



INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES

Seuils de Toxicité aiguë

Styrène C₈H₈

Rapport [final](#)

Ministère de l'Écologie et du Développement durable
Ministère de la Santé, de la Famille et des
Personnes Handicapées

Sylvie TISSOT - Annick PICHARD

Unité d'Expertise des Substances Chimiques (ETSC)
Direction des Risques Chroniques)

juin 243

Seuils de Toxicité Aiguë

Styrène (C₈H₈)

Rapport **Final**

Ministère de l'Écologie et du Développement durable
Ministère de la Santé, de la Famille et des Personnes
Handicapées

AOUT 2003

Personnes ayant participé à l'étude

Sylvie TISSOT - Annick PICHARD – Chantal GILLET

| | Rédaction | Vérification | | Approbation |
|----------------|------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| NOM | Sylvie TISSOT | A. PICHARD | F. BOIS | M. NOMINE |
| Qualité | Toxicologue | Responsable ETSC | Responsable TOXI | Conseiller Scientifique |
| Visa | | | | |

RESUME

Ce présent rapport relatif aux seuils de toxicité en cas d'émission accidentelle de styrène a été élaboré en situation d'urgence lors du naufrage du chimiquier IEVOLI SUN en 2000. Un groupe de consensus réunissant des experts toxicologues et les pouvoirs publics a analysé les données disponibles dans la littérature et fixé les seuils de toxicité.

Les définitions des seuils de toxicité ont été actées lors d'une réunion de concertation, le 4 juin 1998, entre les représentants de l'Administration, de l'INERIS, et de l'Industrie Chimique. Elles sont reprises dans la "Méthodologie de fixation des seuils des effets létaux et des effets irréversibles" lors d'émission accidentelle d'une substance chimique dans l'atmosphère qui a été adoptée le 03 Mai 2001 et consultable sur le site Internet de l'INERIS (www.ineris.fr).

Dans ce contexte, le ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement a demandé à l'INERIS de lui proposer des “**seuils des effets létaux**” (S.E.L.), des “**seuils des effets irréversibles**” (S.E.I.) et des “**seuils des effets réversibles**” (S.E.R.) pour le styrène.

Ceci est l'objet du présent rapport élaboré par un groupe de consensus qui a défini les seuils suivants :

◆ Seuils d'effets létaux

| TEMPS (min) | CONCENTRATION | |
|-------------|-------------------|------|
| | mg/m ³ | ppm |
| 15 | 21300 | 5000 |
| 30 | 10650 | 2500 |
| 60 | 4260 | 1000 |
| 120 | 2130 | 500 |
| 240 | 1065 | 250 |
| 480 | 1065 | 250 |

◆ Seuils d'effets irréversibles

| TEMPS (min) | CONCENTRATION | |
|-------------|-------------------|-----|
| | mg/m ³ | ppm |
| 15 | 3408 | 800 |
| 30 | 2130 | 500 |
| 60 | 1065 | 250 |
| 120 | 852 | 200 |
| 240 | 426 | 100 |
| 480 | 426 | 100 |

◆ Seuils d'effets réversibles

| TEMPS (min) | CONCENTRATION | |
|-------------|-------------------|-----|
| | mg/m ³ | ppm |
| 15 | 852 | 200 |
| 30 | 426 | 100 |
| 60 | 213 | 50 |
| 120 | 213 | 50 |
| 240 | 85 | 20 |
| 480 | 85 | 20 |

Seuil de perception olfactive : 0,02 - 0,15 ppm.

Graphe récapitulatif des seuils de toxicité en cas d'émission accidentelle de styrene

