

**COMMENTAIRES CONCERNANT LES RISQUES LIES AU
RAMASSAGE DU FUEL LOURD DU PRESTIGE
DANS L'HYPOTHESE OU IL TOUCHERAIT LE LITTORAL
FRANÇAIS, ET AU NETTOYAGE DES OISEAUX
SUR LA BASE DES DONNEES DISPONIBLES LE 29
NOVEMBRE 2002**

Dr Alain BAERT

1) Introduction

La toxicité d'un produit doit être appréciée en tenant compte des caractéristiques intrinsèques du produit, de l'intensité et la durée du contact.

A côté de ces facteurs, les caractéristiques du sujet exposé peuvent avoir une influence sur les effets sanitaires des substances chimiques : outre les états pathologiques comme l'insuffisance respiratoire, les hépatopathies, les néphropathies ce sont certains états physiologiques comme la grossesse, le jeune âge ou l'âge avancé.

Le temps d'exposition nécessaire à l'apparition des effets toxiques permet souvent de les classer en aiguës, subaiguës, et chroniques. La toxicité peut être répartie entre effets sur la santé et altération de la santé (cette situation étant bien sur plus préjudiciable).

Cette toxicité ne doit pas être confondue avec **le risque, c'est à dire la probabilité qu'un événement (les conséquences de l'exposition à un toxique) se réalise.**

On doit considérer non seulement la toxicité intrinsèque du produit mais aussi les conditions de l'exposition pour envisager si le produit est susceptible de pénétrer dans l'organisme.

Un certain nombre de remarques peuvent être faites par comparaison avec le Fuel du pétrolier de l'Erika, puisqu'il s'agit de deux Fuels dits Lourds de type Fuel 2 (ceci étant défini dans la réglementation par des caractéristiques physico-chimiques et non des résultats analytiques) :

- **c'est un produit très visqueux** qui est semble-t-il moins compact que celui de l'Erika. Il aura donc tendance à être plus « contaminant » car **s'étalant plus** facilement.
- Il contient une proportion plus faible d'hydrocarbures aromatiques et notamment les hydrocarbures aromatiques polycycliques. Certaines fractions

hydrocarbures sont plus importantes comme le naphthalène et ses dérivés alkyls, les dibenzothiophènes, les fluoranthènes.

- L'attention des toxicologues est bien sur attirée par la présence d'hydrocarbures aromatiques polycycliques.
- Les composés de faible poids moléculaire (152-178 g/mol) sont l'acenaphthene, l'acenaphthylene, l'anthracene, le fluorene et le phenanthrene. Ceux de poids moléculaire intermédiaire (202 g/mol) sont le fluoranthene et le pyrene. Les hauts poids moléculaires (228 – 278 g/mol) sont le benz[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[g,h,i]perylene, benzo[a]pyrene, benzo[e]pyrene, chrysene, dibenz[a,h]anthracene, indeno[1,2,3-c,d]pyrene.
- La volatilisation des HAPs va dépendre de leur pression de vapeur, de la température atmosphérique, de la concentration de l'HAP, de l'affinité de l'HAP pour les particules atmosphériques en suspension et de la nature de ces particules. En général **les HAPs à deux ou trois cycles (naphthalène, acenaphthalène, acenaphthylène, anthracène, fluorene, phenanthrene) sont présent dans l'air sous forme vapeur**. Ceux à **quatre cycles (fluoranthene, pyrene, chrysene, benz[a]anthracene) existent sous forme vapeur et sous forme adsorbée à la phase particulaire**. Ceux à **cinq ou plus cycles (benzo[a]pyrene, benzo[g,h,i]perylene) sont présent majoritairement dans la phase particulaire**.
- Les valeurs des K_{oc} estiment leur potentiel de fixation sur les particules de carbone dans le sol et dans les sédiments. Les HAPs de faible poids moléculaire ont des valeurs variant de 10³ à 10⁴, les HAPs de poids moléculaire intermédiaire aux environs de 10⁴, et les hauts poids moléculaires de 10⁵ à 10⁶.
- L'évaporation est dépendante aussi de la constance de Henry. Les HAPs à faible poids moléculaire ont une constante de Henry variant de 10⁻³ à 10⁻⁵ atm·m³/mol et sont associés à une volatilisation significative. Les HAPs de poids moléculaire intermédiaire ont des valeurs entre 10⁻⁵ et 10⁻⁸.

2) Scénario d'exposition

La discussion retiendra les points suivants :

- du fait de ses caractéristiques physico-chimique, du séjour en mer avant arrivée sur la côte, des conditions climatiques avec une température peu élevée et un vent significatif, **l'inhalation c'est-à-dire la pénétration par voie respiratoire n'est pas à retenir**. Ceci est vrai pour le ramassage « simple ». L'utilisation de dispositifs générant de l'eau sous pression entraîne la production d'aérosols et éventuellement projection de poussières probablement assez grosses. Si les gouttelettes sont assez fines elles peuvent atteindre certaines parties de l'arbre respiratoire et de toute façon être dégluties. Cependant, les composés hydrocarbonés présents sont très peu solubles dans l'eau.

