

**DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DES RECHERCHES OCEANIQUES**

**TOXICITE AIGUE DU TETRACHLOROETHYLENE  
SUR LA CREVETTE DES MARAIS**  
*Palaemonetes varians*

**L. MIOSSEC, G. BOCQUENE, P. TRUQUET**



**DERO-88-05-MR**

# INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER

IFREMER  
CENTRE DE NANTES  
B. P. n° 1049  
44037 NANTES CEDEX 01

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DES RECHERCHES OCEANIQUES  
DEPARTEMENT MILIEU ET RESSOURCES - NANTES

<b>AUTEUR (S) :</b>  MIOSSEC (L.), BOCQUENE (G.), TRUQUET (P.)	<b>CODE :</b>  N° <u>DERO-88-05-MR</u>
<b>TITRE</b> Toxicité aiguë du tétrachloroéthylène sur la crevette des marais <u>P. varians</u>	date : juillet 1988  tirage nb : 30  Nb pages : 12 Nb figures : 1 Nb photos :
	<b>DIFFUSION</b> libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> confidentielle <input type="checkbox"/>

Résumé :

Dans le cadre de l'étude des effets d'un rejet urbain sur le biotope marin, nous avons étudié la toxicité aiguë du tétrachloroéthylène sur la crevette des marais (Palaemonetes varians). Les expérimentations ont été menées en flux continu pendant 96 heures : la CL 50 est de 2,37 mg/l.

Ce résultat et les données bibliographiques soulignent la forte sensibilité des crustacés à ce solvant chloré.

Abstract :

Studying the impact of domestic sewer discharge on marine biota we studied lethal toxicity of tetrachloroethylene on brackish water prawn (Palaemonetes varians). These experiments were carried out in a flow-through system during 96 hours : LC 50 is 2,37 mg/l.

This result and all data, present in litterature, show the high sensitiveness of crustaceans to this chlorinated solvent.

**mots-clés** : toxicité aiguë tétrachloroéthylène crevette  
: Palaemonetes varians flux continu

**key words** : lethal toxicity tetrachloroethylene prawn  
: Palaemonetes varians flow-through system

© IFREMER - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer,



## TOXICITE AIGUE DU TETRACHLOROETHYLENE

### SUR LA CREVETTE DES MARAIS Palaemonetes varians

par Laurence MIOSSEC, Gilles BOCQUENE et Philippe TRUQUET

#### I - INTRODUCTION

Le projet "Rejets Urbains" de l'IFREMER a pour double objectif :

- la mise au point d'une technique d'étude de rejets urbains permettant l'amélioration des techniques actuelles de traitement des eaux usées et apportant des recommandations sur l'implantation de nouvelles stations,
- de juger du fonctionnement actuel de stations d'épuration en place et des risques encourus pour l'environnement marin.

Ce dernier point a conduit à dresser la liste des polluants organiques et inorganiques rejetés par deux stations d'épuration prises comme test : Morlaix et Toulon. Les analyses réalisées à l'entrée et à la sortie de la station de Toulon-est ont mis en évidence des concentrations maximales en tétrachloroéthylène respectivement de 34 et 11 µg/l. Les effets de ce solvant chloré étant peu connus sur le milieu marin nous avons cherché, parallèlement aux études du devenir physico-chimique de ce produit dans la zone réceptrice, à approfondir sa toxicité sur la faune littorale.

Nous présentons, dans ce rapport, les résultats de toxicité aiguë sur la crevette des marais Palaemonetes varians.

#### II - MATERIELS ET METHODES

##### 1 - Le tétrachloroéthylène

Le tétrachloroéthylène ( $C_2Cl_4$ ), appelé également perchloroéthylène est un hydrocarbure aliphatique halogéné. Il est principalement utilisé dans l'industrie textile pour le nettoyage à sec ainsi que pour le nettoyage des métaux (ANONYME, 1979). C'est un produit volatil caractérisé par une faible solubilité dans l'eau - 150 mg/l à 20° C (Mc CONNELL et al., 1975). Parmi les éthanes et les éthylènes chlorés c'est l'un des plus stables ; il est sujet à une décomposition autooxydative sous l'effet de la lumière (ANONYME, 1982). Il pénètre dans l'environnement principalement par évaporation dans l'atmosphère, il se retrouve également dans les effluents liquides issus des usines qui l'utilisent ainsi que dans les eaux d'égouts domestiques.

