

Effet du lindane sur la croissance pondérale d'*Asellus aquaticus* L. (crustacé, isopode) en laboratoire et en mésocosme

Ponderal growth of *Asellus Aquaticus* L. under laboratory conditions and in experimental mesocosms, consequences of lindane contamination

S. LE BRAS¹, TH. CAQUET¹, E. THYBAUD¹, O. JONOT¹

Reçu le 4 février 1991, accepté pour publication le 4 mars 1992*.

SUMMARY

We estimated the ponderal growth (instantaneous growth rate) of a fresh-water invertebrate *Asellus aquaticus* L. (Crustacea, Isopoda), bred under laboratory conditions and in experimental mesocosms. Contamination by the insecticide lindane (Pepto 99 % purity) was studied.

To estimate the instantaneous growth rate we used the formula $W_t = W_0 \exp$ (bt) in what W_0 is the median weight class of *Asellus* at the beginning of experiment. W_t is the median weight after 20 days, dj is the days number multiplied by median temperature above 3 °C of considered period (3 °C is considered as minimal temperature below that no development is possible). Seven classe were constituted : class 1 (2 mg to 6.99 mg), 2 (7 to 11.99), 3 (12 to 16.99, 4 (17 to 21.99), 5 (22 to 26.99), 6 (27 to 31.99) and 7 (32 to 36.99). The instantaneous growth rate is calculated for this seven class weight and for each replicate, next median and standard error were calculated for each class. The number of replicate vary among class weight. It was : 22, 33, 29, 22, 16, 15 and 13 respectively for class 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7.

Asellus were preleved in natural ponds, acclimated in laboratory conditions during a minimal period of 15 days before that they are used for experiment. (glass containers of 30 litres, filled with half tap-water half pond-water, feed with maple leaves).

In laboratory conditions *Asellus* were kept in glass aquarium (15 x 20 x 18 cm) filled with 2 litres of water.

Physico-chemical parameters of water were : pH = 8.2 ; total hardness = 155 mg l⁻¹ measured as Ca CO₃ ; nitrites = 0.055 mg l⁻¹ ; nitrates = 3 mg l⁻¹ ; chloride = 73 mg l⁻¹ as Na Cl. Laboratory breeding conditions were a temperature of 15 °C and a 12/12 hours photoperiod. Contamination lasted 20 days,

1. Laboratoire d'écologie et de zoologie, bâtiment 442, Université de Paris-Sud, 91405 Orsay cedex, France..

* Les commentaires seront reçus jusqu'au 30 mars 1993.

lindane concentration was $4,5 \mu\text{g.l}^{-1}$ (near the median lethal concentration, 48 hours : $5,14 \mu\text{g.l}^{-1}$) at the beginning of the experiment and approximately $2 \mu\text{g.l}^{-1}$ at the end. Twenty *Asellus* of the same weight class were deposited in each glass. The diet was constituted with maple leaves. For contamination study only *Asellus* of class 7 to 11.99 was study. Ten replicates were realised.

The mesocosms were constituted by two rectangular basins 10 meters in length, 2.5 m in width and 50 to 60 cm in deep. To secure a good watertightness, bottom and sides were covered with black polyane $150 \mu\text{m}$ in thick, sediment and sand were deposited on the bottom on 5 to 10 cm in thick. Next basins were gradually (July 1987 to January 1988) filled up with tap-water. Natural colonization by phytoplankton and insects were observed, whereas vegetable (*Ranunculus aquatilis*, *Typha angustifolia*, *Scirpus palustris* and *Ceratophyllum submersum*) and invertebrates (*Asellus*, Planaria and Leech) were introduced by us. One mesocosm was contaminated by surface spraying with lindane acetic solution.

Thirty *Asellus* of a same weight class were placed in $25 \times 12 \times 7$ cm plastic box, with a total of 20 lateral openings on either side ($1,2$ cm in diameter) disposed in two rows and covered with fine mesh net ($150 \mu\text{m}$ in opening). The center part of the lid was cut out and also covered with the same fine mesh net. A bed of maple leaves was placed on the bottom of the box. This containers were then distributed throughout both the control and lindane contaminated basins. Between 15 to 20 days later, this containers were collected and brought back to the laboratory. All the specimens were weighted and once divided into size classes and returned to their experimental basins. The experiment started in June 1988 and lasted till February 1989. The lindane concentration was $4,5 \mu\text{g.l}^{-1}$ at the beginning and near zero at the end.

