



INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES

# **Evaluation des expositions au produit pétrolier de l'ERIKA sur la zone de dépollution**

Dossier ERIKA

Rapport 5

Ministère de l'Aménagement du Territoire  
et de l'Environnement

*O. BLANCHARD*

*Direction des Risques Chroniques*

**MARS 2000**

# TABLE DES MATIERES

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
<b>2. EVALUATION INITIALE QUALITATIVE</b>	<b>3</b>
2.1 états des lieux	3
2.2 nature des polluants	3
2.3 identification des expositions sur le site	4
2.3.1 poste de ramassage	4
2.3.2 poste de nettoyage à la lance impact	4
2.3.3 poste de nettoyage au jet à haute pression	5
2.3.4 encadrement	5
2.3.5 conducteurs d'engins	5
2.3.6 riverains	6
2.4 synthèse des informations	6
<b>3. MESURES SUR LE POSTE DE “ DÉCONTAMINATION ”</b>	<b>7</b>
3.1 localisation du site de prélèvement	7
3.2 méthode d'échantillonnage	7
3.3 nature des essais	7
3.4 analyses	8
3.5 resultats et interpretation	8
<b>4. CONCLUSION</b>	<b>9</b>
<b>5. LISTE DES ANNEXES</b>	<b>10</b>

## **1. INTRODUCTION**

---

Le produit pétrolier transporté par l'ERIKA est un fioul lourd, du type n°2, contenant de nombreux composés toxiques comme l'indiquent les différentes analyses réalisées en laboratoire. Le risque d'exposition du personnel employé à la dépollution des différents sites doit donc être étudié avec la plus grande attention.

Afin d'évaluer l'exposition au risque toxique sur ce type de chantier, nous nous sommes rendus sur un site de dépollution à la pointe du Croisic (Annexe A - figure 1). L'objectif de cette mission était d'identifier les situations à risque, de donner un avis sur les mesures préventives mises en œuvre et de définir, si besoin, une stratégie de surveillance pour les postes les plus exposés.

## **2. EVALUATION INITIALE QUALITATIVE**

---

### **2.1 ETATS DES LIEUX**

L'évaluation initiale qui a pour but de dresser un état des lieux a été réalisée le 15 février 2000. Elle s'est déroulée sous la responsabilité du lieutenant BERTIN et sous couvert du capitaine LANGLOIS responsable des opérations de dépollution au PCA de La Baule.

La zone de dépollution qui s'étend sur la côte sauvage, de la pointe du Croisic à La Baule, est découpée en plusieurs chantiers (site de dépollution). Au cours du temps, la population affectée à cette dépollution varie environ entre 800 et 1200 personnes. Ces dernières sont réparties sur différents sites avec en moyenne 70 à 100 opérateurs par chantiers selon la caractéristique des travaux à réaliser et surtout l'ampleur du nettoyage à effectuer.

Chaque site est également subdivisé en plusieurs secteurs d'activités regroupant vingt à trente personnes selon les cas. La nature des travaux observés sur différents secteurs est sensiblement la même d'un site à l'autre. Les principaux postes affectés à ces travaux sont décrits au point 2.3 de ce rapport.

La durée de séjour des différents intervenants sur leur site d'affectation varie d'une journée (pour un bénévole) à trois semaines maximum (pour un militaire). En moyenne la durée d'une mission est généralement d'une semaine à quinze jours.

### **2.2 NATURE DES POLLUANTS**

Les polluants rencontrés sur le site sont issus du produit pétrolier de l'ERIKA. La nature et la toxicité des composés rencontrés sont données par les différentes analyses qui ont pu être réalisées (voir ERIKA parties 1 et 3). Parmi ces composés on distingue un certain nombre de produits toxiques tels que :

- des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs dont des cancérogènes comme le benzo[a] pyrène),
- des composés organiques volatils (benzène, toluène, xylène...),

A cette liste, vient s'ajouter un solvant organique, à base de kérosène, le KETRUL 211 commercialisé par la société TOTAL. Ce produit recommandé par le CEDRE est destiné à faciliter le nettoyage de surfaces polluées (rochers, cirés, bottes...). La fiche de données de sécurité indique la présence de benzène dans le produit (annexe D). Nous avons constaté que l'utilisation de ce produit est réservée exclusivement au nettoyage des vêtements souillés par le produit pétrolier et que son utilisation dépend de chaque responsable de site. Sur la zone observée le produit n'a pas fait l'objet d'un usage sur rochers.

