



# UNE ENQUÊTE APRÈS ACCIDENT INDUSTRIEL

*D'après les conférences de Pierre Toulhoat  
et François Fontaine (INERIS)*



## Remarque

L'INERIS travaille en liaison avec les laboratoires de la police technique et scientifique qui doivent déterminer les responsabilités et dans certains cas avec le réseau d'intervenants en situation post-accidentelle (RIPA) publics et privés.

L'INERIS (Institut national de l'environnement industriel et des risques) est à la disposition des pouvoirs publics en cas de situation d'urgence, après un accident industriel ou de transport de matière dangereuse, grâce à une cellule d'appui mobilisée 24 h/24 pour aider les pouvoirs publics et les services de secours à comprendre et à évaluer les impacts. Dans les cas où des produits toxiques ou nocifs sont dispersés, il faut aller très vite afin de déceler les sources de contamination et les neutraliser.

Voici deux exemples d'enquête.

## *Les effets de la pollution sur les poissons de la rivière Dore*

### Les faits

Dans une rivière tranquille du Massif central, en aval d'une installation industrielle, les pêcheurs observent :

- que les poissons femelles ne pondent plus et que leurs glandes sexuelles sont hypertrophiées ;
- l'apparition d'intersexualité chez les poissons mâles avec la présence d'ovocytes dans leurs glandes sexuelles.



**Question 1**

Quelle est, à ton avis, la cause biologique probable de ce désordre ?

.....

.....

.....




**Figure 1**

Les effets de la pollution sur les poissons de la rivière Dore.

**L'investigation**

Il faut constituer une équipe de biologistes et de chimistes pour analyser les prélèvements d'eau et de sédiments réalisés en amont et en aval de l'installation industrielle (Figure 1).

Il faut trouver les molécules responsables de ces perturbations endocriniennes.


 Un **perturbateur endocrinien** est une molécule qui mime, bloque ou modifie l'action d'une hormone et perturbe le fonctionnement normal d'un organisme.


**Question 2**

Qui a réalisé les tests du tableau 1, les biologistes ou les chimistes ?



**Tableau 1** Résultats des différents tests réalisés sur les prélèvements en amont et en aval de l'installation industrielle.

 **Stéroïdes** : ce terme en médecine fait référence aux hormones stéroïdiennes qui ont des propriétés virilisantes.

 **Œstrogènes** : groupe de stéroïdes dont la fonction à l'état naturel est d'être une hormone sexuelle de la femme.

		R aux œstrogènes	Hydrocarbures polycycliques aromatiques	R aux composés d'origine stéroïdienne
<b>Sédiments</b>	Amont	±	+	-
	Aval 1	±	+	-
	Aval 2	±	+	-
<b>Eau</b>	Amont	±	±	-
	Aval 1	±	±	***
	Aval 2	±	±	***

R = Récepteur moléculaire détectant la présence des molécules de ce type.

- Présence non détectée. ± Faible concentration. + Présence détectée.

\*\*\* Contamination importante.

La contamination d'origine stéroïdienne est associée à la présence de composés pharmaceutiques perturbateurs endocriniens.



## Identification des polluants

Dans chaque prélèvement, les molécules sont séparées par chromatographie en phase liquide puis identifiées par spectrométrie de masse à haute résolution.



### Question 3

Qui fait ce travail d'identification, les biologistes ou les chimistes ?

.....  
.....

Les molécules identifiées en quantité importante sont des corticoïdes et des glucocorticoïdes connus d'un certain nombre de chimistes et de pharmaciens comme des produits entrant dans la composition de médicaments.

### Question 4

a. Qu'en déduis-tu ?

.....  
.....

b. Que s'est-il vraisemblablement passé et que faut-il faire ?

.....  
.....



## HPLC et spectrométrie de masse

La chromatographie en phase liquide (HPLC) (Figure 2) et la spectrométrie de masse (Figure 3) sont toutes deux des méthodes utilisées pour trier les différentes espèces moléculaires présentes dans un mélange. On va ainsi forcer toutes les molécules à effectuer un parcours commun parsemé d'obstacles : certaines espèces le franchiront aisément, d'autres auront plus de difficultés. À l'arrivée, il y aura un échelonnement qui permettra de les détecter séparément.