For the control, in laboratory condition or in mesocosm, we observed that the instantaneous growth rate decrease when the median weight of the class increase. It vary to $0,1131 \text{ mg.mg}^{-1}.\text{dj}^{-1}$ to $0,0183 \text{ mg.mg}^{-1}.\text{dj}^{-1}$ and to $0,2704 \text{ mg.mg}^{-1}.\text{dj}^{-1}$ to $0,0879 \text{ mg.mg}^{-1}.\text{dj}^{-1}$ respectively in laboratory condition and mesocosm. Significant correlation (level 0.001) was observed between the logarithm of instantaneous growth rate and logarithm of the weight. Slope of regression lines does not vary, only position differ. Growth rate was higher in the mesocosm than in laboratory. In laboratory conditions lindane contamination induce a variation of instantaneous growth rate. An significant increase of 2.6 was observed between contaminated and control for *Asellus* of weight class 7 to 11.99 mg. In the contaminated mesocosm, a correlation is noted between instantaneous growth rate and weight, it is significant only for 3 collections dates (December 1988, January 1989 and February 1989). No variation in the slope of linear regression is noted, position differ significantly (level 0.01) only in February. For this collection date instantaneous growth rate is higher in contaminated mesocosm than in control. It appear that other factors that lindane contamination may also explain this increase. Among these, food quality has been envisaged by different authors. In conclusion is noted that in laboratory condition lindane induce an increase of instantaneous growth rate, in mesocosm we can't affirm that lindane was the responsible for the increase of instantaneous growth rate. Other experiments are necessary to confirm this observation.

Key-words : *Asellus aquaticus* L., ponderal growth, laboratory, mesocosm, lindane.

RÉSUMÉ

La croissance pondérale estimée par le taux instantané de croissance (b) d'*Asellus aquaticus* L. a été évaluée dans des conditions de laboratoire et en milieu naturel dans des mésocosmes. L'influence d'une contamination par du lindane (insecticide organochloré) a été étudiée. Au laboratoire, la durée d'exposition au lindane a été de 20 jours, sa concentration de $4 \mu\text{g.l}^{-1}$ au départ était de l'ordre de $2 \mu\text{g.l}^{-1}$ à la fin de la période d'exposition : la température a été constante (15°C) et la photopériode 12/12 heures. Dans les mésocosmes, l'expérimentation a duré du mois de juin au mois de février. Au départ, la concentration du lindane était de $4,5 \mu\text{g.l}^{-1}$, elle était voisine de zéro en février. On constate que le taux instantané de croissance (b) est plus élevé dans les mésocosmes qu'au laboratoire, en milieu contaminé qu'en milieu témoin. Dans les conditions de laboratoire il est environ 2,6 fois plus élevé pour des aselles contaminées (de poids compris entre 7 et 12 mg) que pour les aselles témoins. Cette augmentation est significative de l'action du lindane. Dans les mésocosmes, l'augmentation du taux instantané de croissance des aselles maintenues en milieu contaminé par rapport à celles provenant de milieu non contaminé n'est statistiquement significative qu'au septième mois après le début de la contamination par le lindane, elle ne l'est plus au huitième. Il semble que d'autres facteurs puissent expliquer cette augmentation, en particulier la qualité de l'alimentation est discutée. Aussi ne peut-on affirmer que le lindane dans les conditions naturelles est responsable d'une élévation du taux instantané de croissance de l'aselle.

Mots clés : *Asellus aquaticus* L., croissance pondérale, laboratoire, mésocosme, lindane.

1 - INTRODUCTION

Les études toxicologiques en laboratoire sont indispensables pour connaître les risques potentiels des divers pesticides utilisés par l'homme, cependant lorsqu'on passe en milieu naturel les effets sont souvent tout à fait autres. Aussi est-il indispensable qu'elles soient assorties d'observations en milieu naturel (CAIRNS, 1986). C'est dans ce but que de nombreux chercheurs (CROSSLAND, 1982 ; RAMADE *et al.*, 1983 et 1985. GIBBS *et al.*, 1984 ; STEPHENSON *et al.*, 1984, 1986 ; YASUNO *et al.*, 1985, 1988, DEWEY, 1986) travaillent sur des mares, cours d'eau, mésocosmes afin d'avoir une meilleure approche des conséquences de l'emploi de tels produits.

C'est dans ce but qu'une étude sur les effets biologiques de produits phytosanitaires (lindane et deltaméthrine) en milieu aquatique a été entreprise dans notre laboratoire (CAQUET *et al.*, 1989, 1990 ; CAQUET, 1990). Nous présenterons ici les résultats concernant la croissance pondérale d'*Asellus aquaticus* L. élevées d'une part en mésocosmes expérimentaux (témoins et contaminés par du lindane) et d'autre part dans des conditions de laboratoire.

2 - MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1 Matériel biologique

Nous avons choisi de travailler avec *Asellus aquaticus*, espèce présentant les critères sélectionnés par l'USEPA, 1979 (United States Environmental Protection Agency) in BUIKEMA *et al.* (1982), c'est-à-dire l'intérêt écologique de l'espèce, sa répartition géographique très vaste, son ubiquité, son niveau trophique (à la base des chaînes trophiques), son régime alimentaire (détrivore), son cycle de développement entièrement aquatique.

Asellus aquaticus L. provient de biotopes naturels, mares du campus d'Orsay. Elles sont ensuite maintenues dans des aquariums de 30 litres remplis moitié par de l'eau du site de prélèvement moitié par de l'eau du réseau vieillie pour éviter la présence de chlore. L'oxygénation de l'eau est réalisée à l'aide d'un bulleur (pompe Rena). L'alimentation est constituée de feuilles d'érables séchées et conservées au congélateur à -20°C . Les élevages sont réalisés avec une photopériode naturelle et à la température ambiante du laboratoire (17 à 20°C).

