

8 MARS 1982

**ESTIMATION DE L'IMPACT DU TRAITEMENT AU
CHLORPHOXIM DE QUELQUES RIVIERES DE
COTE D'IVOIRE DURANT LA SAISON DES PLUIES 1981**

**C. DEJOUX
F. M. GIBON
F. LARDEUX
A. OUATTARA**

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

LABORATOIRE D'HYDROBIOLOGIE

CENTRE ORSTOM DE BOUAKÉ - Côte d'Ivoire
B.P. 1434 - BOUAKÉ 01



ESTIMATION DE L'IMPACT DU TRAITEMENT
AU CHLORPHOXIM DE QUELQUES RIVIERES DE CÔTE D'IVOIRE
DURANT LA SAISON DES PLUIES 1981

par

C. DEJOUX
F.M. GIBON
F. LARDEUX
A. OUATTARA

Après environ 5 années de traitements des rivières de Côte d'Ivoire au téméphos (Abate^(R)) pour contrôler les populations larvaires de Simulium damnosum s.l., une résistance à cet organophosphoré est apparue chez le cytotype soubrense.

L'apparition de cette résistance n'est en soi pas une surprise mais sa rapide extension en Côte d'Ivoire était difficile à prévoir et la nécessité du remplacement du téméphos par un insecticide plus efficace devint rapidement impérative.

Dans la panoplie des produits actifs et opérationnels à la disposition de l'OMS le choix était très limité. Il se porta sur le Chlorphoxim (OMS 1197 - Bayer), dont on connaissait déjà l'efficacité vis à vis du groupe cible, et, en dépit de sa forte toxicité pour les invertébrés aquatiques le groupe écologique réuni à Ouagadougou en mai 1981 donna son accord à un emploi limité et contrôlé de cet organophosphoré durant la saison des pluies 1981.

Le laboratoire d'hydrobiologie de l'ORSTOM à Bouaké se voyait confié le contrôle de l'impact des traitements sur les invertébrés non cible et, en accord avec OCP, établit une surveillance particulière en Côte d'Ivoire.

Le présent rapport constitue un bilan des observations effectuées mais ses conclusions ne sont que partielles dans la mesure où nous manquons encore au moment de sa rédaction, une estimation de l'impact des traitements à moyen terme, c'est à dire après arrêt des traitements et installation des conditions de saison sèche. Un complément au présent rapport sera donc présenté mi-1982.

I. Protocole de surveillance adopté - Méthodologie

I.1. Surveillance de routine

Nous avons montré (Dejoux et al., 1980) que la surveillance de routine telle qu'elle est conçue dans le cadre d'OCP et compte tenu des modifications mineures apportées depuis 1975 est parfaitement adaptée aux conditions de saison sèche mais par contre ne donne pas d'excellents résultats en saison des pluies du fait des conditions difficiles de sa mise en oeuvre.

Malgré cela, nous avons essayé de maintenir ce protocole de surveillance sur 3 rivières (Sassandra, Maraoué et N'zi) durant toute la saison des pluies afin de comparer les résultats avec ceux obtenus autrefois sur ces stations.

Rappelons que les méthodes mises en oeuvre avec une périodicité mensuelle sont les suivantes :

- Récolte de 3 dérives de jour de 30 minutes, 1h.½ avant le coucher du soleil.

- Récolte de 6 dérives de nuit de 3 minutes, 1h.½ après le coucher du soleil.

- Récolte de 10 substrats artificiels

- Récolte de 5 échantillons à l'échantillonneur de Surber.

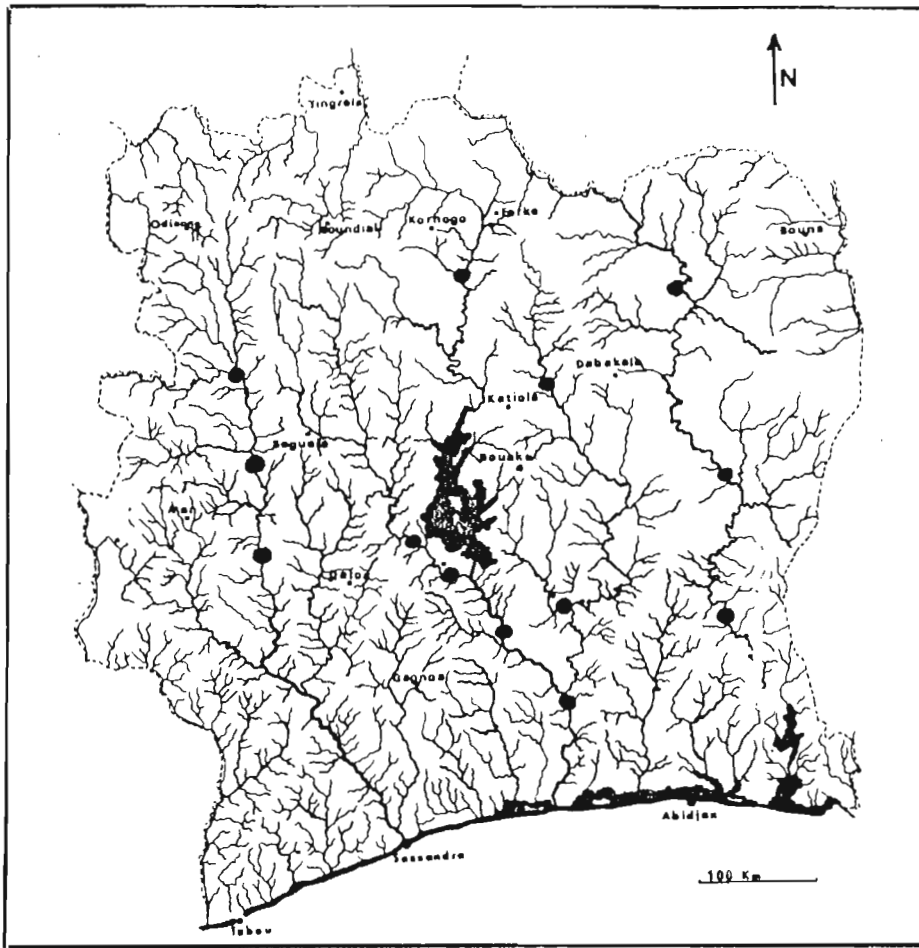
Ormis les prélèvements de dérive qui ne posent pratiquement aucun problème en saison des pluies, la mise en oeuvre des autres techniques est aléatoire. Dans la majorité des cas, la montée rapide des eaux rend les substrats artificiels inaccessibles d'un mois sur l'autre. En ce qui concerne les échantillons au "Surber" soit ils ne peuvent être réalisés à certaines périodes en raison de l'inondation des zones rocheuses, soit leur récolte donne des échantillons "douteux", les surfaces rocheuses où ils sont récoltés pouvant n'être en eau que depuis peu de temps et de ce fait sont peu ou mal colonisées par la faune.

Devant ces difficultés inhérentes à la méthodologie et à la saison, nous avons jugé bon de mettre en oeuvre d'autres techniques et de réaliser des observations complémentaires.

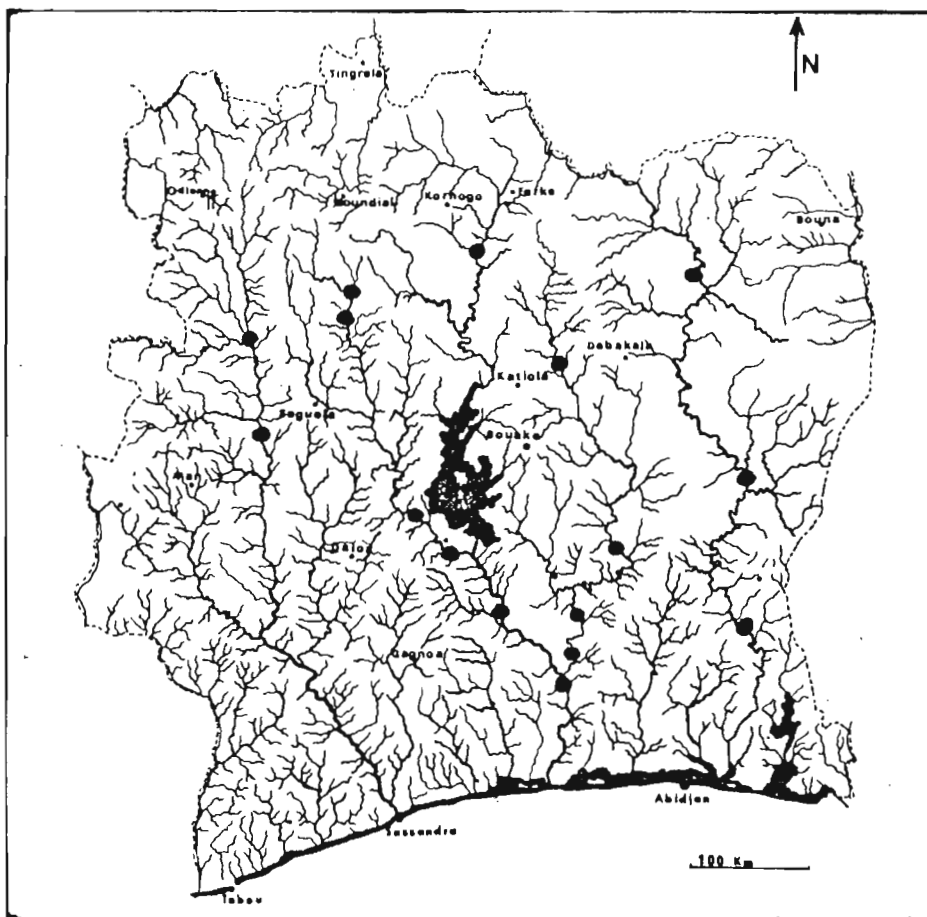
I.2. Prospection d'ensemble du réseau par hélicoptère

Afin d'avoir une vue schématique mais quasi instantannée de l'état de la faune des invertébrés sur la plus grande partie du réseau orographique traité, la meilleure méthode consiste à réaliser une prospection extensive des fleuves par hélicoptère. On obtient ainsi une vision partielle mais géographiquement étendue de la situation à un moment donné. Chaque prospection consiste en une récolte qualitative de la faune d'invertébrés par brossage et tamissage de la faune vivant sous les rochers situés en eau courante (rapides). S'y ajoute la récolte quantitative de 4 échantillons Surber toujours sur les rochers en eau courante et si possible en présence de végétation (Tristicha trifaria). Enfin, dans le soucis d'être complet, nous avons récolté à chaque station un certain nombre de poissons afin d'analyser leur bol alimentaire et de déterminer la part revenant aux invertébrés aquatiques, dans sa composition.

