

Nouvelle technique pour tester *in situ* l'impact de pesticides sur la faune aquatique non cible

Claude DEJOUX ⁽¹⁾

RÉSUMÉ.

Après avoir réalisé plusieurs séries d'expérimentations, en laboratoire et dans le milieu naturel, afin de tester l'impact de nouveaux insecticides sur la faune aquatique non cible, nous avons pu juger les avantages et les inconvénients liés à ces 2 techniques. Afin d'améliorer la représentativité des résultats obtenus, nous proposons une technique nouvelle d'expérimentation qui tout en gardant les avantages des méthodes classiques, en supprime les inconvénients. Cette méthode utilise un modèle réduit de cours d'eau, installé *in situ* et dont l'utilisation permet la mise en évidence de la sensibilité des différents organismes testés vis à vis du pesticide expérimenté.

Un premier essai de l'appareil a donné des résultats qui confirment ceux obtenus par d'autres méthodes.

ABSTRACT.

Lethal effects of new pesticides on non-target organisms are often estimated on the basis of laboratory bioassays. The relevance of such experimental data to natural conditions is questionable. In other respects, field trials made on a large scale, can have unexpected and noxious effects on the aquatic environment.

Our purpose was to carry out a new *in situ* method having the same accuracy as laboratory tests. The environmental conditions of the treated area are simulated.

The method is based on the utilization of one apparatus which has been specially designed and which represents a reduced model of a river bed. It is made of sheet-iron, and its lower part is closed by removable drift-net.

The pesticide formulation to be tested is kept in a storage tank, set up above the upper part of the apparatus and can

flow regularly into the system. This device is anchored into shallow and running water beds. Different types of substrates (sand, gravels, stones, etc.), containing fauna, are transferred into the U-shaped part of the apparatus, and this one is kept open at both ends during 12 h for recovering. After this preparation phase, the lower part is closed with a drift-net and the pesticide solution is allowed to flow down, during a given time.

Samples are taken successively, after 30 minutes, 1, 2, 4, 8 and 24 h by removing the drift net collector. Finally, the substrates are taken off and the remaining fauna, not killed by the pesticide, is sorted by washing and sieving the sediment, after fixation into formalin. The total amount of experimented fauna is equal to the sum of killed fauna present in collectors plus living fauna which remains at the end of the bio-assay.

The degree of susceptibility of experimented species can be derived from quantitative analysis of the different samples and curves depicting specific drift-rates versus time can be drawn. By that method sufficient numbers of organisms are tested and therefore, specific reactions related to different pesticides can be assessed statistically.

La mise en œuvre à grande échelle de pesticides destinés à l'éradication des vecteurs de grandes endémies est toujours précédée d'une phase expérimentale destinée à connaître de la manière la plus exacte possible la toxicité des produits utilisés. Outre leur toxicité spécifique pour les espèces que l'on désire contrôler, il est indispensable d'estimer leur impact sur les différentes composantes biologiques du milieu naturel. En ce qui concerne le milieu aquatique, 2 grands types d'études sont généralement utilisés : les expériences de laboratoire en « milieu confiné » et les expériences *in situ* en grandeur naturelle.

(¹) Hydrobiologiste de l'O.R.S.T.O.M. Mission O.R.S.T.O.M. auprès de l'O.C.C.G.E., B.P. 1500, Bouaké (Côte d'Ivoire).

Notre propos n'est pas de faire la critique de ces 2 techniques qui apportent l'une et l'autre des renseignements intéressants et souvent indispensables mais plutôt d'en proposer une troisième qui évite en partie les inconvénients des 2 premières tout en conservant leurs avantages.

L'expérimentation de laboratoire donne généralement des résultats précis, chaque test pouvant être répété dans des conditions standardisées de manière à fournir des résultats statistiquement exploitables. Les organismes testés étant placés dans de petits volumes d'eau, leurs réactions sont aisément visibles et peuvent être minutieusement suivies. Par contre, les conditions expérimentales s'éloignent de celles du milieu aussi sophistiquées que soient les techniques employées. Il en résulte donc une incertitude pour l'extrapolation des résultats aux conditions naturelles.