2.2 Conditions de croissance en laboratoire

2.2.1 Pour les aselles témoins

Le protocole est schématisé dans le diagramme 1. Après récolte (étape 1), acclimatation et maintenance en laboratoire (étape 2) les aselles pesées individuellement sont réparties en sept classes de poids, d'intervalle 5 mg, à partir de 2 mg (ceci à cause de la précision de la pesée). Pour chaque classe, 3 lots de 20 aselles sont réalisés (étape 3). Les lots sont déposés dans des aquariums de $15 \times 20 \times 18$ cm, contenant 2 litres d'eau du réseau, vieillie et oxygénée en permanence. Les caractéristiques physicochimiques au départ de l'expérimentation sont : $\text{pH} = 8,2$; dureté totale = $155 \text{ mg.l}^{-1} \text{ CaCO}_3$; nitrites = 3 mg.l^{-1} ; chlorures = $73 \text{ mg.l}^{-1} \text{ NaCl}$. Les aquariums sont ensuite stockés dans des salles d'élevage à température constante (15°C), à une photopériode de 12/12 heures. L'alimentation est constituée de feuilles d'érable. Le poids moyen (W_0 = somme des poids individuels divisée par le nombre d'aselles) de chaque lot est évalué au départ de l'expérimentation (temps : t_0) ainsi que l'écart type (étape 3).

Vingt jours après (temps t_1) les aselles sont récupérées, pesées individuellement, le poids moyen (W_1) ainsi que l'écart type du lot sont calculés selon le même principe que pour W_0 (étape 4).

L'expérimentation s'est déroulée du mois de juin au mois de février. Le nombre de réplicats varie selon les classes, ceci à cause de la répartition inégale des classes de poids dans la population naturelle. Le nombre de réplicats par classe a donc été de : 22, 33, 29, 22, 16, 15, et 13 respectivement pour les classes 1 (2 à 6,99 mg), 2 (7 à 11,99), 3 (12 à 16,99), 4 (17 à 21,99), 5 (22 à 26,99), 6 (27 à 31,99) et 7 (32 à 36,99).

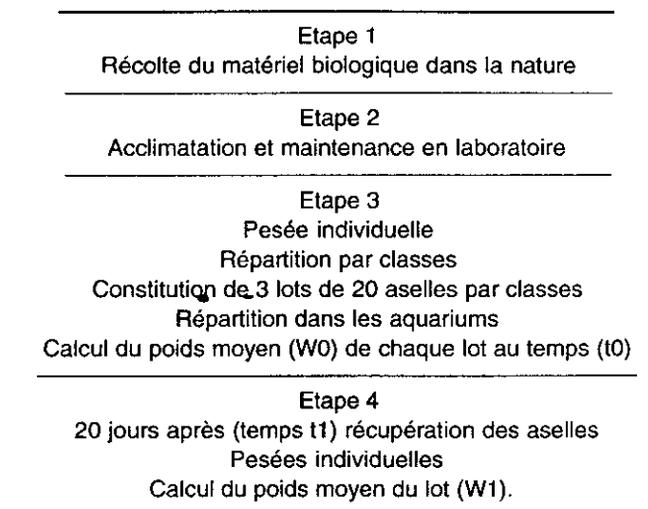


Diagramme 1 Protocole expérimental pour l'étude réalisée en laboratoire

2.2.2 Pour les aselles intoxiquées par le lindane et les témoins acétone

Le protocole expérimental est identique au précédent, mais pour des raisons matérielles, l'expérimentation n'a porté que sur la classe de poids la mieux représentée soit la classe 2 (7 à 12 mg). L'expérimentation s'est déroulée pendant les mois de janvier à avril.

Pour l'expérimentation en milieu contaminé, le lindane (PEPRO, 99 %) est introduit sous forme de solution acétonique. La concentration dans le milieu est de $4 \mu\text{g.l}^{-1}$ au départ. Elle est estimée selon THYBAUD (1987) à $2 \mu\text{g.l}^{-1}$ en fin d'expérimentation. Dix réplicats ont pu être réalisés.

Pour les témoins en milieu acétonique, l'acétone est introduite dans les aquariums à raison de 4 %. Neuf réplicats sont effectués.

3 - CROISSANCE EN MILIEU NATUREL

Le milieu naturel est constitué de deux mésocosmes expérimentaux, décrits par CAQUET *et al.* (1989). Ils sont constitués par deux bassins rectangulaires (anciens bassins de décantation) de 10 mètres de long sur 2,5 m de large). Les parois sont bétonnées et le fond était constitué de sable et de gravier. Pour atteindre une profondeur suffisante (50 à 60 cm) ils ont été creusés. Afin de les rendre étanches, ils ont été tapissés par une double feuille de polyane noir de $150 \mu\text{m}$ d'épaisseur. Un mélange de sable et de terreau a été ensuite répandu sur le fond sur une épaisseur de 5 à 10 cm. La

mise en eau (eau du réseau de distribution) a été réalisée de façon progressive de juillet 1987 à janvier 1988.