## 2 - Méthode analytique

La méthode d'analyse utilise la chromatographie en phase gazeuse. Le toxique est extrait de l'eau de mer par du pentane tandis qu'une courbe d'étalonnage est réalisée quotidiennement pour des concentrations comprises entre 7 et 73 ppb. Chaque concentration testée est contrôlée une à deux fois par jour.

## 3 - Organisme test

La crevette des marais Palaemonetes varians est un crustacé décapode natant appartenant à la famille des Palaemonidae. C'est un animal euryhalin vivant dans les estuaires et les marais le long des côtes atlantiques de l'Europe, de la Scandinavie au Portugal. Elle est signalée également sur la côte occidentale du Maroc et sur les bords de la Mer Noire (SOLLAUD, 1923 in ALLIOT, 1984). D'après JEFFERIES (1964) et LAURENT (1983) son cycle biologique serait de 24 mois. On note cependant une différence suivant le sexe : 22 à 24 mois pour la femelle, 14 à 16 mois pour le mâle (ALLIOT, 1984). L'espèce est disponible toute l'année dans les étiers de la région du Croisic (Loire-Atlantique). S'adaptant parfaitement au conditionnement en laboratoire, elle constitue un matériel privilégié pour les tests contrôlés. Nos expérimentations ont été réalisées sur des juvéniles. Avant toute série d'expériences, les crevettes sont acclimatées aux conditions du système expérimental pendant un minimum de quatre jours. Elles sont stockées dans un bac de 70 litres alimenté par un flux continu d'eau de mer. L'oxygénation du milieu est également assurée par deux diffuseurs d'air. Au moment des tests, des lots homogènes de vingt crevettes par cristallisoirs sont constitués.

## 4 - Système expérimental (fig. 1)

L'eau de mer est stockée dans deux citernes d'un volume total de 30 m<sup>3</sup>, placées à l'extérieur du bâtiment. Elle arrive par gravité dans la salle d'expérience (canalisation en PVC) et remplit un premier bac de 160 litres. Celui-ci est relié à un second bac de même contenance qu'il alimente par le principe des vases communicants. De là l'eau de mer est distribuée suivant un débit constant de 2 l/h dans huit cristallisoirs de trois litres. Une électrovanne et des sondes à niveau installées dans le premier bac récepteur permettent d'équilibrer la distribution de l'eau. La solution-mère saturée en tétrachloroéthylène est conservée dans un baril de 25 litres, une pompe péristaltique UMATEC IP 12 équipée de tuyaux de diamètres croissants répartit le polluant dans les différents cristallisoirs.

## 5 - Paramètres physico-chimiques

Nous avons placé, dans le tableau 1, les valeurs des paramètres physico-chimiques mesurés au cours des trois expériences : oxygène dissous (O<sub>2</sub> - mg/l) ammoniacque (µatg/l) salinité (S ‰) température (°C) et pH. L'oxygène dissous évolue entre 6 et 8,5 mg/l. L'ammoniacque est inférieure ou égale à 2 µatg/l (valeur maximale enregistrée 2,14 µatg/l). La température était comprise entre 13° et 15,5° C avec une exception à 18,2° C. Nous reviendrons par la suite sur cette valeur. Le pH était de l'ordre de 8.

Compte tenu des propriétés d'évaporation du tétrachloroéthylène, nous avons jugé nécessaire de placer les témoins dans une autre salle expérimentale. Les conditions, en débit notamment, n'étaient pas exactement identiques d'un module expérimental à l'autre ; ceci explique les quelques différences enregistrées dans les cristallisoirs des témoins : température et concentration en ammoniacque légèrement supérieures, teneurs en oxygène dissous inférieures ou égales.

Cependant, l'ensemble des valeurs des paramètres physico-chimiques est acceptable pour les crevettes et atteste des bonnes conditions expérimentales.

### III - RESULTATS

Les expériences réalisées en 1986 avaient cerné la gamme de concentrations sensibles. Elle avaient souligné la forte toxicité du tétrachloroéthylène vis-à-vis de la crevette des marais, et mis en évidence la fourchette restreinte dans laquelle se situe la CL 50.