- **La voie digestive ne sera dans l'immédiat pas retenue comme significative**. Elle nécessite l'incorporation des composés dans la chaîne alimentaire. S'ils sont souvent bioaccumulables, leur biodisponibilité faible limite pour le moment les risques d'accumulation dans les produits de la mer.

- **La voie cutanée est la voie d'exposition la plus à craindre** dans le cadre du ramassage et concerne plutôt **les membres et la tête** (actions réflexe de se toucher les cheveux, le visage par exemple). Le tissu cutané constitue à la fois un site d'action du pétrole (effets directs au niveau de la zone exposée) et un site de pénétration (passage à travers les couches cellulaires et distribution dans l'organisme).

- La **voie muqueuse** notamment oculaire pourrait résulter d'une projection accidentelle mais a priori le produit relativement compact devrait en limiter la survenue.

3) Quels dangers peuvent découler de l'exposition aux hydrocarbures du pétrole du PRESTIGE et en particulier des HAP ?

La majorité des troubles décrits et des effets chez l'homme résultent **d'expositions chroniques et non aiguës**. Les informations sur la toxicité animale dérivent d'expérimentation où les expositions sont effectuées avec des voies d'expositions et des concentrations en produits purs qui s'éloignent beaucoup de la situation de ramassage du pétrole du PRESTIGE. Paradoxalement, les expositions humaines sont très rarement associées à une seule substance ; les expérimentations animales sont le plus souvent réalisées avec une seule substance.

Sur un plan toxico cinétique, les hydrocarbures sont absorbés par les trois voies précédemment décrites selon des cinétiques très mal connues et très variables. Cela est particulièrement vrai pour la voie cutanée.

Les études chez les rongeurs montrent qu'une fois absorbés par la peau, les HAP gagnent l'ensemble de l'organisme, se distribuant principalement au niveau des organes riches en graisse et aux poumons.

Le métabolisme est complexe conduisant le plus souvent à une détoxification avec formation de métabolites et conjugués éliminés dans les urines et les fèces. Globalement, ces substances ne persistent pas dans l'organisme et leur « turn over » est rapide.

Au plan de la toxicodynamie plusieurs de ces hydrocarbures sont à considérer comme **des irritants de la peau**, certains (benzo[a]pyrène, benz[a]anthracène, dibenz [a, h] anthracène pouvant induire une hyperkératose. Les plus connus comme irritants primaires sont le naphthalène, le benzo[a]pyrène, et l'anthracène.

L'irritation cutanée peut être aggravée ou renforcée par l'occlusion ou par une action mécanique associée : c'est ce qui se produit si le contact a lieu au niveau des plis de flexion ou sous un gant. L'altération de l'épiderme augmente la pénétration cutanée, augmentant la quantité de composés qui passent dans l'organisme.

La formation au cours du métabolisme de molécules réactives comme les diols époxydes qui peuvent altérer les molécules d'ADN. De nombreux HAP sont, sur un plan expérimental, considérés comme des substances **génotoxiques ou probablement génotoxiques** (cf. tableau). [Les tests sont négatifs pour l'anthracène, le fluorène, et le naphthalène ; on y rapproche le pyrène et le phénanthrène].

De nombreux HAP ont montrés des potentialités carcinogènes chez l'animal par voie orale et cutanée, pour des doses relativement élevées. Il a été noté aussi une atteinte des cellules à fort renouvellement comme la moelle osseuse, les organes lymphoïdes, les gonades, les cellules intestinales. Le benzo[a]pyrène fortement impliqué dans la fumée de tabac a été largement étudié et les dangers des HA Ps peuvent être déduits des études avec ce composé.

Chez l'homme il n'existe pratiquement aucune donnée sur le caractère cancérigène des HAP pris isolément. Des données humaines limitées existent sur des mélanges. La surveillance de travailleurs (données d'exposition ponctuelle ou chronique) exposés à des mélanges d'HAP comme on le rencontre dans la production de gaz de coke, dans le raffinage, la recherche pétrolière. Les sites privilégiés de ces atteintes cancéreuses **sont le poumon et la peau**. Les voies de pénétration prédominantes sont la peau et le tractus respiratoire même si une participation de la voie digestive à partir de particules inhalées et dégluties ne peut être exclue. Du fait de l'absence de quantification du niveau d'exposition et de l'exposition à des mélanges contenant d'autres substances cancérigènes il n'est pas possible d'évaluer la contribution de chaque HAP ni même des HAP en tant que classe.

En tenant compte de toutes ces données, **plusieurs HAP sont classés** (dans les deux grandes classifications internationales Centre International de Recherche contre le Cancer et Environmental Protection Agency) comme **cancérigène probable chez l'homme** (classe 2A du CIRC ou B2 de l'EPA): Benz[a]anthracène, benzo[b]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrène, chrysene, dibenz [ah] anthracène, indénol [1, 2,3 c d] pyrène.

Des effets embryotoxiques ont été décrits chez l'animal avec la benz[a]anthracène, le benzo[a]pyrène et le naphthalène. Il n'y a pas de données chez l'homme.