La colonisation par le phytoplancton s'est réalisée de façon naturelle ; tandis que quatre espèces de macrophyte : *Ranunculus aquatilis*, *Typha angustifolia*, *Scirpus palustris* et *Ceratophyllum submersum*, ont été introduites, enracinées dans des cuvettes de PVC afin d'éviter toute fuite due à la pénétration des racines à travers le polyane. La colonisation animale a été effectuée d'une part par l'intermédiaire de l'introduction de la végétation, ont été ainsi introduites : aselles, planaires et sangsues ; d'autre part pour de nombreuses espèces d'insectes directement par les imagos provenant de biotopes voisins.

Un des mésocosmes a été contaminé par une solution acétonique de lindane épanchée à la surface à l'aide d'un pulvérisateur (CAQUET, 1990).

La contamination du mésocosme a été effectuée le 18 avril 1988 ; la concentration de lindane dans le milieu était de $62,5 \mu\text{g.l}^{-1}$. Celle-ci étant beaucoup trop élevée pour l'aselle, nous avons attendu que la teneur en toxique soit de $4,5 \mu\text{g.l}^{-1}$, proche de la CL 50 % (48 heures) ($5,14 \mu\text{g.l}^{-1}$) (THYBAUD *et al.*, 1987), soit le 23 juin pour commencer l'étude de la croissance de l'aselle. L'expérimentation a duré jusqu'au mois de février date à laquelle le lindane n'était plus qu'à l'état de trace dans l'eau (CAQUET, 1990).

La croissance a été estimée comme dans les conditions de laboratoire, à partir de lots d'aselles de poids identique. Pour cela nous avons utilisé des enceintes artificielles (containers) qui sont ensuite entreposées au hasard dans les mésocosmes.

Les containers sont constitués par des boîtes en matière plastique, de $25 \times 12 \times 7$ cm percées latéralement de 20 orifices de 0,12 cm de diamètre répartis sur 3 rangées, obturés par du tulle (maille de $150 \mu\text{m}$). Le couvercle est également évidé en son centre et recouvert de tulle. Les feuilles d'érables, alimentation des aselles, sont déposées au fond de chaque boîte avant la fermeture de celles-ci. Le principe de l'étude est identique à celui décrit pour l'expérimentation en laboratoire. Seules différences, à l'étape 3 (diagramme 1) les lots d'aselles sont constitués par 30 individus, à l'étape 4, les aselles qui sont récupérées et pesées sont à nouveau réparties en classes et sont ramenées comme à l'étape 3 dans les mésocosmes. Ce même processus est répété tous les 20 jours jusqu'à ce que le nombre d'aselles soit insuffisant.

La température de l'eau des mésocosmes est enregistrée en continu.

4 - CALCUL

L'évaluation de la croissance pondérale a été effectuée en appliquant la formule (1) (MARCUS *et al.*, 1978) à partir de laquelle on peut estimer le taux instantané de croissance, b.

$$\begin{aligned}
 (1) \quad W_t &= W_0 \exp(bt) \\
 (2) \quad \ln W_t &= \ln W_0 + bt \\
 &\quad \ln W_t - \ln W_0 \\
 (3) \quad b &= \frac{\quad}{t}
 \end{aligned}$$

La constante b a été déterminée pour chaque lot de chaque classe de poids et pour chaque date de prélèvement.

De manière à prendre en compte le fait que la croissance dépend de la température nous avons dans l'équation (3) divisé par le nombre de degré jour (d_j , d_j = nombre de jour multiplié par la température moyenne pour la période considérée moins 3 °C), et non par le seul facteur temps (t), b est donc exprimé en mg par mg et par degré jour. Le nombre de degré jour a été calculé au-dessus de 3 °C, température au-dessous de laquelle ANDERSON (1969) considère qu'il n'y a pas de développement possible.

On établit ensuite une corrélation entre le taux instantané de croissance et le poids de la classe. Le coefficient de corrélation (R) est alors comparé à celui indiqué dans la table des coefficients de FISHER et YATES (1963). Quand la corrélation est significative l'équation de la droite de régression est donnée et la comparaison des pentes et position des droites est réalisée par un test d'analyse de covariance.

5 - RÉSULTATS

5.1. Croissance en milieu naturel et en laboratoire : comparaison

Le tableau 1 indique le taux instantané de croissance calculé pour chaque classe de poids. Quel que soit le milieu considéré on note une variation en fonction de la classe. Il diminue quand le poids moyen de la classe augmente. Il passe de 0,1131 à 0,183 et de 0,2704 à 0,0879 dans les conditions de laboratoire et en mésocosme respectivement.

Une corrélation significative (seuil 0,001) entre le logarithme du taux instantané de croissance (b) et le logarithme du poids moyen de la classe (W_0) peut être mise en évidence (tableau 2).

Les coefficients de corrélation (R) et les caractéristiques des droites de régression sont données dans le tableau 2.