Le première prospection a été réalisée selon l'itinéraire mentionné sur la figure 1A, une semaine avant le début des épandages de Chlorphoxim. La seconde a été effectuée à l'issue des traitements, dans des conditions hydrologiques légèrement différentes, les débits étant supérieurs (fig. 1B).



A Situation des stations prospectées avant traitement (Mai 1981)



B Situation des stations prospectées après 7 mois de traitements (Décembre 1981)

Figure 1

I.3. Etude de la cinétique de dérive sur 48 heures, centrées sur un épandage

O'est un fait bien connu que chaque traitement avec un insecticide entraîne une dérive importante des invertébrés. Cette dérive est très forte dans les heures qui suivent l'épandage puis diminue progressivement dans le temps pour devenir "normale" après 2 à 3 jours. Il était intéressant de suivre à plusieurs périodes la cinétique de cette dérive sur 48 heures, ce laps de temps incluant systématiquement un traitement. De cette manière, apparaît nettement la variation d'intensité dans les heures qui suivent l'épandage mais aussi la différence existant entre deux nycthémères, l'un situé la veille du traitement concernant donc une faune supposée stable, l'autre le jour même et le lendemain alors que la faune est plus ou moins fortement traumatisée.

Une telle étude a été réalisée dans les premières semaines de traitement puis après 5 mois de campagne, cela à la station d'Entomokro sur la Maraoué, station pour laquelle nous possédons de nombreuses données antérieures ç tout traitement.

I.4. Etude de l'intensité de colonisation d'un substrat artificiel flottant

Des études d'écologie des milieux lotiques tropicaux ont montré que la mise en place dans/cours d'eau d'un substrat vierge se traduit par une occupation immédiate de ce territoire libre avec une cinétique variable selon les groupes taxinomiques considérés. L'intensité de colonisation et la structure des peuplements après une durée déterminée sont fonction des équilibres présents dans le cours d'eau, du type de substrat, de l'incidence de facteurs abiotiques qui peuvent être des actions polluantes par exemple.

Plusieurs types de substrats peuvent être utilisés mais nous avons choisi celui mis au point par J.M. Elouard et déjà utilisé sur la Maraoué, avant et pendant son traitement au téméphos. Comme la plupart des substrats artificiels, il présente une certaine sélectivité qui, en l'occurrence, est peu gênante dans la mesure où notre étude est comparative.

Il s'agit donc d'un substrat flottant formé d'une dizaine de brins de matière plastique assemblés sous forme d'un petit "balais". Ces substrats sont suspendus à un réseau de câbles, fixés au dessus d'un bras de la Maraoué et flottent dans le courant, plus ou moins immergés. Ils sont mis en place le jour d'un traitement et restent immergés durant 15 jours. Ils subissent donc 1 cycle de traitement et sont retirés la veille du second

cycle. Schématiquement, leur colonisation est croissante durant les 6 jours précédant le 1er cycle de traitement puis le 7ème jour ils subissent les effets de l'épandage, avant que leur colonisation reprenne et s'établisse à nouveau durant 6 jours. Le peuplement final récolté correspond ainsi à 14 jours de mise en place et à l'action d'un cycle d'épandage.

Nous avons encore choisi la station d'Entomokro sur la Maraoué pour conduire cette expérimentation car nous y avons déjà réalisé ce type d'expérience, avant tout traitement puis en présence de traitements à l'Abate.

Durant la saison des pluies 1981, 2 expérimentations ont été faites à l'aide de ces substrats artificiels en juin, environ un mois après le début des épandages de Chlorphoxim, l'autre en octobre, après 5 mois de traitement. Bien entendu, les conditions hydrologiques étaient différentes d'une fois sur l'autre et il sera nécessaire d'en tenir compte dans l'interprétation des résultats.

I.5. Examen du rétablissement de la situation hydrobiologique après arrêt complet des traitements.

Les différents aspects que nous venons de mentionner concernent essentiellement des situations ponctuelles dans le temps ou de très brève durée. Il nous a semblé intéressant d'essayer de mettre en évidence si les 7 à 8 mois de traitement au Chlorphoxim avaient une incidence globale sur les peuplements d'invertébrés, décelable à moyen terme par les méthodes de surveillance de routine. Pour ce faire, nous avons considéré, pour des périodes semblables, les résultats obtenus sur différentes rivières en début d'étiage 1981-1982 avec ceux obtenus les années précédentes.

I.6. Observations diverses

Sous cette rubrique, nous présenterons quelques tests comparés de toxicité concernant différents lots de Chlorphoxim. En effet, malgré les affirmations du fabricant, certifiant que tous les lots de Chlorphoxim étaient identiques, il est apparu à l'utilisation que certains d'entre eux avaient une efficacité beaucoup plus faible que d'autres, sur le groupe cible, entraînant après plusieurs cycles d'utilisation une recrudescence des densités larvaires sur les gîtes traités. Nous avons pu montrer que la toxicité vis à vis de la faune non cible de ces lots était également plus faible.