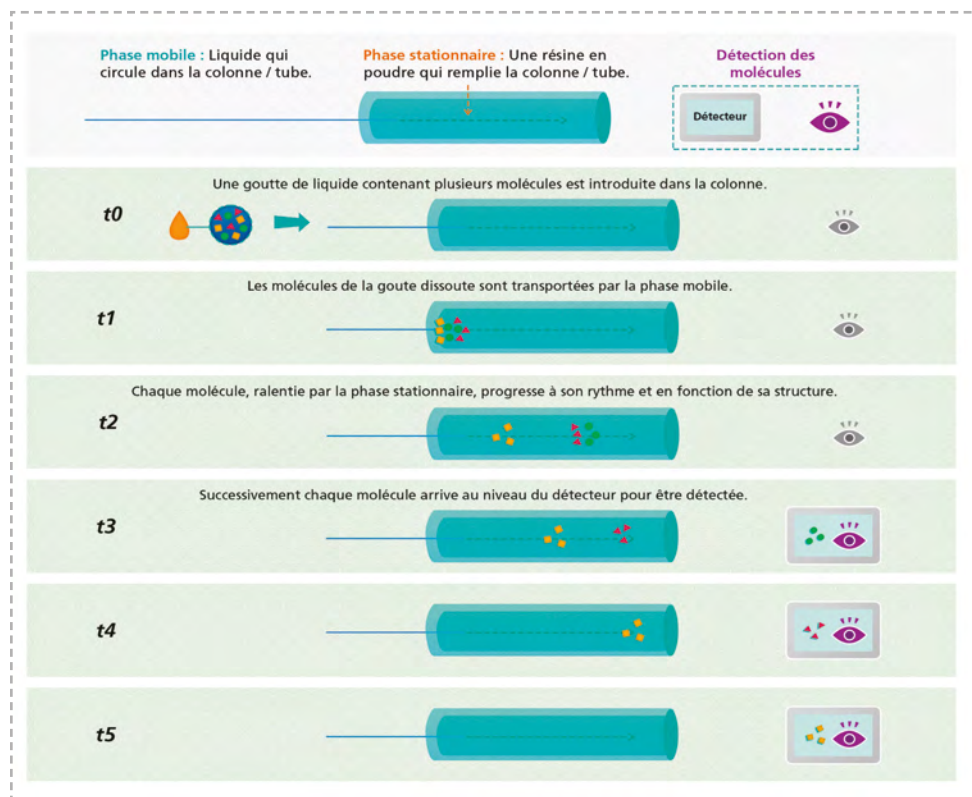


Figure 2

Schéma du principe de la chromatographie en phase liquide.

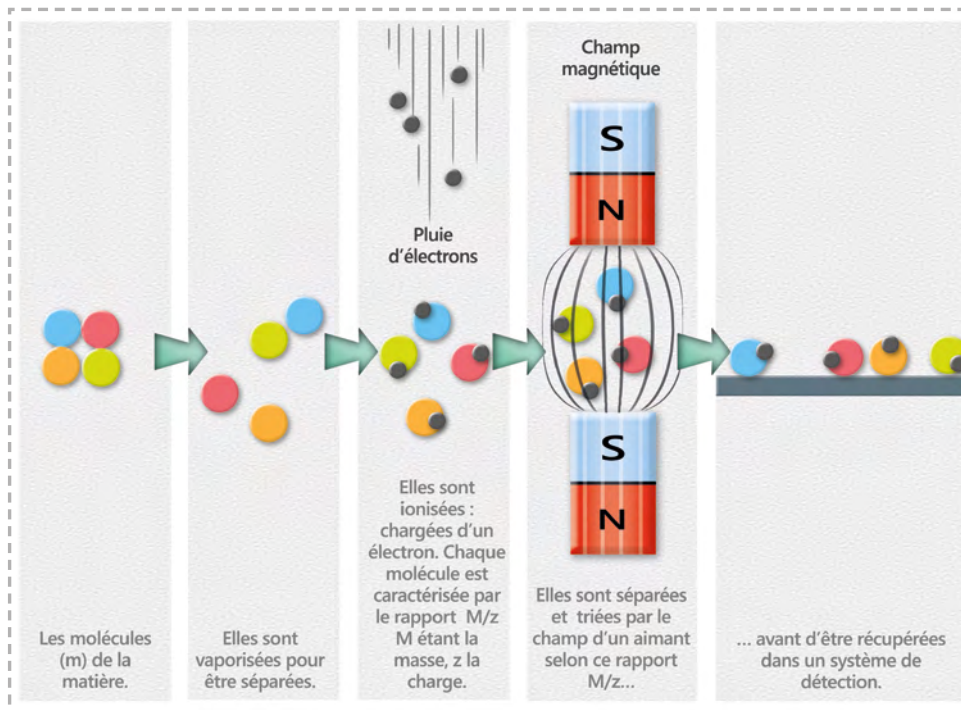
**Figure 3**

Schéma du principe de la séparation par spectrométrie de masse des molécules contenues dans un mélange.



# L'incendie explosif d'un hangar agricole

Figure 4

Le hangar agricole, avant, pendant et après un incendie suivi d'une explosion.



