/10/2000 07:39:25  
 M.B.:  
 OFF: [REDACTED]  
 COPI:  
 JIR:  
 C. OPS: [REDACTED]  
 C. TECH: [REDACTED]  
 SEC.: [REDACTED]  
 C. Circ: [REDACTED]  
 CDA: [REDACTED]

**IN CASE OF INCOMPLETE TRANSMISSION PLEASE CONTACT THE SENDER**

**MARNAVI S.p.A.**  
 Sede Legale e Amministrativa: via S. Brigida, 39 - 80133 NAPOLI  
 Tel. +39 081.2513111 - Telefax +39 081.5510865 - Telex 05194078387 MARN G - e-Mail: marnavi@marnavi.it  
 Ufficio Registro Imprese di Napoli n. 1994/78 Cap. Soc. L. 10.010.550.000 int. vers.  
 Codice Fiscale n. 01618520820 - Partita I.V.A. - VAT IT 01618520820  
 UFFICIO DI LONDRA: Flat B, Bladen Lodge 169 A Old Brompton Road - LONDON SW6 GAR - Phone +44 171 2448628

RECU le  
 30 OCT. 2000  
 Rép: \_\_\_\_\_

CEDRE N° 1589	CC (Info) Visa																	
	A	X																
	MG	BR	Del. Med.	Sec. Dir.	Admin	Sec Tech.	GP	Interv	R & C	CR	Form	Plans	Obs					

RC  
 8/11



CEDRE N° 4523

	A	CC	Dir	Visa
MKG			<input checked="" type="checkbox"/>	
DR				
Del. Med.				
Sec. Dir.				
Admin.				
Sci Tech.				
GFP			<input checked="" type="checkbox"/>	
Interv			<input checked="" type="checkbox"/>	
R & D				
OP				
Form:				
Platas				
Obs				

REÇU le  
31 OCT. 2000  
Rép: \_\_\_\_\_

# Facsimile

**To** Vincent Gourriou  
CEDRE  
0033 298 44 91 38

**Facsimile**

**From** Tim Lunel  
Group Manager  
AEA Technology Environment  
E5 Culham  
Abingdon  
Oxfordshire  
OX14 3ED

**Telephone** +44 1235 463083  
**Facsimile** +44 1235 463030  
**e-mail** tim.lunel@aeat.co.uk

**Date** 31 October 2000

**Total number of pages** 11

These are the predictions we sent through to the Maritime and Coastguard Agency and I will contact you later.

Tim Lunel

**From:** Tim Lunel  
**To:** Colcomb, Kevin; Elliott, Brian; Stanley, Jerry  
**Date:** 10/31/00 11:01am  
**Subject:** Latest predictions for Styrene release

Dear Brian,

To confirm our conversation:

1. The release of Styrene from 60m depth would mean that it would take 40minutes for the styrene to surface.
2. The rate of evaporation would be similar to previous predictions. Thus the vapour concentrations may exceed concentrations immediately dangerous to life and health for 1-2 km downwind.

However, Styrene can be detected by smell at much lower concentrations (around 1ppm).

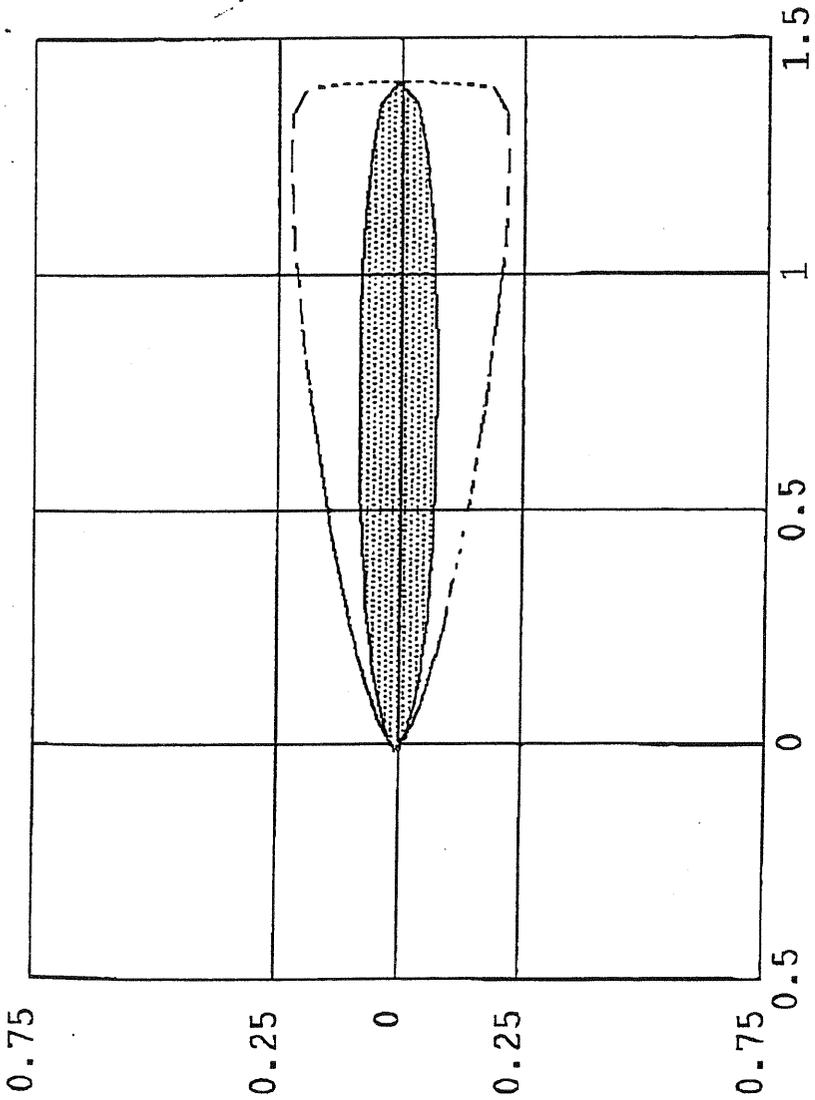
3. The slick would probably move overall 6km once on the sea surface (initially 9 km to the East then 13 km to the SW).

The predictions are attached in the e-mail.

I will carry out some runs on how far away the styrene plume could be detected by smell.

Tim

kilometers



kilometers

Predicted footprint  
of the gas cloud  
for levels exceeding  
700 ppm  
(Immediately  
Dangerous to Life  
and Health - IDLH)

31/10/2000 16:26

6:00 hrs

STYRENE

Elevator

Modelala

Originum Training

11477 m

244 m

32 °C

906 kg/m<sup>3</sup>

Model Time:

Num Particls: 500

Chemical Name:

Category:

GESAMP Hazard

GESAMP Bio-Acc

Spill Length:

Flash Point:

Density:

Surface Volume:

Elapsed Time:

Discharged Volume:

Dispersed Volume:

Selled Volume:

Total Area:

Volume All bood:

Max Dissolved Concn:

3 m<sup>3</sup>

139 m<sup>3</sup>

497 m<sup>3</sup>

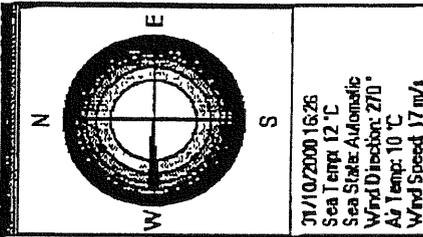
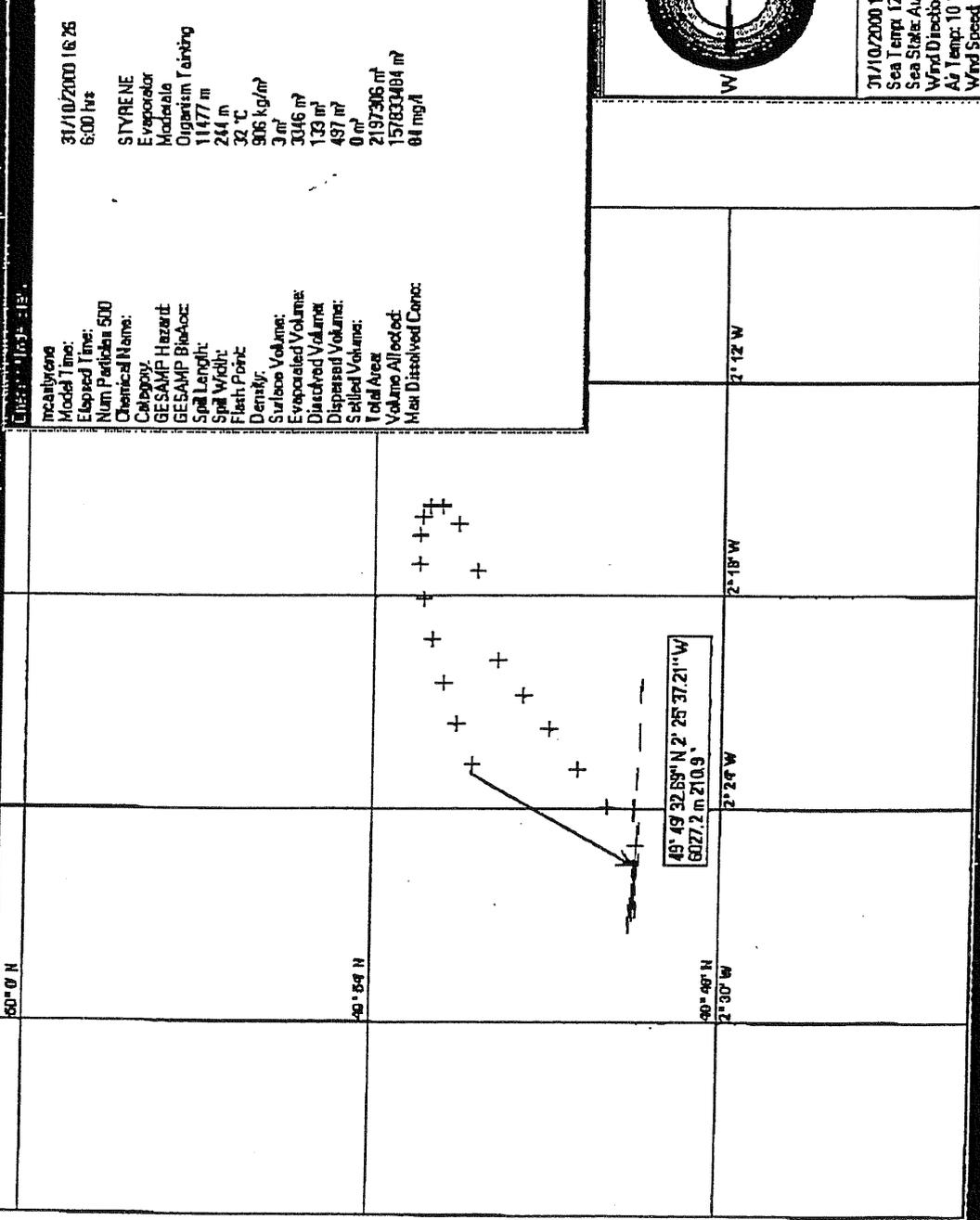
0 m<sup>3</sup>

2197306 m<sup>3</sup>

157833484 m<sup>3</sup>

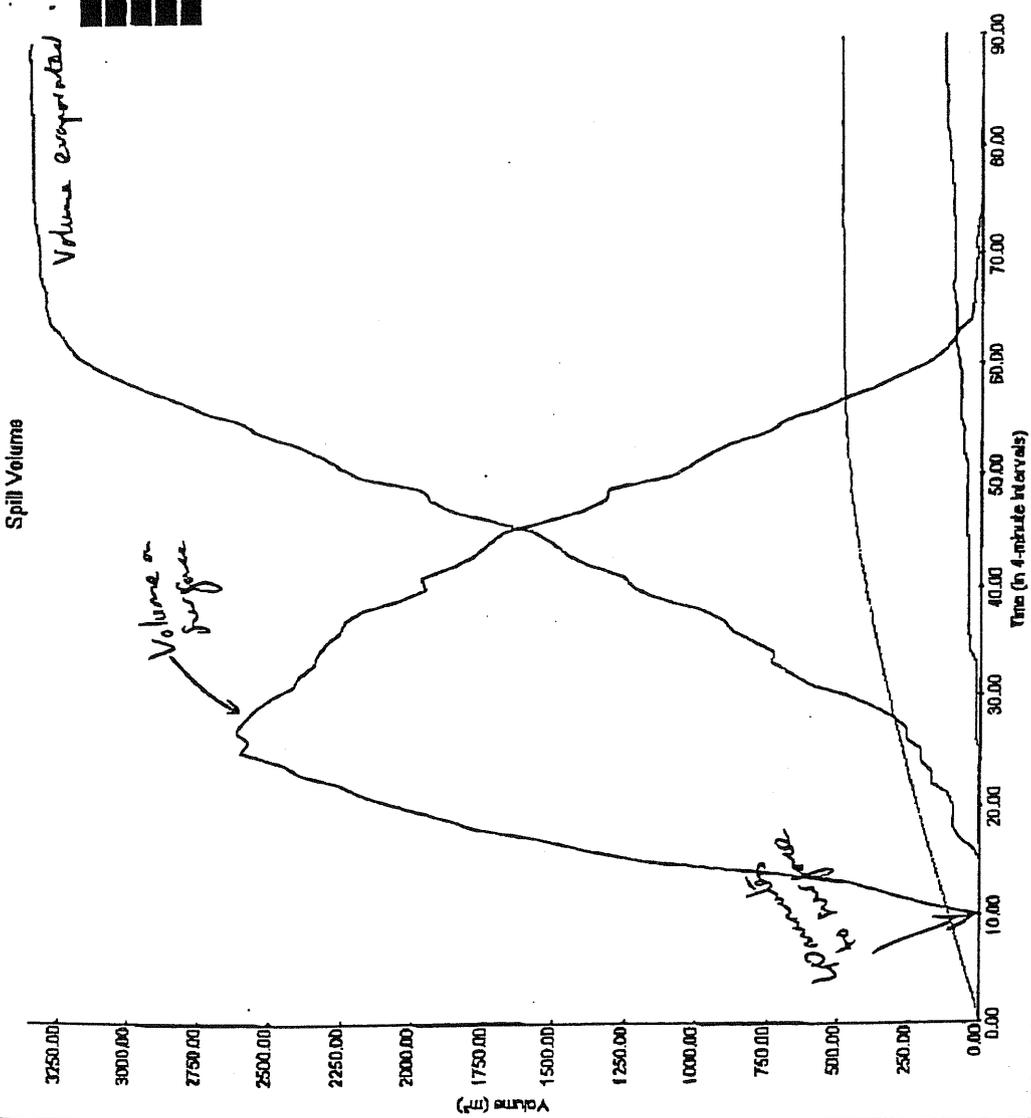
64 mg/l

*Trajectory of the  
Slide over 6 hours*



31/10/2000 16:26  
Sea Temp: 12 °C  
Sea State: Allomadic  
Wind Direction: 270 °  
Air Temp: 10 °C  
Wind Speed: 17 m/s

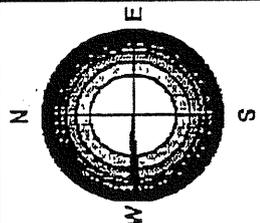
Volume On Surface  
 Evaporated Volume  
 Dispersed Volume  
 Dissolved Volume  
 Settled Volume



mcstyrene  
 Model Time: 31/10/2000  
 Model Time: 16:26  
 Elapsed Time: 6:00 Hrs  
 Num Particles: 500

Chemical Name: STYRENE  
 Category: Evaporator  
 GESAMP: Moderate  
 Hazard: Organism  
 Toxicity: Tanning  
 Biohaz: 11477 m  
 Spill Length: 244 m  
 Spill Width: 32 °C  
 Flash Point: 906 kg/m³  
 Density: 3 m³

Volume:  
 Evaporated: 3346 m³  
 Volume:  
 Dissolved: 133 m³  
 Volume:  
 Dispersed: 497 m³  
 Volume:  
 Settled: 0 m³  
 Volume:



31/10/2000 16:26  
 Sea Temp: 12 °C  
 Sea State: Automatic  
 Wind Director: 270 °  
 Air Temp: 10 °C  
 Wind Speed: 17 m/s

mcstyrene

Model Type:

Elapsed Time:

Num. Particles: 500

Chemical Name:

Category:

GESAMP Hazard

GESAMP BioAcc

Spill Length:

Spill Width:

Flash Point:

Density:

Surface Volume:

Evaporated Volume:

Dissolved Volume:

Dispersed Volume:

Settled Volume:

Total Area

Volume Affected

Max Dissolved Conc

31/10/2000 16:26

6:00 Hr

STYRENE

Evaporator

Moderate

Degradation Timing

11477 m

244 m

32 °C

906 kg/m<sup>3</sup>

3 m<sup>3</sup>

3346 m<sup>3</sup>

133 m<sup>3</sup>

497 m<sup>3</sup>

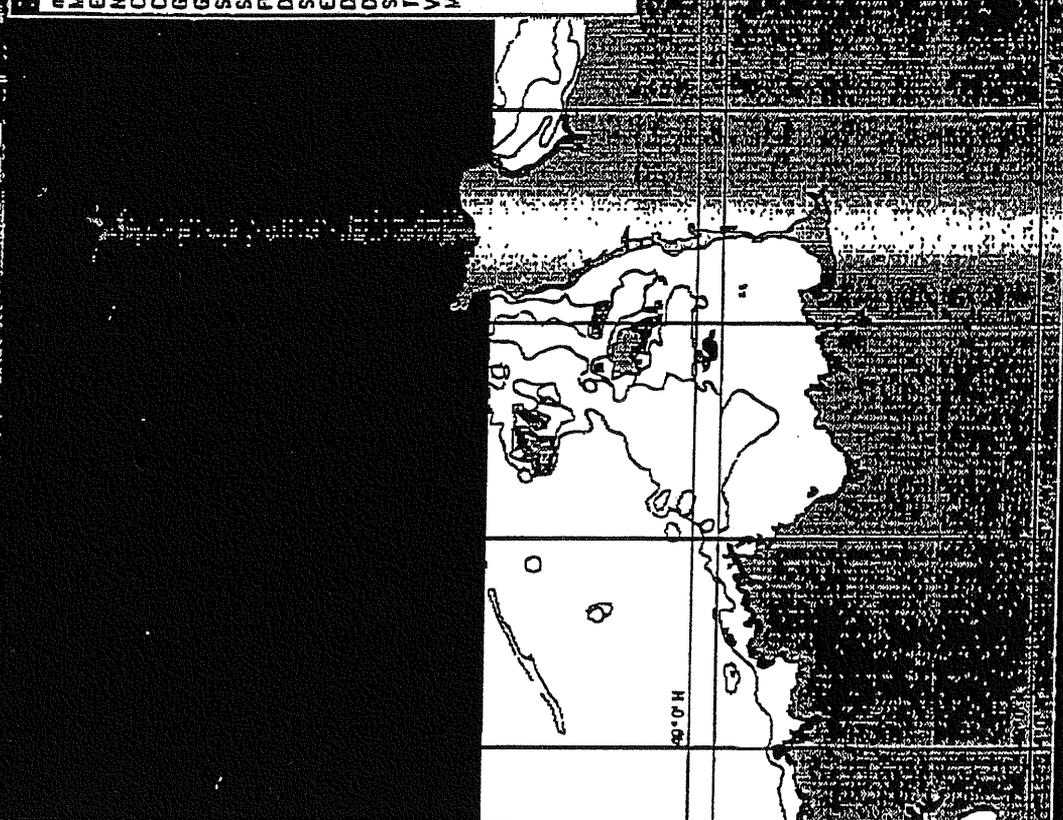
0 m<sup>3</sup>

2197306 m<sup>3</sup>

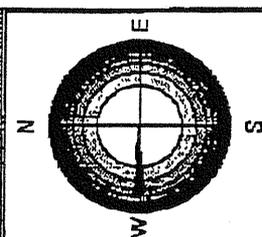
157003484 m<sup>3</sup>

84 mg/l

Concentration exceed the  
GESAMP toxicity levels  
but will rapidly dilute



40° 0' H



31/10/2000 16:26  
Sea Temp: 12 °C  
Sea State: Atmospheric  
Wind Direction: 270°  
Air Temp: 10 °C  
Wind Speed: 17 m/s

**From:** Tim Lunel  
**To:** Colcomb, Kevin; Elliott, Brian; Stanley, Jerry  
**Date:** 10/31/00 12:00pm  
**Subject:** Further gas cloud predictions

Dear Kevin,

To confirm our conversation of 11:45 am:

1. The concentrations are likely to exceed the Immediately Dangerous to Life and Health levels (700 ppm) for 1-2 km as communicated earlier.
2. "Styrene sickness" - dizziness, nausea and loss of appetite are likely at concentrations between 100ppm (the long-term 8 hour exposure limit) and 250 ppm (the short-term 15 exposure limit). These concentrations could extend some 3-5km from the spill site if all 4,000 tones of Styrene was released at once.
3. Styrene can be detected by smell at levels of 0.15 to 25 ppm. Therefore the smell from the Styrene release could be detected at 10km or greater distance from the spill site. No significant health effects are likely at these concentrations.