Enfin, l'utilisation d'autres types de solvants n'a pas été constatée au cours de nos diverses observations.

## **2.3 IDENTIFICATION DES EXPOSITIONS SUR LE SITE**

L'étude des phases principales dans les travaux de dépollution indique que le contact avec le produit pétrolier varie en fonction des postes occupés. Les étapes les plus critiques ont été identifiées au cours d'une analyse des différents postes sur le site.

### **2.3.1 poste de ramassage**

A l'exception de certaines grandes plages, où la collecte peut-être mécanisée, le ramassage du produit pétrolier est le plus souvent manuel. Les personnes chargées de ce poste sont généralement munies de truelles, de pelles ou de râpeaux (Annexe A - planche I). Dans certains cas, le produit pétrolier est collecté directement avec les mains protégées par une paire de gants en caoutchouc.

Le rôle des ramasseurs consiste à collecter au mieux le produit pétrolier qui s'est répandu sur le sable et les rochers. La nature des travaux varie en fonction du type de collecte et le contact avec le produit est donc plus ou moins important selon les situations rencontrées.

Parmi celles-ci, l'extraction d'une nappe de plusieurs centimètres d'épaisseur dans une excavation de falaise constitue sans aucun doute l'une des activités les plus critiques.

Au cours de ces travaux le contact avec le produit peut-être important comme en témoigne la couleur des combinaisons après quelques heures de nettoyage (Annexe A - planche I). La durée des travaux est généralement comprise entre quatre et six heures et dépend des horaires de marée.

Sur ce poste, les personnes sont équipées d'une combinaison jetable, d'un ciré de protection, d'une paire de bottes et de gants (sur plusieurs épaisseurs et dont la dernière est compatible aux hydrocarbures) pour éviter tout contact cutané avec le produit.

### **2.3.2 poste de nettoyage à la lance impact**

Le nettoyage des rochers à la lance impact est pratiqué sur différents sites. L'opérateur est muni soit d'une lance incendie alimentée par un camion soit d'une lance impact alimentée en eau de mer par une pompe autonome (Annexe A - planche II). Le but de l'opération est de décoller le produit pétrolier répandu sur les rochers. Le produit ainsi décollé, se disperse en mer ou est récupéré par des filets disposés en contrebas ou par des opérateurs munis d'une épaisseur. Ce type de travaux génère un aérosol grossier, sous forme de gouttelettes, dont la taille est trop importante pour entraîner un risque d'exposition par inhalation pour les opérateurs.

En revanche, par projection, les gouttelettes formées peuvent présenter un risque d'exposition par voie cutanée et par ingestion et un risque d'irritation pour les yeux. Sur ce poste les intervenants sont équipés d'une combinaison jetable, d'un ciré de protection, d'une paire de bottes, d'un demi-masque papier antipoussières (recouvrant le nez, la bouche et le menton), de gants, et d'une paire de lunettes de protection. Ces dernières semblent être efficaces. Cependant, le masque papier jetable ne semble pas fournir une étanchéité totale. En effet, les intervenants sur ce type de chantier témoignent que le produit peut passer entre le masque et la peau et de ce fait atteindre les lèvres. Le risque d'exposition par voie cutanée et par ingestion est donc possible.

La durée des travaux sur ce poste ne dépasse pas généralement quatre heures et dépend également des horaires de marée.

### **2.3.3 poste de nettoyage au jet à haute pression**

Le poste de nettoyage au jet à haute pression consiste à nettoyer les vêtements (cirés et bottes) souillés par le produit (Annexe A - planche III). Chaque opérateur passe dans un sas de "décontamination" composé en général d'un bac de trempage qui contient le KETRUL 211 (ou parfois par pulvérisation du produit) et d'une benne pour la récupération des eaux issues du nettoyage.

L'eau en sortie du jet à haute pression est à environ 80°C. L'utilisation de ce procédé va donc favoriser la formation d'un aérosol, d'une granulométrie relativement fine. L'aérosol ainsi formé est composé d'eau mais également des produits contenus dans le fioul lourd. La taille des particules ainsi formées et la nature des composés présents dans cet aérosol peuvent présenter un risque d'exposition par inhalation pour les différents intervenants.

Durant cette opération, des projections sous forme de gouttelettes ont également été constatées. Le risque d'exposition par voie cutanée est donc également à considérer.