Nos travaux n'ont pu être poursuivis au cours du dernier trimestre 1986, le chromatographe en phase gazeuse du laboratoire Chimie-Environnement n'étant plus disponible. Ils ont repris au printemps 1987 après l'acquisition et la mise au point d'un appareil de dosage équivalent.

Trois séries d'expériences ont été nécessaires pour déterminer la CL 50. Elles ont été réalisées sur des crevettes dont la longueur céphalothoracique variait entre 6 et 7 mm ( $6,2 \pm 0,66$  mm ;  $6,52 \pm 0,47$  mm et  $6,74 \pm 0,60$  mm). Nous n'avons enregistré qu'une seule disparition chez les témoins due à un phénomène de cannibalisme après la mue.

La CL 50 a été calculée par la méthode de BLISS (1938) à partir des concentrations moyennes en tétrachloroéthylène, mesurées quotidiennement, et des mortalités enregistrées après 96 heures (tableau 2).

**LA CL 50 - 96 H EST DE 2,37 MG/L**

### IV - DISCUSSION

Nous avons, dans un rapport antérieur (MIOSSEC et al., 1986) présenté une synthèse bibliographique sur la toxicité du tétrachloroéthylène vis-à-vis de la faune et de la flore aquatique. Ce travail soulignait le peu de résultats obtenus sur ce thème, surtout en milieu marin.

Les tableaux 3 et 4 rappellent les données recueillies. La crevette des marais P. varians apparaît l'espèce la plus sensible testée jusqu'à maintenant. En eau douce, chez les poissons, à durée expérimentale égale Pimephales promelas (ALEXANDER et al., 1978) présente une CL 50 de 18,4 mg/l en flux continu, de 21,4 mg/l en statique, la différence s'expliquant probablement par une évaporation du produit dans le dernier cas de figure.

La concentration létale 50 % est de 13 mg/l pour Lepomis macrochirus (BUCCAFUSCO et al., 1981) et de 4,99 mg/l pour les juvéniles de truite (SHUBAT et al., 1982). Chez les crustacés cette valeur est de 18 mg/l chez la daphnie, (LEBLANC, 1980) en condition de jeûne elle n'est plus que de 9,1 mg/l (RICHTER et al., 1983).

En milieu marin les effets sont plus marqués pour les poissons ; la CL 50 est de 5 mg/l pour la limande. Cyprinodon variegatus (HEITMULLER et al., 1981) est cependant résistant au solvant puisqu'il supporte des teneurs comprises entre 29 et 52 mg/l.

Comme en eau douce les crustacés apparaissent plus sensibles. En effet, les larves de balane ont une CL 50 de 3,5 mg/l, ceci après 48 heures d'exposition. Il est probable qu'une expérience menée sur 96 heures diminuerait cette valeur. Le résultat serait alors proche de celui que nous avons enregistré pour Palaemonetes varians : 2,37 mg/l.