La comparaison des pentes des deux droites ainsi obtenues indique une différence significative au seuil 0,05. Le taux instantané de croissance est plus élevé en milieu naturel que dans les conditions de laboratoire (fig. 1).

Tableau 1 Taux instantané de croissance (b en $\text{mg} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{dj}^{-1}$) pour chaque classe de poids (W_o en mg).

Table 1 Instantaneous growth rate (b : $\text{mg} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{dj}^{-1}$) for classes weight (W_o mg) for *Asellus aquaticus* L. reared under laboratory conditions and in experimental.

Classes	Conditions de laboratoire						Mesocosme					
	b			W _o			b			W _o		
	n(1)	m(2)	S(3)	n	m	S	n	m	S	n	m	S
n° 1	22	0,1131	0,071	22	4,91	0,6125	19	0,2704	0,1324	19	5,12	0,7769
n° 2	33	0,543	0,0511	33	9,42	0,5751	17	0,1708	0,1237	17	9,27	0,4112
n° 3	29	0,0386	0,0468	29	14,31	0,4501	17	0,1053	0,1100	17	14,42	0,6729
n° 4	22	0,282	0,0363	22	19,02	0,3439	15	0,1225	0,0912	15	19,01	0,7396
n° 5	16	0,0245	0,0537	16	24,44	0,6030	12	0,0984	0,0802	12	24,54	0,8857
n° 7	13	0,0183	0,0590	13	34,38	0,8995	6	0,0879	0,0889	6	34,31	1,0392

(1) Nombre de répétition.

(juin à février).

(2) Moyenne calculée à partir de l'ensemble des données obtenues pour chaque classe, toutes dates confondues

(3) s = écart-type

Tableau 2 Comparaison des équations (1) des droites du taux de croissance d'*Asellus aquaticus* L. en fonction du poids dans les conditions de laboratoire et en mésocosme.

Table 2 Comparison of correlation between instantaneous growth rate and weight for *Asellus aquaticus* L. reared in laboratory conditions and in experimental mesocosms.

	Pente (a)	Ordonnée à l'origine (c)	R
En laboratoire	-0,8819	-0,3757	-0,9876
Dans les mésocosmes	-0,6056	-0,1762	-0,9595
Test d'analyse de covariance	F = 7,47 pour 1 et 10 DDL F _c = 4,96* (2)		

(1) Les équations sont sous la forme $Y = a X + c$ dans laquelle Y désigne le logarithme népérien (Log.) du taux instantané de croissance b (en $\text{mg} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{dj}^{-1}$) et X le Log.W_o (poids en mg).

(2) Seuil de signification : * 0,05 ; ** 0,01 ; *** 0,001 ; n.S. non significatif.

5.2 Croissance en milieu pollué

5.2.1 Dans les mésocosmes

Afin de prendre en compte la disparition progressive du lindane dans le milieu (CAQUET, 1990) le coefficient de corrélation entre le taux instantané de croissance (b) et le poids (W_o) a été calculé pour chaque date de prélèvement. Les résultats reportés dans le tableau 3 montrent que la corrélation précédemment observée pour l'ensemble des données (tableau 2) n'est pas vérifiée pour chaque date de prélèvement. Elle est significative uniquement pour

les dates du 12.01, 10.02, 02.03 pour le mésocosme témoin, du 14.11, 05.12, 12.01, et 10.02 pour le mésocosme contaminé.

En conséquence la comparaison entre les deux milieux n'a pu être faite que pour le mois de janvier et février. Les pentes ne diffèrent pas de façon significative (seuil 0,01) est notée au niveau de la position des droites à la date du 12.01.

Le taux instantané de croissance est dans ce cas plus élevé en milieu contaminé que pour le témoin.

5.2.2 Dans les conditions de laboratoire

Le tableau 4 donne les résultats obtenus pour la classe de poids compris entre 7 et 12 mg. Le taux instantané de croissance est de 0,0279 et 0,0732 respectivement pour les aselles témoins et intoxiqués.

On constate donc une augmentation du taux instantané de croissance des aselles soumises à l'action du lindane par rapport à celles maintenues en milieu témoin.