L'opération de nettoyage d'un intervenant dure en moyenne trois à cinq minutes. Le poste de nettoyage dure quant à lui en moyenne quarante minutes à une heure selon le nombre d'intervenants à décontaminer et la présence d'outils à nettoyer.

Chaque intervenant est équipé d'une combinaison jetable, d'un ciré de protection, d'une paire de bottes, d'une paire de lunettes, de gants et d'un demi-masque de classe A1 (vapeurs organiques) et de classe P1 (aérosols) couvrant le nez, la bouche et le menton.

### **2.3.4 encadrement**

Les personnes chargées de l'encadrement qui coordonnent les activités de nettoyage sont habituellement en retrait des zones de dépollution (plages et rochers). Le contact avec le produit pétrolier est de ce fait limité.

### **2.3.5 conducteurs d'engins**

Les différents conducteurs d'engins (camions bennes, tracteurs agricoles, engins de levage, tracto-pelle ...) sont chargés de récolter et d'acheminer le produit issu du nettoyage des différents sites vers les zones de stockage. Comme pour les personnes chargées de l'encadrement l'exposition au produit reste limitée.

### **2.3.6 riverains**

Ces derniers, même s'ils ne participent pas aux travaux de dépollution, séjournent à quelques mètres soit du produit déposé sur les plages et rochers, soit près des sites de stockage. La présence du produit pétrolier à proximité de leurs lieux de vie doit donc être considérée.

## **2.4 SYNTHÈSE DES INFORMATIONS**

Au regard de ces observations, il ressort que les postes les plus exposés sont les travaux en relation directe avec la dépollution des plages et rochers. Trois types de travaux réclament une attention particulière. Ils concernent le ramassage du produit pétrolier, le nettoyage à la lance impact et le poste de "décontamination".

Sur le poste de ramassage nous avons pu constater que le risque d'exposition par voie cutanée a été correctement pris en compte. Chaque opérateur suit une procédure d'habillage bien établie qui le prémunit de tout contact cutané avec le produit pétrolier. La situation actuelle n'est plus comparable à celle des premiers jours où certains bénévoles n'étaient absolument pas protégés.

Cependant, au cours de nos observations nous avons pu constater quelques cas de personnes se touchant, par inadvertance, le visage avec leur combinaison ou leurs gants souillés par le produit et d'autres, dont le produit pétrolier avait traversé la combinaison jetable et le ciré. Dans toutes ces situations le contact cutané avec le produit est de quelques heures.

En ce qui concerne les risques d'exposition par inhalation, nous disposons de très peu d'informations sur les niveaux de concentration des composés organiques volatils dans l'air ambiant. Les seuls prélèvements en notre possession sont ceux réalisés par la DDASS de Nantes. Ils mettent en évidence des concentrations très faibles en benzène et toluène (Annexe C).

Cependant, les mesures réalisées en chambre d'exposition (voir ERIKA partie 4) témoignent de la volatilité de certains composés (benzène, styrène, 1.3 butadiène...). En outre, les maux de tête et les troubles digestifs observés sur différents intervenants doivent être considérés avec la plus grande attention. Ces différentes observations devraient conduire à mener une campagne de mesures sur une population plus large et sur les travaux de nettoyage les plus polluants. Cette campagne pourrait également, par des mesures environnementales, prendre en compte l'exposition des différentes personnes séjournant à proximité du site de dépollution ou des sites de stockage (exemple des riverains).

En ce qui concerne le nettoyage des rochers à la lance impact les risques d'exposition par voie cutanée et par ingestion peuvent être rapidement résolus par le port d'un masque adapté (masque facial complet, recouvrant l'ensemble du visage).

Enfin, pour le passage dans la zone de décontamination, la situation est mal connue et une exposition éventuelle à un aérosol chargé en composés toxiques n'est pas à exclure. Le manque de données objectives sur ce type de travaux nous a donc conduit à réaliser différentes mesures sur ce poste.

### **3. MESURES SUR LE POSTE DE “ DECONTAMINATION ”**

---

#### **3.1 LOCALISATION DU SITE DE PRELEVEMENT**

Le site retenu pour les mesures est celui de la pointe de Penchâteau sur la commune du Pouliguen. La campagne s'est déroulée du 16 au 17 février 2000 sur le poste de “ décontamination ” au jet à haute pression.