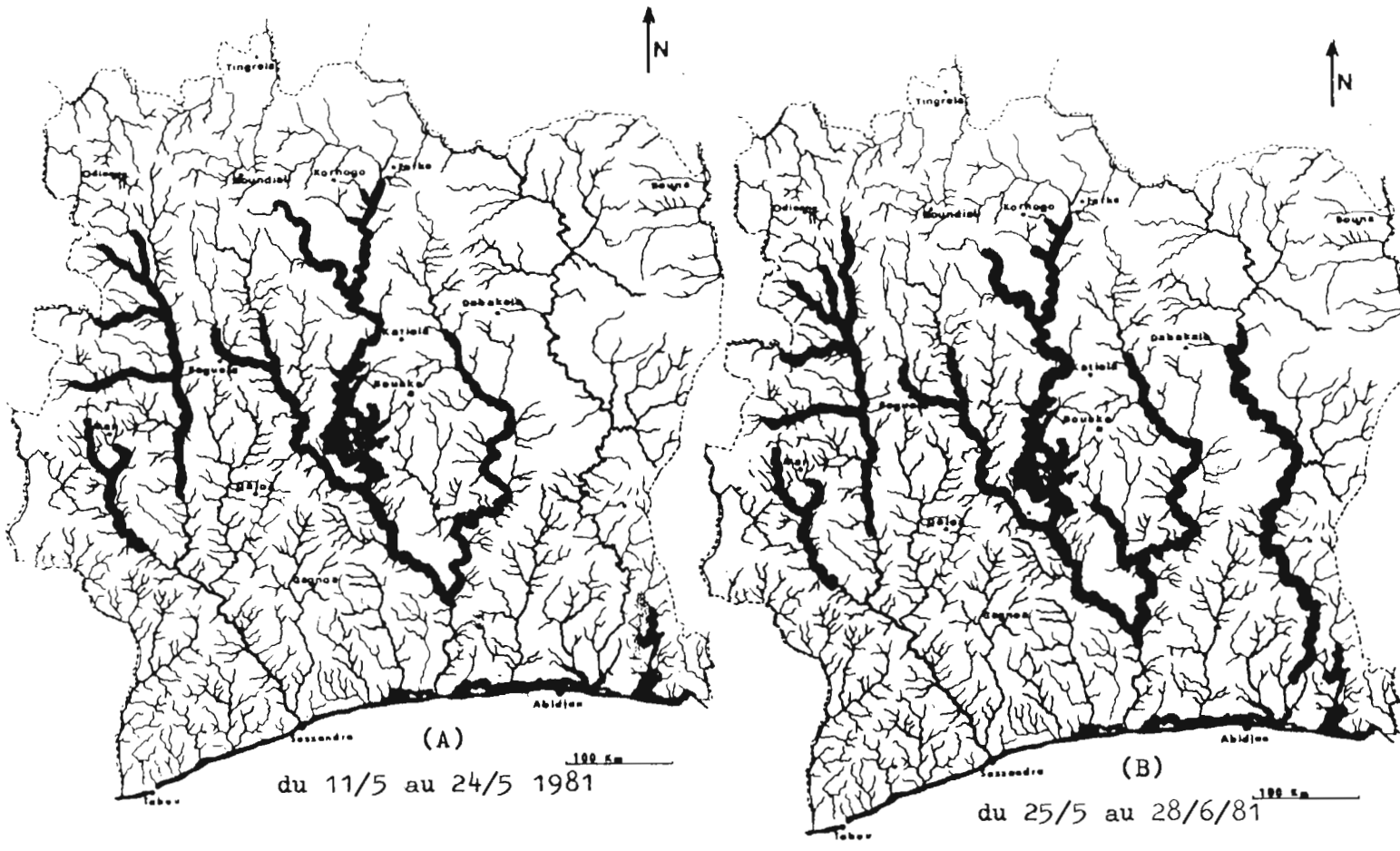
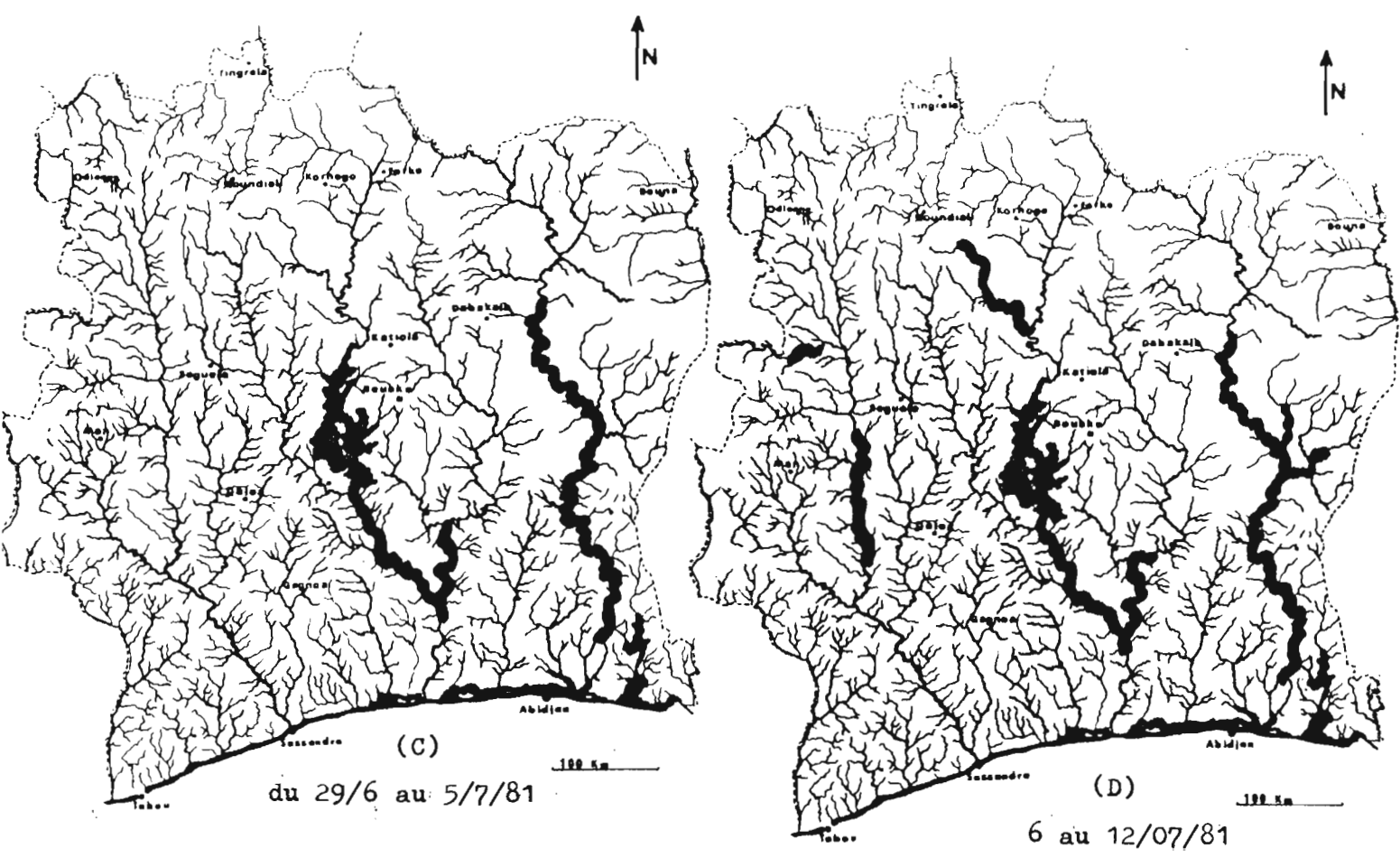
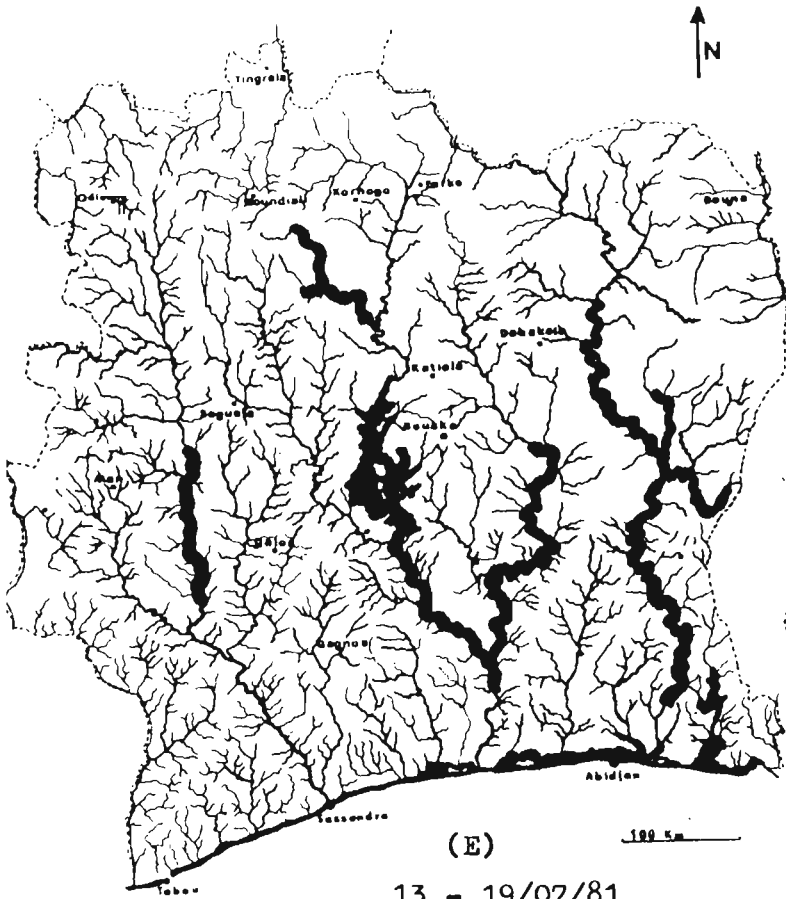
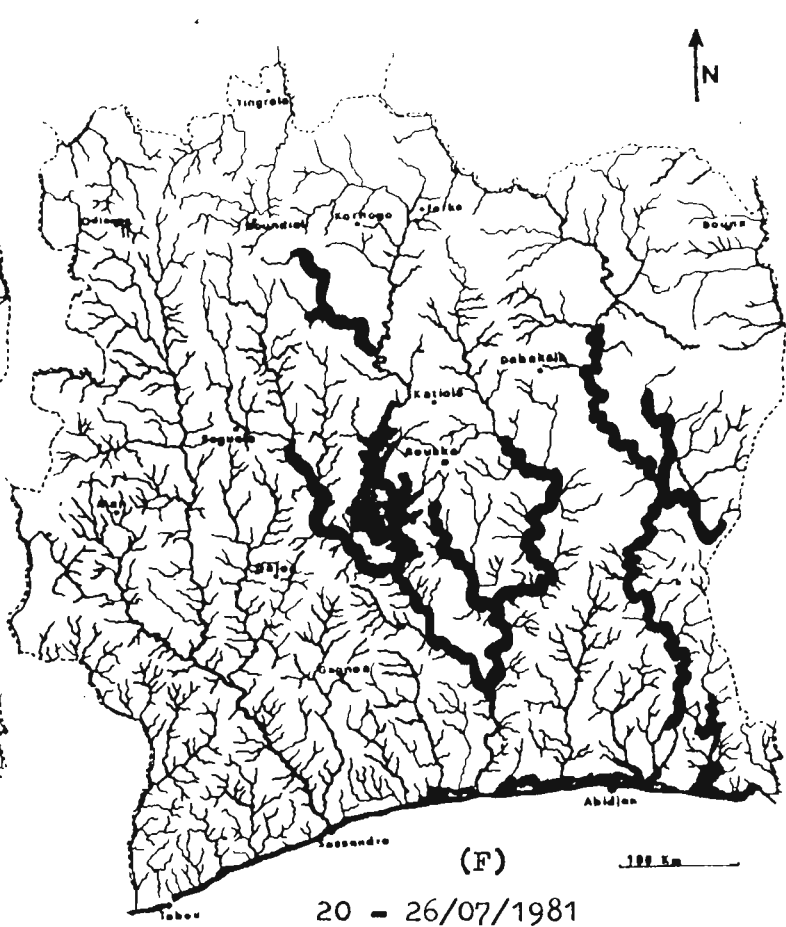


Fig. 2 - Evolution dans le temps de l'ampleur de la zone couverte par les traitements au Chlorophoxim.