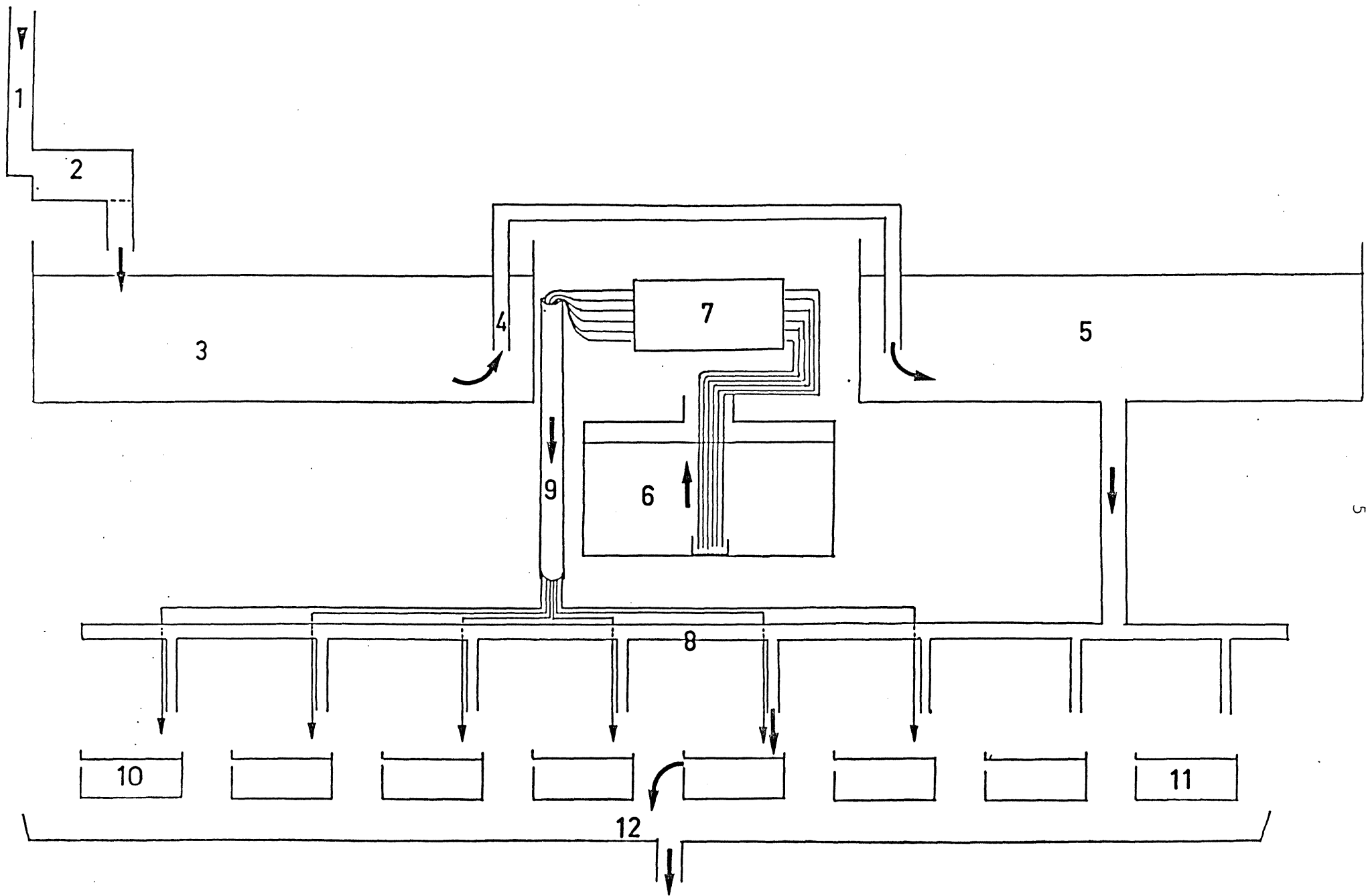


Fig. 1 - Schéma général du circuit expérimental en flux continu.

1ère expérience

Date	20 mai 1987		22 mai 1987
	cristallisoir	citerne	cristallisoir
O <sub>2</sub> (mg/l)	7,5	-	7,2
Ammoniaque (µatg/l)	2,14	0,83	1,83
S°/ ..	33	-	36
T° C	-	-	14°7
pH	8,2	-	8,14

2ème expérience

Date	10 juin 1987			12 juin 1987		
	bac tampon	cristal. tetrachlo.	cristal. témoin	bac tampon	cristal. tetrachlo.	cristal. témoin
O <sub>2</sub> (mg/l)	7,8	8,5	7,5	8,1	7,8	7,5
Ammoniaque (µatg/l)	0,85	1,57	1,99	0,58	1,31	1,93
S°/ ..	36	36	36	36	36	36
T° C	14°7	13°2	14°5	14°7	14°7	14°2
pH	8,14	8,14	8,14	8,11	8,11	8,11

3ème expérience

Date	6 juillet 1987			10 juillet 1987		
	bac tampon	cristal. tetrachlo.	cristal. témoin	bac tampon	cristal. tetrachlo.	cristal. témoin
O <sub>2</sub> (mg/l)	6,6	7,4	6,6	-	8,2	6,0
Ammoniaque (µatg/l)	0,45	0,44	1,67	-	0,51	0,97
S°/ ..	36	36	36	-	36	36
T° C	15°5	14°1	18°2	-	14°1	14°8
pH	7,98	8,03	7,94	-	7,94	8,03

Tableau 1.- Paramètres physico-chimiques de l'eau du circuit expérimental.