#### **3.2 METHODE D'ECHANTILLONNAGE**

La présence importante d'eau dans l'aérosol formé au cours de cette opération nous a conduit à travailler selon la méthode utilisée pour des prélèvements à l'émission. Le protocole de prélèvement et d'analyse est celui décrit par la norme X 43-329 (Emission des sources fixes - Prélèvements et mesures d'hydrocarbures aromatiques polycycliques et des goudrons à l'émission). La méthode a été étendue à la mesure des 16 HAP retenus dans la liste EPA.

Le protocole de mesure utilisé est le suivant :

L'échantillon est prélevé grâce à un ensemble complet de prélèvement en verre comprenant une sonde et un filtre plan maintenus à une température de 125°C, un condenseur, un pot à condensats et une cartouche remplie de résine XAD-2 préalablement conditionnée (Annexe A - figure 2).

- les différents composants du système de prélèvement : filtre, condensats, résine XAD-2 et solvants de rinçage de la sonde, du porte-filtre, du réfrigérant et du pot à condensats sont collectés et traités en laboratoire,
- les échantillons solides (filtre, résine) sont extraits au Soxhlet avec du dichlorométhane, les échantillons aqueux sont traités par extraction liquide-liquide avec du dichlorométhane. Les divers extraits sont rassemblés et concentrés sur keeper. L'échantillon concentré est repris à l'acétonitrile.

#### **3.3 NATURE DES ESSAIS**

Les essais ont été réalisés par un technicien de l'INERIS particulièrement entraîné, expérimenté et averti dans l'échantillonnage des HAPs à l'émission des sources fixes.

Deux types d'essai ont été réalisés, l'un sans KETRUL 211, l'autre après passage des intervenants dans un bac contenant le KETRUL 211 avec une immersion des bottes durant quelques minutes.

Le nombre des intervenants a varié en fonction des essais, entre dix et vingt. Pour augmenter la durée des deux prélèvements et donc le volume échantillonné, la personne chargée du nettoyage a poursuivi son opération par la décontamination du matériel utilisé pour la dépollution du site (pelles, truelles, poubelles, râpeaux, lances impact...).

L'échantillonneur utilisé pour le prélèvement était situé à quelques mètres de la benne de “ décontamination ” de manière à éviter les projections des gouttelettes et de capter principalement la fraction inhalable (Annexe A – planche IV). Cette disposition conduit certainement à une sous-estimation des concentrations à proximité de l'opérateur mais, diminue le risque d'une surestimation par le prélèvement des gouttelettes dues aux projections.

Le dispositif de prélèvement était installé sous le vent de la zone de décontamination. A noter que durant les mesures le vent était relativement fort.

### **3.4 ANALYSES**

Les échantillons ont été analysés à l'INERIS moins de vingt heures après leur prélèvement. Les analyses ont été effectuées sur le filtre, la résine et les produits de rinçage et les condensats.

L'analyse quantitative des HAPs a été réalisée au moyen d'un chromatographe en phase liquide haute performance (CLHP), équipé d'un détecteur fluorimétrique.

Une analyse complémentaire a été réalisée en spectrométrie de masse de manière à rechercher la nature des autres composés présents dans l'échantillon.

### **3.5 RESULTATS ET INTERPRETATION**

Le résultat des deux essais est donné en annexe B, sous forme de tableaux et de chromatogrammes.

Les tableaux I et III font référence à l'essai 1, sans utilisation du KETRUL 211 et les tableaux II et IV à l'essai 2 avec utilisation du KETRUL 211.

L'examen des différents tableaux met en évidence la présence des nombreux composés analysés dans les échantillons solides prélevés sur le site de dépollution (voir ERIKA – partie 1). Ceci confirme la dispersion de ces composés dans l'air ambiant sous l'effet mécanique du jet à haute pression et sous l'influence de la température de l'eau à 80°C.

On constate également que les HAPs méthylés sont majoritaires par rapport aux HAPs non substitués.

Pour les HAPs de la liste EPA (tableaux I et II) se sont les composés les plus légers (2 à 4 cycles aromatiques) qui constituent principalement l'aérosol. On les observe surtout dans la phase gazeuse (présence importante sur les résines d'échantillonnage). Les composés les plus abondants sont le naphthalène, l'acénaphthène et le phénanthrène. Leurs concentrations varient entre 480 et 870 ng/m<sup>3</sup>. Cependant, ces concentrations doivent être observées avec une certaine prudence compte tenu de la volatilité de ces composés et leur présence fréquente dans les blancs de laboratoire (exemple du naphthalène et du phénanthrène – voir tableau V).