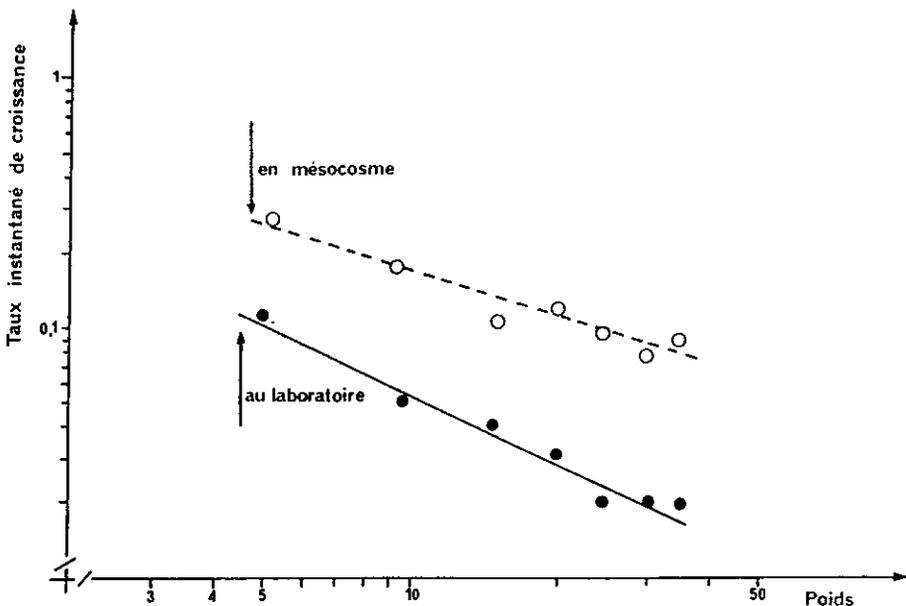


Figure 1 Variation du taux instantané de croissance (b) en $\text{mg} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{dj}^{-1}$, d'*Asellus aquaticus* L. en fonction de son poids (W_0) en mg.

Variation of instantaneous growth rate (b , $\text{mg} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{dj}^{-1}$) in relation to weight (W_0) for *Asellus aquaticus* L. reared in laboratory conditions and mesocosm.

Tableau 3 Variation du taux instantané de croissance ($b \times 100$) en fonction du poids (W_0) aux différentes dates de prélèvement, pour *Asellus aquaticus* L. élevée en mésocosmes témoin ou contaminé par du lindane.

Table 3 Change in the instantaneous growth rate as a function of weight on different collection dates, for *Asellus aquaticus* L. reared in a control and lindane contaminated mesocosms.

Dates	Equations (1)		Comparaison	
	Témoin	Contaminé	Pente F	Position F
11.08.88	R = -0,9868 n.s. (2) ddl 1	R = -0,9442 n.s. ddl 1		
08.09.88	R = -0,9967 n.s. ddl 1	R = -0,7320 n.s. ddl 1		
03.10.88	R = -0,8169 n.s. ddl 3	R = -0,8718 n.s. ddl 3		
24.10.88	R = -0,8702 n.s. ddl 3	R = -0,8296 n.s. ddl 3		
14.11.88	R = -0,8026 n.s. ddl 4	Y = -0,3749 X - 0,1487 R = -0,8226* ddl 4		
05.12.88	R = -0,6872 n.s. ddl 4	Y = -0,6029 X + 0,2510 R = -0,9423** ddl 4		
12.01.89	Y = -0,3807 X - 0,7872 R = -0,8157* ddl 4	Y = -0,6957 X + 0,4714 R = -0,9862*** ddl 4	4,57 ddl 1,8 n.s.	16,31 ddl 1,9 **
10.02.89	Y = -0,8608 X + 1,3409 R = -0,8440* ddl 4	Y = -0,9904 X + 1,9319 R = -0,9154* ddl 4	0,13 ddl 1,8 n.s.	2,44 ddl 1,9 n.s.
02.03.89	Y = -1,0488 X + 1,5931 R = -0,9462** ddl 3	R = -0,6988 n.s. ddl 3		

(1) Les équations sont sous la forme $Y = aX + c$ dans laquelle Y désigne le logarithme népérien (Log.) du taux instantané de croissance b (en $\text{mg} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$) et X le Log.Wo (poids en mg).

(2) Seuil de signification : * 0,05 ; ** 0,01 ; *** 0,001 ; n.S. non significatif.

6 - DISCUSSION

Il a été constaté dans le milieu naturel, une grande variation de la croissance des aselles, due en particulier à la qualité de la nourriture.

En effet la présence de matière organique favorise la croissance (ASTON et MILNER, 1980). Le taux de consommation alimentaire est accru quand l'état de décomposition des végétaux est plus avancé (ADCOCK, 1982). La présence des faeces des adultes serait aussi un facteur favorable à la croissance des jeunes (ROSSI *et al.*, 1978).

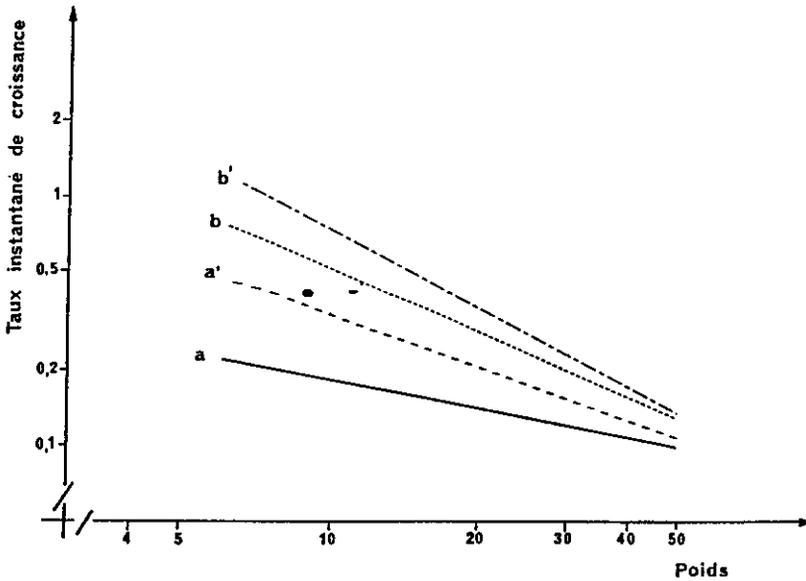


Figure 2 Variation du taux instantané de croissance ($b \times 100$) en $\text{mg} \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{dj}^{-1}$, en fonction du poids (W_0) en mg ., d'*Asellus aquaticus* L. a et b mésocosme témoin ; a' et b' mésocosme contaminé par le lindane ; a et a' à la date du 12.01.89 ; b et b' la date du 10.02.89.