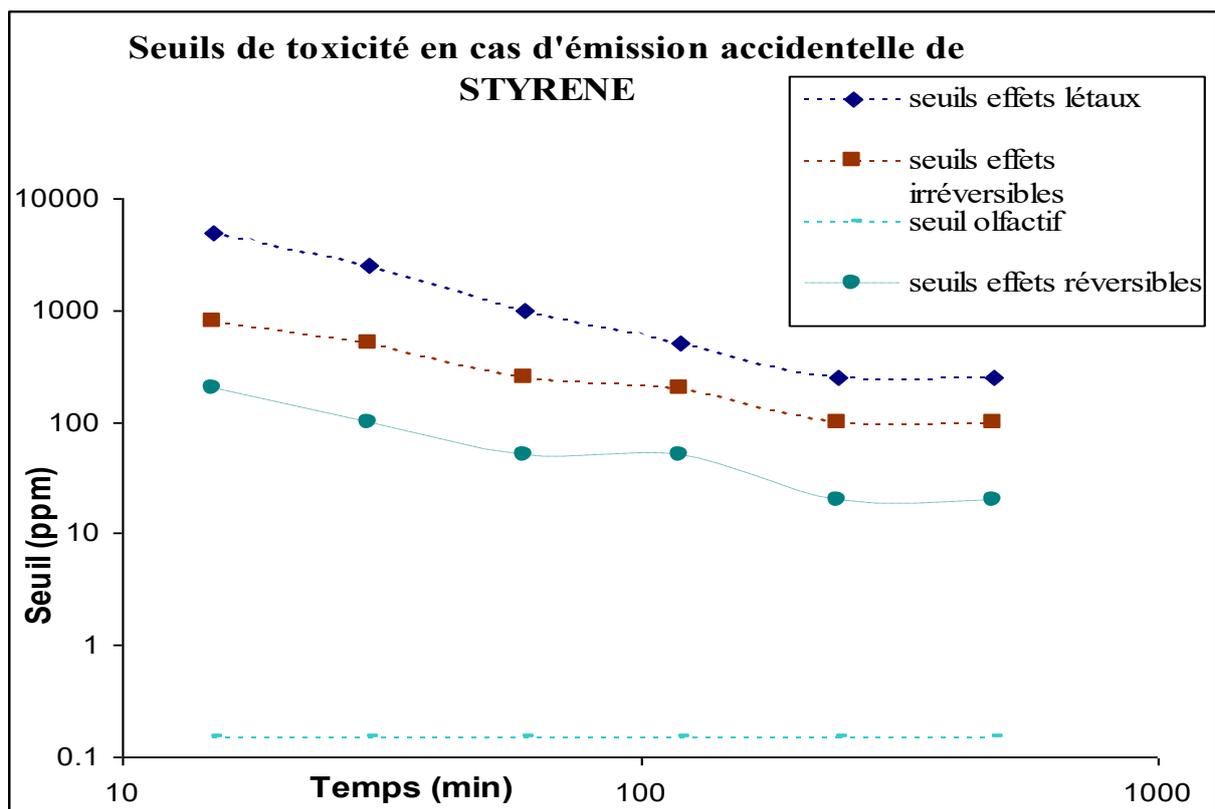


TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCTION | 6 |
| 2. VALEURS OFFICIELLES EXISTANTES | 7 |
| 3. DONNEES DE TOXICITE CHEZ L'HOMME | 8 |
| 3.1 Données de toxicologie générale | 8 |
| 3.2 Données épidémiologiques | 8 |
| 3.3 Données expérimentales chez des volontaires sains | 9 |
| 4. DONNEES DE TOXICITE CHEZ L'ANIMAL | 10 |
| 4.1 Etude des effets létaux | 10 |
| 4.1.1 Chez les Rongeurs : Cobaye, Rat, Souris | 10 |
| 4.1.2 Chez le Lapin | 11 |
| 4.1.3 Chez le Chien | 11 |
| 4.1.4 Chez les Primates non humains | 11 |
| 4.2 Etude des effets non létaux | 11 |
| 4.2.1 Chez les Rongeurs : Rat et Souris | 11 |
| 4.2.2 Chez les Lapins | 12 |
| 4.2.3 Chez les Primates non humains | 12 |
| 5. ANALYSE DES DONNEES DE TOXICITE | 13 |
| 5.1 Analyse des données de mortalité | 13 |
| 5.1.1 Etudes qualitatives | 13 |
| 5.1.2 Analyse quantitative | 13 |
| 5.2 Analyse des effets non létaux | 13 |
| 6. REVUE DES RESULTATS | 14 |
| 6.1 Extrapolation des données expérimentales de l'animal à l'homme | 14 |
| 6.2 Seuils des effets létaux chez l'homme | 14 |
| 6.3 Seuils des effets réversibles / irréversibles | 14 |
| 7. CONCLUSION | 16 |
| 8. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 17 |
| 9. ANNEXES | 18 |

1. INTRODUCTION

Ce présent rapport relatif aux seuils de toxicité en cas d'émission accidentelle de styrène a été élaboré en situation d'urgence lors du naufrage du chimiquier IEVOLI SUN en 2000. Un groupe de consensus réunissant des experts toxicologues et les pouvoirs publics a analysé les données disponibles dans la littérature et fixé les seuils de toxicité. La composition de ce groupe de consensus a été la suivante :

Mmes Loyon (MATE) - Pichard (INERIS) - Tissot (INERIS).