Pour les HAPs lourds (5 cycles aromatiques et plus), présents habituellement dans la phase particulaire, ils sont minoritaires, voire non détectables, dans la composition des deux échantillons. Les composés les plus "abondants" sont le chrysène et le benzo[a]pyrène. Leurs concentrations varient entre 9 et 31 ng/m<sup>3</sup>.

Enfin, on constate que l'usage du KETRUL 211 conduit à des concentrations sensiblement plus importantes de HAPs dans l'aérosol, notamment pour les légers.

Les concentrations en HAPs mesurées au cours de ces deux essais demeurent cependant très faibles même si elles sont supérieures de 10 à 100 fois, selon le type de composés, aux valeurs rencontrées dans l'air ambiant.



En terme d'exposition, seuls le naphthalène et le benzo[a] pyrène font l'objet d'une valeur limite d'exposition professionnelle. Elle est équivalente à 50 mg/m<sup>3</sup> pour le naphthalène et à 150 ng/m<sup>3</sup> pour le benzo[a] pyrène. Dans les deux cas, les concentrations mesurées sur le poste de "décontamination" sont très en deçà de ces valeurs limites d'exposition professionnelle.

Une évaluation du risque sanitaire à partir des données observées montre que le risque d'exposition par inhalation sur ce type de poste est très faible même pour une exposition de huit heures (voir ERIKA – partie 6).

Toutefois, la présence de composés cancérogènes (exemple du benzo[a] pyrène) dans l'aérosol formé conduit à observer certaines règles préventives. En outre, les valeurs observées ne concernent que deux mesures et une concentration plus importante de ces composés à proximité des opérateurs n'est pas à exclure.

Ces mesures préventives doivent s'appliquer en premier lieu à l'opérateur chargé du poste de décontamination. Il est important que ce dernier porte un masque de protection respiratoire compte tenu de la durée du poste. Comme sur le poste de nettoyage à la lance impact, les projections sous forme de gouttelettes sont également importantes et l'aspect de l'opérateur en fin de poste en témoigne (Annexe A – planche V). De manière à éviter tous risques d'exposition nous conseillons le port d'un masque facial recouvrant l'ensemble du visage.

Enfin, pour chaque intervenant, la durée très courte de l'opération de nettoyage (en moyenne trois minutes) et les concentrations observées ne justifient pas le port d'un masque filtrant.

## **4. CONCLUSION**

---

En définitive, l'évaluation des expositions au produit pétrolier de l'ERIKA sur la zone de décontamination, réalisée au cours de notre mission sur le site de la pointe du Croisic, montre que les risques d'exposition aux composés toxiques sont dans l'ensemble bien maîtrisés.

Le risque dû à une exposition par voie cutanée est parfaitement pris en compte par les procédures d'habillement et la qualité des vêtements fournis aux différents intervenants. Cependant, afin d'éviter tout contact avec le produit pétrolier, certains postes doivent être aménagés par le port d'un masque facial recouvrant l'ensemble du visage. Il s'agit notamment du poste de nettoyage à la lance impact et du poste de « décontamination » au jet à haute pression. Cette disposition permettra de protéger les opérateurs des projections sous forme de gouttelettes.

En ce qui concerne les risques d'exposition par inhalation, nous disposons de très peu d'informations sur les niveaux de concentration des composés organiques volatils dans l'air ambiant. Cependant, les mesures réalisées en chambre d'exposition montrant la volatilité de certains composés ainsi que les maux de tête et les troubles digestifs observés sur différents intervenants montrent qu'une exposition à ces composés n'est peut-être pas à sous-estimer. Ces différentes observations devraient conduire à mener une campagne de mesures sur une population plus large et sur les travaux de nettoyage les plus polluants.

Enfin, pour le poste de « décontamination » au jet à haute pression, les mesures réalisées sur le site et l'étude du risque sanitaire qui en découle témoignent d'un risque d'exposition très faible. Toutefois, la présence de composés cancérigènes comme le benzo[a] pyrène dans l'aérosol formé et le nombre limité des mesures conduit à adopter des mesures préventives notamment par le port d'un masque de protection respiratoire adapté.