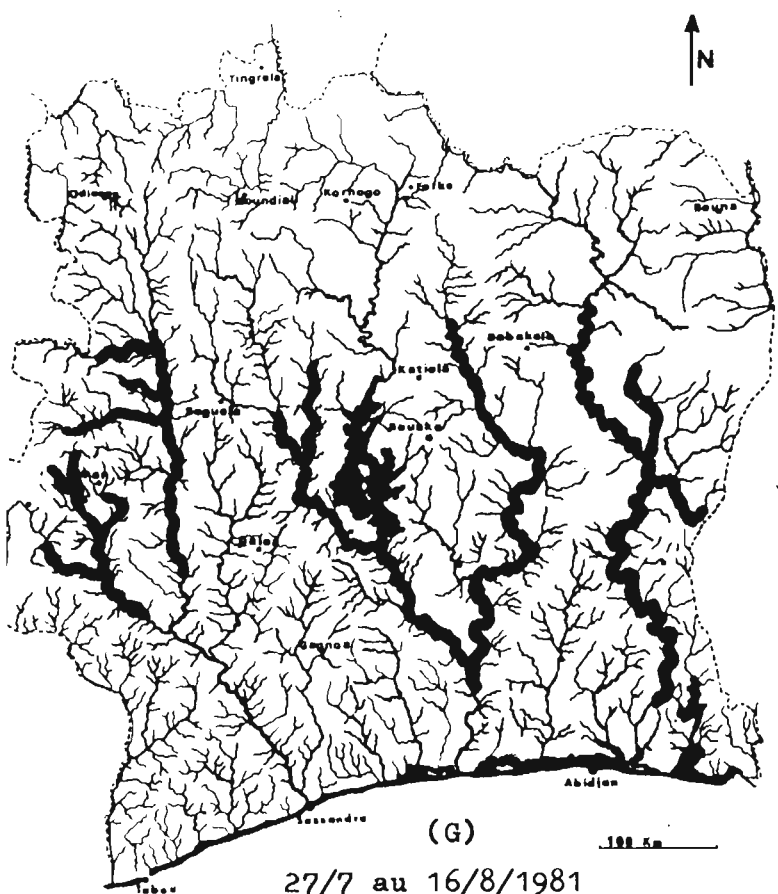




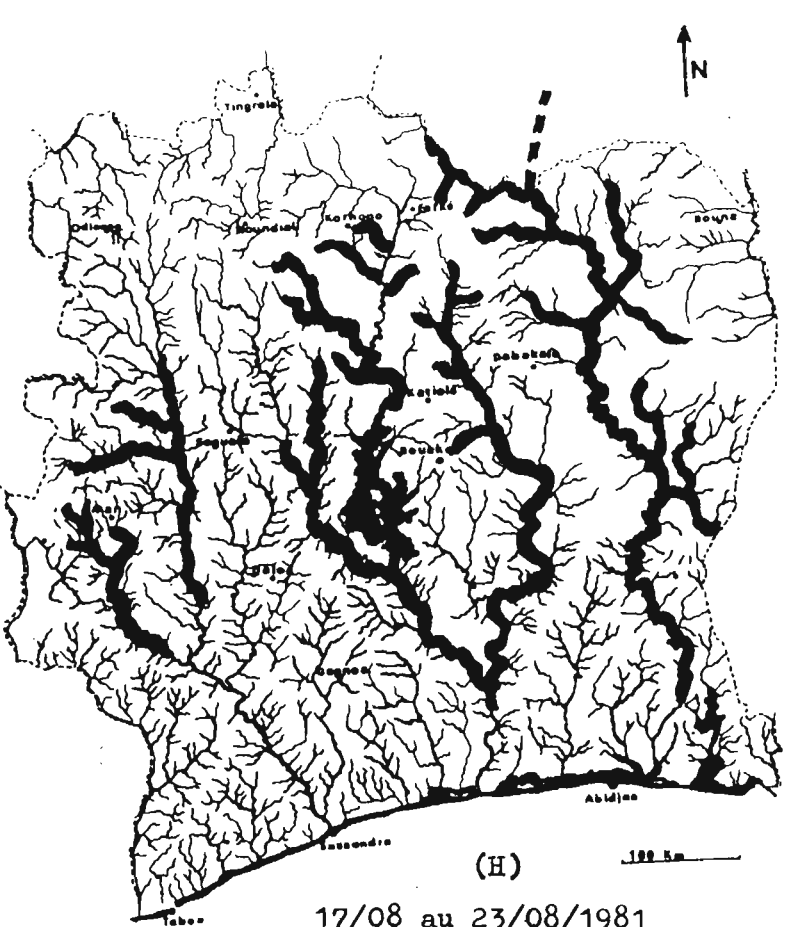
13 - 19/07/81



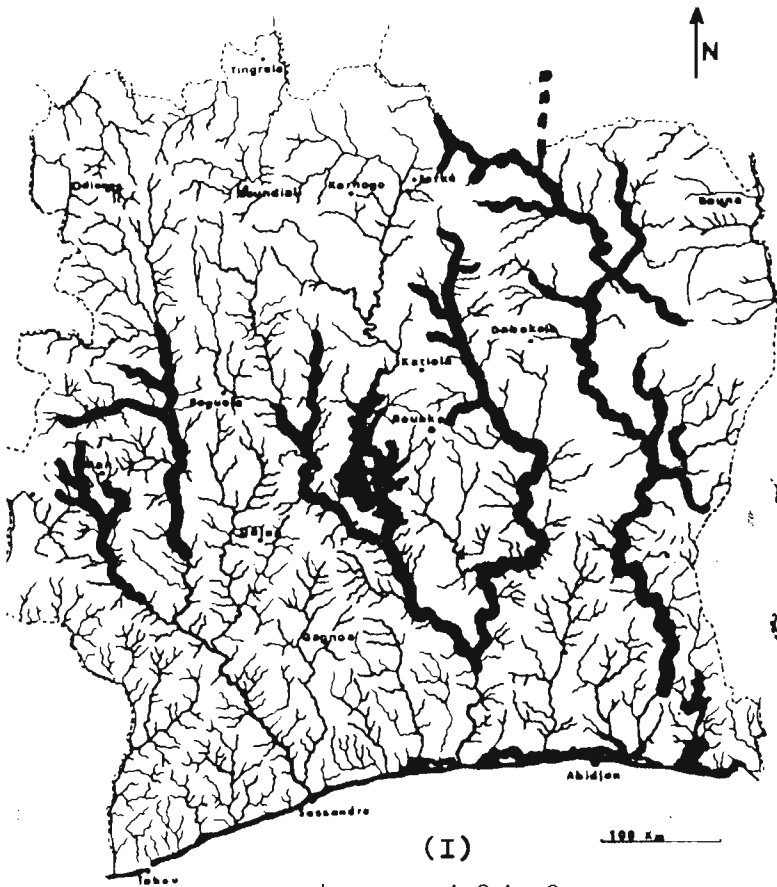
20 - 26/07/1981



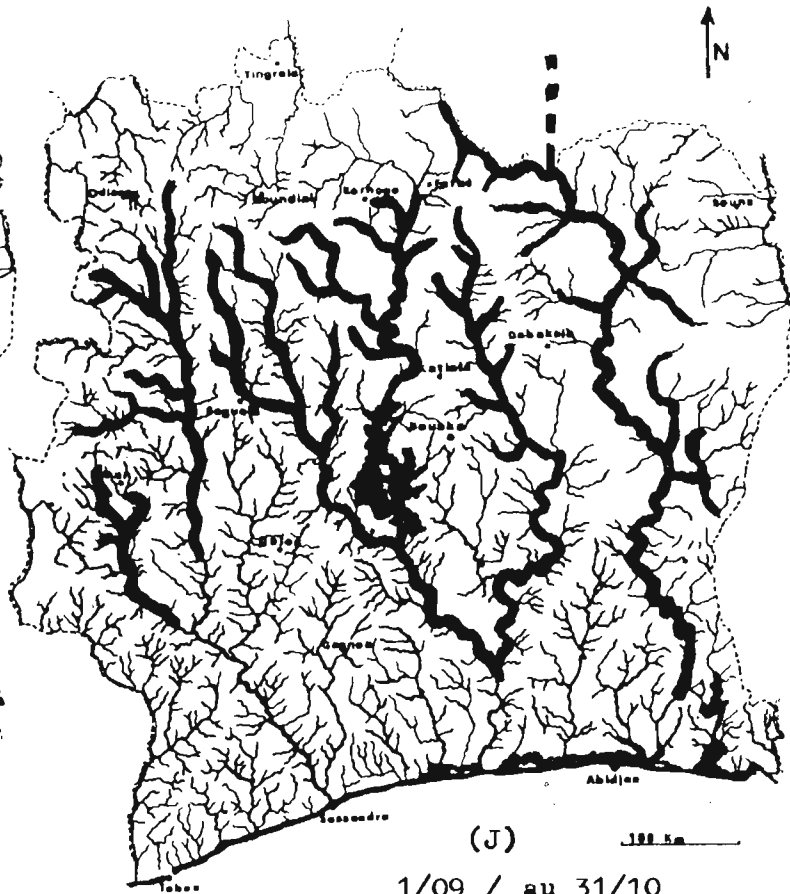
27/7 au 16/8/1981



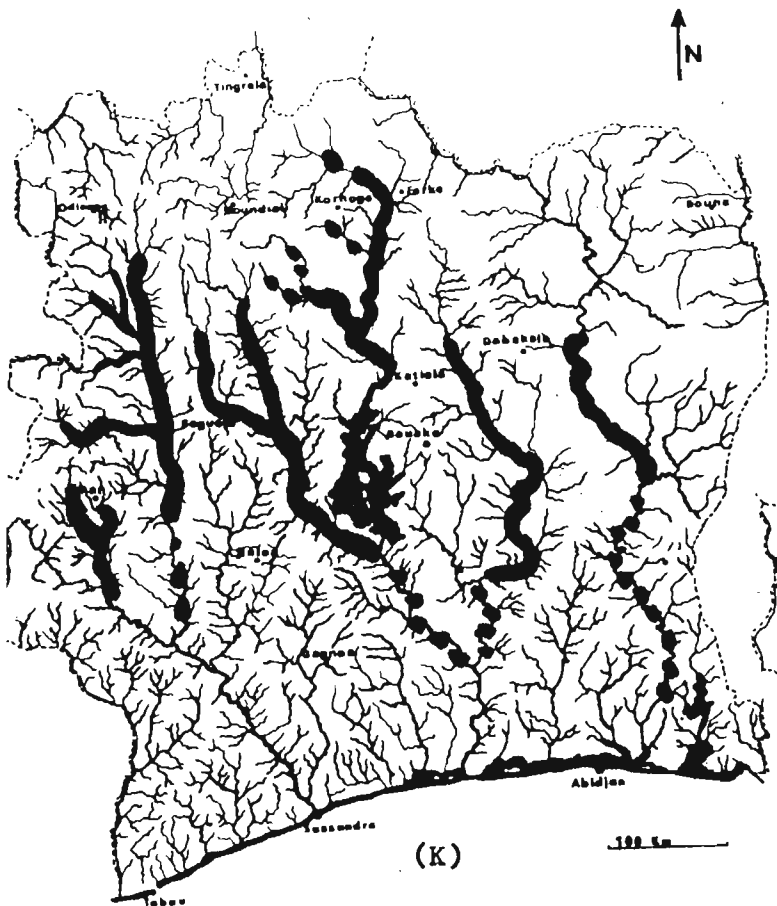
17/08 au 23/08/1981



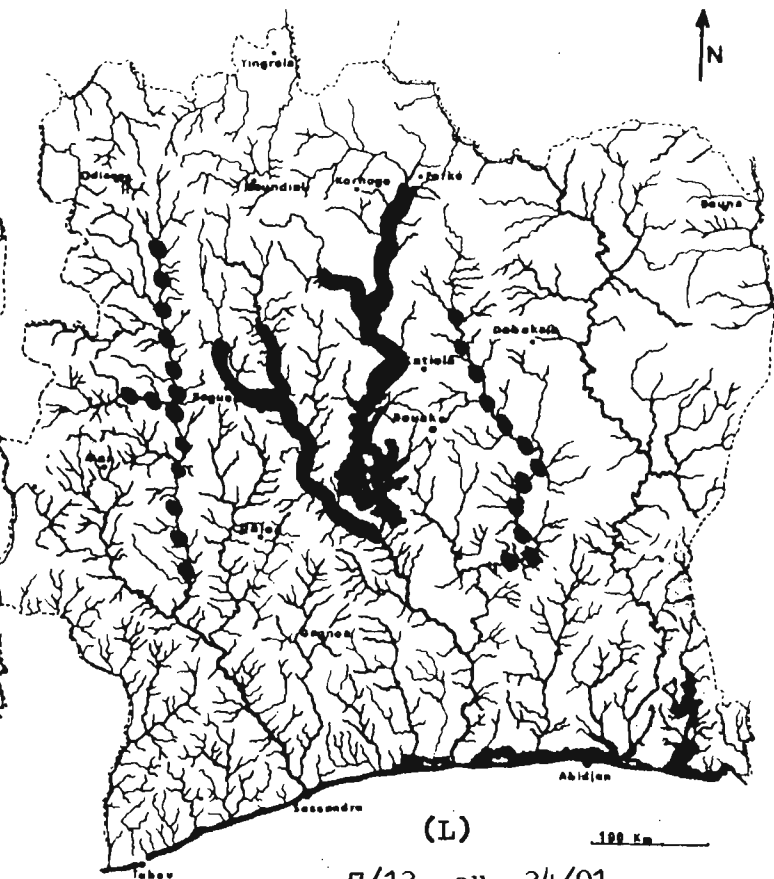
24 au 30/08/1981



1/09 / au 31/10



1/11 au 6/12



7/12 au 24/01

II. Résultats

II.1. Evolution logistique de la campagne de traitement au Chlorphoxim en 1981-1982.

La décision de traiter les "zones de résistance" au Chlorphoxim a été entérinée par les membres du groupe écologique fin mai 1981, à Ouagadougou. Les premiers traitements d'urgence étaient toutefois commencés depuis le 11 mai et couvraient alors une grande partie du bassin du Bandama, le haut Sassandra et le N'zi. A partir du 25 mai, la confirmation de l'établissement de populations larvaires résistantes sur la Comoé nécessite l'extension des épandages à ce bassin, situation qui prévaut jusqu'à fin juin (fig. 2, A et B). Par la suite et durant plus d'un mois, la zone traitée sera notablement réduite, du fait d'une certaine amélioration de la situation avec le début de la crue mais aussi d'une diminution des stocks de Chlorphoxim ! Seuls la Comoé et le bas bassin du Bandama sont régulièrement traités durant cette période.