MM. Baert (CAP Rennes) - De Rooij (SOLVAY) - Floch (RHODIA) - Lafon (INRS) - Lombard (ATOFINA) - Gonnet (UFIP) - Rouge (DGS).

De plus, ce travail de concertation s'est appuyé sur la "Méthodologie de fixation des seuils des effets létaux et des effets irréversibles" lors d'émission accidentelle d'une substance chimique dans l'atmosphère qui a été adoptée le 03 Mai 2001 et consultable sur le site Internet de l'INERIS (www.ineris.fr).

Les définitions des seuils de toxicité utilisées ont été actées lors d'une réunion de concertation, le 4 juin 1998, entre les représentants de l'Industrie Chimique, de l'Administration et de l'INERIS.

Les " *effets létaux* " correspondent à la survenue de décès chez la plupart des individus.

Les " *effets irréversibles* " correspondent à la persistance dans le temps d'une atteinte lésionnelle ou fonctionnelle, directement consécutive à une exposition en situation accidentelle (exposition unique et de courte durée ayant pour conséquence des séquelles invalidantes).

Les " *effets réversibles* " correspondent à un retour à l'état de santé antérieur à l'accident.

Le " **seuil des effets létaux** " correspond à la concentration maximale de polluant dans l'air pour un temps d'exposition donné en dessous de laquelle chez la plupart des individus¹, on n'observe pas de décès.

Le " **seuil des effets irréversibles** " correspond à la concentration maximale de polluant dans l'air pour un temps d'exposition donné en dessous de laquelle chez la plupart des individus on n'observe pas d'effets irréversibles.

Dans ce contexte, le ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement a demandé à l'INERIS de lui proposer des " **seuils des effets létaux** " (S.E.L.), des " **seuils des effets irréversibles** " (S.E.I.) et des " **seuils des effets réversibles** " (S.E.R.) pour le styrène.

Enfin, selon les sources, les concentrations en styrène sont exprimées dans ce rapport en ppm ou en mg/m³, et les facteurs de conversion sont les suivants :

- 1 mg/m³ = 0,23 ppm
- 1 ppm = 4,26 mg/m³

¹ Dans le cadre de la toxicité des substances impliquées dans des accidents chimiques, seuls sont pris en considération les effets se produisant chez la plupart des individus. La notion de " la plupart des individus " exclut les sujets " hypersensibles ", (par exemple : les insuffisants respiratoires etc.).

2. VALEURS OFFICIELLES EXISTANTES

En **France**, l'émission accidentelle de styrène n'a pas encore fait l'objet d'un examen.

Par ailleurs, aux **Etats-Unis**, l'**AIHA** (American Industrial Hygienist Association) publie des valeurs **E.R.P.G** (Emergency Response Planning Guidelines) en cas d'émission de substances toxiques pour une exposition d'une heure.

L'**A.I.H.A.** définit trois seuils d'effets correspondant à trois niveaux : **E.R.P.G-1**, **E.R.P.G-2**, **E.R.P.G-3**. Les définitions (en anglais) sont les suivantes :

- The **E.R.P.G-1** is the maximum airborne concentration below which it is believed nearly all individuals could be exposed for up to 1 hour without experiencing other than mild transient adverse health effects or perceiving a clearly defined objectionable odor.
- The **E.R.P.G-2** is the maximum airborne concentration below which it is believed nearly all individuals could be exposed for up to 1 hour without experiencing or developing irreversible or other serious health effects or symptoms that could impair their abilities to take protective actions.
- The **E.R.P.G-3** is the maximum airborne concentration below which it is believed nearly all individuals could be exposed for up to 1 hour without experiencing or developing life-threatening health effects.

Pour le styrène, les valeurs d'**E.R.P.G** (1998) sont :

- **E.R.P.G-1** : 50 ppm
- **E.R.P.G-2** : 250 ppm
- **E.R.P.G-3** : 1000 ppm

Rappel : Il existe également une valeur seuil **IDLH** (1990) correspondant à un niveau d'exposition maximale en milieu professionnel pour une durée de 30 minutes n'entravant pas l'évacuation des individus, ni n'induisant d'effets nocifs irréversibles. Pour le styrène, cette valeur est de 5000 ppm (valeur révisée : 700 ppm (1994)).