As I mentioned if the need arises Nick Bailey is ready with a Photo-Ionisation detector that can be used to measure both the levels of Styrene and MEK in the atmosphere.

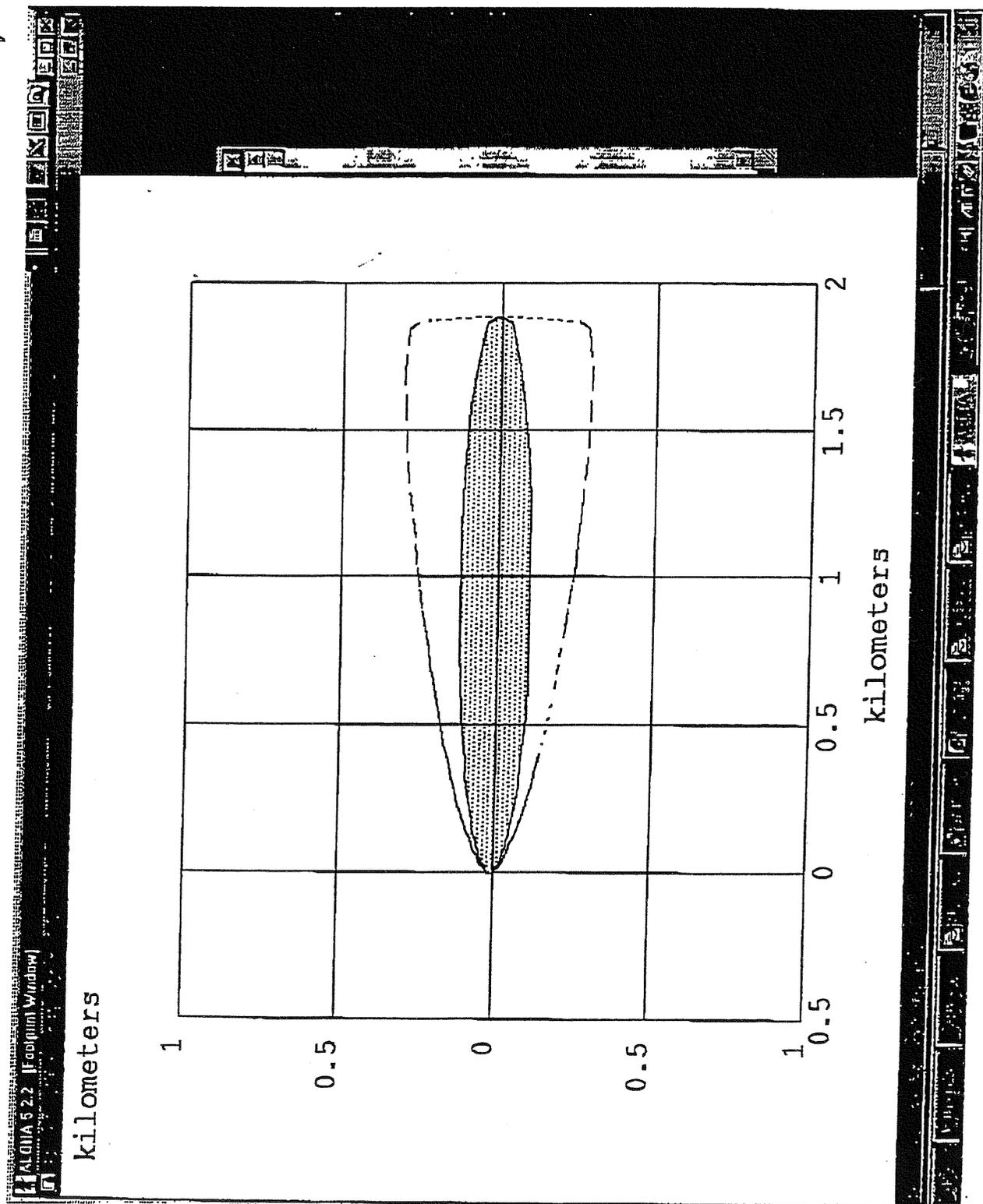
I will stop work on this ow awaiting any further information you require.

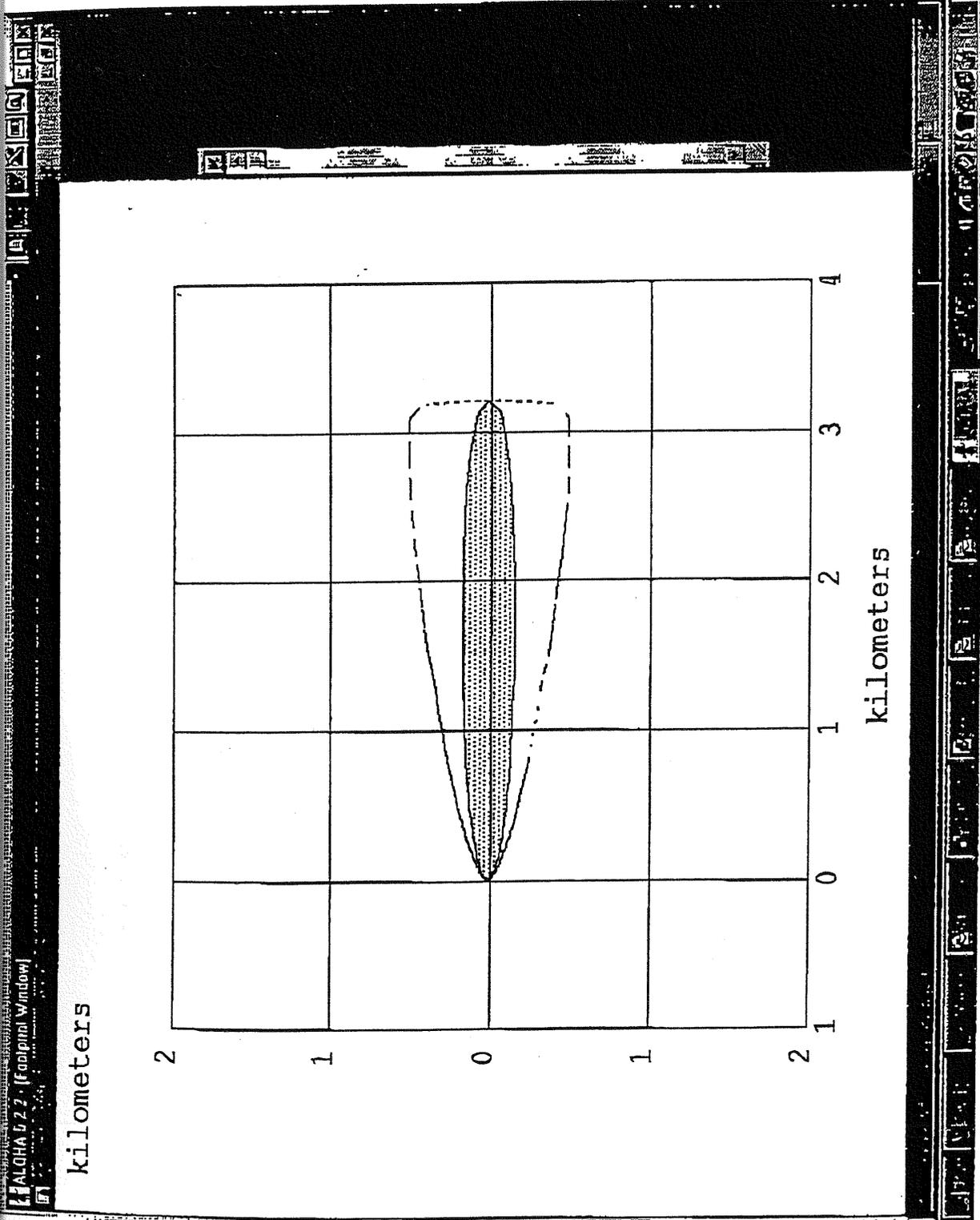
Best regards

Tim

**CC:** Corps, Jenny

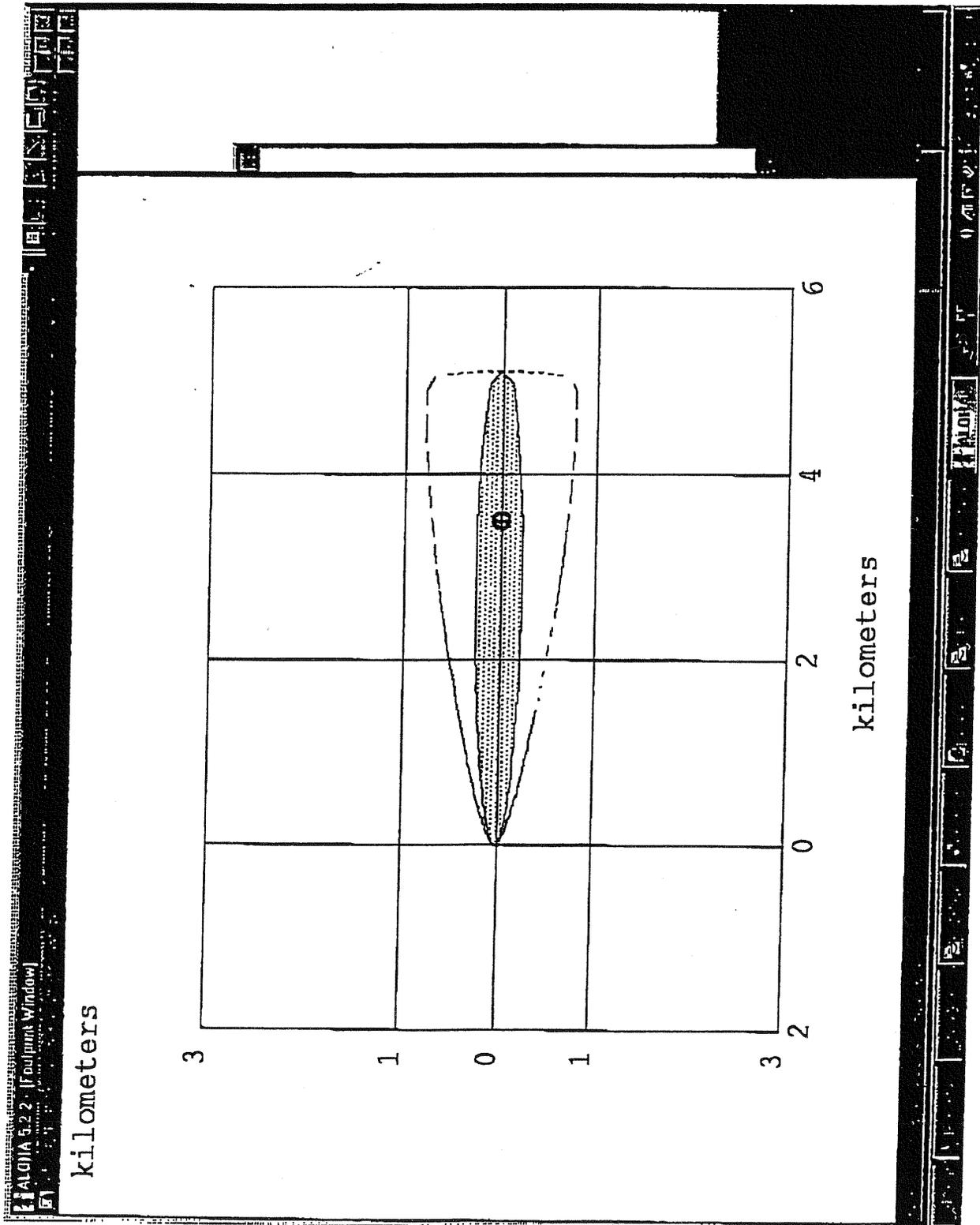
ann - concentration exceed immediately Vargem to Life and Health (700ppm)



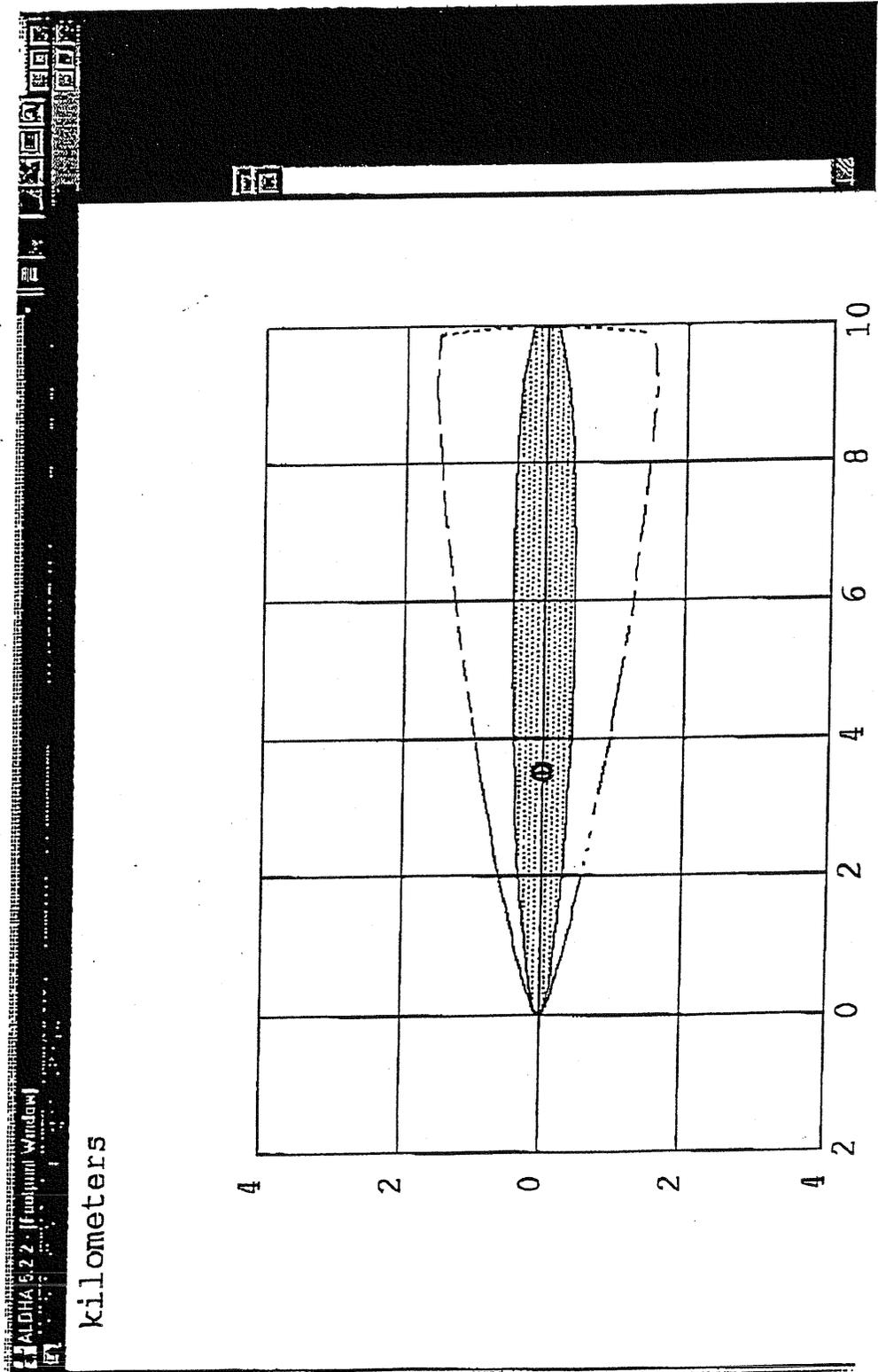


ALPHA 5.2 (Facsimile Window)

concentration exceeds long-term exposure limit (100 ppm)



>10km - Concentration exceed the odour threshold (25 ppm)



## Dispersion atmosphérique accidentelle du styrène

Source : INERIS

MM Pineau et Mouilleau

3 novembre 2000

Vis-à-vis de la dispersion atmosphérique à plusieurs centaines de m de la flaque, la comparaison avec les résultats de Shell nécessite de connaître en détail l'ensemble des hypothèses retenues. En l'état des informations disponibles, il nous semble que le débit d'évaporation n'est pas une fonction aussi sensible à la vitesse du vent que le laisse supposer la rédaction retenue dans le paragraphe "zone de risque toxique". Ceci étant, les résultats fournis en terme de distance à un seuil (50 ppm en l'occurrence) nous paraissent comparables en ordre de grandeur à ceux qui sont détaillés ci-après.

### Hypothèses admises :

- rugosité très faible représentative de la surface de la mer,
- débit d'évaporation de  $0,4 \text{ g/m}^2/\text{s}$  soit un débit relativement important supposant notamment un temps très ensoleillé ; *ce débit, qui correspond à la fourchette haute, est a priori supérieur à ceux retenus par Shell,*
- flaque supposée avoir une forme carrée,
- modèle de dispersion gaussien adapté à la prise en compte d'une source d'émission de polluant diffuse (flaque de grande surface)

Masse considérée (tonne)	Côté de la flaque carrée (m)	Stabilité atmosphérique (classe de Pasquill)	Vitesse du vent (m/s)	Distance <sup>1</sup> 500 ppm, au niveau de la mer (m)	Distance 250 ppm, au niveau de la mer (m)	Distance 1ppm, au niveau de la mer -seuil olfactif (m)
4000	900	F	3	6600	>10000	>10000
4000	900	D	5	400	1500	>10000
4000	900	D	10	Au dessus de la flaque	400	>10000
4000	900	D	20	Au dessus de la flaque	Au dessus de la flaque	>10000
1000	530	F	3	2400	6900	>10000
1000	530	D	5	100	750	>10000
1000	530	D	10	Au dessus de la flaque	Au dessus de la flaque	>10000
1000	530	D	20	Au dessus de la flaque	Au dessus de la flaque	>10000

<sup>1</sup> Toutes les distances fournies sont comptées depuis le bord des flaques considérées.