Enfin, à partir de mi-juillet et jusqu'à fin novembre se situe la période du maximum ~~d'extension~~ des traitements. Tous les cours principaux des grands bassins sont traités ainsi que la majorité des affluents ayant une certaine importance, ce qui représente de l'ordre de 4080 kilomètres de lignes de gîtes.

L'apparition confirmée d'une résistance "croisée" au Chlorphoxim vint à partir de fin novembre réduire de manière prématurée l'extension des traitements et sans transition, des épandages de Bacillus thuringiensis israelensis se substituèrent à ceux de Chlorphoxim.

Durant toute la campagne, la quantité de Chlorphoxim utilisée en Côte d'Ivoire a été d'environ litres.

II.2. Intensité de colonisation de substrats artificiels de type flottant.

II.2.a. Première expérimentation

La colonisation des substrats s'est effectuée du 12 au 24 juin, subissant donc les effets directs du traitement réalisé le 18 juin.

Après analyse, il est apparu que 18 taxocènes ont été récoltés mais certains comme les Biomphalaria ou les larves d'Elmidae, en très petite quantité. Comme nous l'avons déjà fait par ailleurs, nous avons

distingué les peuplements des substrats correspondant à différentes gammes de vitesses de courant et effectué notre analyse en conséquence.

77 substrats ont été récoltés en fin d'expérience et l'on trouvera dans le tableau 1 la répartition des densités de peuplement en fonction de 5 principales tranches de vitesse du courant.

VITESSE (cm/s)	Nombre de substrats	ORTHOCLADIINAE	CHIRONOMIDAE	TANYTARSINI	HYDROPSYCHIDAE	SIMULIIDAE	OLIGOCHETES	BAETIDAE + CAENIDAE	TOTAL
0 - 25	25	3,00	32,32	61,36	5,12	0,44	11,88	1,32	116,84
26 - 50	33	3,00	35,38	129,21	31,94	10,33	4,64	2,39	220,94
51 - 75	7	7,00	30,86	62,71	73,43	26,43	1,43	2,43	205,86
76 - 100	9	9,780	34,40	52,30	57,56	22,78	2,89	1,22	188,78
101 - 125	2	1,00	3,50	10,00	0,50	0,50	0	0	15,50
MOYENNE RECOLTEE		4,06	32,59	87,38	28,77	9,65	6,31	1,82	

Tableau 1 - Colonisation de substrats flottants. Entomokro 12/24-VI-1981. Sous traitement au Chlorphoxim depuis 1 mois.

Nombre de substrats récoltés par tranche de courant et effectifs moyens, par substrat, des principaux taxocènes.

La variation des effectifs moyens par substrat est par ailleurs schématisée sur la figure 3, pour 6 des principaux taxocènes récoltés et sur la figure 4 pour l'ensemble de la faune.

Il apparait immédiatement que ce sont les vitesses de courant moyennes qui sont les plus favorables à une colonisation globale dense (25 à 50 cm/s). A l'opposé, aux vitesses supérieures à 1 mètre seconde, correspond une colonisation très faible. Cette situation diffère notablement de celle prévalant en absence de toute pollution (cf. fig.). Dans ce cas, le maximum de densité est situé dans les gammes de courant allant de 75 à 125 cm/s.

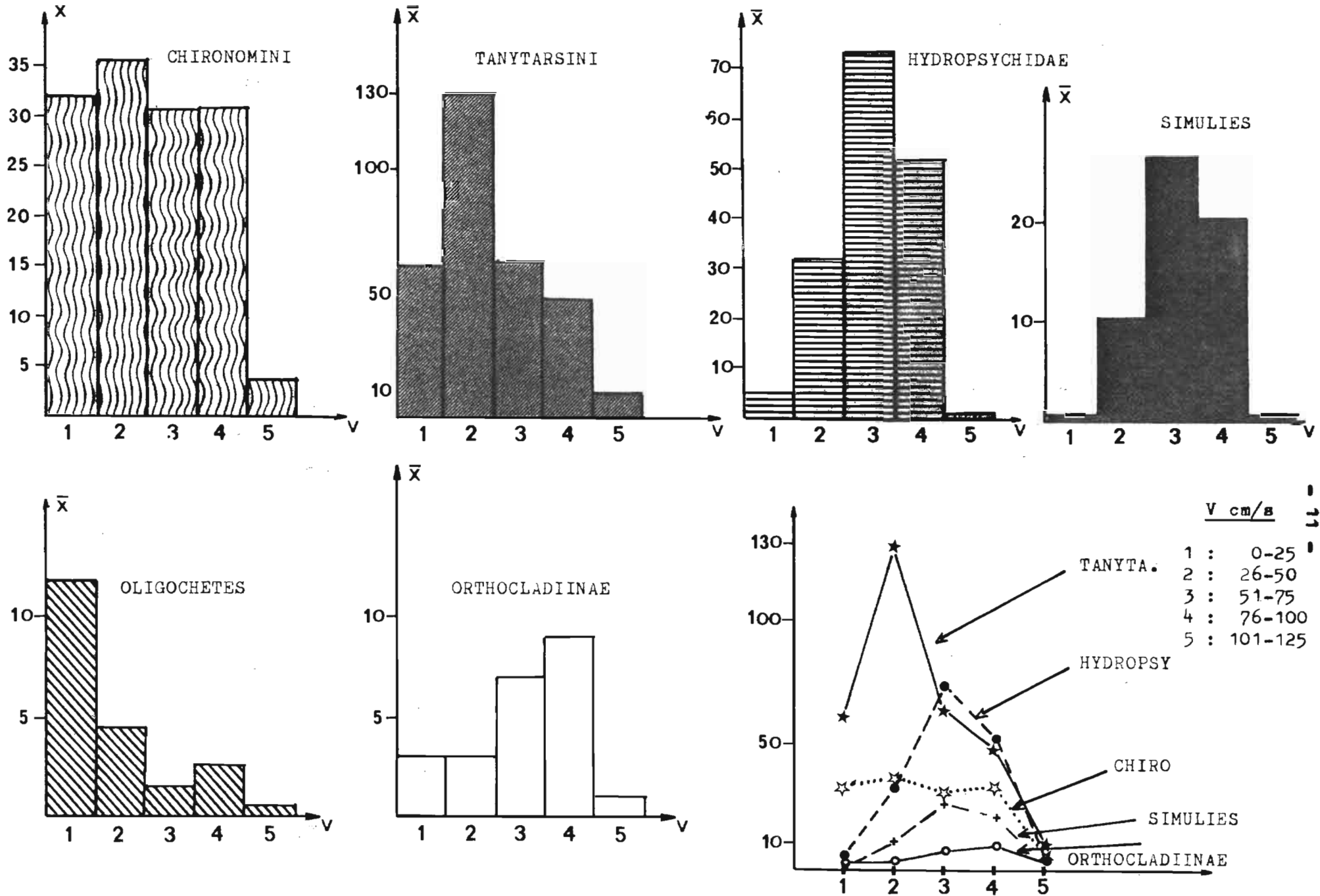


Figure 3 - Colonisation de substrats artificiels flottants. Entomokro 12/24-VI-1981. Variation des densités des principaux taxocènes pour différentes tranches de vitesse de courant.

Une hypothèse plausible pour expliquer cette différence peut être recherchée dans l'action traumatisante des traitements insecticides, conjuguée à l'action mécanique du courant. Après chaque traitement, les invertébrés non dérivés immédiatement après le passage du toxique, se trouvent plus ou moins traumatisés et ont tendance à moins bien résister aux courants forts qu'aux courants moyens.

Cet aspect particulier de la distribution des invertébrés n'est pas spécifiquement liée à l'action du Chlorphoxim mais existait de manière très nette dans le cas des traitements au Téméphos.

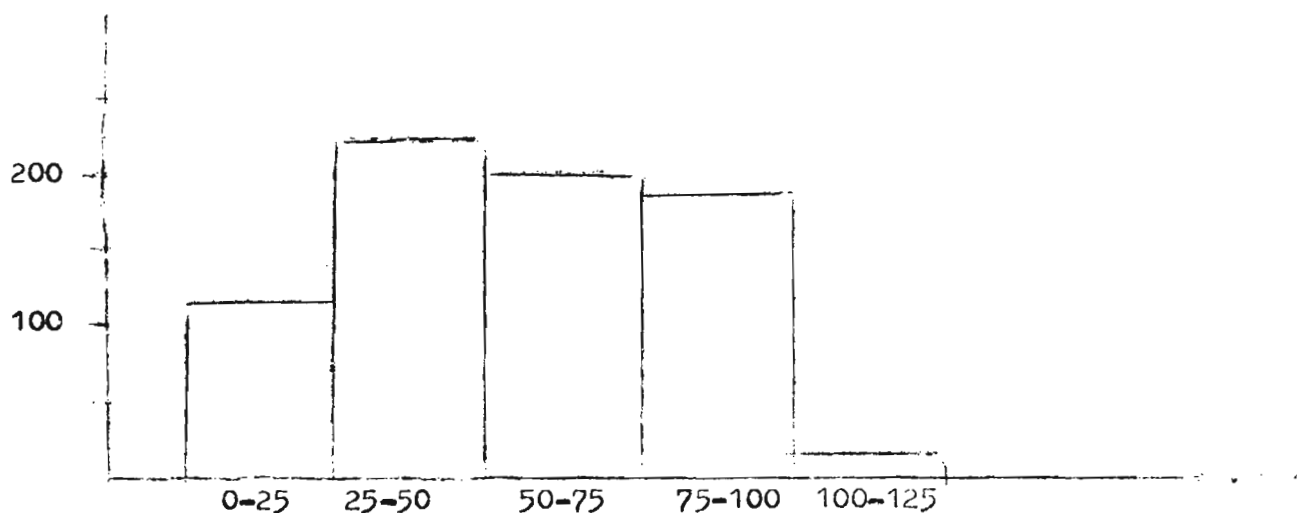


Figure 4 - Colonisation de substrats artificiels flottants 12/24-VI-1981.
Effectifs totaux moyens récoltés sur les substrats en fonction de la vitesse du courant.

L'examen des diagrammes de répartition des principaux taxocènes permet d'autre part une mise en évidence des optimums de colonisation. Une opposition nette et classique existe pour les Oligochètes et les Orthocla-diinae, les premiers étant favorisés par les courants lents. Les Chironomini par contre ont une répartition quasie uniforme, témoignant de leur eury-rhéophilie, la chute brutale de leurs effectifs pour les vitesses les plus fortes pouvant être expliquée par l'hypothèse exposée dans les lignes ci-dessus.