## 5. LISTE DES ANNEXES

---

*Indispensable s'il y a des documents joints.*

*Le tableau est à renseigner en précisant les références complètes des documents et leur composition (n° de folios ou nombre de pages).*

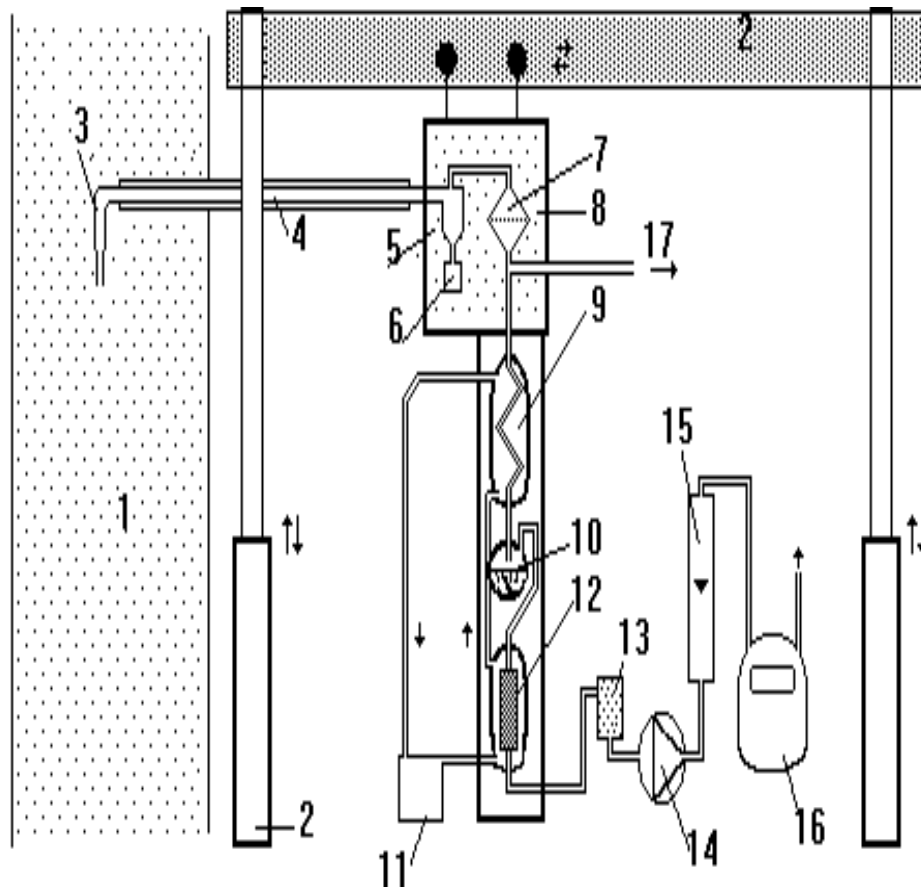
<b>Repère</b>	<b>Désignation précise</b>	<b>Nb/N° pages</b>
A	Figures et planches photographiques	7
B	Analyses des prélèvements d'air sur le poste de décontamination	5
C	Rapport de la DDASS de Nantes	3
D	Fiche de données de sécurité du KETRUL 211	4

# Annexe A

Figures et planches photographiques

**Figure 1 : localisation du site de dépollution  
( extrait de l'atlas routier MICHELIN – 1999)**





1. Aérosol
2. Portiques réglables en hauteur (entre 1,5 et 2,5 m) et en largeur (entre 1 et 3 m)
3. Buse (interchangeable de diamètre 8 à 24 mm)
4. Sonde régulée en température (longueur entre 1 et 3 m)
5. Microcyclone
6. Collecteur de poussière
7. Porte-filtre plan (filtre en fibre de verre ou quartz de diamètre 110mm)
8. Coffret régulé en température
9. Condenseur: serpentín à spirales
10. Pot à condensat de 1 litre
11. Groupe froid et circulation de fluide réfrigérant
12. Pot à résine: contenant de la résine XAD2
13. Dispositif de séchage (gel de silice)
14. Pompe étanche
15. Débitmètre
16. Compteur à gaz
17. Vers ligne principale

**Figure 2 : schéma du dispositif de prélèvement des HAPs utilisé sur site**



*équipe de ramassage sur un site de dépollution*



*ramasseur muni d'une truelle*

***Planche I : exposition au produit pétrolier sur le poste de ramassage***





*nettoyage de rochers à la lance impact*



*projections sous forme de gouttelettes*

*Planche II : poste de nettoyage à la lance impact*



*nettoyage des bottes*

***Planche III : poste de “ décontamination ” au jet à haute pression***





*préparation du dispositif d'échantillonnage des HAPs*



*échantillonnage des HAPs durant le poste de « décontamination »*

*planche IV : mesure des HAPs sur le poste de “ décontamination ”*



*avant le poste*



*après le poste*