400	350	F	3	1200	2400	>10000
400	350	D	5	Au dessus de la flaque	400	>10000
400	350	D	10	Au dessus de la flaque	100	>10000
400	350	D	20	Au dessus de la flaque	Au dessus de la flaque	>10000

Pour un débit d'évaporation plus faible de 0,08 g/m<sup>2</sup>/s, correspondant à un flux solaire moindre, les résultats reportés ci-après ont été obtenus. Pour mémoire, un tel débit d'évaporation est a priori plus proche de ceux retenus par Shell.

Masse considérée (tonne)	Côté de la flaque carrée (m)	Stabilité atmosphérique (classe de Pasquill)	Vitesse du vent (m/s)	Distance 500 ppm, au niveau de la mer (m)	Distance 250 ppm, au niveau de la mer (m)	Distance 1ppm, au niveau de la mer -seuil olfactif (m)
4000	900	F	3	Au dessus de la flaque	600	>10000
4000(*)	900	D	5	Au dessus de la flaque	Au dessus de la flaque	>10000
4000	900	D	10	Au dessus de la flaque	Au dessus de la flaque	>10000
4000	900	D	20	Au dessus de la flaque	Au dessus de la flaque	>10000

(\*) : Pour ces conditions, qui sont a priori (?) les plus proches de celles retenues par Shell, l'INERIS calcule que le seuil de 50 ppm (choisi par Shell) pourrait être observé jusqu'à 1200 m.

### Zones à atmosphère explosive autour de la nappe

Conformément au document INERIS remis au MATE le 2/11 (référéncé dse/JPi/ADe p0692/00) et en accord avec les remarques de Shell reportées dans le paragraphe "zone d'inflammabilité", l'INERIS reprend, in extenso, ses remarques précédentes :

*"Autour de la flaque, aucune zone explosive n'est a priori à considérer. En revanche et par prudence, des volumes limités à quelques m<sup>3</sup> ne peuvent être exclus juste au dessus de la flaque.*

*Vis-à-vis du caractère inflammable du styrène, il convient dès lors surtout de retenir, qu'en cas d'inflammation accidentelle (peu probable au demeurant), un feu de nappe serait observé engendrant des effets thermiques."*

## **Note complémentaire relative à la dispersion atmosphérique accidentelle du styrène**

SOURCE : INERIS M Mouilleau  
3 novembre 2000

Vous trouverez ci-après quelques figures complémentaires aux résultats reportés dans les tableaux de la note sur la dispersion atmosphérique accidentelle du styrène, remise ce matin.

Sur ces figures, les champs en concentrations en styrène, au sol et sous le vent de la flaque ont été représentés.

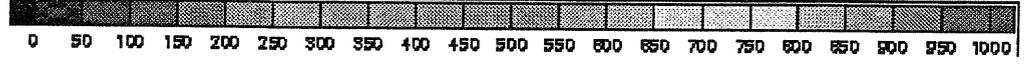
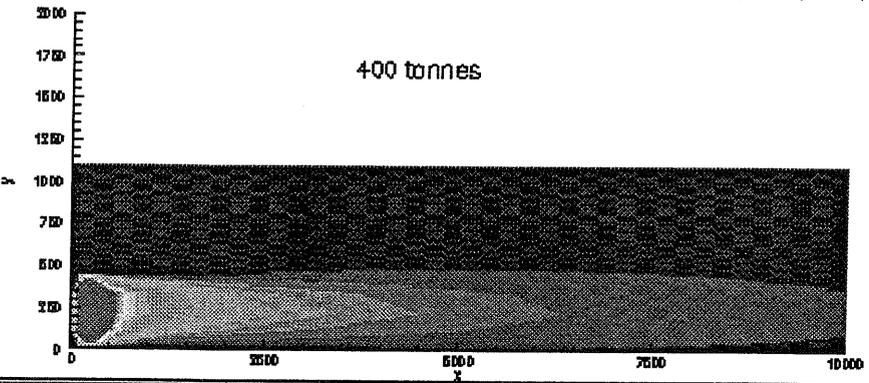
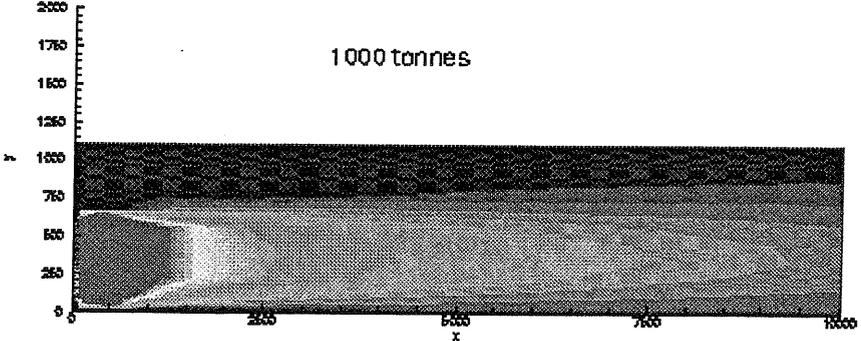
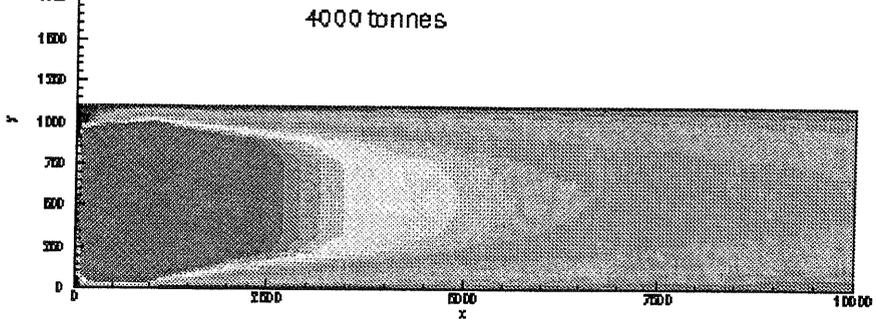
Les couleurs correspondent à des plages de concentration indiquées en légende en ppm. Les axes "x" et "y" sont gradués en mètres. En outre :

- la quantité de styrène initialement rejetée,
- les conditions météorologiques,

prises par hypothèse sont reportées en titre sur chacune de ces figures. De plus, ces résultats correspondent au débit d'évaporation de  $0,4 \text{ g/m}^2/\text{s}$ , soit l'hypothèse la plus prudente quant à cette variable.

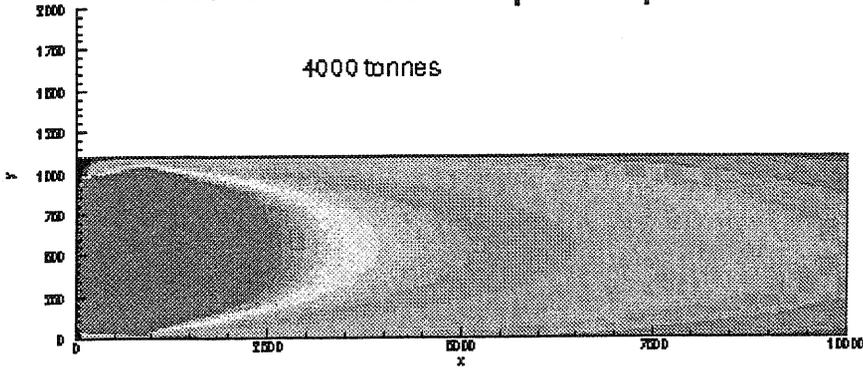
Enfin, les autres hypothèses admises pour obtenir ces résultats sont détaillées dans notre note transmise en fin de matinée au MATE.

# Condition atmospherique F3

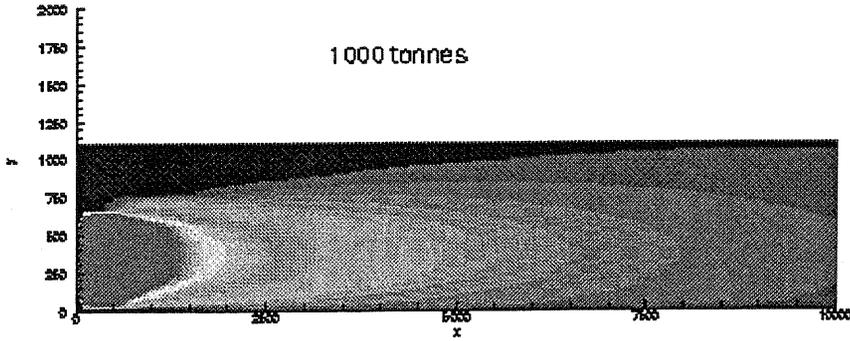


# Condition atmospherique D5

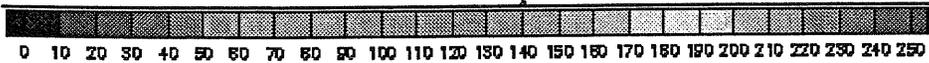
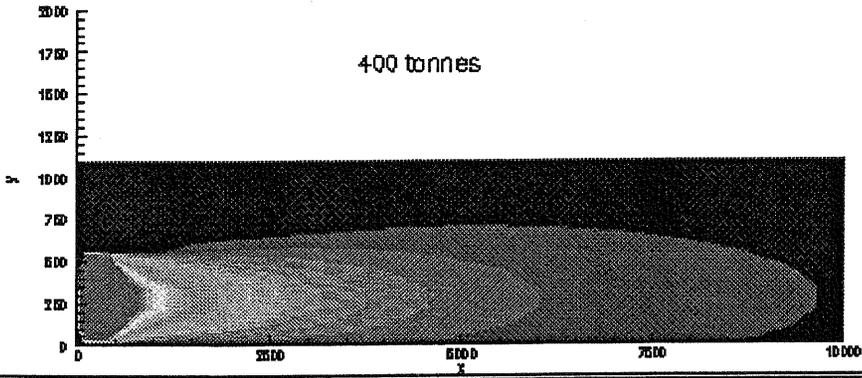
4000 tonnes



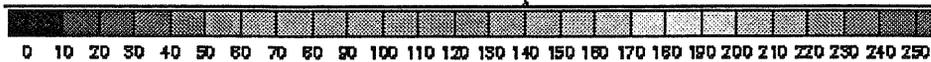
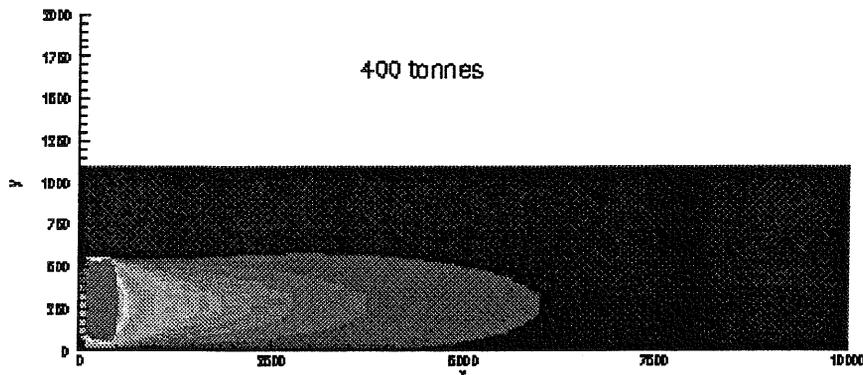
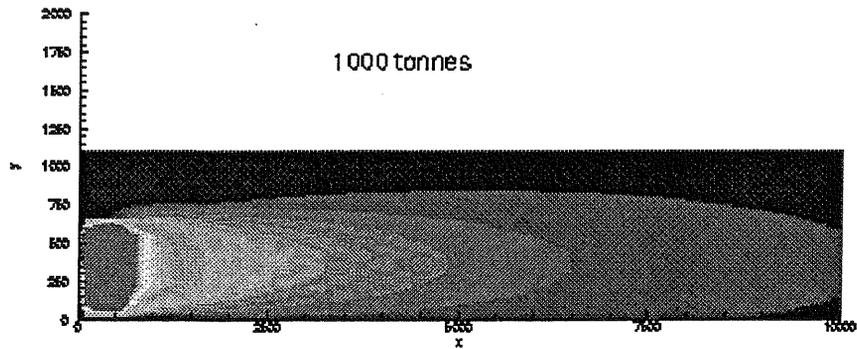
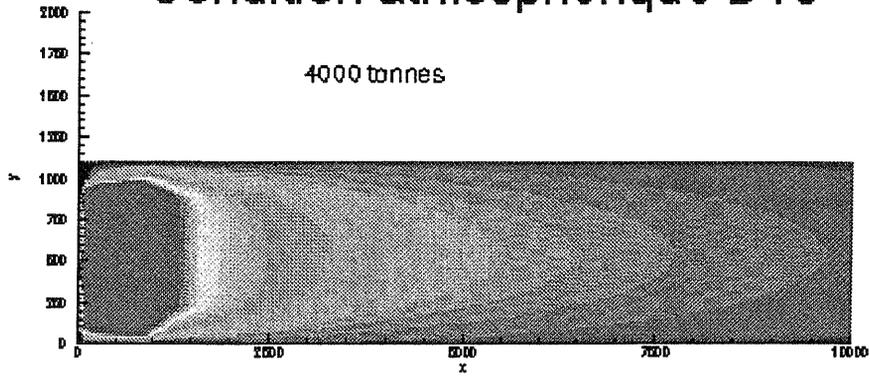
1000 tonnes



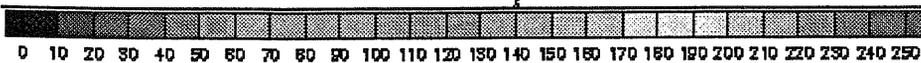
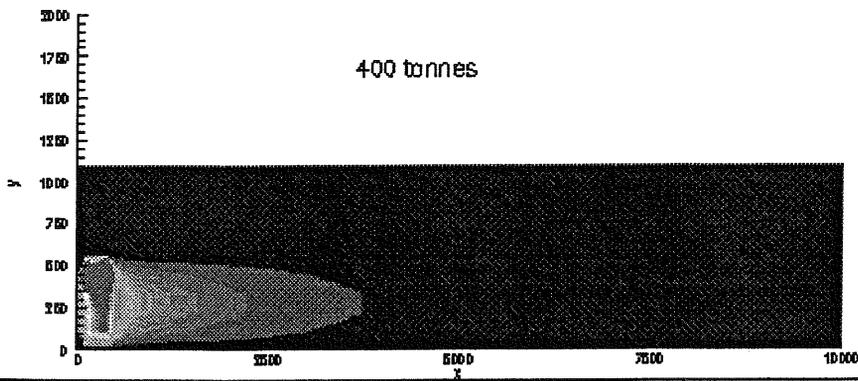
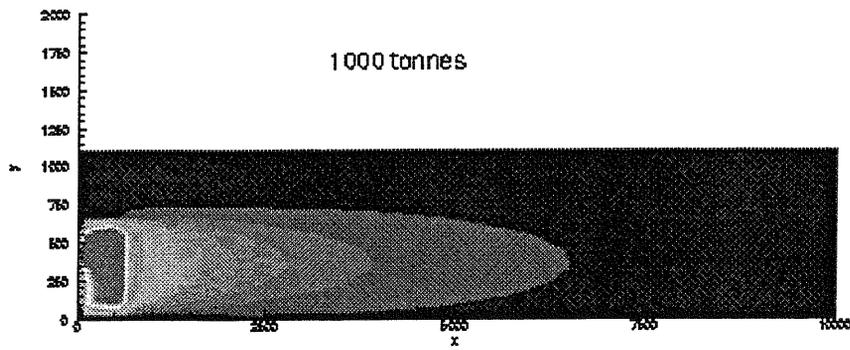
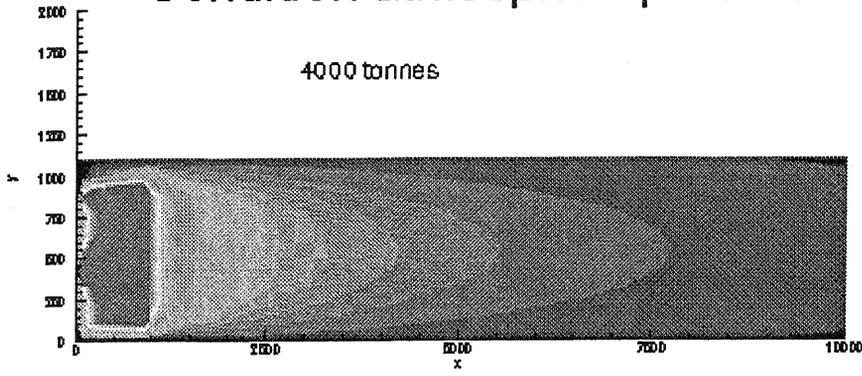
400 tonnes



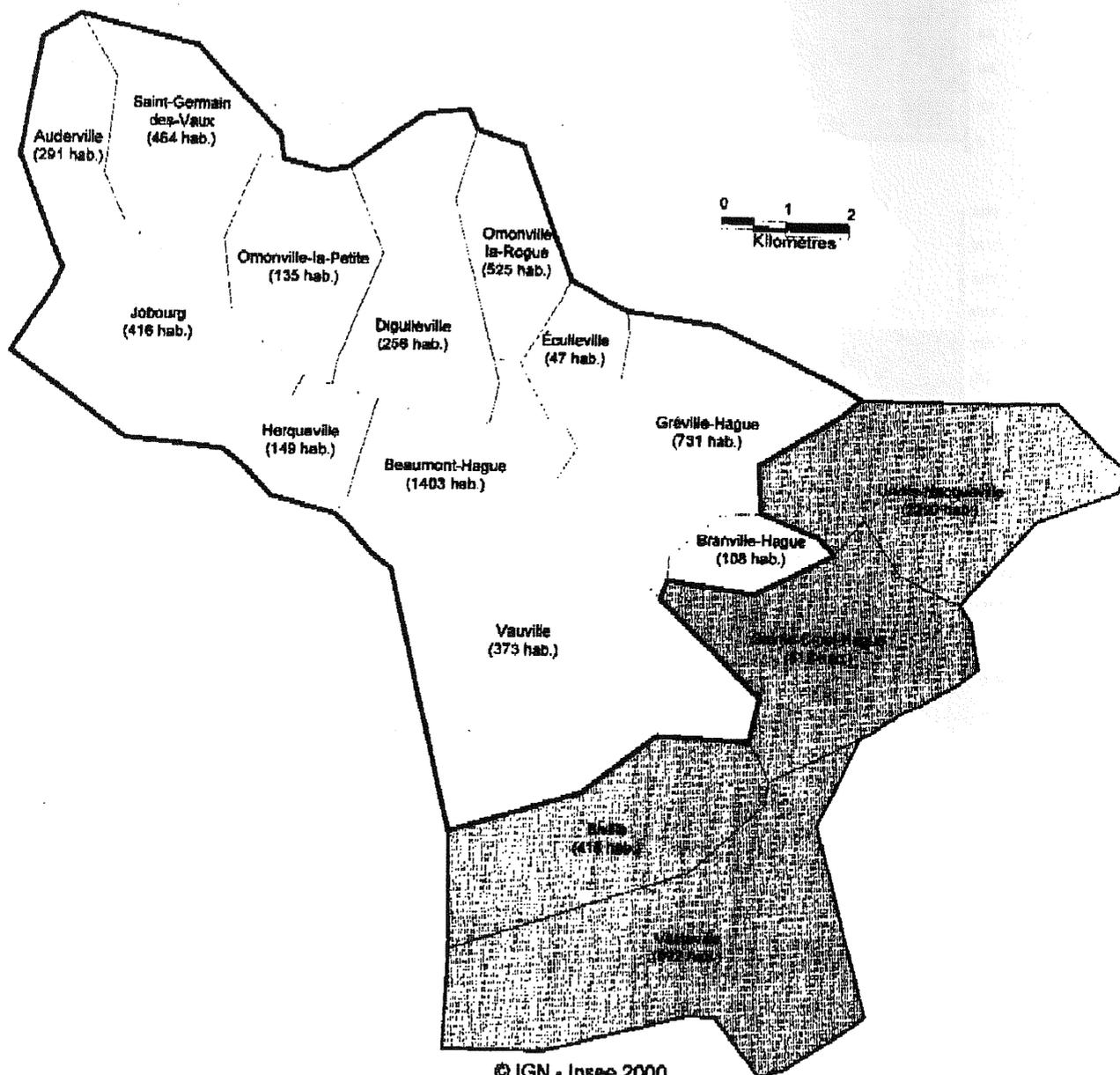
# Condition atmospherique D10



# Condition atmospherique D20



**Population totale des communes situées à moins de 15 Km de la pointe de La Hague**  
(Conformément à la demande de la C.I.R.E.)