Concernant les effectifs totaux, les Tanytarsini sont nettement dominants, situation que nous ne retrouvons plus en octobre. Les Hydropsy-chidae sont encore relativement abondants mais tous de très petite taille. On sait qu'ils présentent une sensibilité particulière au Chlorphoxim, ce qui explique probablement l'absence de gros individus. En réalité, notre

expérimentation de juin est intervenue après seulement six semaines de traitement, ce qui peut expliquer la persistance de jeunes larves, les populations adultes n'ayant encore pas subi de diminution sensible en raison des traitements et le mois de juin correspondant à une période de fort recrutement pour le genre Cheumatopsyche qui constituait la presque totalité des Hydropsychidae récoltés.

II.2.b. Seconde expérimentation

La seconde expérimentation a été conduite après cinq mois de traitements mais avec un niveau d'eau nettement supérieur à celui de juin (3,17 m à l'échelle de Bouaflé contre 2,35 m en juin).

Les résultats des dépouillements ont été rassemblés dans le tableau 2 et schématisés figure 5 pour les principaux taxocènes.

Nb. subst.	VITESSE cm/s	ORTHOCLADIINAE	EHIRONOMIDAE	TANYTARSINI	HYDROPSYCH.	SIMULIIDAE	OLIGOCHETES	BAETIDAE + CAENIDAE	TOTAL
7	0 - 25 Remous	67,29	17,14	3,14	0,43	19,43	3,71	2,57	113,71
18	26 - 50	68,11	20,78	3,33	3,33	87,89	3,00	6,00	192,44
18	51 - 75	92,50	17,17	1,00	2,94	73,17	1,00	2,22	190,00
13	76 - 100	112,69	12,46	0,69	3,23	66,15	0,38	1,77	197,37
12	101 - 125	91,17	7,50	0,33	0,92	20,8	0,33	0,90	121,55
7	> 125	76,43	4,14	0	0,14	6,57	0,00	0,43	87,71

Tableau 2 - Colonisation de substrats flottants à Entomokro, après 5 mois de traitements au Chlorphoxim.
Effectifs moyens récoltés pour les principaux taxocènes.

Il apparaît immédiatement une inversion radicale entre les densités reciproques des Orthoclaadiinae et des Tanytarsini. Ces derniers, largement dominants en juin sont devenus très rares alors que les Orthoclaadiinae sont très abondants dans toutes les gammes de courants.

Tout laisse à penser que la situation de juin est encore sous l'influence des traitements au Téméphos, qui on le sait sont "favorables" aux

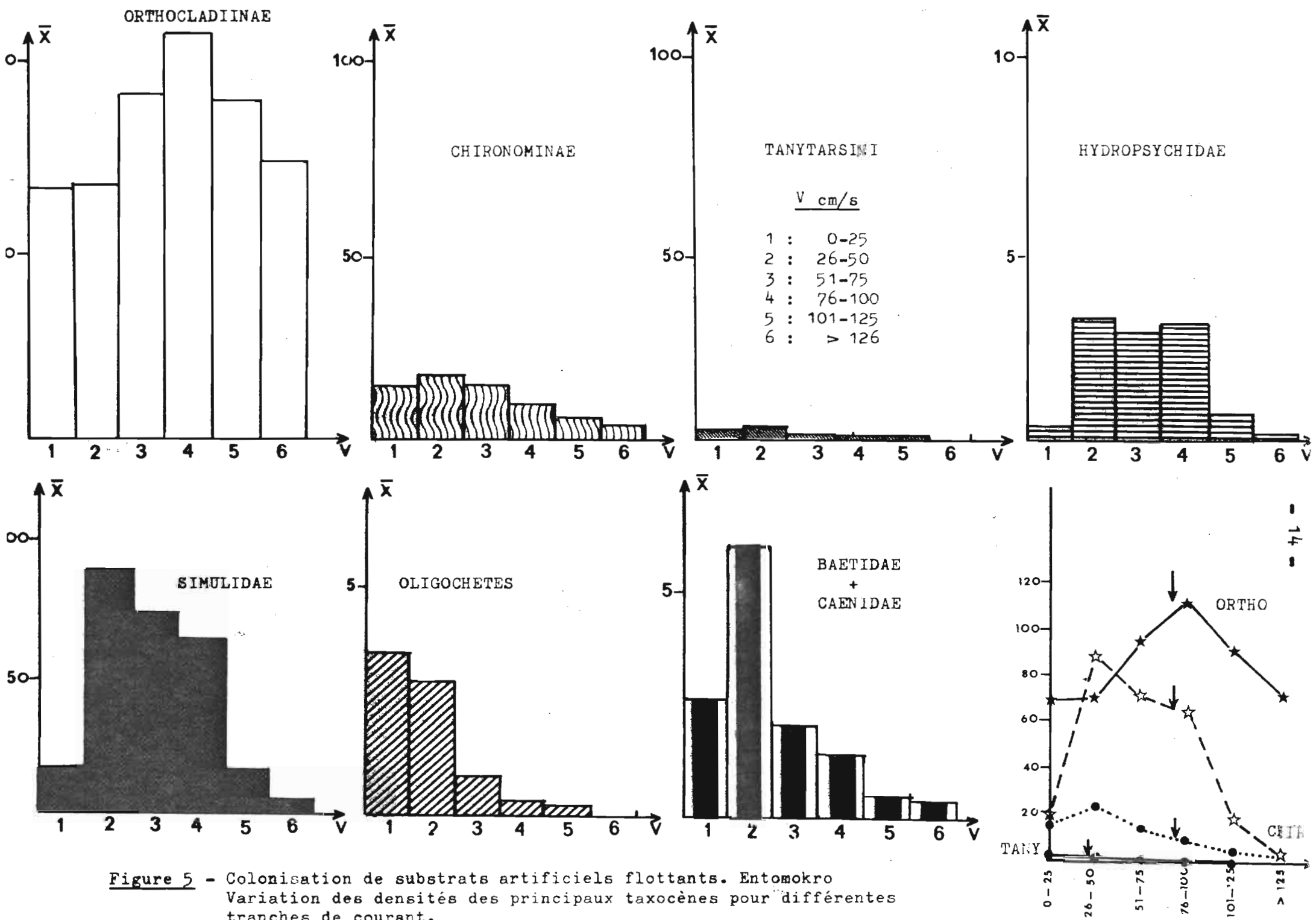


Figure 5 - Colonisation de substrats artificiels flottants. Entomokro
Variation des densités des principaux taxocènes pour différentes tranches de courant.

Tanytarsini. La situation d'octobre serait donc beaucoup plus marquée par l'incidence des traitements au Chlorphoxim, insecticide ayant une faible toxicité vis à vis des Orthoclaadiinae. Les densités d'Hydropsychidae ont par ailleurs nettement diminué puisque le maximum moyen récolté n'atteint pas 4 individus (toujours de petite taille) par substrat alors qu'en juin il était de presque 74 individus !

Les Chironomini et les Oligochètes conservent le même type d'évolution mais avec des effectifs largement diminués. Les Baetidae et Caenidae quant à eux demeurent très rares.

Il faut enfin signaler la récolte de quelques rares larves de Simulium damnosum (les autres Simuliidae récoltés étant essentiellement Simulium schoutedeni), ce qui tendrait à prouver que la résistance au Chlorphoxim était peut être déjà apparue en octobre, sur la Maraoué.

Sur un plan général et en ne tenant compte que des densités globales, on note (comparer les figures 4 et 6) une relative stabilité de la situation pour les courants allant de 0 à 1 mètre seconde et une "amélioration" pour les vitesses supérieures, essentiellement due à l'abondance des Orthoclaadiinae.

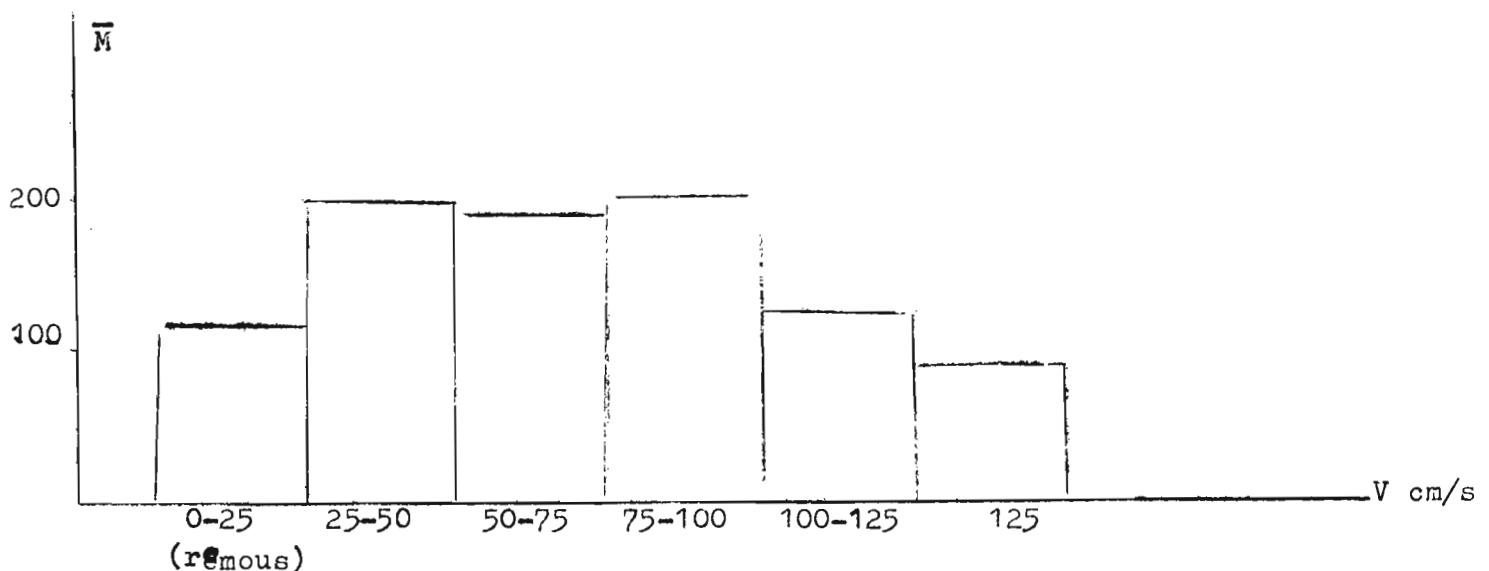


Figure 6 - Variation des effectifs moyens d'invertébrés sur les substrats artificiels flottants.

Entomokro : 15/27 - X - 1981.