Concentration moyenne	n - 1	Pourcentage de mortalité	Date
1,20	0,26	10,0	19.05.
1,29	0,31	10,5	19.05.
1,38	0,08	13,0	9.06.
1,52	0,13	14,3	9.06.
1,52	0,30	10,0	19.05.
1,68	0,22	10,5	19.05.
1,92	0,08	20,0	9.06.
1,94	0,05	15,0	9.06.
1,94	0,15	20,0	9.06.
2,20	0,19	45,0	6.07.
2,27	0,19	35,0	6.07.
2,31	0,28	30,0	19.05.
2,48	0,23	40,0	9.06.
2,60	0,16	40,0	9.06.
2,73	0,11	80,0	6.07.
3.00	0,19	85,0	6.07.
3.04	0,26	90,0	6.07.

Tableau 2.- Concentrations moyennes en tétrachloroéthylène et pourcentages de mortalité de P. varians après 96 heures.

ESPECES	CONDITIONS EXPERIMENTALES	CONCENTRATIONS LETALES	EFFETS SUBLETAUX	AUTEURS
ALGUES Populations phytoplanktoniques	in situ pdt 46 jours 2 concentrations testées . 25 mg/l . 250 mg/l		Diminution de l'abondance et de la diversité du phytoplancton	LAY et al. (1984)
CRUSTACES Daphnia magna	Idem	Toxicité aiguë aux 2 concentrations		Idem
Daphnia magna	Statique pas de dosage	CL50 <sub>24h</sub> = 18 mg/l CL50 <sub>48h</sub> = 18 mg/l NOEC = 10 mg/l		LE BLANC (1980)
Daphnia magna	Tests létaux : en statique Tests sublétaux : en semi-statique 28 j	CL50 <sub>48h</sub> = 18 mg/l si nourri = 9,1 mg/l si non nourri	LOEC = 1,1 ± 0,48 mg/l NOEC = 0,51 ± 0,25 mg/l sur la croissance et la reproduction	RICHTER et al. (1983)
POISSONS Pimephales promelas	Flux continu (avec dosage) → Statique (sans dosage) →	CL50 <sub>96h</sub> = 18,4 mg/l CL50 <sub>96h</sub> = 21,4 mg/l	EC50 <sub>96h</sub> = 14,4 mg/l perte d'équilibre, mélanisation, narcose, gonflement des branchies, hémorragie	ALEXANDER et al. (1978)
Poecilia sphenops	Semi statique pdt 60 j 0,001 ml/l 0,005 ml/l (pas de dosage)		Reduction de croissance pondérale. Accumulation de graisse, formation granuleuse, détérioration de larges plages de tissus dans le foie	LOEKLE et al. (1983)
Lepomis macrochirus	Statique pas de dosage	CL50 <sub>24h</sub> = 46 mg/l CL50 <sub>96h</sub> = 13 mg/l		BUCCAFUSCO et al. (1981)
Salmo gairdneri (juvéniles)	Semi-statique T° = 12°C	CL50 <sub>96h</sub> = 4,99 mg/l		SHUBAT et al. (1982)

Tableau 3- Toxicité aiguë et subaiguë du tétrachloroéthylène en eau douce.

LOEC Concentration des effets observables minimum

EC50 Concentration à laquelle 50 % des animaux présentent des troubles du comportement.

ESPECES	CONDITIONS EXPERIMENTALES	CONCENTRATIONS LETALES	EFFETS SUBLETAUX	AUTEURS
ALGUES Phaeodactylum tricornutum			Mesure de la photosynthèse EC50 = 10,5 mg/l	PEARSON et al. (1975)
CRUSTACES Elminius modestus (larves)	Statique	CL50 <sub>48 h</sub> = 3,5 mg/l		Idem
POISSONS Limanda limanda (juvéniles)	Flux continu (avec dosage)	CL50 <sub>96 h</sub> = 5 mg/l		Idem
Cyprinodon variegatus (juvéniles)	T° = 25 → 31°C S‰ = 10 → 31 ‰ pas de dosage	CL50 <sub>24 h</sub> > 52 mg/l 48 h > 52 mg/l 29 mg/l > CL50 <sub>96 h</sub> > 52 mg/l NOEC = 29 ppm		HEITMULLER et al. (1981)

6

Tableau 4 - Toxicité aiguë et subaiguë du tétrachloroéthylène en eau de mer.