L'expérimentation en vraie grandeur, si elle élimine d'emblée cet inconvénient, a par contre le désavantage

d'être beaucoup moins précise. En effet, seuls les résultats « extrêmes » sont nettement visibles (absence totale d'action ou au contraire toxicité entraînant une mortalité spectaculaire). Les effets intermédiaires sont difficilement quantifiables à moins que n'ait été réalisée une étude faunistique quantitative très précise, ce qui est rarement le cas étant donné le volume de travail nécessaire. Par ailleurs, elle nécessite de grandes quantités de pesticides qui, outre un prix de revient élevé, risquent de provoquer des « accidents » sur un plan écologique étant donné l'incertitude liée à l'expérimentation. Cette méthode a par contre l'avantage d'être appliquée sur des organismes en place avec des conditions écologiques de milieu naturelles. Les résultats obtenus, malgré leur imprécision relative en comparaison des méthodes de laboratoire, seront extrapolables à grande échelle avec beaucoup plus de rigueur.

L'idée directrice nous ayant amené à tester un troi-

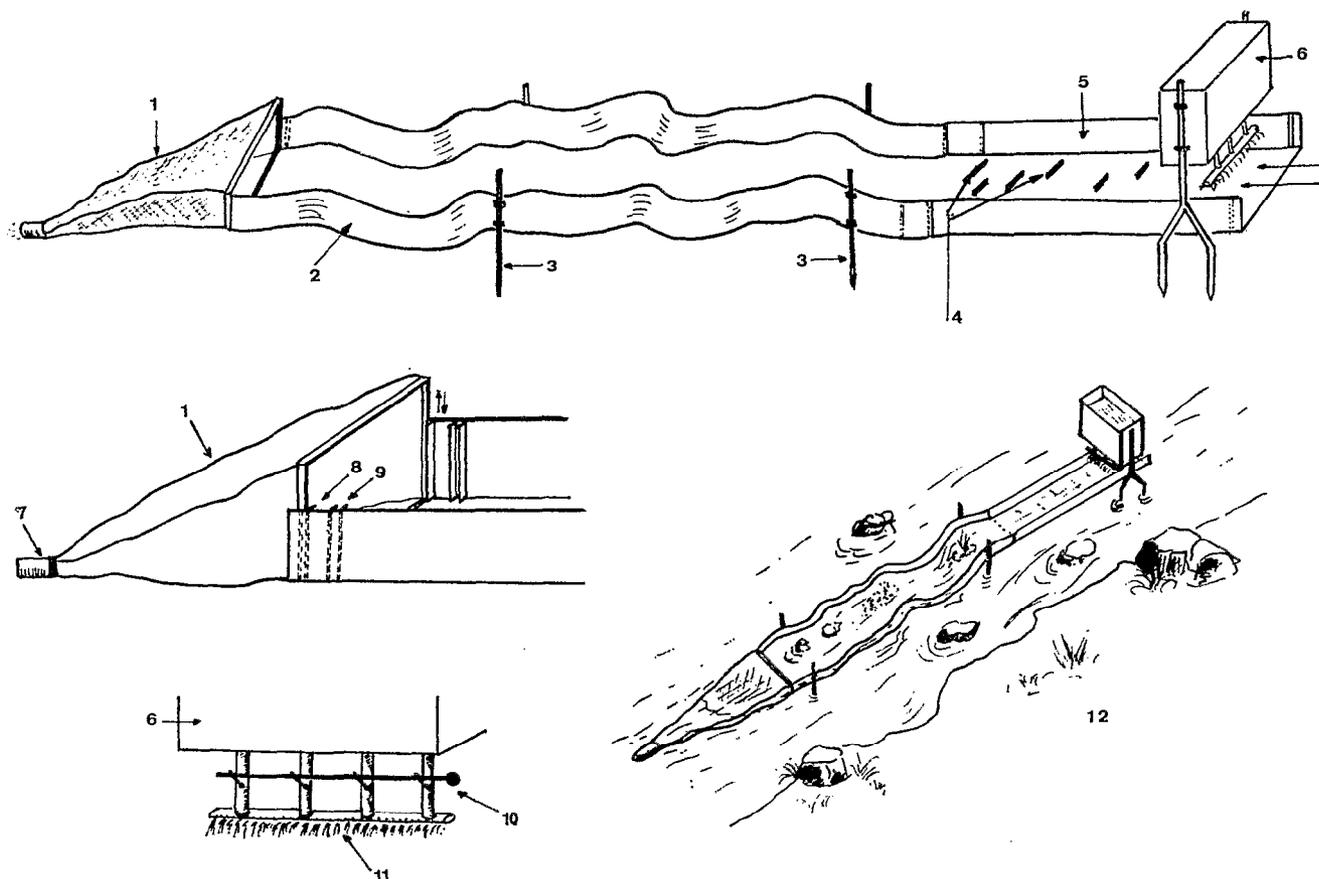


FIG. 1. — 1. Filet de récolte des organismes dérivants. — 2. Partie « expérimentale » de l'appareil. Sinueuse sur le prototype, elle mesure 2 mètres de long pour une largeur de 40 centimètres et une hauteur de 25 centimètres. — 3. Système de positionnement de l'appareil permettant un réglage en hauteur. — 4. Petites palettes métalliques soudées sur le fond et assurant une meilleure répartition du pesticide pendant l'écoulement. — 5. Partie rectiligne de 1 mètre de longueur où il est possible de mesurer facilement le débit de l'appareil. — 6. Réservoir contenant le pesticide à tester. — 7. Collecteur. — 8. Glissière dans laquelle est introduit le filet de récolte de la dérive. — 9. Glissière servant à la mise en place d'une plaque filtrante pendant le changement du filet de récolte de la dérive. — 10. Système de tringle permettant de laisser écouler le pesticide. — 11. Rampe assurant un épandage en pluie. — 12. Schéma de l'appareil en place dans un cours d'eau.

sième type d'expérimentation a été de conserver les avantages des 2 méthodes habituellement utilisées tout en éliminant leurs inconvénients. Dans les lignes suivantes nous décrirons brièvement l'appareil utilisé et la technique expérimentale en soulignant les avantages acquis. Nous proposerons enfin, après une courte analyse des résultats, quelques améliorations résultant de nos essais préliminaires.

1. Description de l'appareil utilisé.