-  Communes situées à moins de 10 km de la pointe de La Hague
-  Communes situées entre 10 km et 15 km de la pointe de La Hague

**Projet de communiqué à l'attention de la population en vue de les informer sur les conséquences d'un relargage accidentel du styrène par le chimiquier naufragé au large du Cap de la Hague (IEVOLI Sun)**

Le styrène contenu dans la cargaison de l'Ievoli Sun est susceptible de se dissiper dans l'atmosphère. Une odeur peut être perçue par la population riveraine en relation avec la présence du produit même à très faibles concentrations qui sont sans danger pour la santé pour de faibles durées d'exposition. Les professionnels de santé susceptibles d'être consultés par la population, médecins et pharmaciens, ont été informés par ailleurs par les autorités sanitaires locales.

Afin de détecter précocement une élévation de ces concentrations qui pourrait conduire à la mise en œuvre de mesures particulières et adaptées de protection des populations, un réseau de mesures environnementales en mer, sur le site du naufrage, et à terre fonctionne depuis le 1<sup>er</sup> novembre 2000. Dans cette hypothèse, la population concernée serait avertie par les moyens de communications appropriés.

MINISTÈRE DE L'EMPLOI  
ET DE LA SOLIDARITÉ

REPUBLIQUE FRANÇAISE

Saint-Lô, le 2 NOVEMBRE 2000

PREFECTURE DE LA MANCHE

DIRECTION DÉPARTEMENTALE  
DES AFFAIRES SANITAIRES ET SOCIALES  
DE LA MANCHE

DIRECTION

Affaire suivie par Dr JP DANIN



: 02.33.06.56.00

LE MEDECIN INSPECTEUR DE SANTE  
PUBLIQUE

à

LES MEDECINS DU DEPARTEMENT DE LA  
MANCHELES PHARMACIENS DU DEPARTEMENT DE  
LA MANCHEObjet : Naufrage de l'IEVOLI SUN  
POUR INFORMATIONMon cher confrère, ma chère consoeur,  
Madame, monsieur,

Le navire cité en référence contient 3 produits, dont un seul nous préoccupe : le Styène. Les deux autres, le propanol (alcool isopropylique) et le butanone (méthyléthylcétone) sont très miscibles dans l'eau et seront vite dilués et dégradés en cas de fuite. Le styène est un liquide qui flotte sur l'eau ( $d=0,9$ ), pour se polymériser (le polymère est inerte et sans danger) ou s'évaporer. Les vapeurs en sont toxiques, sous réserve d'une concentration suffisante.

Je vous prie de trouver ci-joint une note quant aux effets physiopathologiques du styène, réalisée par le Centre Antipoison de Rennes, référent pour ce problème.

Il a été mis en place un maillage d'analyses régulières de l'air sur la côte ouest et la côte nord du département ; il évoluera en fonction de l'évolution de la situation. Les appareils sont sensibles à 10 ppm. Je vous rappelle qu'un nez normal perçoit l'odeur de styène à 0,3 ppm : il peut donc exister une odeur sans qu'il y ait risque. De même la sensibilité gustative est basse : un aliment même faiblement contaminé ne serait pas absorbé sans s'en rendre compte. Tous les résultats d'analyses de l'air sont jusqu'à présent négatifs pour ces trois produits.

Parallèlement a été mis en place un système de vigilance pour l'eau et pour les coquillages.

Les éléments actuellement en notre possession sont plutôt rassurants. En l'état actuel, si une fuite est confirmée, elle apparaît modérée et donc sans danger pour la santé publique.

Je vous tiendrai bien sûr au courant si des mesures particulières devaient être envisagées selon l'évolution de la situation.

Jean-Pierre DANIN

## FICHE « IEVOLI SUN »

### QUESTIONS SANITAIRES

#### 1. Les dangers des produits transportés.

Les trois composés contenus dans le chimiquier « Ievoli Sun » (styrène, méthyl éthylcétone et alcool isopropylique) sont inflammables et peuvent dans certaines proportions être explosifs. C'est le premier danger avant d'envisager la toxicité.

L'exposition à l'alcool isopropylique peut entraîner des maux de tête, vertiges et nausées. Le méthyl éthylcétone est un irritant des yeux, de la peau et des muqueuses, son inhalation peut engendrer des vertiges et nausées également.

Le styrène est un produit fortement toxique.

En cas d'exposition prolongée, il peut entraîner divers troubles qui se caractérisent par des maux de tête, des irritations du nez ou des yeux, des nausées ou des vomissements. Son contact avec la peau peut induire une dermatite. Le styrène est suspecté d'être responsable de troubles neurologiques centraux d'altérations de la mémoire et de la vision. Même si il n'existe pas de données convaincantes et pertinentes du caractère cancérigène du styrène, les résultats expérimentaux incitent à la prudence (forte suspicion).

#### 2. Les risques sanitaires.

Le risque principal concerne en premier lieu les personnels devant intervenir à proximité du lieu de naufrage. Les étincelles des moteurs des bateaux peuvent enflammer les vapeurs de styrène. Celles-ci peuvent être toxiques. C'est pourquoi le personnel d'intervention doit être muni d'appareils de surveillance des gaz toxiques et si besoin s'équiper de matériel adapté (vêtements, gants, masques, lunettes, ...).

Pour la population, les éventuels risques sont liés à la présence du styrène, l'alcool isopropylique et le méthylcétone devant se disperser et se dissoudre rapidement.

Trois types de risques peuvent être distingués : inhalation de vapeurs de styrène, ingestion de produits de la pêche contaminés par du styrène, contact cutané avec la matière flottante ou déposée sur les côtes.

Le premier risque (inhalation de styrène) est très improbable actuellement compte tenu de l'éloignement du lieu de naufrage et des conditions météorologiques qui devraient diluer les vapeurs. Néanmoins un dispositif de surveillance à terre sur les rivages du Cotentin a été mis en place comprenant cinq sites de mesure (cf. carte). Des contrôles périodiques sont réalisés et publiés. Tous les résultats obtenus dans le cadre de la surveillance terrestre jusqu'à présent confirme l'absence de styrène dans l'air. Il est utile de préciser que l'odeur du styrène est détectable à de très faibles concentrations (0,1 ppm), bien inférieures à des seuils d'impact sanitaire (50 ppm).

Si nécessaire (arrivée d'un nuage toxique), des mesures de précaution complémentaires peuvent être instaurées par les autorités locales : confinement, voire évacuation des populations.

Pour faire face au deuxième risque, le Gouvernement a saisi l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA) afin d'évaluer l'impact sanitaire lié à une contamination éventuelle des produits de la mer. En effet, lors d'un accident similaire en Chine en 1995, il avait été constaté une altération des caractéristiques organoleptiques de la chair des poissons et des coquillages. L'AFSSA rendra son avis le 3 novembre. D'ores et déjà, la pêche est interdite dans une zone de 6 km autour du lieu de naufrage et les services de contrôle ont renforcé leur dispositif de surveillance de la qualité des produits de la mer. Les premières analyses de coquillages réalisées par l'IFREMER sont rassurantes.

Enfin, pour prévenir le troisième risque (contact cutané), il est recommandé que seules des équipes spécialisées puissent intervenir pour ramasser les matières flottantes avec des équipements adaptés. Un avis du centre antipoison de Rennes qui a été largement diffusé auprès des services de l'Etat précise la nature de ces équipements (masque, protections...), ainsi que les actions à entreprendre en cas de contact accidentel.

## AVIS

### de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments relatif à l'évaluation des risques pour la santé humaine liés à la consommation de produits de la mer à la suite du naufrage du navire chimiquier « levoli Sun »

LE DIRECTEUR  
GENERAL

L'AFSSA a été saisie le 31 octobre 2000 d'une demande d'évaluation des risques pour la santé humaine liés à la consommation des produits de la mer suite au naufrage du navire chimiquier « levoli Sun ». Selon les informations transmises à l'Agence, le bateau contenait une cargaison de produits chimiques comportant :

- du styrène (4 000 tonnes) additionné de 50 kilogrammes de ter-butylcatéchol (inhibiteur de polymérisation)
- de la méthyl-éthyl-cétone (1 027 tonnes)
- de l'alcool isopropylique (1 000 tonnes)
- du carburant de propulsion : fuel (160 tonnes) et gasoil (40 tonnes).

Un groupe d'experts<sup>1</sup>, réuni le 3 novembre 2000, a examiné :

- 1 - Les données disponibles et les caractéristiques des produits chimiques transportés ;
- 2 - Les risques potentiels liés à la consommation des produits de la mer ;
- 3 - Les critères et recommandations permettant de garantir la protection des consommateurs.

Trois fiches concernant les caractéristiques de ces produits figurent en annexe au présent avis.

X L'étude de ces produits montre que deux d'entre-eux, la méthyl-éthyl cétone et l'alcool isopropylique, qui ont différentes applications autorisées dans le domaine agro-alimentaire, présentent des caractéristiques de forte volatilité, de très grande solubilité, de dégradabilité rapide et de toxicité faible telles qu'ils sont tolérés dans les aliments à des doses journalières admissibles (DJA) relativement élevées de :

- alcool isopropylique : 1,5 mg/kg poids corporel/jour soit 90 mg/personne/jour
- méthyl-éthyl-cétone : 3,2 mg/kg poids corporel./jour soit 192 mg/personne/jour

X La troisième substance, le styrène, présente des caractéristiques similaires aux deux premières en terme de volatilité, de dégradabilité mais diffère par quelques propriétés physico-chimiques (aptitude à polymériser, faible solubilité dans l'eau). Cette molécule, autorisée en tant que matériau au contact des aliments, est présente à faible concentration dans de nombreux aliments soit naturellement, soit principalement par migration à partir des emballages. La DJA fixée par l'OMS est de 7,7 µg/kg poids corporel/j, celle fixée par l'Environmental Protection Agency (EPA) est de 200 µg/kg poids corporel/j.

Le groupe d'experts estime que la sécurité du consommateur peut être assurée dès lors que tout produit de la mer présentant une anomalie organoleptique est retiré de la consommation. En effet, le seuil de détection de l'odeur des trois molécules est très largement inférieur aux seuils de contamination des produits de la mer au delà desquels ceux-ci seraient susceptibles de présenter un risque pour le consommateur (au regard de la DJA de ces substances).

En ce qui concerne le ter-butylcatéchol, le groupe d'experts considère que ce produit ne présente pas de risque sanitaire à travers les produits de la mer compte tenu de sa faible quantité et de ses caractéristiques, notamment de sa forte solubilité.

<sup>1</sup> Le groupe d'experts, présidé par François ANDRE, président du comité d'experts spécialisé Résidus et contaminants chimiques et physiques, comprenait, outre les membres de ce CES, certains experts du CES Matériaux au contact des denrées alimentaires et un expert de l'Ifremer. Etaient également présents des représentants de la DGAL, la DGCCRF, la DGS et de la DDPR.

Le groupe d'experts recommande la poursuite de la mise en place du plan d'échantillonnage des produits de la mer présenté par les différents organismes et administrations concernés, afin de réaliser l'analyse des trois molécules sur des échantillons de référence et des échantillons prélevés dans les zones à risque, présentant ou non des modifications organoleptiques<sup>2</sup>. A cette fin, seront précisées les conditions de prélèvements et de transport des échantillons (dans la mesure où il s'agit de produits volatils) ainsi que le choix des méthodes d'analyse à utiliser.

Les résultats obtenus à partir de ces dosages permettront de constituer une base de données objectives pour suivre la pollution et l'éventuelle contamination et adapter, le cas échéant, les recommandations formulées.

Le groupe d'experts prend acte des mesures d'interdiction de la pêche, mises en place afin de protéger les opérateurs sur zones, et qui ont également pour effet d'éviter toute pêche de produits de la mer (incluant les coquillages) à proximité de l'épave.

En ce qui concerne les produits dits « de polymérisation » observés en surface, le comité d'experts attend confirmation de la nature de ces produits dès que leur prélèvement pourra être mis en œuvre en toute sécurité. En première hypothèse, s'il s'agit bien de produits de polymérisation, le groupe d'experts estime que ces produits seraient probablement moins réactifs et donc moins toxiques pour le consommateur que le styrène lui-même.

**Martin HIRSCH**

---

<sup>2</sup> Le fait de pouvoir disposer, dans ce cadre, d'un grand nombre d'échantillons dont certains se révéleraient chargés en styrène devrait utilement conduire à réaliser une étude expérimentale sur le métabolisme du styrène chez les poissons, crustacés et coquillages, afin, en particulier, de détecter l'éventuelle apparition du 7-8 styrène oxyde.

# Taste Recognition Threshold Concentrations of Styrene in Oil-in-Water Emulsions and Yoghurts

Jozef P H Linssen,\* Anneloes L G M Janssens, Hanneke C E Reitsma, Wender L P Bredie and Jacques P Roozen

Department of Food Science, Wageningen Agricultural University, PO Box 8129, 6700 EV Wageningen, The Netherlands

(Received 2 June 1992; accepted 15 February 1993)

**Abstract:** Taste recognition threshold concentrations (TRTC) of styrene were determined in samples of oil-in-water emulsions (30–300 g kg<sup>-1</sup> oil) and yoghurts (1–30 g kg<sup>-1</sup> fat), spiked with styrene. The observed TRTC increased linearly with increasing fat content and ranged from 0.3 to 2.1 mg kg<sup>-1</sup> for the emulsions and from 36 to 171 µg kg<sup>-1</sup> for the yoghurts. Styrene equilibrium partition coefficients between emulsions and their respective vapour phases were determined. The concentrations of styrene in the continuous aqueous phase of the emulsions and yoghurts were calculated at the TRTC. The styrene concentrations in the continuous phase had constant values of about 15 µg kg<sup>-1</sup> indicating that perception of styrene for oil-in-water emulsions is determined by the aqueous phase of the emulsion. The concentrations of styrene in the vapour phases above the emulsions and yoghurts were also calculated and were found to be constant at the TRTC. This relationship probably resulted from the equilibrium of distribution of styrene between the respective phases. Commercial yoghurts packed in polystyrene beakers contained styrene levels in the range 2–11 µg kg<sup>-1</sup>, much lower than the TRTC reported.

**Key words:** styrene, threshold concentrations, food packaging, model system, yoghurt.

## INTRODUCTION

Polystyrene is frequently used as a polymer for the packaging of foods. Typical examples include yoghurt and dessert packaging, foamed trays for meat and crystal clear trays for salads and vegetables. Polystyrene contains traces of residual styrene monomer. When the concentration in the polystyrene matrix is too high, styrene monomer can impart an off-flavour to the packaged product. Several authors found styrene in food products present in very small amounts (Withey and Collins 1978; Gilbert and Startin 1983; Flanjak and Sharrad 1984). A taste panel used by Passy (1983) detected an off-flavour in chocolate and lemon cookies packed in polystyrene trays. The intensity of off-flavour

depended on the level of residual styrene in the polymer package, type of food matrix and contact time.

Threshold values are important parameters for flavour perception and it is desirable to know more about the mechanism of release of flavours from a food product. Flavour perception is determined by the nature and quantity of the flavour compound and the availability of such a compound to the sensory system as a function of time. As many food products are emulsions, it is valuable to develop a model for flavour release in emulsions. McNulty and Karel (1973a, b, c) considered flavour release in oil-in-water emulsions. In their concept the driving force for release is the difference between the flavour concentration in the saliva immediately after instantaneous mixing of the product with the saliva and the concentration in the saliva after reaching a certain equilibrium between oil and saliva. The concentration in

\* To whom correspondence should be addressed.

the aqueous phase was supposed to be crucial for perception. However, Overbosch *et al* (1991) suggested that the partitioning with the vapour phase has also to be taken into account. The driving force for flavour release is then the deflection from thermodynamic equilibrium between the product phase and the vapour phase. On these principles the authors developed a model for emulsions and proposed the following relationship:

$$K_{ve} = \frac{K_{va} \times K_{ac}}{1 + (K_{ac} - 1) \phi_a} \quad (1)$$

in which  $K_{va}$ ,  $K_{ac}$  and  $K_{ac}$  are the equilibrium partition coefficients between vapour and emulsion phases, between vapour and dispersed phases and between dispersed and continuous phases, respectively;  $\phi_a$  represents the volume fraction of the dispersed phase. In case of an oil-in-water emulsion the numerator of eqn (1) can be replaced by the partition coefficient of the equilibrium between the vapour phase and water ( $K_{vw} = C_v/C_w$ ) resulting in

$$K_{ve} = \frac{K_{vw}}{1 + (K_{ow} - 1) \phi_d} \quad (2)$$

in which  $K_{ow} (= C_o/C_w)$  is the equilibrium partition coefficient between the oily and aqueous phases in the emulsion. Furthermore,  $C_e$  is defined as

$$C_e = (1 - \phi_d) C_w + \phi_d C_o \quad (3)$$

in which  $C_e$ ,  $C_o$  and  $C_w$  represent the concentration in the emulsion phase, the oil phase and the aqueous phase, respectively.

The present study deals with the taste recognition threshold concentrations (TRTC) of styrene in oil-in-water emulsions and yoghurts with different amounts of dispersed phase (ie oil). The partition coefficients between vapour phase and emulsions, between vapour phase and yoghurts and between vapour phase and water are determined; also, styrene concentrations were analysed in some commercial yoghurts.

## EXPERIMENTAL

### Materials

Styrene was provided by BDH Ltd (Poole, Dorset, UK). Corn oil (Mazola) and yoghurts containing about 1, 15 and 30 g kg<sup>-1</sup> fat, freshly packed in polyethylene-laminated cartons and in polystyrene beakers, were bought at a local store in Wageningen, The Netherlands. The polyethylene-packed yoghurts were spiked with styrene and used in the sensory part of the study. The polystyrene-packed yoghurts were stored in a refrigerator at 5°C and analysed for their actual styrene content on

their expiry date. Emulsifier, sodium stearoyl-2-lactylate (Admul SSL 2004) was kindly provided by Quest International (Zwijndrecht, The Netherlands). Oil-in-water emulsions, containing 30, 100, 150, 200, 250 and 300 g kg<sup>-1</sup> corn oil were prepared by mixing oil and emulsifier (10 g kg<sup>-1</sup> oil), then adding water very slowly under continuous stirring with a bladed stirrer and finally homogenising the mixture for 1 min with an Ultra Turrax.