Change in the instantaneous growth as a function of weight on dates 12.01.89 (a and a'), 10.02.89 (b and b') for Asellus aquaticus L. reared in a control (a and b) and lindane contaminated (a' and b') mésocosm.

Tableau 4 Taux instantané de croissance pour les aselles de la classe de poids compris entre 7 et 12 mg élevées au laboratoire, en milieu acétone ou lindane.

Table 4 Instantaneous growth rate for the weight class 7 to 12 mg, for *Asellus aquaticus* L. control and lindane contaminated, reared in laboratory conditions.

	Acétone	Lindane	Comparaison Anova
$b \times 100$	n=9 m = 0,0279 s = 0,0327	10 0,0732 0,0452	F = 6,13 pour 1 et 17 ddl Fc = 4,45 *
Poids mg	n=9 m = 9,14 s = 0,3344	10 9,22 0,4966	

De nombreuses études de laboratoire sur la croissance en fonction de la nature de l'alimentation ont mis l'accent sur cet important facteur. En particulier ROSSI *et al.* (1978) constatent que la croissance peut être triplée par la présence d'hyphomycètes du genre *Alternaria* et *Fusarium*. MARCUS *et al.* (1978) notent un taux maximum de croissance avec une alimentation constituée de

feuilles de chêne, d'algues *Oedogonium* et d'*Elodea canadensis*. WILLOURGH-BY *et al.* (1979), obtiennent également un meilleur taux de croissance chez les aselles nourries avec des feuilles de chêne et des élodées qu'avec une alimentation microscopique composée uniquement d'hyphes mycéliennes du groupe des actinomycètes.

Ainsi une différence dans la nature de l'alimentation pourrait être à l'origine de la variation des taux de croissance que nous observons.

Toutefois nous pensons que celle-ci, si elle existe, est minime dans notre étude en laboratoire. En effet les feuilles d'érable servant d'alimentation ont la même origine, ont été récoltées simultanément et conservées en vrac dans un grand sac plastique au congélateur. La nature de l'alimentation peut être considérée comme identique dans les deux lots : témoin et intoxiqué. Par ailleurs les conditions de température et d'éclairage sont rigoureusement identiques. Aussi nous pensons que la variation du taux instantané de croissance que nous observons est uniquement due à la présence du lindane. Ces observations sont confortées par ailleurs par l'observation d'un accroissement du métabolisme de cette espèce, après une intoxication par de faible quantité de lindane (LE BRAS, 1987). D'autre part l'accélération de la croissance a été également signalée chez un gastéropode pulmoné *Lymnea stagnalis* (HUYNH THU, non publié). Cet auteur constate lors d'intoxication chronique d'abord un freinage de la croissance puis une accélération de celle-ci.

A l'inverse les études de BLUZAT et SEUGÉ (1979), montrent chez la même espèce que le Lindane provoque dans le cas d'intoxication chronique, une diminution de la croissance des coquilles.

Concernant les observations en mésocosme, nous ne pouvons pas être aussi affirmatif. Il est impossible d'affirmer que les deux mésocosmes (témoin et contaminé) soient rigoureusement identiques. Des micro-organismes provenant du milieu extérieur, autre que ceux apportés par les feuilles peuvent intervenir. Aussi la différence observée entre les deux mésocosmes peut être attribuée à l'alimentation et (ou) à la contamination par le lindane. Seule la multiplication de ce type d'expérience pourra permettre de confirmer cette dernière observation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADCOCK J.A., 1982. Energetics of a population of *Asellus aquaticus* (Crustacea, Isopoda): respiration and energy budgets. *Freshwat. Biol.*, 12, 257-269.
- ANDERSSON E., 1969. Life-cycle and growth of *Asellus aquaticus* (L.) with special reference to the effects of temperature. *Freshwat. Res. Drottningholm*, 49, 5-26.
- ASTON R.J., MILNER G.P., 1980. A comparison of populations of the isopod *Asellus aquaticus* above and below power stations in organically polluted reaches of the River Trent. *Freshwat. Biol.*, 10, 1-14.
- BLUZAT R., SEUGÉ J., 1979. Etude de la toxicité chronique de deux insecticides (Carbaryl et Lindane) à la génération F1 de *Lymnea stagnalis* L. (Mollusque Gastéropode pulmoné). I. Croissance des coquilles. *Hydrobiol.*, 65 (3), 245-255.
- BUIKEMA A.L., NIEDERLEHNER B.R., CAIRNS J., 1982. Biological monitoring.