## Les faits

L'incendie suivi de l'explosion d'un hangar agricole a entraîné l'effondrement de plafonds dans le village voisin dans un rayon de 200 mètres.

Des débris de poutres métalliques ont été retrouvés jusqu'à environ 500 mètres du lieu.

Les dégâts de l'incendie étaient mêlés à ceux de l'explosion.



### Remarque

INERIS : Institut national de l'environnement industriel et des risques.

IRCGN : Institut de recherche criminelle de la Gendarmerie nationale.

INPS : Institut national de la police scientifique.

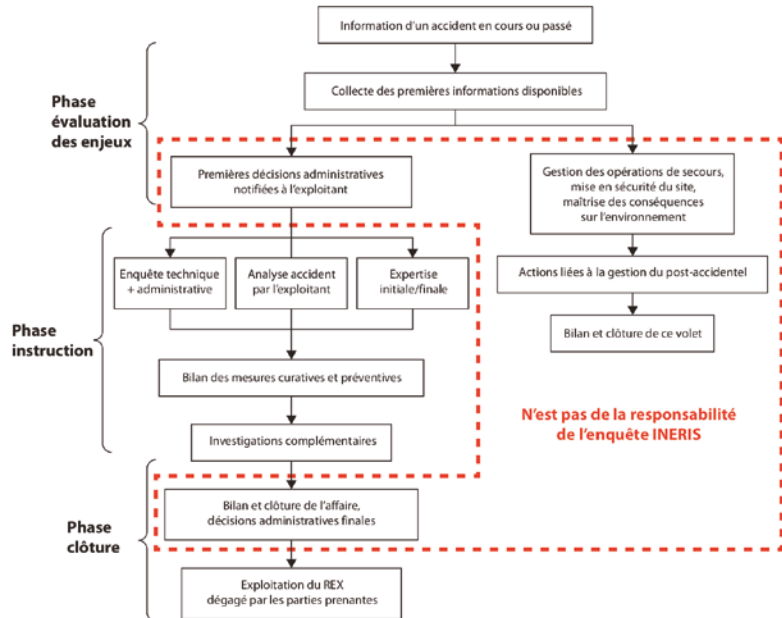


Figure 5

Les étapes de l'enquête technique après un accident industriel.

**Remarque**

Attention, l'enquête technique ne doit pas perturber l'enquête judiciaire : ne pas faire des prélèvements faisant fi de ce qui pourrait intéresser la police scientifique et technique par exemple sans prendre en compte les possibilités des empreintes ou de l'ADN.

L'enquête est partagée sur le terrain entre les laboratoires de la police technique et scientifique (IRCGN et INPS).

Les étapes de l'enquête technique, et la part confiée à l'INERIS, sont résumées sur la *figure 5*.

Les actions à mener lors de la première visite sur les lieux sont résumées dans l'encart « *Les actions à mener lors de la première visite* ».

Les méthodes de travail en partenariat sont bien établies et suivent des protocoles précis.

### ***Les actions à mener lors de la première visite***

#### **Identifier les faits et les preuves judiciaires**

- Conséquences (dommages matériels, effets sur l'Homme, effets sur l'environnement)
- Photos
- Vidéos (intérêt des téléphones mobiles)

#### **Recueillir les preuves non pérennes**

##### **Collecter les données**

- L'entreprise (organisation...)
- Le site (production, procédés, produits...)
- Les installations (conduite, enregistrements des procédés, équipements, maintenance...)

##### **Recueillir les témoignages « à chaud » (entretiens ouverts, entretiens ciblés)**

- Description des faits
- Déroulement de l'accident
- Signaux précurseurs

##### **Collecter des échantillons**

- Matières premières
- Produits finis
- Matériaux affectés par l'accident, résidus de combustion, dépôts de pulvérulents, liquides toxiques...





## Analyse des dommages

Une cartographie des dommages est réalisée sur place à partir de photographies prises dans le hangar après l'accident (Figure 6).



Figure 6

Cartographie des dommages.

Une analyse quantitative des dommages est effectuée en prenant en compte la résistance des différents types de matériaux, et en comparant à des modèles répertoriés d'accidents du même type.

L'analyse des effets toxiques est difficile si on manque de connaissances sur la nature et les quantités de produits mises en œuvre.



Une **table de corrélation** permet d'étudier les dépendances ou les associations entre plusieurs variables.

## Recherche de l'origine de l'explosion

- À partir de photos, les dégâts liés à l'explosion sont positionnés sur une carte.
- On utilise des tables de corrélation développées par l'US-Army qui associent des types de dégâts à des masses de TNT, donc à des surpressions.