Destiné à être utilisé en milieu tropical et réalisé localement, nous avons recherché un type d'appareil qui soit simple à construire, robuste et transportable. Le « prototype » expérimenté, schématisé figure 1 et présenté en action sur la photo 1 est constitué par une gouttière de tôle galvanisée, mise en forme de manière à simuler un modèle réduit de cours d'eau. Réglable en hauteur et en inclinaison, il est formé de 2 parties amovibles, l'une de 1 mètre et rectiligne, l'autre de 2 mètres et sinueuse. Mis en place dans les cours d'eau, parallèlement au sens du courant, la partie amont de l'appareil comporte une glissière destinée à fixer une fermeture filtrante. Cette partie est surmontée d'un réservoir qui renferme le pesticide à tester.

La partie aval comporte 2 glissières contiguës, la plus en amont destinée à recevoir une fermeture filtrante identique à la précédente et la plus en aval servant à la mise en place d'un filet de récolte de la dérive.

2. Technique de l'expérimentation.

— L'appareil est tout d'abord ancré dans un endroit peu profond d'un cours d'eau. Éventuellement et pour plus de précision dans les résultats, il peut être placé dans une zone destinée à être ultérieurement traitée avec le pesticide testé. Dirigé dans le sens du courant, partie rectiligne vers l'amont, il est semi-immérgé de manière à ce qu'une dizaine de centimètres restent hors de l'eau.

— Le fond de la partie sinueuse est alors garni à l'aide d'une certaine quantité de substrat naturel du cours d'eau. On prendra par exemple des cailloux du fond, des graviers, du sable, des morceaux de branches immergées... Le but recherché est de reconstituer dans cette partie de l'appareil une sorte de « réplique » du cours d'eau et de ses biotopes. Ces différents substrats seront mis en place avec précaution de manière à ce que la faune les peuplant soit ainsi transplantée dans l'appareil. Avec une certaine habitude et selon la richesse du lieu d'expérimentation, on jugera de la quantité suffisante de substrat transplantée.

— On laisse ensuite l'appareil *in situ*, ouvert aux 2 extrémités, pendant au moins 6 heures de manière à ce que les organismes qui n'ont pas été emportés par le courant au moment de la transplantation des substrats, se redistribuent dans le modèle et retrouvent leur biotope habituel.

— Cette période préparatoire terminée, on peut passer à l'expérimentation proprement dite. Les opérations devront se dérouler de la manière suivante et dans l'ordre.

* Fermer par une plaque filtrante, dont les mailles ont $300\ \mu$ de large par exemple, la partie amont.

* Introduire le filet de récolte de la dérive dans la glissière la plus en aval.