Au total, ces réflexions permettent de dégager plusieurs points importants :

- **la voie d'exposition principale et majeure est la voie cutanée.**
- Les dangers identifiés concernant la classe de ces hydrocarbures sont d'une part **l'irritation cutanée** et d'autre part **les effets cancérigènes**. Ceux-ci surviennent au niveau du site de pénétration et à distance. Les données humaines montrent que les cancers s'observent dans le contexte d'expositions chroniques, répétées et par des voies d'exposition souvent doubles (cutanées et respiratoires).

- On ne dispose pas de données satisfaisantes pour construire à partir de valeurs expérimentales une quantification du risque cancérigène.
- Des approches quantitatives ont été proposées dans le cas de l'Erika par : l'INERIS, le RIVM, l'AFSSA, l'INVS.

4) Mesures à Prendre

Il en résulte que la protection des personnes affectées au ramassage du pétrole doit exister et repose sur un certain nombre de mesures simples mais obligatoires :

- **n'autoriser l'activité que** pour les personnes ne souffrant pas de pathologies respiratoires, cardiaques, hépatiques ou d'affections cutanées au niveau des membres supérieurs.
- **Refuser les femmes enceintes.**
- Ne peuvent participer aux opérations de ramassage que des personnes **informées et équipées**
 - Bottes
 - Tenue de protection contre les salissures
 - Gants résistants aux hydrocarbures pour la durée de travail prévue en s'assurant qu'ils n'exposent pas à une intrusion de pétrole (utiliser du ruban au haut des gants)
- **Prévoir des zones séparées d'habillage et de déshabillage**
- **Respecter les règles élémentaires d'hygiène au travail** : ne pas fumer, ne pas manger avec la tenue de travail etc.
- Tenir à disposition immédiate le matériel propre à la décontamination de la peau : dissoudre le pétrole sur la peau avec une huile (type huile de table), puis rincer à l'eau et au savon. Consulter un professionnel de santé si la peau devient rouge ou douloureuse, ou si apparaissent des lésions.
- Le travail avec un matériel favorisant la vaporisation, les aérosols ou les poussières (comme les dispositifs de lavage haute pression) nécessitent des personnels professionnels équipés de protections respiratoires et oculaires adaptées.

Deux problèmes particuliers peuvent être soulevés :

- l'utilisation d'autres techniques que le simple ramassage comme l'utilisation de Karcher à eau chaude. Cette pratique conduit à rendre plus significative la voie respiratoire du fait de la volatilisation des hydrocarbures, crée un brouillard qui peut être inhalé puis dégluti. Il importe donc de renforcer les consignes par le port d'un masque hydrocarbure et le port de lunettes de protection.

- Les ramasseurs d'oiseaux sont souvent peu protégés alors même que les oiseaux griffent. Souvent lors du nettoyage, ils sont au contact prolongé avec le fuel et dans une ambiance chaude favorisant la volatilisation. On peut espérer que le temps de contact avec le mazout sera bref car l'objectif est le nettoyage de l'animal et qu'il paraît étonnant de nettoyer avec les mains sales. On pourrait suggérer de porter des gants de toute façon (même non hydrocarbures) et d'aérer régulièrement le local. La solution est probablement dans le tri des oiseaux comme on le fait dans les situations de catastrophe humaine : les efforts sont consacrés aux survivants possibles ou probables et non aux morituri.

Un certain nombre de mesures complémentaires sont à prévoir :

- définition du statut réel des bénévoles
- réflexion sur un encadrement médical des intervenants ; l'expérience de l'Erika ayant montré qu'en particulier les douleurs dorsales et lombaires étaient fréquentes.

Table 2. Summary of results of tests for genotoxicity and carcinogenicity for the 33 polycyclic aromatic hydrocarbons studied

Compound	Genotoxicity	Carcinogenicity
Acenaphthene	(?)	?
Acenaphthylene	(?)	No studies
Anthanthrene	(+)	+
Anthracene	-	-
Benz[a]anthracene	+	+
Benzo[b]fluoranthene	+	+
Benzo[j]fluoranthene	+	+
Benzo[ghi]fluoranthene	(+)	(-)
Benzo[k]fluoranthene	+	+
Benzo[a]fluorene	(?)	(?)
Benzo[b]fluorene	(?)	(?)
Benzo[ghi]perylene	+	-
Benzo[c]phenanthrene	(+)	(+)
Benzo[a]pyrene	+	+
Benzo[e]pyrene	+	?
Chrysene	+	+
Coronene	(+)	(?)
Cyclopenta[cd]pyrene	+	+
Dibenz[a,h]anthracene	+	+
Dibenzo[a,e]pyrene	+	+
Dibenzo[a,h]pyrene	(+)	+
Dibenzo[a,i]pyrene	+	+
Dibenzo[a,l]pyrene	(+)	+
Fluoranthene	+	(+)
Fluorene	-	-
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	+	+
5-Methylchrysene	+	+
1-Methylphenanthrene	+	(-)
Naphthalene	-	(?)
Perylene	+	(-)
Phenanthrene	(?)	(?)
Pyrene	(?)	(?)
Triphenylene	+	(-)