3. DONNEES DE TOXICITE CHEZ L'HOMME

Le styrène est utilisé dans la fabrication de nombreux produits tels que les matières plastiques, le caoutchouc synthétique, le polystyrène, et divers types de résines.

Le styrène est un composé volatil (temps de volatilisation : 3 heures), et particulièrement à la surface de l'eau en raison de sa faible solubilité dans l'eau. Ces vapeurs sont plus lourdes que l'air et il s'agit d'un composé hautement inflammable. (INRS, 1997). Dans l'atmosphère, il se dégrade en 2,5 à 9 heures en fonction des conditions climatiques (IUCLID, 199).

3.1 DONNEES DE TOXICOLOGIE GENERALE

La principale voie d'exposition au styrène chez l'homme est l'inhalation. Cette substance est un irritant des muqueuses oculaires et respiratoires. Les signes cliniques observables sont une irritation des yeux, de la gorge et du nez associée à une rhinorrhée dès 500 ppm (INRS, 1997).

Le styrène par inhalation a également des effets systémiques caractérisés par une atteinte plus ou moins forte du système nerveux central, en général pour des concentrations d'exposition d'environ 1000 ppm (au delà, un coma peut être observé). L'impact central se manifeste par des céphalées, des nausées, des troubles de la coordination motrice, une faiblesse musculaire et des vertiges. (Sherrington et Routledge, 2001 ; INRS, 1997).

Quelle que soit la voie d'exposition, le styrène est retenu à environ 85 % dans l'organisme. Son élimination par la voie respiratoire sous forme inchangée représente de 2 à 5 %. Son métabolisme est essentiellement hépatique et ses deux métabolites principaux sont éliminés par voie urinaire. Le métabolisme du styrène est saturable pour des expositions d'environ 200 ppm, il est ensuite stocké dans le tissu adipeux périphérique. La bioaccumulation du styrène est maximale pour des expositions à 2000 ppm. (INRS, 1997 ; Ramsey, 1980).

Le styrène se caractérise par une odeur douceâtre et plaisante, détectable entre 0,02 et 0,15 ppm en fonction des individus. Lorsque la concentration augmente, cette odeur devient désagréable, voire insupportable. Le seuil olfactif pour le styrène correspond donc à un seuil de perception et d'alerte (INRS, 1997).

Enfin, le styrène s'est révélé mutagène dans divers essais mettant en évidence des mutations géniques ponctuelles ou des altérations chromosomiques. Chez le rat et la souris, une augmentation du nombre de tumeurs pulmonaires a été observée par ingestion de styrène mais cette augmentation n'est pas toujours significative. Le styrène est classé B2, "pourrait être cancérigène chez l'homme" (IARC, 2002).

3.2 DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES

Chez l'homme, peu de données suite à des expositions accidentelles sont disponibles. Il est reporté un cas fatal pour une exposition de 30 minutes à 10 000 ppm (IUCLID, 199).

3.3 DONNEES EXPERIMENTALES CHEZ DES VOLONTAIRES SAINS

◆ **Carpenter et al. (1944)**

Une exposition de deux volontaires sains à 800 ppm de styrène pendant 3 heures a été effectuée. Des signes d'irritation oculaire et des muqueuses nasales ont été observés dès le début de l'exposition. Les sujets exposés ont également décrit la sensation d'un goût métallique au niveau de la bouche. L'impact de cette exposition sur le système nerveux central se manifeste par des assoupissements, de la faiblesse, une diminution de la coordination musculaire ainsi que des troubles de l'équilibre.

◆ **Stewart et al. (1968)**

Neuf travailleurs males ont été exposés à des vapeurs de styrène pour des concentrations comprises entre 50 et 375 ppm. Cinq expositions de 1, 2 ou 7 heures ont été effectuées.

Pour les expositions de 1 ou 2 heures, aucun signe clinique n'est observé pour des concentrations de 52 et 117 ppm. La perception olfactive du styrène est marquée à l'entrée dans la chambre d'exposition puis cette perception diminue progressivement dans le temps (phénomène d'adaptabilité et augmentation du seuil de perception). A la concentration de 216 ppm, un sujet décrit une irritation nasale après 20 minutes d'exposition. La concentration de 376 ppm pendant 60 minutes n'est pas bien tolérée. Des irritations nasales et oculaire sont enregistrées après 15 minutes d'exposition et un sujet décrit une sensation de brûlure cutanée au niveau de la face. Chez certains sujets exposés sont également observés des signes neurologiques (diminution de la coordination motrice) ainsi que des nausées et des céphalées.