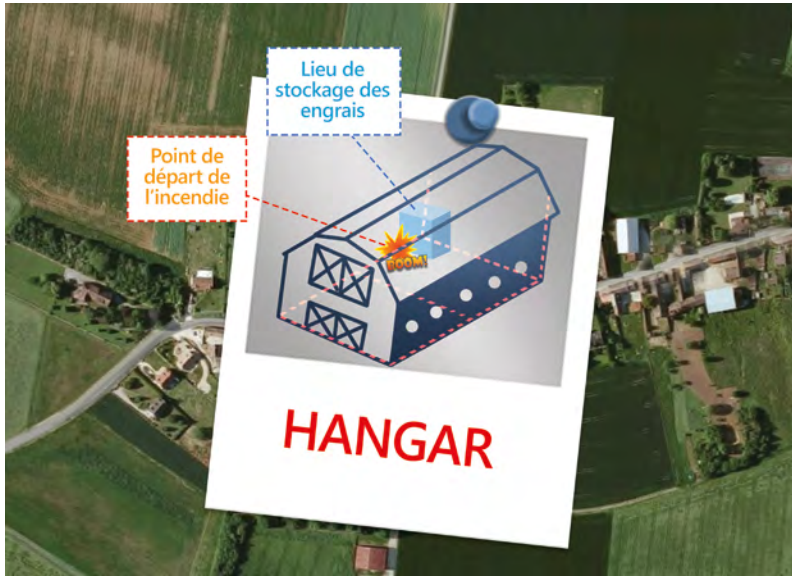
- Des abaques donnent l'évolution de la surpression estimée en fonction de la distance à l'épicentre de l'explosion.
- On peut alors positionner sur la carte, l'origine de l'explosion (*figure 7*).



Un **abaque** est un dispositif utilisé pour des calculs mathématiques.



**TNT** : trinitrotoluène, dérivé trois fois nitré du toluène, employé comme explosif brisant.



**Figure 7**

Recherche de l'origine de l'explosion.

### Question 5

Où localises-tu l'explosion, quel est le produit à l'origine de l'explosion ?

.....

.....

.....

## Analyse des échantillons

Il faut examiner les caractéristiques physico-chimiques des produits présents dans le hangar :

- dans quelles conditions peuvent-ils exploser ?
- à quelle température peuvent-ils s'enflammer ?

Le principal composant de l'engrais présent et utilisé est du nitrate d'ammonium.



### Remarque

Le nitrate d'ammonium (s'il n'est pas mélangé à du fioul) n'est pas explosif. En revanche, il explose très facilement quand il est à l'état fondu à partir de 170 °C.



**Question 6**

Quelle conclusion proposes-tu pour le rapport final de ton enquête ?



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Conclusion

Il faut rester très humble dans les enquêtes techniques sur les accidents. Le nitrate d'ammonium est un bon exemple.

On a découvert, en 1921, que ce produit utilisé couramment comme engrais et apparemment sans danger, pouvait dans certaines conditions exceptionnelles conduire à des drames. Un tas de 500 tonnes de nitrate d'ammonium était pris en masse. On a essayé de le désagréger avec un bâton de dynamite, et tout explosa entraînant le décès de 600 personnes.

L'enquête très longue de la terrible explosion d'AZF à Toulouse, en 2001, a montré que c'est la présence accidentelle de produits chlorés pour piscine à côté du nitrate d'ammonium qui étaient vraisemblablement à l'origine de cet accident.

On voit que la connaissance sur les dangers industriels évolue continuellement, que les retours d'expérience sont très importants pour les prévenir et pouvoir donner des consignes de sécurité mais il reste encore beaucoup de progrès à faire pour limiter au maximum les dommages humains et écologiques.



# Corrigé

**Q1 :** Ces perturbations sont dues à une pollution d'origine industrielle.

**Q2 :** Ce sont les biologistes qui ont réalisé ces tests.

**Q3 :** Ce travail d'identification est réalisé par les chimistes.

**Q4 :** a - Les médicaments sont probablement fabriqués dans l'usine en amont de la rivière. Il faudra le vérifier avec une enquête plus approfondie au sein de l'usine. b - Cette usine a eu un défaut de conception ou de maintenance des systèmes de gestion de ses effluents contenant ces composés actifs qui ont été rejetés dans la rivière. Il faut demander à l'industriel de prendre les mesures nécessaires pour éviter cette pollution et vérifier ensuite le résultat.

**Q5 :** L'explosion a eu lieu dans le hangar, à proximité du stockage des engrais. Les engrais sont à l'origine de l'explosion.

**Q6 :** Il y a eu un court-circuit qui a déclenché un début d'incendie. Sous l'effet de l'élévation de température de l'incendie, le nitrate d'ammonium contenu dans les engrais a explosé.

1 point par bonne réponse. Si tu dépasses 7/10, tu es un excellent enquêteur.

Lis attentivement le chapitre suivant, tu y découvriras peut-être ton futur métier