### Sample preparation

Aliquot amounts of styrene (2.2–66 µl) were added with a 10 or 100 µl syringe to the emulsions in 2-litre measuring flasks. For the lower concentrations styrene was added from stock solutions of 50 mg styrene in 1 kg of the respective emulsion. Each test series of emulsions consists of nine solutions (Table 1), which were offered as 15 ml samples in small glass bottles covered with aluminium foil and tightly closed with screw caps. The upper limits of the series and standard solutions were established by informal tasting with colleagues in a preliminary test. Test series for yoghurts were prepared by spiking the yoghurts with different amounts of styrene vapour. A tightly closed 100 ml flask with 20 ml styrene was incubated at 50°C. Different quantities of styrene vapour were taken through a septum with a 10 ml syringe and added to the yoghurts. The actual concentrations of styrene in the yoghurts (µg kg<sup>-1</sup>) were analysed immediately before tasting of the samples.

### Sensory evaluation

TRTC of styrene in emulsions and in yoghurts were determined by using two different untrained panels of respectively 48–53 assessors and 24 assessors, all aged

TABLE 1  
Concentrations (mg kg<sup>-1</sup>) of styrene in standards and test sample series used for determining taste recognition threshold concentrations in oil-in-water emulsions with different amounts of oil

	Oil content (g kg <sup>-1</sup> )					
	30	100	150	200	250	300
Sample series	0	0	0	0	0	0
	0.06	0.2	0.25	0.25	0.25	1
	0.09	0.4	0.5	0.5	0.5	2.5
	0.12	0.8	0.75	1	1	5
	0.15	1.4	1	1.5	2	7.5
	0.2	2.2	2	2.5	3	10
	0.5	3.2	3	3.5	5	15
	0.7	4.4	5	5	10	20
	1	5.6	10	10	20	30
Standard	4	25	40	40	40	40

20–25 years old. In a session an emulsion without styrene and a standard emulsion (Table 1) were presented first to the assessors for assuring recognition of the taste quality of styrene. Water containing  $300 \mu\text{g kg}^{-1}$  styrene was used as standard for the yoghurt experiments. The nine samples of a series were presented in random order. The assessors were asked to keep the sample 20 s in the mouth or shorter until styrene was recognised. The time interval between tasting of samples was 1 min. During that time the assessors were asked to rinse their mouths with 'Seven-up' and water and to eat crackers for recovering their taste abilities.

A computer interactive interviewing system for composing questionnaires was used to gather survey information (Ci2 system, Sawtooth Software Inc., Ketchum, ID, USA). Portable computers (Toshiba Personal Computer T1000) with field disks were placed in sensory evaluation booths. Each assessor entered her/his personal code, after which detailed instructions about evaluation of the samples were displayed on the screen. Samples were offered in randomised order and questions about recognising styrene in the emulsions were answered with a simple push on 1 (yes) or 2 (no). Data from the field disks were accumulated onto a hard disk (HP Vectra ES/computer), sorted with a Pascal program and converted into the SPSS/PC+ data file, with which the proportions of assessors recognising styrene were determined.

The TRTC of styrene was defined as the concentration of styrene for which 50% of the answers of the assessors were positive in the recognition test. The proportions obtained were converted into Z values using a conversion table (Amerine *et al* 1965) and subsequently plotted versus the logarithm of the stimulus concentration. The 50% TRTC values are then the concentrations at the Z = 0 values of the best fitting linear regressions.

### Styrene analysis

Styrene contents in emulsions, yoghurts and water were determined by azeotropic distillation with methanol, followed by extraction with hexane. The hexane extracts were analysed with a gas chromatograph (Carlo Erba, Model 4160) equipped with a flame ionisation detector and a cold on-column injector. The analyses were done on a fused silica capillary column ( $30 \text{ m} \times 0.32 \text{ mm id}$ ; DB 1701, J & W Scientific, Folsom, CA, USA). The detector temperature was  $280^\circ\text{C}$  and the following oven temperature programme was used: an initial hold of 4 min at  $40^\circ\text{C}$ , then  $5^\circ\text{C min}^{-1}$  to  $90^\circ\text{C}$ , followed by  $15^\circ\text{C min}^{-1}$  to  $190^\circ\text{C}$  and a final hold for 1 min. Calibration curves were prepared by adding various amounts of styrene to emulsions, yoghurts and water (Varner *et al* 1983).

Amounts of styrene in a vapour phase were analysed by taking a 10 ml headspace sample and injecting it onto

a tube containing Tenax TA 35/60 mesh (Alltech Nederland BV, Zwijndrecht, The Netherlands). Styrene was analysed with a gas chromatograph (Carlo Erba, Model HRGC 5300) equipped with a flame ionisation detector and a thermal desorption/cold trap device (Carlo Erba, TDAS 5000) for transferring styrene from the Tenax onto a fused silica capillary column ( $60 \text{ m} \times 0.25 \text{ mm id}$ ; Supelcowax 10, Supelchem BV, Leusden, The Netherlands). The detector temperature was  $280^\circ\text{C}$ . The following temperature programme was used: an initial hold of 4 min at  $40^\circ\text{C}$ , and then  $2^\circ\text{C min}^{-1}$  to  $92^\circ\text{C}$ , followed by  $6^\circ\text{C min}^{-1}$  to  $270^\circ\text{C}$  and a final hold for 4 min (Badings *et al* 1985). A calibration curve was prepared by adsorbing different amounts of styrene on Tenax TA.

### Determination of the partition coefficient for styrene between vapour and liquid phases

Samples (40 ml) of emulsion, yoghurt or water containing certain amounts of styrene were placed in 120 ml flasks which were tightly closed and left for 6 h at  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  for equilibration. The partition coefficient for styrene can be calculated from the concentrations of styrene in the vapour phases and in the liquid phases.

## RESULTS

The concentrations of styrene determined in the sample series for yoghurts are given in Table 2. Table 3 shows the linear regression equations of Z values versus the log of the styrene concentration for emulsions and yoghurts and the 50% TRTC at the Z = 0 value.

Figure 1 shows the linear regression of the amount of oil in an emulsion versus 50% TRTC. The linear regression equation calculated is as follows: 50% TRTC ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) =  $0.0068 \times \text{oil concentration (g kg}^{-1}) + 0.035$

TABLE 2  
Concentrations ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) of styrene in test sample series used for determining TRTC of styrene in yoghurts with different fat content

	Fat content ( $\text{g kg}^{-1}$ )		
	1	15	30
Sample series	0	0	0
	20	31	57
	38	54	123
	43	65	285
	58	80	452
	91	88	461
	96	157	503
	122	250	516
	170	496	571

**TABLE 3**  
Linear regression equations of  $Z$  values versus log styrene concentration for oil-in-water emulsions and yoghurts with various fat contents and the 50% TRTC values calculated at the  $Z = 0$  value

Oil or fat content (g kg <sup>-1</sup> )	Linear regression line	50% TRTC ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
<b>Emulsions</b>		
30	$Z = 1.38 + 1.95 \log(C)$ $r = 0.99$	196
100	$Z = 0.24 + 1.30 \log(C)$ $r = 0.98$	654
150	$Z = -0.11 + 1.52 \log(C)$ $r = 0.91$	1181
200	$Z = -0.21 + 1.45 \log(C)$ $r = 0.94$	1396
250	$Z = -0.27 + 1.40 \log(C)$ $r = 0.94$	1559
300	$Z = -0.47 + 1.48 \log(C)$ $r = 0.95$	2078
<b>Yoghurts</b>		
1	$Z = -3.58 + 2.76 \log(C)$ $r = 0.91$	36
15	$Z = -4.05 + 2.03 \log(C)$ $r = 0.97$	99
30	$Z = -4.58 + 2.05 \log(C)$ $r = 0.95$	171

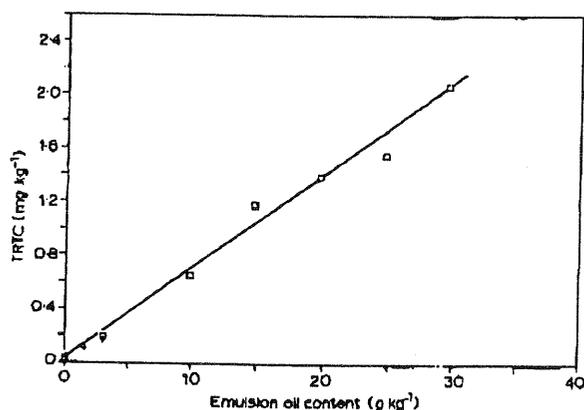


Fig 1. Recognition threshold concentrations of styrene in  $\circ$ , water;  $\square$ , oil-in-water emulsions; and  $+$ , yoghurts with various amounts of fat.

( $r = 0.99$ ). Additionally, the 50% TRTC values for water (Linssen *et al* 1990) and yoghurts are presented in Fig 1 to show their positions in respect to the regression line. Table 4 gives the partition coefficients of styrene between vapour phase and respectively emulsions and yoghurts with different amounts of fat ( $K_{vw}$ ).  $C_w$  measured and  $C_v$  calculated from Fig 1 represent the TRTC values of styrene for each emulsion or yoghurt. Using eqns (2) and (3), and  $K_{vw} (= 0.027 \pm 0.001$  ( $n = 3$ )),  $C_w$  is calculated at the TRTC values. Also the concentrations of styrene in the vapour phases ( $C_v$ ) are given for emulsions and yoghurts containing styrene at their TRTC values.

## DISCUSSION

The present study shows that the TRTC for yoghurts with 1, 15 and 30 g kg<sup>-1</sup> fat are respectively 36, 99 and 171  $\mu\text{g kg}^{-1}$ . The latter is in good agreement with a

TRTC value for yoghurt of 0.2 mg kg<sup>-1</sup> found by Jensen (1972). TRTC values of 0.5 mg kg<sup>-1</sup> for yoghurt, 1.2 mg kg<sup>-1</sup> for whole milk and 6.0 mg kg<sup>-1</sup> for cream were reported by Jenne (1980). These results imply that the TRTC is higher in products with higher fat content and styrene is less noticeable in high fat products. The results presented in Table 3 confirm the observation that the TRTC values increase with increasing fat content. Both in the model systems of emulsions and in the yoghurts the increase of the TRTC is linear with the fat content of the emulsions and yoghurts (Fig 1). However, the amount of styrene migrating from polystyrene is higher into products with a higher fat content (Ramshaw 1984; Linssen and Reitsma 1991). These two divergent influences hinder accurate calculation of the probability of off-flavour development.

Partition coefficients could be important in estimating the chances of an off-flavour. Table 4 shows that the concentrations calculated for styrene in the aqueous phases of emulsions or yoghurts ( $C_w$ ) are similar at about 15  $\mu\text{g kg}^{-1}$  at their TRTC levels. This is in agreement with the assumption of McNulty and Karel (1973a) that the aqueous phase of an emulsion or an emulsion type of foodstuff determines the flavour perception. Moreover, the uniform concentration of styrene in the aqueous phase of the different emulsions and yoghurts is close to the 50% TRTC value of 22  $\mu\text{g kg}^{-1}$  found for water (Linssen *et al* 1990). So, a fixed concentration of styrene is needed in the aqueous phase of an emulsion for recognising styrene in oil-in-water emulsions and in yoghurts. As can be seen from Table 4 only a minor part of the styrene dissolved in the emulsion or yoghurt, is present in the aqueous phase; the major part is hidden in the oily phase. Because of the very good solubility of styrene in the fat fractions, the TRTC of the emulsions will increase with increasing fat contents of the emulsions. More styrene is needed then to reach the

TABLE 4

Partition coefficients between vapour phase and emulsions or yoghurts ( $K_{ve}$ ); concentrations,  $\mu\text{g kg}^{-1}$  of styrene in the aqueous phase of the oil-in-water emulsions and yoghurts ( $C_w$ ,  $\mu\text{g kg}^{-1}$ ); and in the vapour phase of emulsions and yoghurts ( $C_v$ ,  $\mu\text{g litre}^{-1}$ ); all styrene contents are at their TRTC values ( $C_a$ ,  $\mu\text{g kg}^{-1}$ )

Oil/fat fraction of emulsion/yoghurt	$K_{ve}^a$ ( $\times 10^2$ )	$C_v^b$	$C_w^c$	$C_a^d$	$C_w^e$	$C_v^f$
<b>Emulsions</b>						
0.03	$1.70 \pm 0.10$	239	15	196	12	0.41
0.10	$0.55 \pm 0.02$	715	15	654	13	0.39
0.15	$0.39 \pm 0.02$	1055	15	1181	17	0.41
0.20	$0.29 \pm 0.01$	1395	15	1396	15	0.40
0.25	$0.24 \pm 0.02$	1735	15	1559	14	0.42
0.30	$0.21 \pm 0.02$	2075	16	2078	16	0.44
<b>Yoghurts</b>						
0.001	$19.1 \pm 1.6$			36	25	0.69
0.015	$3.7 \pm 0.2$			99	15	0.37
0.03	$2.4 \pm 0.2$			171	15	0.41

<sup>a</sup> Values are means of six replicates  $\pm$  SD.

<sup>b</sup> Calculated from the curve in Fig 1 (yoghurts excluded because data are not available).

<sup>c</sup> Calculated from eqns (2) and (3) using  $C_a$  calculated.

<sup>d</sup>  $C_a$  measured.

<sup>e</sup> Calculated from eqns (2) and (3) using  $C_a$  measured.

<sup>f</sup> Calculated from  $K_{ve} = C_v/C_w$ , using  $C_w$  calculated;  $C_a$  measured is used for the yoghurts.

equilibrium at which the concentration of styrene is about  $15 \mu\text{g kg}^{-1}$  in the aqueous phase. It was also found that the concentrations of styrene in the vapour phases ( $C_v$ ) of the emulsions and most of the yoghurts at their TRTC are similar at about  $0.41 \mu\text{g litre}^{-1}$  (Table 4). This can be explained by the following equilibrium:



As already discussed  $C_w$  is constant at the TRTC's of styrene in oil-in-water emulsions and yoghurts. Water is the continuous phase in an oil-in-water emulsion and thus in a closed system an equilibrium exists between continuous phase and vapour phase. So,  $C_v$  is also constant at the TRTC of styrene. However,  $C_v$  values calculated for low-fat yoghurt and water are higher than the constant value of  $0.41 \mu\text{g litre}^{-1}$ , namely  $0.69$  and  $0.59 \mu\text{g litre}^{-1}$ , respectively. The method of tasting allows styrene to evaporate very quickly from these samples and a firm part of it has already escaped before reaching the mouth. Therefore, higher concentrations of styrene could be necessary in water and low-fat yoghurt for meeting its concentration in the mouth vapour phase at TRTC level.

The present findings could be important for practical situations. If the concentration of styrene in the vapour phase exceeds  $0.41 \mu\text{g litre}^{-1}$  one could expect an off-flavour of styrene in oil-in-water emulsions and emulsion-type foods and analysis of the styrene content in the vapour phase could be predictive for an off-flavour

caused by styrene. At the TRTC a number of variables in eqn (2) are known:  $C_v$  is at a constant level of  $0.41 \mu\text{g litre}^{-1}$ ,  $C_a/C_w$  is 462 and  $C_v/C_w$  is 0.027. Using these data in eqn (2) and  $K_{ve} = C_v/C_w$  results in a simple linear relationship between TRTC (=  $C_a$ ) and the dispersed (oil) phase in an oil-in-water emulsion:  $C_a$  ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) =  $0.0070$  oil concentration ( $\text{g kg}^{-1}$ ) +  $0.015$ . A calculation of the TRTC for the yoghurts, containing 1, 15 and  $30 \text{ g kg}^{-1}$  fat estimates at 22, 120 and  $225 \mu\text{g kg}^{-1}$ , respectively. These estimates are in good agreement with the values found experimentally. Moreover, the latter relationship is similar to the linear regression equation of Fig 1, which validates eqn (1) for this particular type of system.

In a survey of commercial yoghurts packed in polystyrene beakers, none reached their TRTC levels: eight samples of low-fat yoghurt ( $1-5 \text{ g kg}^{-1}$ ) have styrene levels in the range of  $3-4 \mu\text{g kg}^{-1}$  with a mean of  $3 \mu\text{g kg}^{-1}$ ; 16 samples of medium-fat yoghurt ( $15 \text{ g kg}^{-1}$ ) showed a styrene content in the range of  $5-11 \mu\text{g kg}^{-1}$  with a mean of  $7 \mu\text{g kg}^{-1}$ ; and 16 samples of high-fat yoghurt ( $30-35 \text{ g kg}^{-1}$ ) contained styrene in the range of  $2-5 \mu\text{g kg}^{-1}$  with a mean value of  $3 \mu\text{g kg}^{-1}$ . The amounts of styrene in the medium-fat yoghurts are slightly higher, because these yoghurts are thick yoghurts while the others are of the stirring type. These values indicate that polystyrene containers used for the samples were acceptable for packaging yoghurts in the context of their TRTC for styrene.

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was financially supported by DOW Benelux NV, Terneuzen (The Netherlands).

## REFERENCES

- Amerine M A, Pangborn R M, Roesler E B 1965 *Principles of Sensory Evaluation of Food*. Academic Press, London, UK, p 521.
- Badings H T, de Jong C, Dooper R P M 1985 Automatic system for rapid analysis of volatile compounds by purge-and cold trapping/capillary gas chromatography. *J H R C & C C* 8 755-763.
- Flanjak J, Sharrad J 1984 Quantitative analysis of styrene monomer in foods. A limited East Australian survey. *J Sci Food Agric* 35 457-462.
- Gilbert J, Startin J R 1983 A survey of styrene monomer levels in foods and plastic packaging by coupled mass spectrometry automatic headspace gas chromatography. *J Sci Food Agric* 34 647-652.
- Jenne H. 1980 Polystyrol und Polypropylen als Spritzguss- und Tiefziehmaterial für Molkereiprodukte. *Deutsch Molkerei Zeitung* 51/52 1906-1910.
- Jensen F 1972 Determination of monomers from polystyrene in milk products. *Annali dell' Istituto Superiore di Sanita* 8 443-448.
- Linssen J P H, Reitsma J C E 1991 Migration of styrene monomer from polystyrene packaging material into food simulants. In: *Proc. 7th World Conference on Packaging*. Jaarbeurs, Utrecht, The Netherlands, pp 0.3.1-0.3.6.
- Linssen J P H, Legger-Huysman A, Roozen J P 1990 Threshold concentrations of migrants from food packages: styrene and ethylbenzene. In: *Flavour Science and Technology*, ed Bessière Y & Thomas A F. John Wiley & Sons, Chichester, UK, pp 359-362.
- McNulty P B, Karel M 1973a Factors affecting flavour release and uptake in O/W-emulsions. I. Release and uptake models. *J Food Technol* 8 309-318.
- McNulty P B, Karel M 1973b Factors affecting flavour release and uptake in O/W-emulsions. II. Stirred cell studies. *J Food Technol* 8 319-331.
- McNulty P B, Karel M 1973c Factors affecting flavour release and uptake in O/W-emulsions. III. Scale-up model and emulsion studies. *J Food Technol* 8, 415-427.
- Overbosch P, Afterof W G M, Haring P G M 1991 Flavor release in the mouth. *Food Rev Int* 7 137-184.
- Passy N 1983 Off-flavour from packaging materials in food products. Some case studies. In: *Instrumental Analysis of Foods*, ed Charambolous G & Inglett G. Academic Press, New York, USA, pp 413-421.
- Ramshaw E H 1984 Off-flavour in packaged foods. *CSIRO Food Res Q* 44 83-88.
- Varner S L, Breder C V, Fazio T 1983 Determination of styrene migration from food contact polymer into margarine using azotropic distillation and headspace gas chromatography. *J AOAC* 66 1967-1972.
- Withey R, Collins P G 1978 Styrene monomer in foods: a limited Canadian survey. *Bull Environ Contam Toxicol* 19 86-94.