Une exposition de 7 heures à 99 ppm de styrène a été pratiqué chez 6 des volontaires. Trois des sujets ont présenté une irritation modérée des yeux et de la gorge après 20 minutes d'exposition. Aucune altération des capacités mentales ou intellectuelles n'est observée pendant et au terme de l'exposition.

◆ **Oltramare et al. (1974)**

◆ **Odkvist et al. (1982)**

◆ **Mc Farlane et al. (1984)**

4. DONNEES DE TOXICITE CHEZ L'ANIMAL

4.1 ETUDE DES EFFETS LETAUX

Le détail des conditions expérimentales est donné en Annexe (cf. §9., Tableau 1).

4.1.1 Chez les Rongeurs : Cobaye, Rat, Souris

La plupart des études de détermination de la toxicité aiguë (DL₅₀, CL₅₀) par inhalation sont effectuées sur rongeurs. Les espèces généralement utilisées sont le rat et la souris.

Les principaux résultats recueillis sont reportés ci-après :

◆ **Barcroft (1931)**

◆ **Weedon et al. (1940)**

◆ **Vernot et al. (1977)**

Cet article de synthèse rassemble les valeurs de toxicité aiguë pour 110 substances chimiques organiques et inorganiques.

Les valeurs de CL₅₀ de l'acide cyanhydrique pour une durée d'exposition de 5 minutes sont les suivantes :

- Rat CL₅₀ = 484 ppm
- Souris CL₅₀ = 323 ppm

Cet article est issu d'un rapport technique de Mac EWAN J.D. et VERNOT E.H. (1976), rassemblant les données que nous n'avons pas pu nous procurer.

◆ **Higgins et al. (1972)**

◆ **Pryor (1975)**

◆ **Matijak & Alarie(1982)**

◆ **Ballantyne (1984, 1987,1994)**

◆ **Blagden - Rhône-Poulenc Agro (1994)**

Rapport d'étude non publié, mis à la disposition des autorités compétentes.

4.1.2 Chez le Lapin

Il n'existe pas de données de létalité publiées dans les bases de données bibliographiques et/ou toxicologiques (OMS, IARC, US EPA,...).

4.1.3 Chez le Chien

Il n'existe pas de données de létalité publiées dans les bases de données bibliographiques et/ou toxicologiques (OMS, IARC, US EPA,...).

4.1.4 Chez les Primates non humains

Il n'existe pas de données de létalité publiées dans les bases de données bibliographiques et/ou toxicologiques (OMS, IARC, US EPA,...).

4.2 ETUDE DES EFFETS NON LETAUX

4.2.1 Chez les Rongeurs : Rat et Souris

◆ **Weedon (1940)**

◆ **Matijak & Alarie (1982)**

◆ **Bhattacharya (1994)**

◆ **Sakurai (1989)**

◆ **Crane (1989)**

◆ **Fechter (2002)**

4.2.2 Chez les Lapins

Il n'existe pas de données de létalité publiées dans les bases de données bibliographiques et/ou toxicologiques (OMS, IARC, US EPA,...).

4.2.3 Chez le chien

Il n'existe pas de données de létalité publiées dans les bases de données bibliographiques et/ou toxicologiques (OMS, IARC, US EPA,...).

4.2.4 Chez les Primates non humains

Il n'existe pas de données de létalité publiées dans les bases de données bibliographiques et/ou toxicologiques (OMS, IARC, US EPA,...).

5. ANALYSE DES DONNEES DE TOXICITE

5.1 ANALYSE DES DONNEES DE MORTALITE

5.1.1 Etudes qualitatives

Les études expérimentales chez l'animal présentées en § 4.1 n'apportent pas de données expérimentales de mortalité susceptibles d'être utilisées pour une analyse probit. La fixation des seuils des effets létaux fait donc appel au jugement d'experts.

5.1.2 Analyse quantitative

Aucune analyse quantitative n'a été effectuée en raison d'une insuffisance de données expérimentales de mortalité chez l'animal.

5.2 ANALYSE DES EFFETS NON LETAUX

D'après les différentes études analysées, le groupe d'experts a donc retenu les études et les effets critiques suivants pour la détermination du seuil d'effets non létaux :

| Espèce | Concentration (ppm) | Durée d'exposition (min) | Effets | Références |
|---------------|----------------------------|---------------------------------|---------------|-------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

6. REVUE DES RESULTATS

6.1 EXTRAPOLATION DES DONNEES EXPERIMENTALES DE L'ANIMAL A L'HOMME

Les données disponibles chez l'homme montrent que les mécanismes d'action toxique du styrène sont identiques à ceux décrits chez l'animal, ce qui facilite l'extrapolation des données animales à l'homme. Nous pouvons rappeler que ce toxique présente à la fois une action irritante locale et une action systémique sur différents organes cibles et essentiellement le système nerveux central.