- Part IV. Toxicity testing. *Wat. Res.*, 16, 239-262.
- CAIRNS J., 1986. What is meant by validation of predictions based on laboratory toxicity tests ? *Hydrobiol.*, 137, 271-278.
- CAQUET Th., 1990. Recherches sur l'utilisation de mésocosmes pour l'évaluation de l'impact écotoxicologique potentiel des insecticides en milieu aquatique. Thèse de doctorat, Université de Paris Sud, 465 p.
- CAQUET Th., THYBAUD E., LE BRAS S., 1990. Effets des pesticides sur la reproduction et les formes juvéniles des macroinvertébrés aquatiques : impact sur la dynamique de population des espèces non cibles. *Annls. ANPP*, 1 (2), 121-128.
- CAQUET Th., THYBAUD E., LE BRAS S., RAMADE F., 1989. Utilisation de mésocosmes pour l'étude du comportement et des effets biologiques des composés phytosanitaires en milieu aquatique. *Med. Fac. Landbouw. Rijksuniv. Gent.*, 54, 1049-1060.
- CROSSLAND N.O., 1982. Aquatic toxicology of cypermethrin. II. Fate and biological effects in pond experiments. *Aquat. Toxicol.*, 2, 205-222.
- DEWEY S.L., 1986. Effects of the herbicide atrazine on aquatic insect community structure and emergence. *Ecol.*, 67, (1), 148-162.
- FISCHER R.A., YATES F., 1963. Statistical tables for biological, agricultural and medical research. Longman, 146 p.
- GIBBS K.E., MINGO T.M., COURTEMACH D.L., 1984. Persistence of carbaryl (Sevin-4-oil) in woodland ponds and its effects on pond macroinvertebrates following forest spraying. *Can. Ent.*, 116, 203-213.
- LE BRAS S., 1987. Influence du lindane sur le métabolisme d'*Asellus aquaticus* L. Relation concentration-perturbation. *Hydrobiol.*, 148, 115-122.
- MARCUS J.H., SUTCLIFFE D.W., WILLOUGHBY L.G., 1978. Feeding and growth of *Asellus aquaticus* (Isopoda) on food items from the littoral of Windermere, including green leaves of *Elodea canadensis*. *Freshwat. Biol.* 8, 505-519.
- OKLAND K.A., 1978. Life history and growth of *Asellus aquaticus* (L.) in relation to environment in a eutrophic lake in Norway. *Hydrobiol.*, 59, (3), 243-259.
- RAMADE F., ECHAUBARD M., LE BRAS S., MORÉTEAU J.C., 1983. Influence des traitements phytosanitaires sur les biocénoses limniques : I. Composition faunistique de mares situées dans une zone de grande culture de la région parisienne. *Acta Oecologia Oecol. Applic.*, 4, (1), 3-22.
- RAMADE F., MORÉTEAU J.C., LE BRAS S., ECHAUBARD M., 1985. Influence des traitements phytosanitaires sur les biocénoses limniques II. Comparaison de la structure des peuplements propres aux biotopes étusés. *Acta Oecologia Oecol. Applic.*, 6, (3), 227-249.
- ROSSI L., VITAGLIANO-TADINI G., 1978. Role of adult faeces in the nutrition of larvae of *Asellus aquaticus* (Isopoda). *Oikos*, 30 (1), 109-113.
- STEPHENSON R.R., KANE D.F., 1984. Persistence and effects of chemicals in small enclosures in ponds. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 13, 313-326.
- STEPHENSON M., MACKLE G.L., 1986. Effects of 2,4-D treatment on natural benthic macroinvertebrate communities in replicate artificial ponds. *Aquat. Toxicol.*, 9, 243-251.
- THYBAUD E., 1987. Recherche sur l'impact écotoxicologique du lindane et de la deltaméthrine sur divers niveaux d'organisation des écosystèmes limniques. Thèse de doctorat, Université de Paris Sud, 249 p.
- THYBAUD E., LE BRAS S., COSSON R.P., 1987. Etude comparée de la sensibilité d'*Asellus aquaticus* L. (crustacé, isopode) vis-à-vis de quelques insecticides et de divers métaux lourds. *Acta Oecologica Oecol. Applic.*, 8 (4), 355-361.
- WILLOUGHBY L.G., MARCUS J.H., 1979. Feeding and growth of the isopod *Asellus aquaticus* on actinomycetes, considered as model filamentous bacteria. *Freshwat. Biol.*, 9, 441-449.
- YASUNO M., HANAZATO T., IWAKUMA T., TAKAMURA T., UENO R., TAKAMURA N., 1988. Effects of permethrin on phytoplankton and zooplankton in an enclosure ecosystem in a pond. *Hydrobiol.*, 159, 247-258.
- YASUNO M., SUGAYA Y., IWAKUMA T., 1985. Effects of insecticides of the Benthic Community in a Model Stream. *Environ. Pollut. (Ser. A)*, 38, 31-43.