II.2.c. Troisième expérimentation

L'expérience s'est à nouveau effectuée, centrée sur un épandage de Chlorphoxim, début décembre, donc après environ 7 mois de traitements. Les conditions hydrologiques correspondaient à la ducrue mais le niveau moyen d'étiage n'était encore pas atteint.

On trouvera dans le tableau 3 la répartition des densités de peuplement en fonction des 6 gammes de courant qui ont été mesurées.

Tableau 3 - Colonisation de substrats flottants. Entomokro - Décembre 1981.

Sous traitement au Chlorphoxim depuis 7 mois.

Nombre de substrats récoltés par tranche de courant et effectifs moyens, par substrat, des principaux taxocènes.

Vitesse cm/s	Nombre de substrats	ORTHO	CHIRO	TANYTA	HYDROPSY	SIMULID.	BAETIDAE	CAENIDAE	NEMATOD.	HYDRAC.	TOTAL
0 - 25 (remous)	3	73,3	1,7	0,7	1,3	2	9,3	0	0,3	0	88,6
26 / 50	3	101,7	1	1,7	4	14	33	0	0	0,7	156,1
51 / 75	16	60,7	2,6	1,3	2,3	26,7	26,4	0,2	0,9	0,3	111,4
76 / 100	41	48	0,4	1,2	1,4	12,7	4,7	0,07	0,1	0,05	68,6
101/125	14	39,9	0,4	0,1	1,1	6,2	2,6	0,2	0	0	50,5
> 125	3	47	0	0	0	3,7	3,7	0,3	0	0	54,7
Moyenne récoltée		61,7	1,0	0,8	1,7	10,9	11,6	0,1	0,2	0,17	

Seuls quelques taxocènes peu importants n'ont pas été mentionnés, bien que comptés. Au total et pour l'ensemble des substrats, 13 taxocènes ont été récoltés contre 18 en juin.

Les Orthoclaadiinae sont de loin les éléments dominants avec environ 70 % de peuplement des substrats contre 2,3 % en juin. Il y a donc une inversion radicale sur un plan qualitatif, avec les Tanytarsini qui, en juin représentaient 51,2 % du peuplement et ne représentent plus que 0,9 % en décembre (tableau 4).

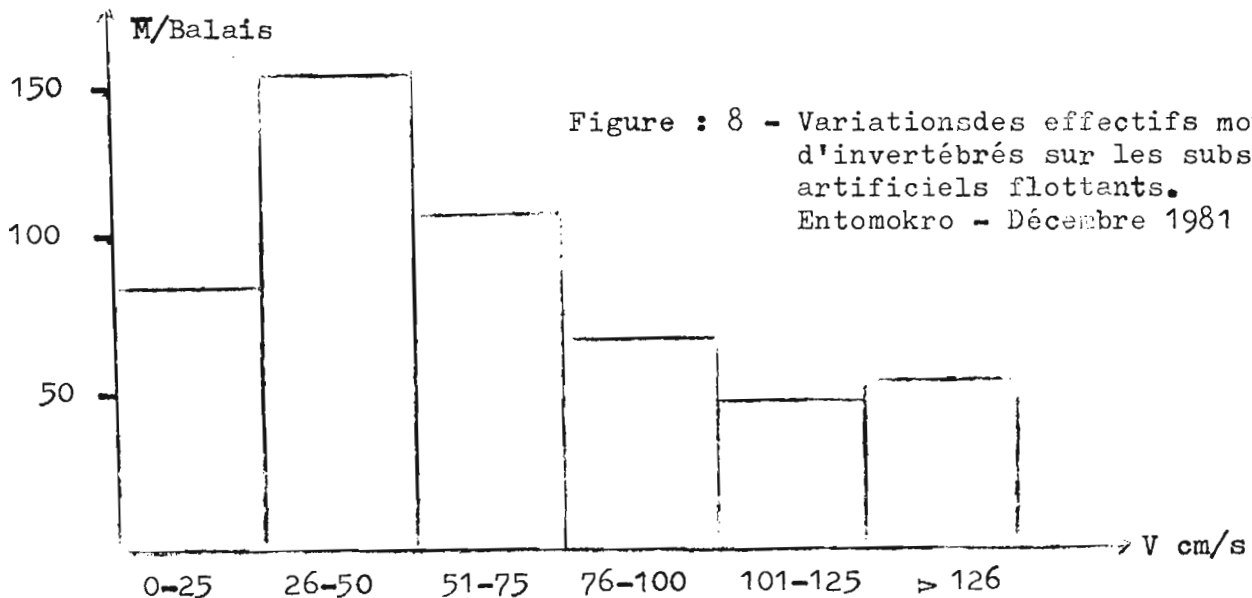
Tableau 4 - Composition relative des peuplements des substrats flottants après respectivement 1, 5 et 7 mois de traitement au Chlorphoxim.

	ORTHO	TANYTA	CHIRO	SIMUL	BAETI + CAENI	OLIGOCH	HYDROPS
Après 1 mois	2,3%	51,2%	19,1%	5,4%	1,02%	3,5%	16,1%
Après 5 mois	56,3%	0,9%	8,8%	30,3%	1,5%	0,9%	1,2%
Après 7 mois	69,9%	0,9%	1,2%	12,3%	13,2%	0 %	1,9%
	↗	↘	↘	↗	↗	↘	↘

Sans être un élément dominant, les Oligochètes représentaient en juin un taxocène fréquent, particulièrement dans les gammes de vitesses lentes. En octobre, ils sont devenus très rares et en décembre, ont complètement disparu. Les Chironomini sont ainsi que les Hydropsychidae devenus très rares et leur pourcentage relatif a régulièrement baissé depuis juin.

Seuls avec les Orthocladiinae et les Baetidae ont vu leurs effectifs augmenter, ce qui témoigne de leur moindre sensibilité au Chlorphoxim qu'à l'Abate, bien que les Baetidae demeurent un taxocène dérivant fortement après chaque traitement hebdomadaire.

A nouveau en décembre, ce sont les vitesses moyennes de courant qui supportent les effectifs maximums (fig. 7), ce qui confirme notre hypothèse d'une moindre résistance des invertébrés aux fortes vitesses de courant, ceci est particulièrement net, d'une manière générale, si l'on considère tous les taxons présents (fig. 8). Enfin, les densités moyennes par gamme de courant ont encore baissé par rapport au mois d'octobre, baisse que l'on peut vraisemblablement corrélérer à l'acheminement vers des conditions hydrologiques d'étiage.



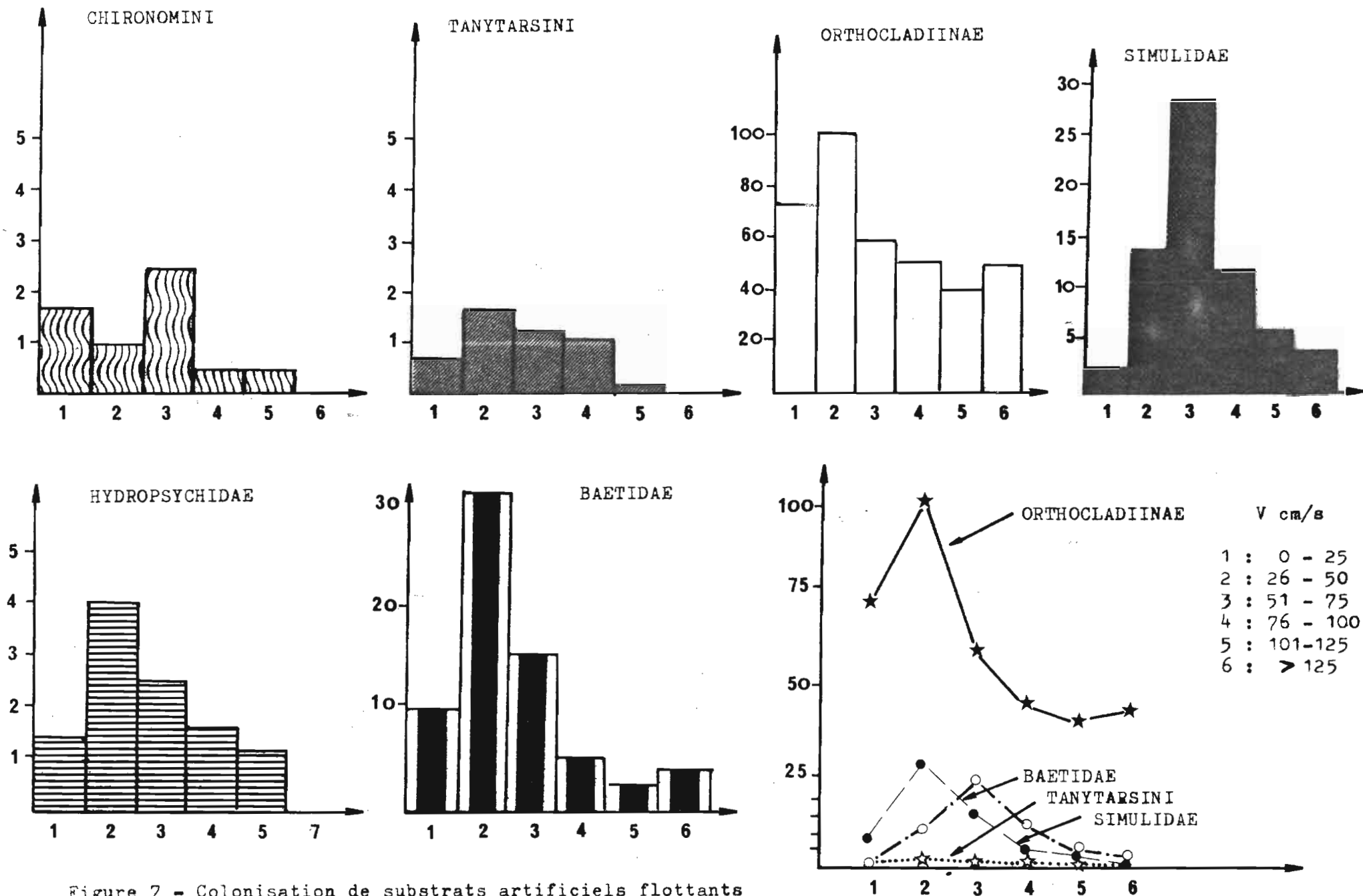


Figure 7 - Colonisation de substrats artificiels flottants
Entomokro - Décembre 1981 - Variation des densités des
principaux taxocènes pour différentes gammes de vitesses de courant.

Conclusion sur le phénomène de colonisation des substrats flottants.

D'une manière générale, l'action du Chlorphoxim est très nette et induit une importante diminution de l'intensité de colonisation. Sur la figure 9 ont été recensés différents résultats obtenus de la même manière depuis 1978, alors que la station d'Entomokro n'était encore pas traitée (ces derniers résultats sont une communication personnelle de J.M. Elouard que nous remercions ici).