* Mesurer dans ces conditions le débit de l'appareil. La vitesse pourra être mesurée à l'aide d'un moulinet ou plus simplement avec un objet flottant parcourant toute la longueur de l'appareil.

* Connaissant le débit, calculer la quantité de pesticide à déverser, sa concentration et sa durée d'écoulement en fonction du type d'expérience que l'on veut faire.

* Relever le filet de récolte de la dérive et le nettoyer.

* Mettre en place le pesticide à tester dans le réservoir.

* Replacer le filet de récolte de la dérive.

* Noter le temps t_0 puis faire déverser l'insecticide pendant la durée calculée.

* Au temps $t_0 + 30$ minutes, changer le filet de récolte de la dérive en ayant soin pendant l'opération d'obturer la partie avale de l'appareil par une plaque filtrante introduite dans la gouttière destinée à cette fin. Cette opération doit être très rapide.

* Le contenu du filet prélevé est récolté, dûment étiqueté et fixé pour une étude ultérieure. Le filet est ensuite correctement lavé pour être à nouveau utilisé.

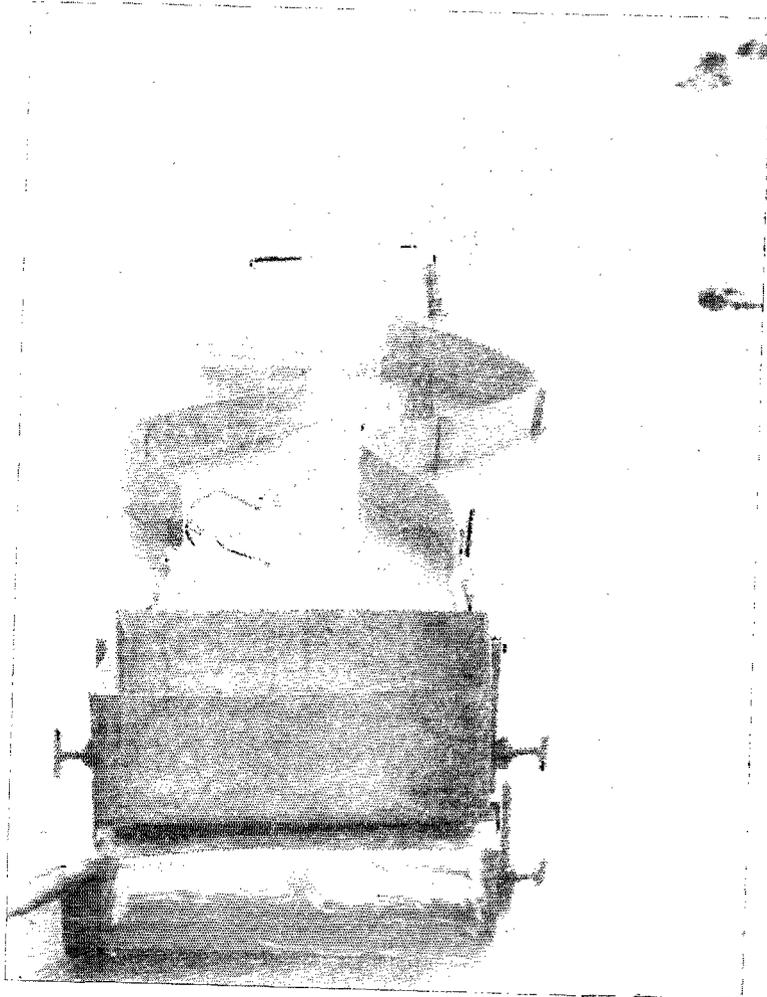
* Au temps $t_0 + 1$ heure, la même opération sera faite et ainsi de suite aux temps $t_0 + 2$ h; $t_0 + 4$ h; $t_0 + 6$ h; $t_0 + 8$ h et $t_0 + 24$ h.

* Après la dernière récolte de la dérive ($t_0 + 24$ h), les 2 ouvertures de l'appareil seront fermées à l'aide des plaques filtrantes puis la totalité des substrats contenus à l'intérieur sera récupérée dans des bassines d'eau formolée. Les blocs seront brossés soigneusement, le reste tamisé et trié de manière à récolter toute la faune encore présente dans l'appareil. Cette faune est ensuite fixée et triée à part car elle représente la fraction des organismes non affectés par le passage du pesticide.