V - BIBLIOGRAPHIE

ALEXANDER (H.C.), Mac CARTY (W. M.), BARTLETT (E.A.), 1978 . - Toxicity of perchloroéthylène, trichloroéthylène 1,1,1 trichloroéthane, and methylene chloride to Fathead minnows. - Bull. Environm. Contam. Toxicol. 20, 344-352.

ALLIOT (A.), 1984. - Contribution à l'étude de milieux saumâtres : bio-écologie de Palaemonetes varians (Leach) dans les marais de Guérande et de Mesquier (44). Thèse de 3ème cycle en océanologie. Faculté des Sciences de Nantes. pp 162.

ANONYME, 1979. - I A R C Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans - Some halogenated hydrocarbons. Vol. 20. International agency for research on cancer world health organization.

ANONYME, 1982. - Substances in the list of priority chemicals. Infonotes Envir. Can. Environ. Prot. Ag.

BLISS (C.I.), 1938.- The determination of the dosage mortality curve from small numbers.- Quart. J. Pharm. 11, 192-216.

BUCCAFUSCO (R.J.), ELLS (S.J.), LE BLANC G.A. (1981). - Acute toxicity of priority pollutants to Bluegill (Lepomis macrochirus). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 26, 446 - 452.

HEITMULLER (P.T.), HOLLISTER (T.A.), PARRISH (P.R.), 1981. - Acute toxicity of 54 industrial chemicals to sheepshead minnows (Cyprinodon variegatus). Bull. Environm. Contam. Toxicol. 27, 596 - 604.

JEFFERIES (D.J.), 1964. - The moulting behaviour of Palaemonetes varians (Leach) (Decapoda, Palaemonidae). Hydrobiologia 24, 457 - 488.

LAURENT (A.), 1983. - Contribution à l'étude de l'écologie et de la dynamique de population de la crevette Palaemonetes varians (Crustacé, Décapode, Natantia) dans les marais charentais. Conv. entre Etab. Publ. Reg. Poitou Charentes Univ. Poitiers et Ass. pour le dév. de l'Aquac. dans le centre-ouest.

LAY (J.P.), SCHAUERTE (W.), KLEIN (W.), KORTE (F.) 1984. - Influence of tetrachloroethylene on the biota of aquatic systems : toxicity to phyto - and zooplankton species in compartments of a natural pond. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 13, 135 - 142.

LE BLANC (G.A.), 1980. - Acute toxicity of priority pollutants to water flea (Daphnia magna). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 24 (684 - 691).

LOEKLE (D.M.), SCHECTER (A.J.), CHRISTIAN (J.J.), 1983. - Effects of chloroform, tetrachloroethylene and trichloroethylene on survival, growth and liver of Poecilia sphenops (Black molly). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 30 n° 2 (199 - 205).

Mac CONNELL (G.), FERGUSON (D.M.), PEARSON (C.R.), 1975. - Les hydrocarbures chlorés et l'environnement. Endeav. 34 pp. 13 - 18.

MIOSSEC (L.), BOCQUENE (G.), LASSUS (P.), MARCAILLOU-LE BAUT (C.), TRUQUET (P.), 1986. - Programme Rejets Urbains - Etude de l'effet des polluants. Premières résultats - Rapport interne IFREMER DERO/86-14-MR, 61 pages.

PEARSON (C.R.), Mac CONNELL (G.), 1975. - Chlorinated C1 and C2 hydrocarbons in the marine environment. Proc. R. Soc. Lond. B. 189, 305 - 332.

RICHTER (J.E.), PETERSON (S.F.), KLEINER (C.F.), 1983. - Acute and chronic toxicity of some chlorinated benzenes chlorinated ethanes and tetrachloroethylene to Daphnia magna. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 12 (679-684).

SHUBAT (P.J.), POIRIER (S.H.), KNUTH (M.L.), BROOKE (L.T.) 1982. - Acute toxicity of tetrachloroethylene and tetrachloroethylene with dimethylformamide to rainbow trout (Salmo gairdneri). Bull. Environ. Contam. Toxicol., 28, 7-10.