**IFREMER  
DEPARTEMENT POLLUANTS CHIMIQUES  
BP 21105, F44311 NANTES CEDEX 3**

**METHODOLOGIES ANALYTIQUES POUR LA DETERMINATION DU STYRENE, DE  
L'ISOPROPANOL ET DU METHYLE ETHYLE CETONE**

**TISSUS BIOLOGIQUES DES ORGANISMES MARINS**

**METHODES ET DOMAINE D'APPLICATION**

Différentes méthodes d'analyses ont été proposées pour la détermination et le dosage des composés organiques volatiles dans les tissus biologiques (Hiatt 1981 et 1983, EPA5032 avec EPA8260B, Rosse et Brinkaman 1989 et 2000 et ICES/CIEM 2000). Les trois techniques qui ont été utilisées sont :

- distillation à vide,
- dégazage dynamique (Purge and Trap)
- SPME (Solide Phase Micro Extraction)

couplées à la chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse (CPG-SM, ou un autre détecteur en CPG).

Ces méthodes peuvent être utilisées pour les analyses des composés organiques volatiles (dont le styrène) caractérisés par un point d'ébullition inférieur à 180°C et peu solubles dans l'eau (EPA5032). Les composés volatiles plus polaires et plus solubles dans l'eau (tels que l'isopropanol et le méthyle -éthyle cétone) peuvent être analysés par ces méthodes, cependant les limites de quantification s'avèrent nettement plus élevées et souvent exigent la mise au point de différentes conditions opératoires. On préconise l'analyse séparée de ces deux composés.

**ECHANTILLONNAGE, MANIPULATION ET STOCKAGE**

Les échantillons biologiques doivent être congelés à -28 °C le plus rapidement possibles après les prélèvements (à bord de navires si les prélèvements sont effectués en mer) dans des bocaux en verre fermés ou dans des sacs en aluminium. Les congélateurs doivent être placés en zone sans vapeurs de solvants organiques. Les

poissons et les mollusques sont congelés de préférence non disséqués. La prise des tissus pour l'analyse et toutes autres manipulations est effectuée sur des échantillons congelés.

Tout le matériel de prélèvement et de prétraitement entrant en contact avec les échantillons est en Téflon, en acier inoxydable ou en verre. Le nettoyage est effectué en général en utilisant de l'eau et du détergent, des acides, de l'eau MilliQ et de l'eau bidistillée, des alcools, d'autres solvants organiques, et un conditionnement à 450°C pendant une nuit pour le matériel en verre Pyrex.

## **TRAITEMENT DES ECHANTILLONS ET PRINCIPES DES METHODES**

Deux méthodes sont sommairement décrites ici : la méthode de dégazage dynamique (Rosse et Brinkman, 1989) et de distillation à vide (EPA5032 1996). La méthode par SPME exige une mise au point analytique et d'essais de la validation pour les composés recherchés.

### **Méthodes de dégazage dynamique (Purge and Trap)**

Les tissus biologiques sont homogénéisés et broyés à froid (0 °C) en utilisant le mixer vertical puissant. On place l'échantillon dans le flacon de 25 mL (EPA) en ajoutant de l'étalon interne (un ou plusieurs composés ex. 1,1,1-trifluorotoluène, toluène-d8...) et 15 mL d'eau UV (sans composés organiques volatiles). Avant d'être connectés à l'appareil de dégazage dynamique (ex. Tekmar LSC 2000) couplé au CPG-SM, les flacons fermés passent dans le bain ultra-sons à froid (0 °C) pendant 20 minutes. Les composés volatiles sont libérés et entraînés par le flux d'un gaz inerte (He) à partir des échantillons chauffés à 70 °C pour être piégés sur un sorbant solide (ex. Vocarb 4000). À partir du piège, les composés sont désorbés par un chauffage rapide à 250°C et recondensés à la tête de la colonne analytique par un module cryogénique (à - 120 °C) pour être finalement injectés dans la colonne par un nouveau chauffage dynamique de -120 à 200 °C en 0,75 min. Les composés sont séparés en CPG et identifiés et quantifiés en SM sur la base de leurs temps de rétentions et leurs spectres de masses. La quantification est effectuée en utilisant la réponse d'ions sélectionnés. En utilisant ces protocoles et les conditions chromatographiques et en spectrométrie de masse (trap d'ions) les limites de quantifications varient entre 0,005 µg/kg et 0,2 µg/kg poids humide dépendant des composés, des blancs et de la quantité d'échantillon.

### **Méthode de distillation à vide (EPA 5032)**

Cette méthode peut être utilisée pour différents types de matrices liquide et solide (eau, sédiments, sols, tissus biologiques). Généralement moins de 10 g de tissus congelés sont placés dans le flacon de l'échantillon

connecté à l'appareil de distillation. Pour commencer la distillation et pour séparer les vapeurs d'eau et les composés volatiles dans les tissus, la pression est baissée à la pression de vapeur de l'eau ou plus bas. Les vapeurs d'eau sont condensées à -10 °C, tandis que les vapeurs des composés volatiles sont piégées à -196 °C. Les composés sont thermiquement désorbés et transférés en CPG-SM. Il faut souligner que les conditions opératoires (le temps de la distillation, températures, etc.) sont établies en fonction de l'échantillon et des composés à analyser. Ces conditions peuvent varier pour obtenir de meilleurs résultats analytiques. La limite de détection du styrène obtenue avec ce protocole et par CPG-SM avec la méthode 8260 est affichée à 3,3 µg/kg (EPA 5032).

#### INTERFERENCES ET CONTROLE/ASSURANCES DE QUALITE

Les sources majeures de la contamination des échantillons sont des composés volatiles présents dans l'atmosphère du laboratoire, des impuretés dans le gaz et dans les pièges utilisés. L'analyse de blancs de laboratoire et des réactives est recommandée pour identifier les sources de la contamination. La contamination croisée d'un échantillon à l'autre est également possible lors des analyses et du stockage des échantillons. La contamination et/ou les pertes des composés volatiles peut se produire principalement pendant les prélèvements et le transport des échantillons. Les containers étanches sont recommandés.

Les informations détaillées concernant l'assurance et le contrôle de qualité des résultats fournis par des laboratoires d'analyses sont indispensables à l'établissement de l'exactitude et de la précision des résultats pour chaque composé individuel.

- ◆ estimation des rendements de l'ensemble du protocole analytique (extraction, purification etc.) établis avec un étalon interne (en utilisant un ou plusieurs composés) ;
- ◆ présentation explicite des méthodes de quantification utilisées (incluant formules et graphiques à l'appui, calibrations internes et externes etc.) ;
- ◆ estimation de la précision effectuées sur au moins 7 analyses répétées du même échantillon avec un ajout d'étalons des rendements ;
- ◆ estimation de reproductibilité au laboratoire ;
- ◆ estimation de l'exactitude des mesures en utilisant des matériaux de références ou des échantillons dopés ;
- ◆ limites de détection et de quantification des méthodes pour chaque composé ;
- ◆ chromatogrammes représentatifs des échantillons fortement et faiblement contaminés ;
- ◆ procédure et résultats des blancs.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

EPA Method 5032 (revision 2 1996)

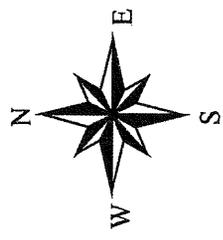
EPA Method 8260B (revision 2 1996)

Hiatt, M.H. 1981. Analysis of fish and sediment for volatile priority pollutants. *Analytical Chemistry*, 53 (9), 1541.

Hiatt, M.H. 1983. Determination of volatile organic compounds in fish samples by vacuum distillation and fused silica capillary gas chromatography/ mass spectrometry. *Analytical Chemistry* 1983, 55 (3), 506.

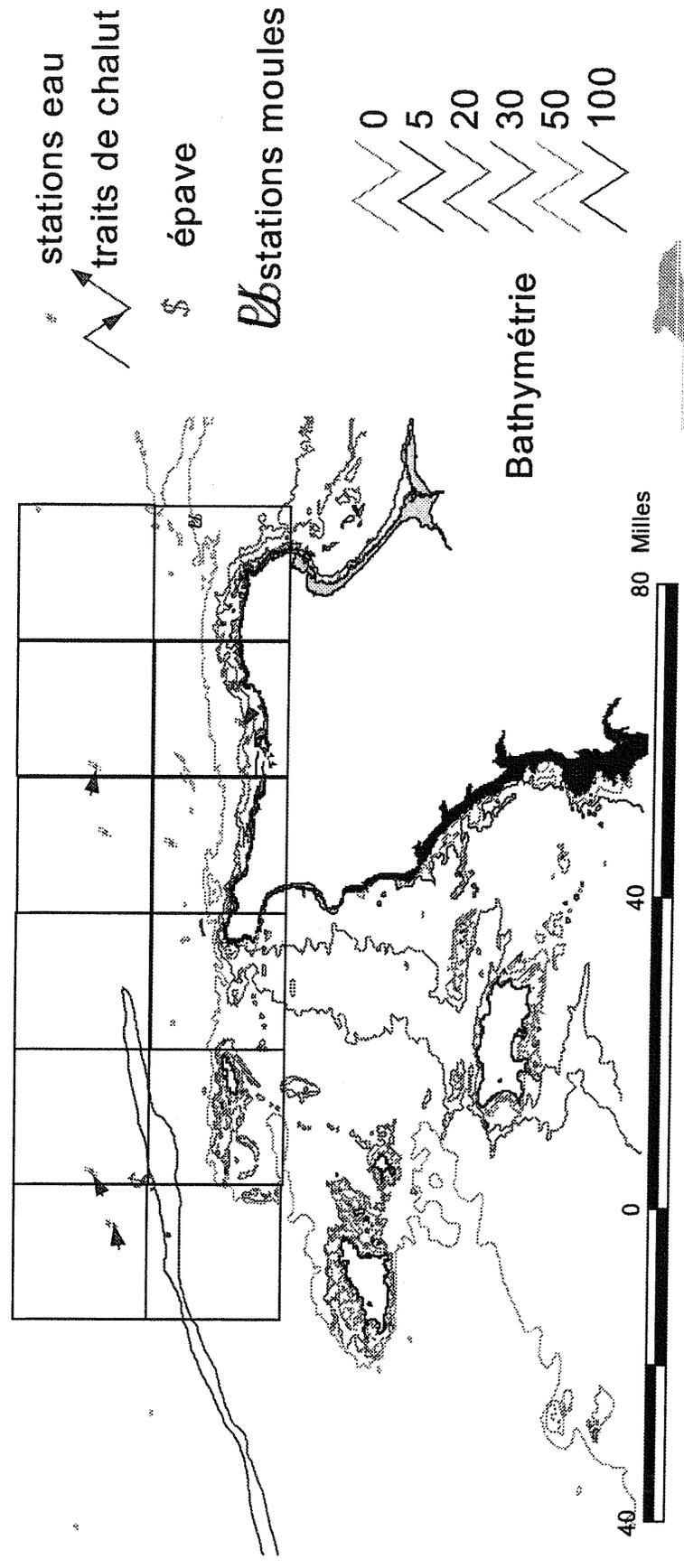
ICES/CIEM Report of the marine chemistry working group. Copenhagen 2000.

Rosse, P. and Brinkman U.A.Th. 1998. Determination of volatile organic compounds in marine biota. *J. Chromatography*. 799, 233-248.



# IEVOLI SUN

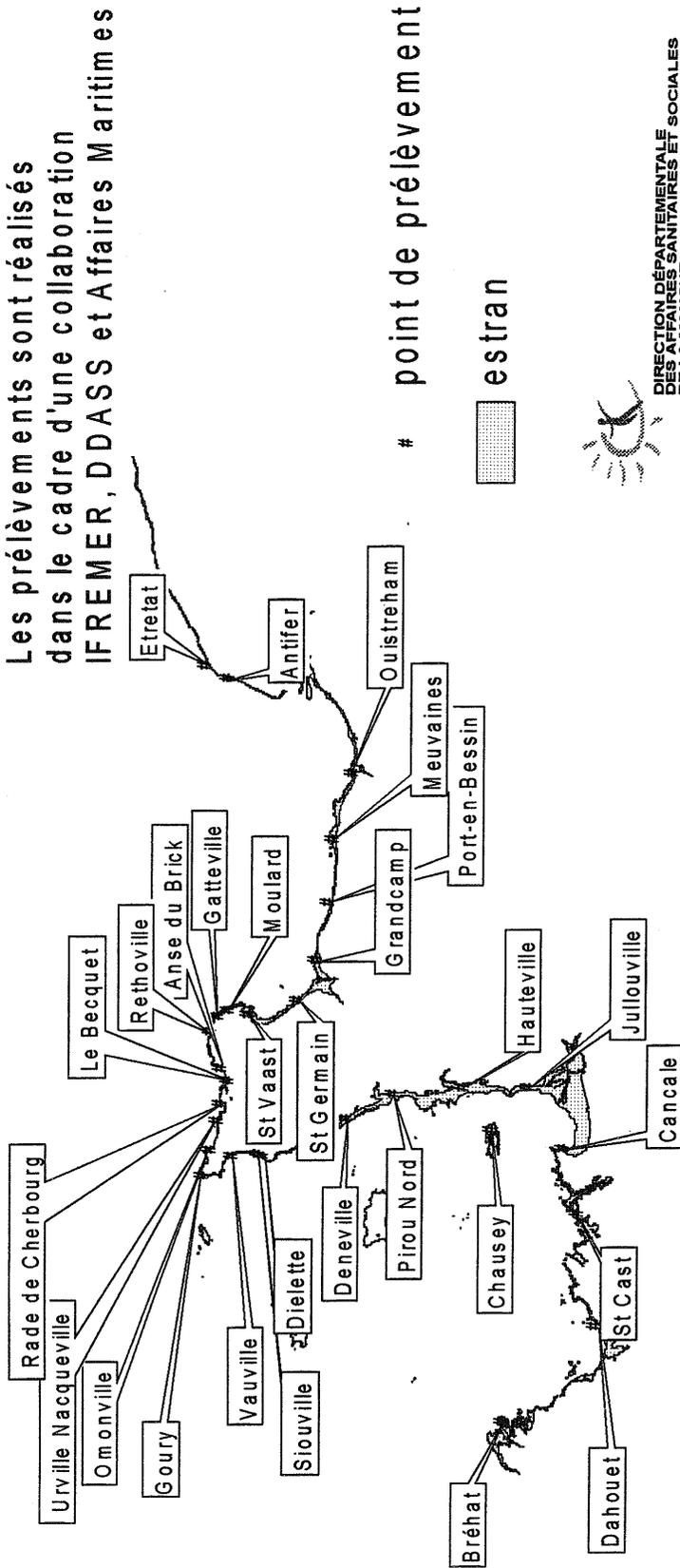
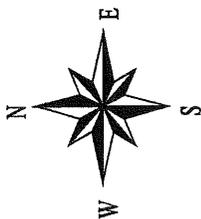
Positionnements des traits de chalut  
et des prélèvements d'eau et de moules  
au 04/11/00 18h00



# IEVOLI SUN : Etat zéro

Points de prélèvement d'eau et de matière vivante à la côte

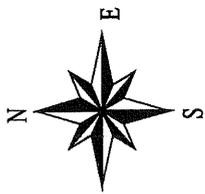
Les prélèvements sont réalisés dans le cadre d'une collaboration IFREMER, DDASS et Affaires Maritimes



DIRECTION DÉPARTEMENTALE  
DES AFFAIRES SANITAIRES ET SOCIALES  
DE LA MANCHE  
Service Santé/Environnement

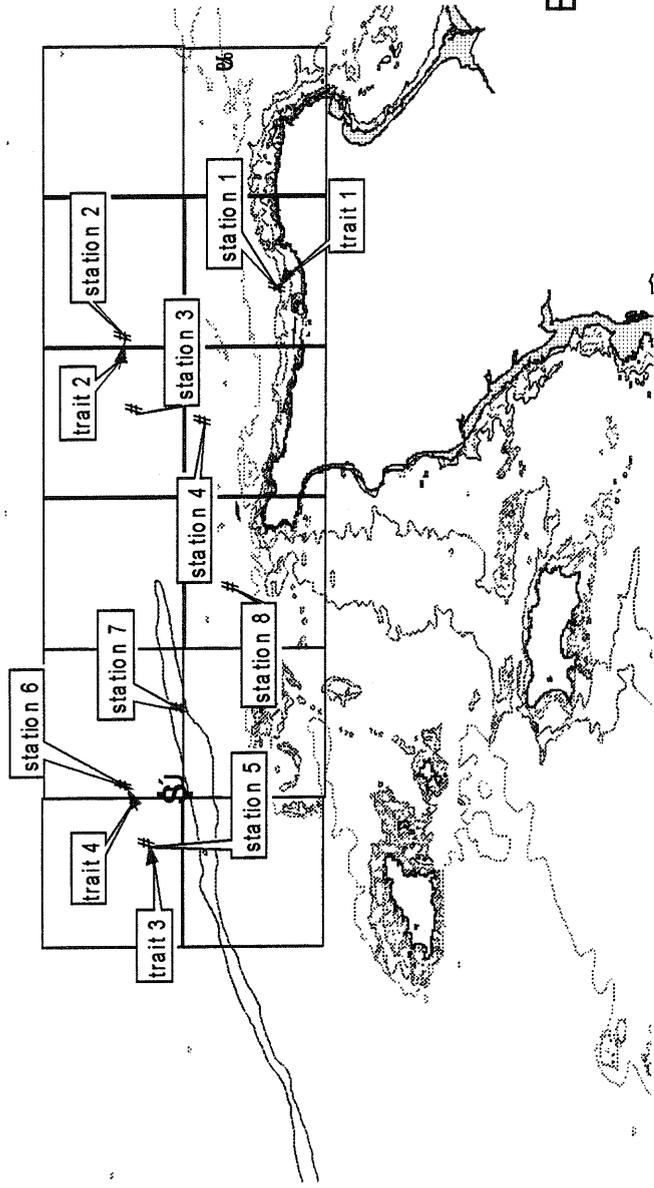


# IEVOLI SUN



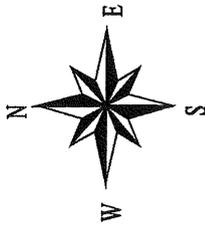
Positionnements des traits de chalut  
et des prélèvements d'eau et de moules  
au 04/11/00 21h00

- ú filière IRIS
  - # stations eau
  - ↗ traits de chalut
  - \$ épave
  - Ⓞ stations moules
- Bathymétrie
- 5
  - 20
  - 30
  - 50
  - 100