6.2 SEUILS DES EFFETS LETAUX CHEZ L'HOMME

En raison d'une insuffisance de données expérimentales de mortalité chez l'animal permettant la réalisation d'une analyse probit, la fixation des seuils des effets létaux a fait appel au jugement des experts toxicologues du groupe de consensus.

Ainsi, les seuils des effets létaux pour le styrène retenus par le groupe de consensus sont les suivants :

| TEMPS (min) | SEUIL (ppm) |
|-------------|-------------|
| 15 | 5000 |
| 30 | 2500 |
| 60 | 1000 |
| 120 | 500 |
| 240 | 250 |
| 480 | 250 |

6.3 SEUILS DES EFFETS IRREVERSIBLES

L'analyse des données expérimentales permet de retenir l'impact sur le système nerveux central

Ainsi, les seuils des effets réversibles pour le styrène retenus par le groupe de consensus sont les suivants :

| TEMPS (min) | SEUIL (ppm) |
|-------------|-------------|
| 15 | 800 |

| | |
|-----|-----|
| 30 | 500 |
| 60 | 250 |
| 120 | 200 |
| 240 | 150 |
| 480 | 100 |

6.4 SEUILS DES EFFETS REVERSIBLES

Ainsi, les seuils des effets réversibles pour le styrène retenus par le groupe de consensus sont les suivants :

| TEMPS (min) | SEUIL (ppm) |
|-------------|-------------|
| 15 | 200 |
| 30 | 100 |
| 60 | 50 |
| 120 | 50 |
| 240 | 20 |
| 480 | 20 |

6.5 SEUIL DE PERCEPTION

Au regard des données de la littérature, le seuil de perception retenu correspond au seuil olfactif du styrène soit l'intervalle 0,02 à 0,15 ppm.

7. CONCLUSION

Les seuils de toxicité en cas d'émission accidentelle d'acide cyanhydrique ont été déterminés par le groupe de consensus.

Les valeurs obtenues pour des durées d'exposition de 1, 10, 20, 30 et 60 minutes sont répertoriées dans les tableaux ci-après.

◆ Seuils d'effets létaux

| TEMPS (min) | CONCENTRATION | |
|-------------|-------------------|------|
| | mg/m ³ | ppm |
| 15 | 21300 | 5000 |
| 30 | 10650 | 2500 |
| 60 | 4260 | 1000 |
| 120 | 2130 | 500 |
| 240 | 1065 | 250 |
| 480 | 1065 | 250 |

◆ Seuils d'effets irréversibles

| TEMPS (min) | CONCENTRATION | |
|-------------|-------------------|-----|
| | mg/m ³ | ppm |
| 15 | 3408 | 800 |
| 30 | 2130 | 500 |
| 60 | 1065 | 250 |
| 120 | 852 | 200 |
| 240 | 426 | 100 |
| 480 | 426 | 100 |

◆ Seuils d'effets réversibles

| TEMPS (min) | CONCENTRATION | |
|-------------|-------------------|-----|
| | mg/m ³ | ppm |
| 15 | 852 | 200 |
| 30 | 426 | 100 |
| 60 | 213 | 50 |
| 120 | 213 | 50 |
| 240 | 85 | 20 |
| 480 | 85 | 20 |

Seuil de perception olfactive : 0,02 - 0,15 ppm.

8. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

9. ANNEXES

Tableau 1 : principales données expérimentales sur la mortalité induite par l'acide cyanhydrique.