3. Exploitation des résultats.

Elle peut se faire de différentes manières, toutefois les données de base seront les suivantes :

1° Pour chaque temps, 30', 1 h, 2 h..., 24 h, on connaîtra la quantité totale de faune décrochée, déterminée au niveau de l'espèce, du genre, de la famille suivant les groupes. Une analyse comparée indiquera les groupes les plus sensibles et, en fonction du temps d'action du pesticide, le moment où se manifeste l'effet toxique du composé testé.



Ces résultats préliminaires demandent bien entendu à être confirmés; ils montrent toutefois les avantages de la méthode employée.

— L'expérimentation se déroulant *in situ*, les « qualités » de l'eau, tant physiques que chimiques sont identiques à celles des milieux qui subiront les traitements en vraie grandeur.

— La faune observée est celle des biotopes naturels et les rapports numériques entre les organismes sont conservés si le transfert des substrats est fait avec précaution.

— Les organismes reprennent pendant la phase préparatoire, donc avant le passage du pesticide, leur position respective dans le biotope.

— Le nombre d'organismes expérimentés est généralement élevé ce qui permet une interprétation statistique des résultats obtenus.

— Plusieurs appareils peuvent être mis en action « en parallèle » ce qui permet soit la duplication d'un même test, soit la réalisation de tests avec plusieurs concentrations ou avec des pesticides différents.

— Les pesticides employés sont testés en faible quantité, ce qui ne porte pas atteinte au milieu naturel et laisse le coût de l'expérimentation à un niveau très bas.

Quelques inconvénients enfin sont apparus au cours du test préliminaire mais peuvent toutefois être partiellement éliminés. D'une part la réalisation locale de la partie sinueuse est difficile à effectuer; par ailleurs la fermeture amont de l'appareil par une plaque filtrante diminue la vitesse du courant à l'intérieur. En conséquence, nous préconisons d'employer un appareil plus simple, formé d'une gouttière en U, rectiligne et en 2 parties; la plaque filtrante amont sera supprimée. L'estimation de la quantité d'organismes entrant dans l'appareil et provenant de la dérive naturelle sera estimée en disposant de chaque côté de l'ouverture 2 filets de récolte de la dérive et en admettant que la moyenne de leurs récoltes pour chaque période expérimentée équivaut sensiblement à la quantité d'organismes entrée dans l'appareil pendant le même temps.

*Manuscrit reçu au S.C.D. de l'O.R.S.T.O.M.,
le 20 janvier 1975.*

BIBLIOGRAPHIE

- BESCH (W.), 1966. — Driftnetzmethode und biologische Fliesswasser-untersuchung. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 16, 669-678.
- DEJOUX (C.), TROUBAT (J. J.), 1974. — Action *in situ* de l'abate sur la faune aquatique non-cible. Toxicité à moyen terme en milieu tropical. *Doc. O.R.S.T.O.M., centre de N'djamena*, 52 pages.
- JAMNBACK (H. A.), 1962. — An electric method of testing the effectiveness of chemicals in killing blackfly larvae (Sim. Dipt.), *Mosquito News*, 22, 384-389.
- JAMNBACK (H. A.), 1969. — Field tests with larvicides other than DDT for blackfly (Diptera: Simuliidae) in New York. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 40.
- KERSHAW (H. D.), FROST (S.), FERGUSON (A. J. D.) and HARVEY (P.), 1972. — A new method of testing insecticides in the field against *Simulium* larvae. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 66, 536.
- LAUZANNE (L.), DEJOUX (C.), 1973. — Étude de terrain de la toxicité sur la faune aquatique non cible de nouveaux insecticides employés en lutte anti-sumilies. *Doc. multig. O.R.S.T.O.M., Fort-Lamy*, 38 p.
- MALASSE (F.), 1969. — Les faciès d'un cours d'eau tropical : la Luanza (Haut-Katanga, Rép. dém. Congo). *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 17, 936-940.
- PACAUD (A.), 1951. — Méthodes expérimentales et écologie en milieu aquatique. *Ann. Biol.*, t.27, fasc. 7, 313-321.
- TRAVIS (B. V.), 1968. — Some problems with simulated stream tests of blackfly larvicides. *Proc. 55 th ann. Meet. N. J. Mosq. Extermin. Ass.*, 129-134.
- WILTON (D. P.), TRAVIS (B. V.), 1965. — An improved method for simulated stream tests of blackfly larvicides. *Mosquito News*, 25, 118-123.