40 0 40 80 Miles

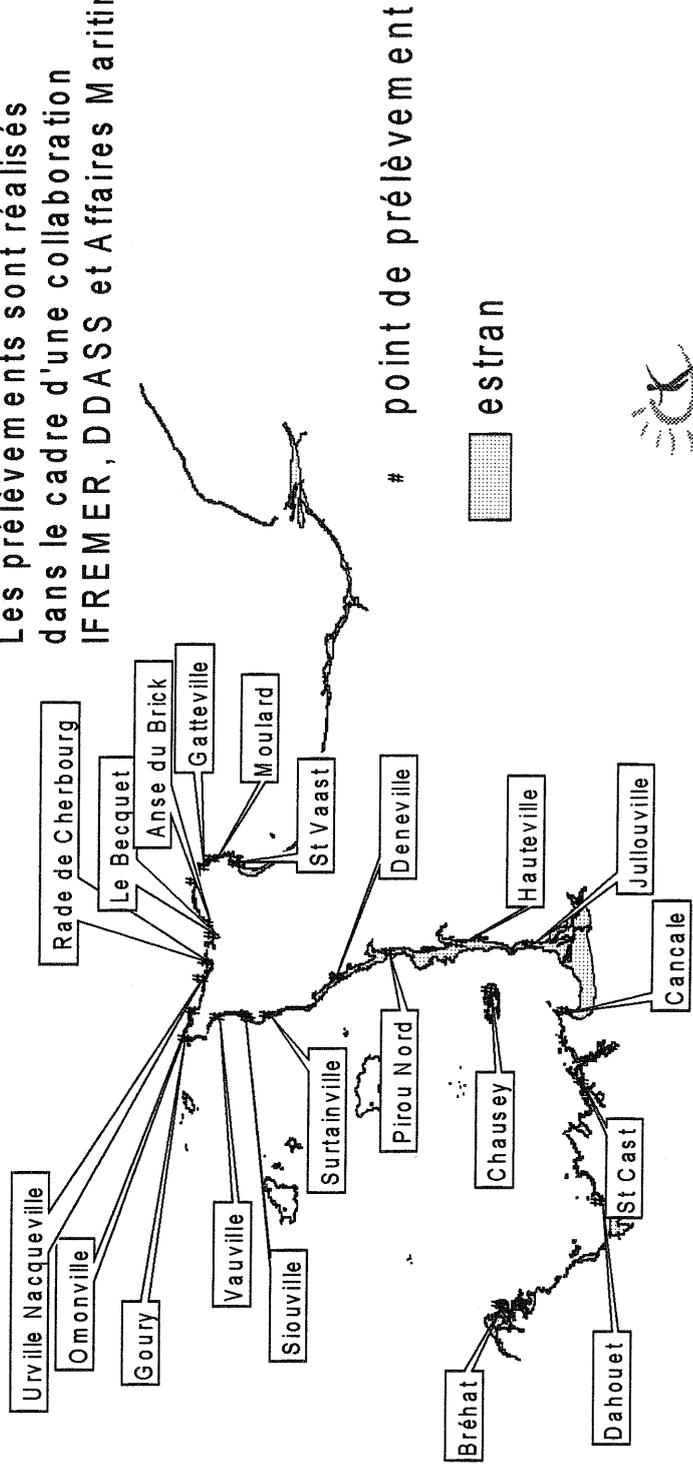
Ifremer



# IEVOLISUN : Suivi eau

## Points de prélèvement d'eau à la côte

Les prélèvements sont réalisés  
dans le cadre d'une collaboration  
IFREMER, DDASS et Affaires Maritimes



DIRECTION DÉPARTEMENTALE  
DES AFFAIRES SANITAIRES ET SOCIALES  
DE LA MANCHE  
Service Santé/Environnement



**IEVOLI SUN : ETABLISSEMENT DE L'ETAT « 0 » ;  
PRELEVEMENT A LA COTE ; RESULTATS « EAU » ; DOSAGE DU STYRENE**

**Secteur : Manche/Calvados/Ile et Vilaine/Côtes d'Armor/ Seine Maritime**

**Date : 14/11/2000**

Nom du point de prélèvement (Cf. carte n°1)	Date de prélèvement	Service préleveur	Observations lors du prélèvement	Laboratoire d'analyse	Date d'analyse	Résultat d'analyse (en µg de styrène par litre d'eau de mer) et commentaires
Etretat	09/11/00 -I61	IFREMER	RAS, O-, V-	Rouen	/	Prélèvement endommagé
Antifer	09/11/00 -I60	IFREMER	RAS, O-, V-	Rouen	13/11/00	<1
Ouistreham	13/11/00 -I76	IFREMER	RAS, O-, V-	Rouen		
Meuvaines	09/11/00 -I59	IFREMER	RAS, O-, V-	Rouen	13/11/00	<1
Port en Bessin	09/11/00 -I56	IFREMER	RAS, O-, V-	Rouen	13/11/00	<1
Grandcamp	14/11/00 - I89	IFREMER	RAS, O-, V-	Rouen		
St Germain de Varreville	13/11/00 -I80	IFREMER	RAS, O-, V-	Rouen		
St Vaast/La Tocquaise	31/10/00 - I7	IFREMER	RAS, O-, V-	Rouen	6/11/00	<1

.....  
Ievoli Sun : établissement de l'état « 0 » ; résultats d'analyse des prélèvements d'eau réalisés à la côte ; fichier etat0coteeau

**Laboratoires IFREMER DEL de Port en Bessin et de St Malo, DDASS 50, Affaires Maritimes 50**



Nom du point de prélèvement (Cf. carte n°1)	Date de prélèvement	Service préleveur	Observations lors du prélèvement	Laboratoire d'analyse	Date d'analyse	Résultat d'analyse (en µg de styrène par litre d'eau de mer) et commentaire
Montfarville/Moulard	31/10/00 – I9	IFREMER	RAS, O-, V-	Rouen	6/11/00	<1
Gatteville	02/11/00 – I25	IFREMER/ Aff Mar 50	RAS, O-, V-	Rouen	6/11/00	<1
Réthoville/Cap Néville	03/11/00 – I29	IFREMER/ Aff Mar 50	RAS, O-, V-	Rouen		
Fernanville/Anse du Brick	02/11/00 – I24	IFREMER/ Aff Mar 50	RAS, O-, V-	Rouen	6/11/00	<1
Tourlaville/Le Becquet	02/11/00 – I18	IFREMER/ Aff Mar 50	RAS, O-, V-	Rouen	6/11/00	<1
Rade de Cherbourg	31/10/00 – I1A	IFREMER/ Aff Mar 50	RAS, O-, V-	Rouen	6/11/00	<1
Urville Nacqueville	03/11/00 – I28	IFREMER/ Aff Mar 50	RAS, O-, V-	Rouen	08/11/00	<1
Omonville	31/10/00 – I3	IFREMER/ Aff Mar 50	RAS, O-, V-	Rouen	08/11/00	<1
Oderville/Goury	02/11/00 – I13	IFREMER/ Aff Mar 50	RAS, O-, V-	Rouen	6/11/00	<1
Vauville	03/11/00 – I32	DDASS50	RAS, O-, V-	Rouen	08/11/00	<1
Siouville Thalasso	02/11/00 – I26	DDASS50	RAS, O-, V-	Rouen	6/11/00	<1

-----  
 levoli Sun : établissement de l'état « 0 » ; résultats d'analyse des prélèvements d'eau réalisés à la côte ; fichier etat0coteeau

**Laboratoires IFREMER DEL de Port en Bessin et de St Malo, DDASS 50, Affaires Maritimes 50**



DIRECTION DÉPARTEMENTALE  
DES AFFAIRES MARITIMES ET SOCIALES  
DE LA MANCHE  
Service Santé/Environnement

**Ifremer**

Nom du point de prélèvement (Cf. carte n°1)	Date de prélèvement	Service préleveur	Observations lors du prélèvement	Laboratoire d'analyse	Date d'analyse	Résultat d'analyse (en µg de styrène par litre d'eau de mer) et commentaire
Flamanville/Dielette	03/11/00 - I33	DDASS 50	RAS, O-, V-	Rouen	08/11/00	<1
Denneville	03/11/00 - I35	DDASS 50	RAS, O-, V-	Rouen	08/11/00	<1
Pirou nord	03/11/00 - I34	DDASS 50	RAS, O-, V-	Rouen	08/11/00	<1
Hauteville	03/11/00 - I31	DDASS 50	RAS, O-, V-	Rouen	08/11/00	<1
Jullouville/St Pair	03/11/00 - I30	DDASS 50	RAS, O-, V-	Rouen	08/11/00	<1
Archipel de Chaussée	08/11/00 - I47	IFREMER PB	RAS, O-, V-	Rouen	13/11/00	<1

### Commentaires :

0 = constat oïfactif ; V = constat visuel ; RAS = Rien à Signaler ; - = négatif ; + = positif ; ++ = très positif

L'ensemble des points permettant d'établir l'état « 0 », c'est-à-dire avant qu'une éventuelle pollution arrive à la côte, n'a pas encore été échantillonné au 14/11/2000. Les échantillonnages seront achevés à la fin de la semaine 46. Tous les prélèvements d'eau seront analysés. Il était prévu d'échantillonner 4 points en Bretagne. IFREMER St Malo ayant reçu un contre ordre de la DDRAM Bretagne, ces 4 points ne seront pas échantillonnés, et sont donc retirés de ce tableau « état 0 » ; Une nouvelle carte ne les faisant plus apparaître vous sera transmise en fin de semaine.

Les résultats d'analyse du styrène dans l'eau obtenus à ce jour sont tous négatifs (inférieurs à 1µg/litre d'eau de mer).

Au fur et à mesure de l'acquisition des futurs résultats d'analyse, d'autres bulletins du même type vous seront adressés.

-----  
levoli Sun : établissement de l'état « 0 » ; résultats d'analyse des prélèvements d'eau réalisés à la côte ; fichier etat0coteeau

**Laboratoires IFREMER DEL de Port en Bessin et de St Malo, DDASS 50, Affaires Maritimes 50**



**IEVOLI SUN : ETABLISSEMENT DE L'ETAT « 0 » ;**

**PRELEVEMENT A LA COTE ; RESULTATS « MATIERE VIVANTE » ; DOSAGE DU STYRENE**

**Secteur : Manche/Calvados**

**Date : 16/11/2000**

Nom du point de prélèvement (Cf. carte jointe)	Date de prélèvement	Service préleveur	Espèce	Observations lors du prélèvement	Laboratoire d'analyse ou stockage	Date d'analyse	Résultat d'analyse (en µg de styrène par Kg de poids humide) et commentaire
Ouistreham	13/11/00 -I77	IFREMER PB	Moules	RAS, O-, V-	Congél PB		
Meuvaines	09/11/00 -I58	IFREMER PB	Moules	RAS, O-, V-	Rouen		
Port en Bessin	09/11/00 -I57	IFREMER PB	Moules	RAS, O-, V-	Rouen		
Grandcamp	14/11/00-I88	IFREMER PB	Huitres	RAS, O-, V-	Congél PB		
St Germain de Varreville	13/11/00 -I81	IFREMER PB	Moules	RAS, O-, V-	Congél PB		
St Vaast/La Tocquaise	31/10/00 - I8A	IFREMER PB	Huitres	RAS, O-, V-	Rouen		
Montfarville/Moulard	31/10/00 - I10A	IFREMER	Moules	RAS, O-, V-	Rouen		
	08/11/00 -I54	PB	Fucus	RAS, O-, V-	Rouen		

-----  
 Ievoli Sun : établissement de l'état « 0 » ; résultats d'analyse des prélèvements de matière vivante réalisés à la côte ; fichier etat0cotematv

**Laboratoires IFREMER DEL de Port en Bessin et de St Malo, DDASS 50, Affaires Maritimes 50**



LE MINISTRE DE LA MER, DE LA PÊCHE  
 DES AFFAIRES MARITIMES ET SOCIALES  
 Service Santé/Environnement

Nom du point de prélèvement (Cf. carte jointe)	Date de prélèvement	Service préleveur	Espèce	Observations lors du prélèvement	Laboratoire d'analyse ou stockage	Date d'analyse	Résultat d'analyse (en µg de styrène par Kg de poids humide) et commentaire
Omonville	31/10/00 – I5A	IFREMER/ Aff Mar 50	Tourteaux	RAS, O-, V-	Rouen		
Oderville/Goury	02/11/00 – I17	IFREMER/ Aff Mar 50	Patelles	RAS, O-, V-	Rouen		
Vauville	13/11/00 – I85	DDASS 50	patelles	RAS, O-, V-	Congél PB		
Siouville Thalasso	13/11/00 – I84	DDASS 50	patelles	RAS, O-, V-	Congél PB		
Surtainville	13/11/00 – I86	DDASS 50	patelles	RAS, O-, V-	Congél PB		
Denneville	03/11/00 – I11A	DDASS 50	Huîtres	RAS, O-, V-	Rouen	15/11/00	<1
Pirou nord	03/11/00 – I39	DDASS 50	Moules	RAS, O-, V-	Rouen		
Hauteville	03/11/00 – I37	DDASS 50	Coques	RAS, O-, V-	Rouen		
Jullouville/St Pair	03/11/00 – I36	DDASS 50	Coques	RAS, O-, V-	Rouen		
Archipel de Causey	08/11/00 – I49	IFREMER PB	Patelles	RAS, O-, V-	Rouen		

levoli Sun : établissement de l'état « 0 » ; résultats d'analyse des prélèvements de matière vivante réalisés à la côte ; fichier etat0cotematv

Laboratoires IFREMER DEL de Port en Bessin et de St Malo, DDASS 50, Affaires Maritimes 50

Nom du point de prélèvement (Cf. carte jointe)	Date de prélèvement	Service préleveur	Espèce	Observations lors du prélèvement	Laboratoire d'analyse ou stockage	Date d'analyse	Résultat d'analyse (en µg de styrène par Kg de poids humide) et commentaire
Moulière de barfleur (large)	03/11/00 – I40	Professionnel el/Aff Mar	Moules	RAS, O-, V-	Rouen		
Gatteville	08/11/00 – I51	IFREMER	Patelles	RAS, O-, V-	Rouen		
	08/11/00 – I52	PB	Bigorneaux	RAS, O-, V-	Rouen		
Fermanville/Anse du Brick	02/11/00 – I23	IFREMER/ Aff Mar 50	Patelles	RAS, O-, V-	Rouen		
	02/11/00 – I22		Ulves	RAS, O-, V-	Rouen		
Tourlaville/Le Becquet	02/11/00 – I19	IFREMER/ Aff Mar 50	Bigorneaux	RAS, O-, V-	Rouen	15/11/00	<I
	02/11/00 – I20		Patelles	RAS, O-, V-	Rouen		
	02/11/00 – I21		Fucus	RAS, O-, V-	Rouen		
Rade de Cherbourg	31/10/00 – I2	IFREMER/ Aff Mar 50	Moules	RAS, O-, V-	Rouen	15/11/00	<I
Urville Nacqueville	03/11/00 – I27	IFREMER/ Aff Mar 50	Patelles	RAS, O-, V-	Rouen		
Omonville	31/10/00 – I4	IFREMER/ Aff Mar 50	Ormeaux	RAS, O-, V-	Rouen	15/11/00	<I

levoli Sun : établissement de l'état « 0 » ; résultats d'analyse des prélèvements de matière vivante réalisés à la côte ; fichier etat0cotemativ

Laboratoires IFREMER DEL de Port en Bessin et de St Malo, DDASS 50, Affaires Maritimes 50

**Commentaires :**

0 = constat olfactif ; V = constat visuel ; RAS = Rien à Signaler ; - = négatif ; + = positif ; ++ = très positif

Quelques points restent encore à échantillonner pour parachever cet état « 0 » dans la matière vivante à la côte.

Dès que les résultats d'analyses seront disponibles, un bulletin du même type les présentant vous sera adressé.



DIRECTION DÉPARTEMENTALE  
DES RESSOURCES PISCICOLES ET SOCIALES  
DE LA MANCHE  
Service Santé/Environnement



-----  
levoli Sun : établissement de l'état « 0 » ; résultats d'analyse des prélèvements de matière vivante réalisés à la côte ; fichier etat0cotematviv

**Laboratoires IFREMER DEL de Port en Bessin et de St Malo, DDASS 50, Affaires Maritimes 50**

## Prélèvements

Le 31/10/00, les premiers prélèvements d'eau et de matière vivante ont été réalisés sur l'ensemble de la zone nord cotentin. Objectif : faire un état "0" avant l'arrivée hypothétique d'une pollution.