| Études | Espèces | Durée d'exposition (min) | Concentration (ppm) | Nombre de décès | Nombre d'animaux par lot | Valeur |
|-------------------|---------|--------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|--------|
| BALLANTYNE (1994) | Rat | 0,167 (10 sec) | 2659 | 4 | 10 | 1 |
| | | | 2703 | 2 | 10 | |
| | | | 3363 | 4 | 10 | |
| | | | 3380 | 3 | 10 | |
| | | | 3560 | 5 | 10 | |
| | | | 3904 | 7 | 10 | |
| | | | 6082 | 10 | 10 | |
| | | | 9309 | 10 | 10 | |
| | | 1 | 703 | 3 | 10 | |
| | | | 1115 | 6 | 10 | |
| | | | 1810 | 13 | 20 | |
| | | | 2187 | 10 | 10 | |
| | | | 3794 | 10 | 10 | |
| | | 5 | 197,5 | 0 | 10 | |
| | | | 288,5 | 1 | 10 | |
| | | | 348 | 2 | 10 | |
| | | | 400 | 3 | 10 | |
| | | | 441 | 7 | 10 | |
| | | | 571,5 | 4 | 10 | |
| | | | 599 | 10 | 10 | |
| | | | 808 | 10 | 10 | |
| | | 30 | 79 | 0 | 10 | |
| | | | 100 | 0 | 10 | |
| | | | 118 | 1 | 10 | |
| | | | 126 | 5 | 10 | |
| | | | 146 | 5 | 10 | |
| | | | 152 | 2 | 10 | |
| | | | 164 | 6 | 10 | |
| | | | 172 | 5 | 10 | |
| | | | 176 | 8 | 10 | |
| | | | 196 | 7 | 10 | |

Tableau 1 : principales données expérimentales sur la mortalité induite par l'acide cyanhydrique.

| Etudes | Espèces | Durée d'exposition (min) | Concentration (ppm) | Nombre de décès | Nombre d'animaux par lot | Valeur |
|--|---------|--------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|--------|
| BARCROFT (1931) suite | Rat | 45 | 109 | 5 | 6 | 2 |
| | | 60 | 182 | 3 | 6 | |
| | | | 109 | 1 | 6 | |
| | | | 46 | 1 | 6 | |
| BLANK (1983) | Rat | 360 | 67,8 | 3 | 10 | 1 |
| HIGGINS (1972) | Souris | 5 | 200 | 0 | 15 | 1 |
| | | | 283 | 4 | 15 | |
| | | | 357 | 12 | 15 | |
| | | | 368 | 10 | 15 | |
| | | | 414 | 12 | 15 | |
| | | | 427 | 15 | 15 | |
| LC₅₀ 5 min = 323 ppm | | | | | | |
| MATIJAK (1982) | Souris | 30 | 100 | 0 | 4 | 1 |
| | | | 150 | 2 | 4 | |
| | | | 220 | 3 | 4 | |
| | | | 330 | 4 | 4 | |
| BARCROFT (1931) | Lapin | 1 | 1092 | 2 | 2 | 2 |
| | | 3 | 1092 | 4 | 4 | |
| | | | 610 | 2 | 2 | |
| | | | 546 | 3 | 4 | |
| | | | 428 | 2 | 4 | |
| | | 4 | 428 | 3 | 4 | |
| | | | 273 | 0 | 4 | |
| | | 10 | 546 | 4 | 4 | |
| | | | 319 | 3 | 7 | |
| | | 30 | 218 | 0 | 4 | |
| 60 | 146 | 2 | 4 | | | |
| | 100 | 0 | 4 | | | |

Tableau 1 : principales données expérimentales sur la mortalité induite par l'acide cyanhydrique

| Etudes | Espèces | Durée d'exposition (min) | Concentration (ppm) | Nombre de décès | Nombre d'animaux par lot | Valeur |
|-----------------|---------|--------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------|--------|
| BARCROFT (1931) | Singe | 3 | 1092 | 1 | 4 | 2 |
| | | | 783 | 1 | 2 | |
| | | | 437 | 0 | 3 | |
| | | 7 | 546 | 0 | 2 | |
| | | 10 | 546 | 1 | 2 | |
| | | 20 | 328 | 0 | 2 | |
| | | 30 | 218 | 1 | 3 | |
| | | | 155 | 1 | 3 | |
| | | 60 | 182 | 3 | 3 | |
| | | | 109 | 0 | 8 | |
| BARCROFT (1931) | Chèvre | 3 | 1092 | 3 | 4 | 2 |
| | | | 546 | 1 | 4 | |
| | | 5 | 437 | 0 | 4 | |
| | | | 10 | 573 | 4 | |
| | | 10 | 437 | 3 | 4 | |
| | | | 15 | 328 | 1 | |
| | | 15 | 218 | 0 | 4 | |
| | | | 20 | 437 | 3 | |
| | | 20 | 328 | 3 | 4 | |
| | | | 23 | 328 | 4 | |
| | | 30 | 273 | 4 | 4 | |
| | | | 218 | 3 | 4 | |

Tableaux 2, 3, 4, 5, 6 et 7 : Seuils des effets létaux déterminés pour l'acide cyanhydrique

Tableau 2 : Résultats pour les Chats

| Temps | CL1% [IC95] | CL50% [IC95] |
|-------|---|--|
| 1 | 140[1.74.10 ⁺⁰¹ ;2.95.10 ⁺⁰²] | 441[2.04.10 ⁺⁰² ;6.84.10 ⁺⁰²] |
| 10 | 70.1[1.11.10 ⁺⁰¹ ;1.29.10 ⁺⁰²] | 223[1.47.10 ⁺⁰² ;2.73.10 ⁺⁰²] |
| 20 | 56.8[9.60.10 ⁺⁰⁰ ;1.03.10 ⁺⁰²] | 181[1.23.10 ⁺⁰² ;2.28.10 ⁺⁰²] |
| 30 | 50.3[8.88.10 ⁺⁰⁰ ;9.09.10 ⁺⁰¹] | 161[1.09.10 ⁺⁰² ;2.11.10 ⁺⁰²] |
| 60 | 41.6[7.39.10 ⁺⁰⁰ ;7.48.10 ⁺⁰¹] | 131[8.45.10 ⁺⁰¹ ;1.90.10 ⁺⁰²] |

Unités: temps (T) en minutes, Concentration (C) et Concentration Létale (CL) en ppm

Equation probit : $P = \Phi (1.95 \times \log(C) + 0.612 \times \log(T) - 12)$

Tableau 3 : Résultats pour les Chiens

| Temps | CL1% [IC95] | CL50% [IC95] |
|-------|---|---|
| 1 | 248[7.53.10 ⁺⁰¹ ;3.86.10 ⁺⁰²] | 413[2.19.10 ⁺⁰² ;5.63.10 ⁺⁰²] |
| 10 | 105[4.93.10 ⁺⁰¹ ;1.36.10 ⁺⁰²] | 173[1.46.10 ⁺⁰² ;2.04.10 ⁺⁰²] |
| 20 | 81.7[4.16.10 ⁺⁰¹ ;1.03.10 ⁺⁰²] | 134[1.14.10 ⁺⁰² ;1.68.10 ⁺⁰²] |
| 30 | 70.3[3.68.10 ⁺⁰¹ ;8.85.10 ⁺⁰¹] | 115[9.64.10 ⁺⁰¹ ;1.55.10 ⁺⁰²] |
| 60 | 5.44[3.01.10 ⁺⁰¹ ;7.10.10 ⁺⁰¹] | 88.4[7.05.10 ⁺⁰¹ ;1.39.10 ⁺⁰²] |

Unités: temps (T) en minutes, Concentration (C) et Concentration Létale (CL) en ppm

Equation probit : $P = \Phi (4.37 \times \log(C) + 1.66 \times \log(T) - 26.4)$

Tableau 4 : Résultats pour les Chèvres

| Temps | CL1% [IC95] | CL50% [IC95] |
|-------|---|---|
| 1 | 1160[7.36.10 ⁺⁰³ ;1.64.10 ⁺⁰³] | 1950[1.38.10 ⁺⁰³ ;3.02.10 ⁺⁰³] |
| 10 | 247[1.48.10 ⁺⁰² ;3.13.10 ⁺⁰²] | 417[3.63.10 ⁺⁰² ;4.64.10 ⁺⁰²] |
| 20 | 155[8.58.10 ⁺⁰¹ ;2.02.10 ⁺⁰²] | 262[2.13.10 ⁺⁰² ;2.95.10 ⁺⁰²] |
| 30 | 118[6.08.10 ⁺⁰¹ ;1.57.10 ⁺⁰²] | 199[1.53.10 ⁺⁰² ;2.32.10 ⁺⁰²] |
| 60 | 74.4[3.47.10 ⁺⁰¹ ;1.04.10 ⁺⁰²] | 125[8.71.10 ⁺⁰¹ ;1.57.10 ⁺⁰²] |

Unités: temps (T) en minutes, Concentration (C) et Concentration Létale (CL) en ppm

Equation probit : $P = \Phi (4.19 \times \log(C) + 2.84 \times \log(T) - 31.8)$

Graphes : Seuils des effets létaux déterminés pour l'Acide Cyanhydrique

Effets Létaux chez le RAT

Graphes : Seuils des effets létaux déterminés pour l'Acide Cyanhydrique

Effets Létaux chez la SOURIS