Au 03/11/00, nous disposions déjà des échantillons provenant de 17 stations réparties tout au long de la pointe nord du Cotentin (et débordant un peu le long des côtes est et ouest, depuis PIROU jusqu'à St VAAST) :

OMONVILLE : eau, ormeaux, tourteaux, patelles  
GOURY : eau, patelles  
LE BECQUET : eau, patelles, fucus, bigorneaux  
Anse du Brick / FERMANVILLE : eau, enteromorphes, patelles  
Port de GATTEVILLE/SATMAR : eau  
MOULARD : eau, moules  
St VAAST / LA TOCQUAISE : eau, huîtres  
DENEVILLE : huîtres  
Rade de Cherbourg / Cages SALMONA : eau, moules  
SIOUVILLE : eau  
URVILLE/NACQUEVILLE : eau  
DENEVILLE : eau, huîtres  
DIELETTE : eau  
RETHOVILLE : eau  
Banc de Barfleur : moules  
JULLOUVILLE : eau, coques  
HAUTEVILLE : eau et coques  
PIROU NORD : eau et moules

**IEVOLI SUN : PRELEVEMENT DU GWEN DREZ ;**

**RESULTATS «EAU» ; DOSAGE DU STYRENE**

**Secteur : Nord et nord ouest Cotentin/est de Manche ouest (Cf. carte correspondante)**

**Date : 14/11/2000**

Station de prélèvement (Cf. carte 2. jointe)	Date de prélèvement	Profondeur (en mètres)	Observations lors du prélèvement	Laboratoire d'analyse	Date d'analyse	Résultat d'analyse (en µg de styrène par litre d'eau de mer) et commentaire
Station n°1	03/11/00 - G1	1	RAS : O- ; V-	Rouen	08/11/00	<1
Station n°2	03/11/00 - G2	1	RAS : O- ; V-	Rouen	08/11/00	<1
Station n°3	03/11/00 - G4	1	RAS : O- ; V-	Rouen	08/11/00	<1
	03/11/00 - G3	20	RAS : O- ; V-	Rouen	08/11/00	<1
Station n°4	03/11/00 - G5	1	RAS : O- ; V-	Rouen	08/11/00	<1
Station n°5	04/11/00 - G6	1	RAS : O- ; V-	Rouen	08/11/00	<1
Station n°6	04/11/00 - G8	1	RAS : O- ; V-	Rouen	08/11/00	<1
	04/10/00 - G7	30	RAS : O- ; V-	Rouen	08/11/00	<1

ievoli Sun : résultats d'analyse des prélèvements d'eau réalisés par le Gwen Drez

**Laboratoire DEL de Port en Bessin**

Station de prélèvement (Cf. carte 2 jointe)	Date de prélèvement	Profondeur (en mètres)	Observations lors du prélèvement	Laboratoire d'analyse	Date d'analyse	Résultat d'analyse (en µg de styrène par litre d'eau de mer) et commentaire
Station n°7	04/11/00 – G10	1	RAS : O- ; V-	Rouen	08/11/00	<1
	04/11/00 – G9	30	RAS : O- ; V-	Rouen	08/11/00	<1
Station n°8	04/11/00 – G11	1	RAS : O- ; V-	Rouen	08/11/00	<1
Station n°9	09/11/00 – G33	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
	09/11/00 – G34	1	RAS : O- ; V-	INERIS		
Station n°10	09/11/00 – G35	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°11	09/11/00 – G36	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°12	09/11/00 – G37	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°13	09/11/00 – G38	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°14	09/11/00 – G39	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°15	09/11/00 – G40	1	RAS : O- ; V-	Rouen		

-----  
 levoili Sun : résultats d'analyse des prélèvements d'eau réalisés par le Gwen Drez

**Laboratoire DEL de Port en Bessin**

Station n°15	09/11/00 –G41	1	RAS : O- ; V-	INERIS		
Station n°16	09/11/00 –G42	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°17	10/11/00 –G43	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°18	10/11/00 –G44	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°19	10/11/00 –G45	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
	10/11/00 –G46	1	RAS : O- ; V-	INERIS		
Station n°20	10/11/00 –G47	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°21	10/11/00 –G48	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°22	10/11/00 –G49	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°23	10/11/00 –G50	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
	10/11/00 –G51	1	RAS : O- ; V-	INERIS		
Station n°24	10/11/00 –G52	1	RAS : O- ; V-	Rouen		

-----  
levoli Sun : résultats d'analyse des prélèvements d'eau réalisés par le Gwen Drez

**Laboratoire DEL de Port en Bessin**

Station n°25	10/11/00 -G53	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°26	10/11/00 -G54	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°27	10/11/00 -G55	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°28	10/11/00 -G56	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°29	10/11/00 -G57	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°30	10/11/00 -G58	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°31	10/11/00 -G59	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°32	10/11/00 -G60	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
	10/11/00 -G61	1	RAS : O- ; V-	INERIS		
Station n°33	10/11/00 -G62	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°34	10/11/00 -G63	1	RAS : O- ; V-	Rouen		
Station n°35	10/11/00 -G64	1	RAS : O- ; V-	Rouen		

-----  
levoli Sun : résultats d'analyse des prélèvements d'eau réalisés par le Gwen Drez

**Laboratoire DEL de Port en Bessin**



Station n°36	10/11/00 -G65	1	RAS : O- ; V-	Rouen	
Station n°37	10/11/00 -G66	1	RAS : O- ; V-	Rouen	
	10/11/00 -G67	1	RAS : O- ; V-	INERIS	
Station n°38	10/11/00 -G68	1	RAS : O- ; V-	Rouen	

**Commentaires :**

0 = constat olfactif ; V = constat visuel ; RAS = Rien à Signaler ; - = négatif ; + = positif ; ++ = très positif

Aucune contamination des eaux sur les 8 premières stations échantillonnées n'est mise en évidence.  
Les résultats des 30 autres, échantillonnées les 9 et 10 novembre, et plus proches de l'épave, devraient être disponibles jeudi 16.

-----  
levoli Sun : résultats d'analyse des prélèvements d'eau réalisés par le Gwen Drez

**Laboratoire DEL de Port en Bessin**

**IEVOLI SUN : PRELEVEMENTS DU GWEN DREZ ET DE L'IRIS ;**

**RESULTATS «Matière Vivante» ; DOSAGE DU STYRENE**

**Secteur : Nord et nord ouest Cotentin/est de Manche ouest (Cf. carte n°2)**

**Date : 16/11/2000**

Traits de chalut (Cf. carte 2 jointe)	Date de prélèvement	Espèce	Observations lors du prélèvement	Laboratoire d'analyse	Date d'analyse	Résultat d'analyse (en µg de styrène par Kg de chair/poids humide) et commentaire
Trait n°1	03/11/00 – G12	Chincharid	RAS : O- ; V-	Rouen	13/11/00	<1 (chair)
		Encornet	RAS : O- ; V-	Rouen	14/11/00	<1 (chair)
	03/11/00 – G14	Grondin rouge	RAS : O- ; V-	Rouen	14/11/00	<1 (chair)
		Petite Roussette	RAS : O- ; V-	Rouen	13/11/00	<1 (chair)
	03/11/00 – G15					
Trait n°2	03/11/00 – G16	Chincharid	RAS : O- ; V-	Rouen	10/11/00	<1 (chair)
		Encornet	RAS : O- ; V-	Rouen	10/11/00	<1 (chair)
	03/11/00 – G18	Petite Roussette	RAS : O- ; V-	Rouen	10/11/00	<1 (chair) et <1 (branchies)

ievoli Sun : Prélèvements du Gwen Drez et de l'Iris; résultats d'analyse des prélèvements de matière vivante réalisés au large

**Laboratoire DEL de Port en Bessin et Affaires Maritimes 50**

Traits de chalut (Cf. carte 2 jointe)	Date de prélèvement	Espèce	Observations lors du prélèvement	Laboratoire d'analyse	Date d'analyse	Résultat d'analyse (en µg de styrène par gramme de chair humide) et commentaire
Trait n°3	04/11/00 – G19	Chinchard	RAS : O-, V-	Rouen	09/11/00	<1 (chair)
	04/11/00 – G20	Encornet	RAS : O- ; V-	Rouen	10/11/00	<1 (chair)
	04/11/00 – G21	Grondin rouge	RAS : O- ; V-	Rouen	10/11/00	<1 (chair)
	04/11/00 – G22	Grondin rouge	RAS : O- ; V-	Rouen	10/11/00	<1 (chair)
	04/11/00 – G23	Petite Roussette	RAS : O- ; V-	Rouen		
	04/11/00 – G24	Petite Roussette	RAS : O- ; V-	Rouen	09/11/00	<1 (chair) et <1 (branchies)
	04/11/00 – G25	Chinchard	RAS : O- ; V-	Rouen	10/11/00	<1 (chair)
	04/11/00 – G26	Encornet	RAS : O- ; V-	Rouen	14/11/00	<b>8.5 µg/kg dans la chair + branchies</b>
Trait n°4	04/11/00 – G27	Grondin rouge	RAS : O- ; V-	Rouen	09/11/00	<1 (chair)
	04/11/00 – G28	Grondin rouge	RAS : O- ; V-	Rouen	14/11/00	<1 (chair)
	04/11/00 – G29	Petite Roussette	RAS : O- ; V-	Rouen	14/11/00	<1 (chair)

levoli Sun : Prélèvements du Gwen Drez et de l'Iris; résultats d'analyse des prélèvements de matière vivante réalisés au large

Laboratoire DEL de Port en Bessin et Affaires Maritimes 50



Traits de chalut (Cf. carte 2 jointe)	Date de prélèvement	Espèce	Observations lors du prélèvement	Laboratoire d'analyse	Date d'analyse	Résultat d'analyse (en µg de styrène par gramme de chair humide) et commentaire
Trait n° 4 suite	04/11/00 – G30	Petite Roussette	RAS : O- ; V-	Rouen	09/11/00	<1 (chair)
	04/11/00 – G31	Tourteau			15/11/00	<1 (chair) <1 (branchies)
IRIS	09/11/00 – I62	Araignée	RAS : O- ; V-	Rouen	13/11/00	4.9 µg/kg dans la chair ; 18 µg/kg dans les branchies
	09/11/00 – I63	Tourteau	RAS : O- ; V-	Rouen	13/10/00	230 µg/kg dans la chair et 340 µg/kg dans les branchies
	09/11/00 – I64	Araignée	RAS : O- ; V-	Rouen		
	09/11/00 – I65	Tourteau	RAS : O- ; V-	Rouen		
	09/11/00 – I66	Tourteau	RAS : O- ; V-	Rouen		
	09/11/00 – I67	Tourteau	RAS : O- ; V-	Rouen		
	09/11/00	Différentes espèces	RAS : O- ; V-	GB		Prélèvements en cours d'analyse en angleterre

-----  
 levoli Sun : Prélèvements du Gwen Drez et de l'Iris; résultats d'analyse des prélèvements de matière vivante réalisés au large

**Laboratoire DEL de Port en Bessin et Affaires Maritimes 50**

**Commentaires :**

0 = constat olfactif ; V = constat visuel ; RAS = Rien à Signaler ; - = négatif ; + = positif ; ++ = très positif

Lors des prélèvements, aucune odeur et aucune modification de couleur des poissons ou des crustacés n'ont été constatées.

Jusqu'à présent, toutes les analyses menées dans la chair des poissons sont « négatives » (résultat inférieur à 1 µg de styrène par Kg de chair/poids humide).

Par contre, les prélèvements de crabes pêchés par l'IRIS dans des filières de casiers mouillées à proximité de l'épave mettent en évidence une contamination atteignant 340 µg/kg (résultats de 340 µg/kg dans les branchies et de 230 µg/kg dans la chair du tourteau n°163 ; résultats confirmés par le laboratoire de Rouen).

A titre indicatif, 340 µg/kg représentent une contamination légèrement inférieure à la dose journalière admissible fixée par l'OMS : 7.7 µg/kg de poids corporel et par jour, soit 616 µg par jour pour une personne de 80 Kg, ou 385 µg par jour pour une personne de 50 kg.

De même, un encornet chaluté par le Gwen Drez le 04/11/00 (trait n°4) présente une légère contamination (8.5 µg de styrène par kg de chair et de branchies).

Les résultats d'analyse des prélèvements d'eau réalisés par le Gwen Drez autour de l'épave la semaine dernière permettront de mieux appréhender l'ampleur de cette contamination ; résultats attendus jeudi 16/11.



## NAUFRAGE DU IEVOLIS SUN

---

### SUIVI DE LA CONTAMINATION DANS L'EAU ET DE LA MATIERE VIVANTE

#### SYNTHESE DES PRELEVEMENTS ET RESULTATS D'ANALYSES

(Note établie par IFREMER le 15/11/2000)

---

#### SUIVI DE SURVEILLANCE

##### Prélèvements d'eau à la côte

Nb d'échant.	Date	Service préleveur	Nb. d'analyses	Résultats
16	Du 9/11 au 13/11	IFREMER/PB et DDASS 50	6	Tous < au seuil de dosage

17 points de suivi, avec 1 prélèvement d'eau hebdomadaire sur chacun des points.

Passage en « alerte » si dépassement du seuil de 40 µg / litre. Alors, renforcement du protocole de suivi avec :

- augmentation des prélèvements d'eau (dans le temps et l'espace)
- prélèvement de matière vivante

##### Prélèvements au large (Gwen Drez et Iris)

##### Prélèvements d'eau au large avec le GWEN DREZ

Nb d'échant.	Date	Service préleveur	Nb. d'analyses	Résultats
11	3 et 4/11	IFREMER/PB	11	Tous < au seuil de détection
36	9 et 10/11	IFREMER/PB	Urgence en cours	Attendus pour le 16/11

##### Prélèvements de matière vivante au large avec le GWEN DREZ

Nb d'échant.	Date	Service préleveur	Nb. d'analyses	Résultats
4 traits au chalut de fond, et 19 échantillons (chinchard,	3 et 4/11	IFREMER/PB	18	Tous < au seuil de détection, sauf un encornet (8.5 µg/kg de chair

## NAUFRAGE DU IEVOLIS SUN

---

### SUIVI DE LA CONTAMINATION DANS L'EAU ET DE LA MATIERE VIVANTE

#### SYNTHESE DES PRELEVEMENTS ET RESULTATS D'ANALYSES

(Note établie par IFREMER le 15/11/2000)

---

#### ETABLISSEMENT D'UN ETAT 0 DE REFERENCE

##### Prélèvements d'eau à la côte

Nb d'échant.	Date	Service préleveur	Nb. d'analyses	Résultats
17	Du 31/10 au /11	IFREMER/PB DDASS 50 Aff. Mar. 50	16	Tous < au seuil de détection de 1µg / litre

##### Prélèvements de matière vivante à la côte

Nb d'échant.	Date	Service préleveur	Nb. d'analyses	Résultats
28 Moule, huitre, Fucus, patelle, bigorneau, ormeau, coque	Du 31/10 au 13/11	IFREMER/PB DDASS 50 Aff. Mar. 50 Pêcheurs	5 réalisées ; 23 en cours	Tous < au seuil de détection de 1µg / kg

encornet, grondin, petite roussette				+ branchies)
--	--	--	--	--------------

Prélèvements de matière vivante des casiers britanniques à bord de l'IRIS

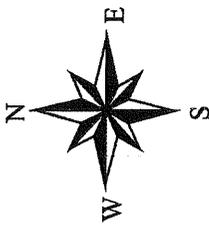
Nb d'échant.	Date	Service préleveur	Nb. d'analyses	Résultats (**)
6	9 / 11	Affaires Maritimes	2 (*)	Araignée : 4,9 µg chair, 18 µg branchies  Tourteau : 230 µg chair 340 µg branchies

(\*) Quatre échantillons sont en analyse urgente pour le 16/11.

Différentes espèces ont été confiées aux services Britanniques, résultats en attente.

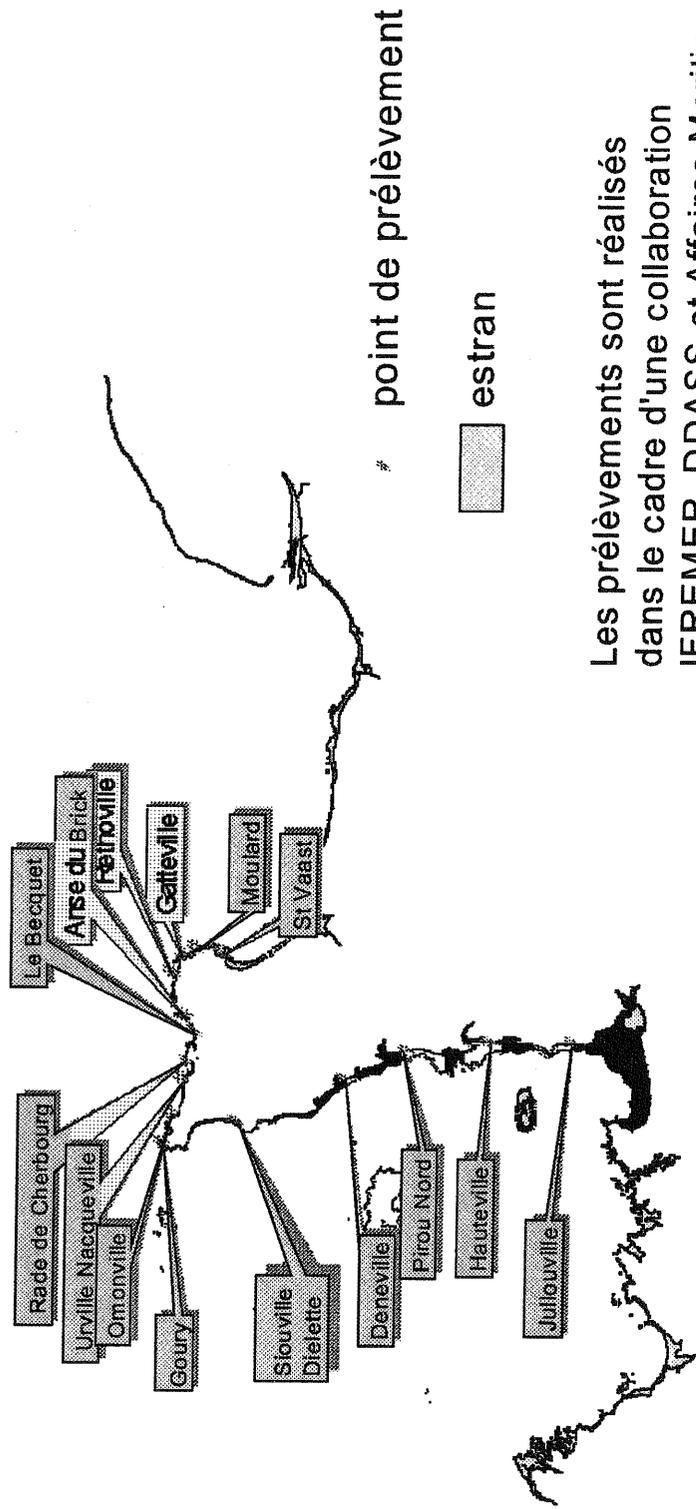
(\*\*) Résultats obtenus à proximité de l'épave et restant à confirmer par les autres analyses en cours.

Rappel : à titre indicatif, 340 µg/Kg de tourteau est une contamination légèrement inférieure à la dose journalière admissible fixée par l'OMS : 7.7 µg/kg de poids corporel, soit 385 µg par jour pour une personne de 50 kg et 616 µg par jour pour une personne de 80 kg.



# IEVOLI SUN

Points de prélèvement d'eau et de matière vivante à la côte



Les prélèvements sont réalisés dans le cadre d'une collaboration IFREMER, DDASS et Affaires Maritimes



**Naufrage de Ievoli Sun - Intervention de Robin Law**

(réunion du groupe expert auprès du Préfet de zone de défense Ouest du 7 novembre 2000)

Whilst I appreciate the need to determine concentrations of styrene in marine organisms, there are I believe a number of factors which will result in the concentrations not becoming particularly high.

Firstly, the styrene is held in 8 tanks on the vessel which are not adjacent, and a catastrophic failure of the vessel leading to a loss of the full 4.000 tonne cargo is now a remote possibility as the vessel is on the seabed below the influence of storms and winds.

Also, the bioaccumulation potential of styrene is not high and the exposure time following release will be short. The depuration time for styrene in organisms is also short (half-life probably of the order of hours), and no even if taken up by the organism the ambient concentrations will not be maintained and styrene will rapidly be eliminated from tissues.

**Proposition de traduction :**

Même si j'apprécie la nécessité de déterminer les concentrations en styrène dans les organismes marins ; il y a, je crois, un certain nombre de facteurs qui feront que les concentrations ne deviendront pas particulièrement élevées.

Premièrement, le styrène est contenu dans 8 réservoirs du navire qui ne sont pas adjacents et une cassure catastrophique du bateau conduisant à une perte de l'ensemble des 4.000 tonnes de cargaison constitue une possibilité écartée, étant donné que le bateau est posé au-dessous de l'influence des tempêtes et des vents.

Par ailleurs, le potentiel de bioaccumulation du styrène n'est pas élevé et le temps d'exposition consécutif au relargage sera court. Le temps d'épuration du styrène dans les organismes est également faible (demi-vie probablement de l'ordre de quelques heures) et même si elles sont captées par les organismes, les concentrations ambiantes ne seront pas maintenues et le styrène sera rapidement éliminé des tissus.

Vos contacts :

**Cellule Inter-Régionale d'Epidémiologie Ouest**

**DRASS de Bretagne**

**20 rue d'Isly**

**C.S. 84224**

**35042 RENNES CEDEX**

**Correspondant : Dr Claire Schvoerer**

**Tél : 02.99.35.29.58**

**Fax : 02.99.35.29.61**

**Préfecture de Zone de Défense Ouest**

**Secrétariat général de la Zone de défense et de la sécurité civile**

**35, place du Colombier**

**B.P. 60524**

**35005 RENNES CEDEX**

**Correspondant : Colonel Courtois**

**Tél : 02.99.67.74.67**

**Fax : 02.99.31.30.21**