Deux phénomènes sont évidents. D'une part il ya une réduction très forte de l'intensité de peuplement pour toutes les gammes de courant considérées. D'autre part, cette diminution est particulièrement sensible pour les fortes vitesses.

Si l'on ne considère que des périodes hydrologiques identiques, en l'occurrence le mois de décembre, on peut dresser un tableau synoptique des variations d'une année à l'autre par rapport à un état initial non traité qui met les changements en évidence et se passe de commentaires (tableau 5).

V	XII-1978	XII 1979 ABATE	XII 1980 CHLORPHOXIM	XII 1981
0 - 25	ETAT INITIAL	+ 13 %	- 89 %	- 77,2 %
26 - 50		- 17,9 %	- 86,3 %	- 80 %
51 - 75		- 21,1 %	- 86,1 %	- 82,2 %
76 - 100		- 82,2 %	- 96,7 %	- 94,7 %
101 - 125		- 85,8 %	- 95,4 %	- 94,5 %
> 125		- 90,3 %	- 93,8 %	- 91,7 %

Tableau 5 - Evolution des intensités de peuplements sur les substrats artificiels flottants d'Entomokro. Pourcentage de changement par rapport à un état initial non traité.

La situation la plus catastrophique est représentée par le mois de décembre 1980, observée après six cycles de traitement au Chlorphoxim. Toutefois la situation de décembre 1981 est très proche ce qui laisse supposer que nous sommes toujours dans une phase d'impact fort, malgré le "passage" d'une saison des pluies, qui comme à l'ordinaire, a joué un rôle bénéfique (comme en témoignent les effectifs des mois de juin et octobre, sur la figure 8).

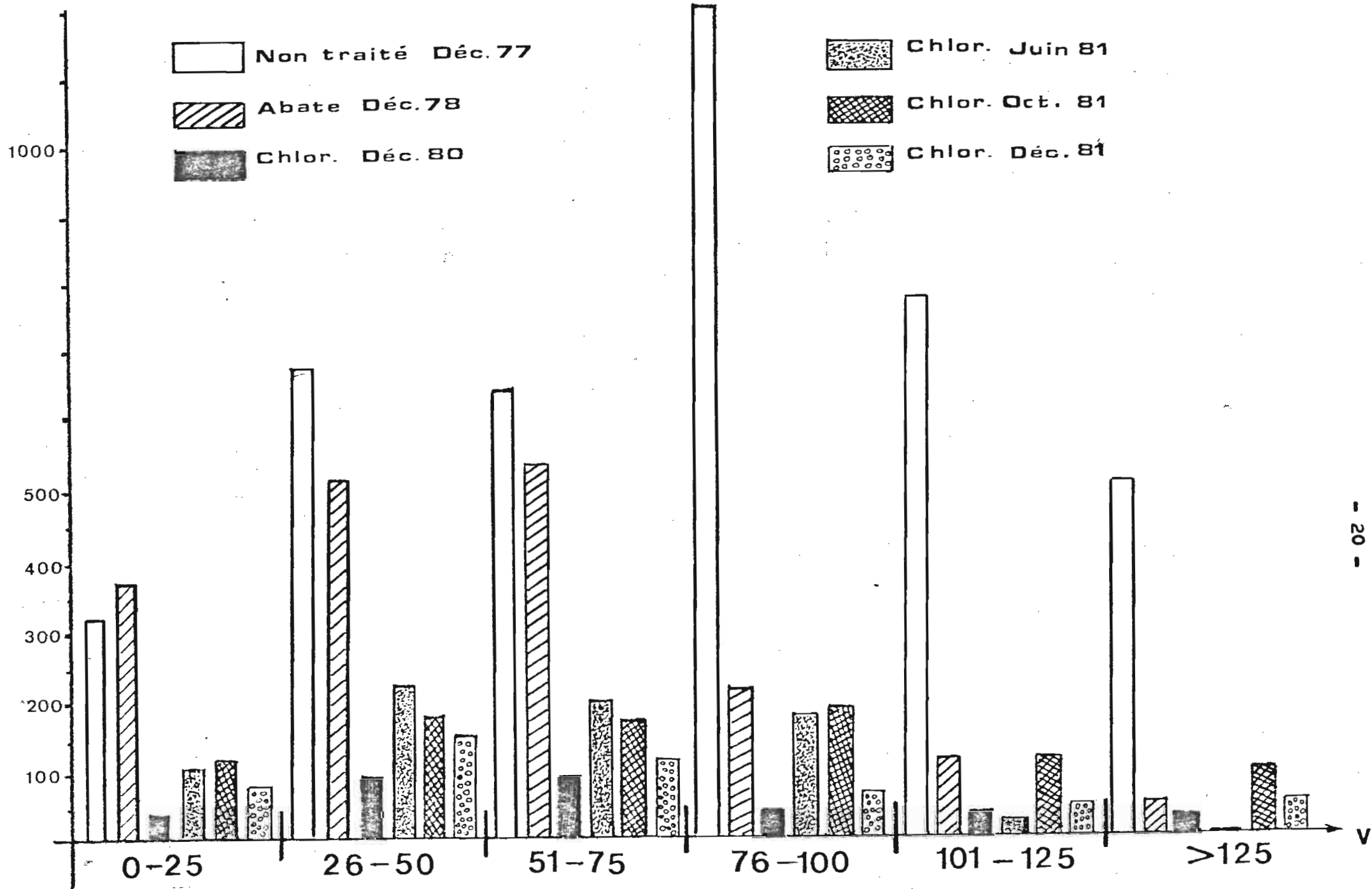


FIGURE 9 : ETUDE COMPAREE DU TAUX DE COLONISATION D'UN SUBSTRAT ARTIFICIEL FLOTTANT DANS DIFFERENTES CONDITIONS HYDROLOGIQUES ET DE TRAITEMENT, MARAOUE (COTE D'IVOIRE).

II.3. Recherches sur la toxicité de différents lots de Chlorphoxim

Afin de mettre en évidence les différences de toxicité pouvant apparaître entre différents lots de Chlorphoxim et pour confirmer l'hypothèse émise par l'OMS d'une moindre efficacité du lot utilisé en mai 1981, nous avons employé le système de gouttières multiples mis au point à Bouaké (Troubat, 1981).

L'expérimentation a été conduite près de Bouaké, sur un petit affluent du Kan, non traité. Une faune simulidienne était présente en abondance, essentiellement constituée de Simulium hargreavesi.

L'une des gouttières, non traitée, a été conservée comme témoin. Une seconde gouttière a reçu un traitement normal à l'Abate, les autres gouttières ont reçu les traitements suivants :

- Chlorphoxim "ancien lot" datant de 1977 et conservé en fûts, à l'extérieur.
- Chlorphoxim "mai 1981" ayant servi aux premières séries de traitements de saison des pluies en 1981.
- Chlorphoxim "juillet 1981" ayant servi par la suite aux traitements, après l'arrêt d'utilisation du lot de mai.

Deux séries d'observations ont été faites, l'une utilisant les concentrations normales d'épandage (0,05 ppm pour l'Abate et 0,025 ppm pour les différents lots de Chlorphoxim) et l'autre des concentrations 60 fois plus élevées correspondant à un surdosage volontaire.

Résultats obtenus

II.3.a. Cas des concentrations "normales"

Un bilan des expérimentations réalisées dans les 5 gouttières est présenté dans le tableau 6. Par ailleurs, les variations des indices de dérive pour chaque lot ou formulation sont schématisées sur la figure 10.

Il faut tout de suite remarquer l'extrêmement faible toxicité de l'Abate puisque le décrochement global obtenu en 24 heures est seulement 3,99 % de la faune testée, valeur du même ordre que le résultat obtenu avec le témoin. Cette faible valeur est difficile à expliquer car les valeurs normalement obtenues dans une telle expérimentation varient entre 15 et 35 % !

TAXOCENES	TEMOIN				ABATE				CHL. ANCIEN LOT				CHL. MAI 1981				CHL. JUILLET 81			
	Faune dérivée	Faune restante	Total testé	% de décroch.	Faune dérivée	Faune restante	Total testé	% de décroch.	Faune dérivée	Faune restante	Total testé	% de décroch.	Faune dérivée	Faune restante	Total testé	% de décroch.	Faune dérivée	Faune restante	Total testé	% de décroch.
Simuliidae	471	1037	10808	4,3	447	11555	12002	3,7	6592	1265	7857	83,9	10961	1461	12422	88,2	11506	1155	12661	94,2
Chironomini	29	101	130	22,3	25	58	83	30,1	50	166	166	30,1	53	80	133	39,8	34	64	98	34,7
Tanytarsini	2	0	2	100	0	4	4	0	3	1	4	75	5	0	5	100	1	0	1	100
Orthoclaadiin.	25	167	192	13	32	182	214	15	47	71	118	39,8	73	67	140	52,1	42	40	82	51,2
Tanypodinae	13	0	13	100	3	1	4	75	1	0	1	100	11	2	13	84,6	6	0	6	100
Hydropsych.	31	597	628	4,9	18	890	908	1,98	378	295	673	56,2	420	193	613	68,5	229	187	416	55
Hydroptilidae	4	1	5	80	1	2	3	33,3	2	2	4	50	3	2	5	60	5	0	5	100
Philopotamid.	3	12	15	20	0	39	39	0	27	2	29	93,1	19	8	27	70,3	10	7	17	58,8
Baetidae	2	0	2	100	2	0	2	100	1	0	1	100	3	1	4	75	1	0	1	100
Dipt. autres	1	1	2	50	0	2	2	0	1	0	1	100	5	0	5	100	5	0	5	100
Divers	7	1	8	87,5	2	3	5	40	8	3	11	72,7	13	0	13	100	4	0	4	100
Total	588	11217	11805	4,98	530	12736	13266	3,99	7110	1755	8865	80,2	11566	1814	13380	86,4	11843	1453	13296	89,07

Tableau 6 - Toxicité comparée, en gouttières, de différents lots de Chlorphoxim et d'une solution d'Abate standard. Chlorphoxim : 0,025 ppm/10¹ ; Abate 0,05 ppm/10¹

Plus intéressants sont les résultats obtenus avec les différents lots de Chlorphoxim, pour lesquels nous retrouvons un taux de décrochement "normal", compte tenu de la toxicité connue de cet organophosphoré.

Avec 80,2 % de décrochement provoqué, le lot de 1977 témoigne de son ancienneté et d'une réduction sensible de son efficacité. A l'opposé, le lot de juillet qui induit un décrochement pour l'ensemble de la faune voisin de 90 % apparaît comme nettement plus actif. Cette différence de sensibilité est également très nette pour les seuls simulidae (84 contre 94 %).

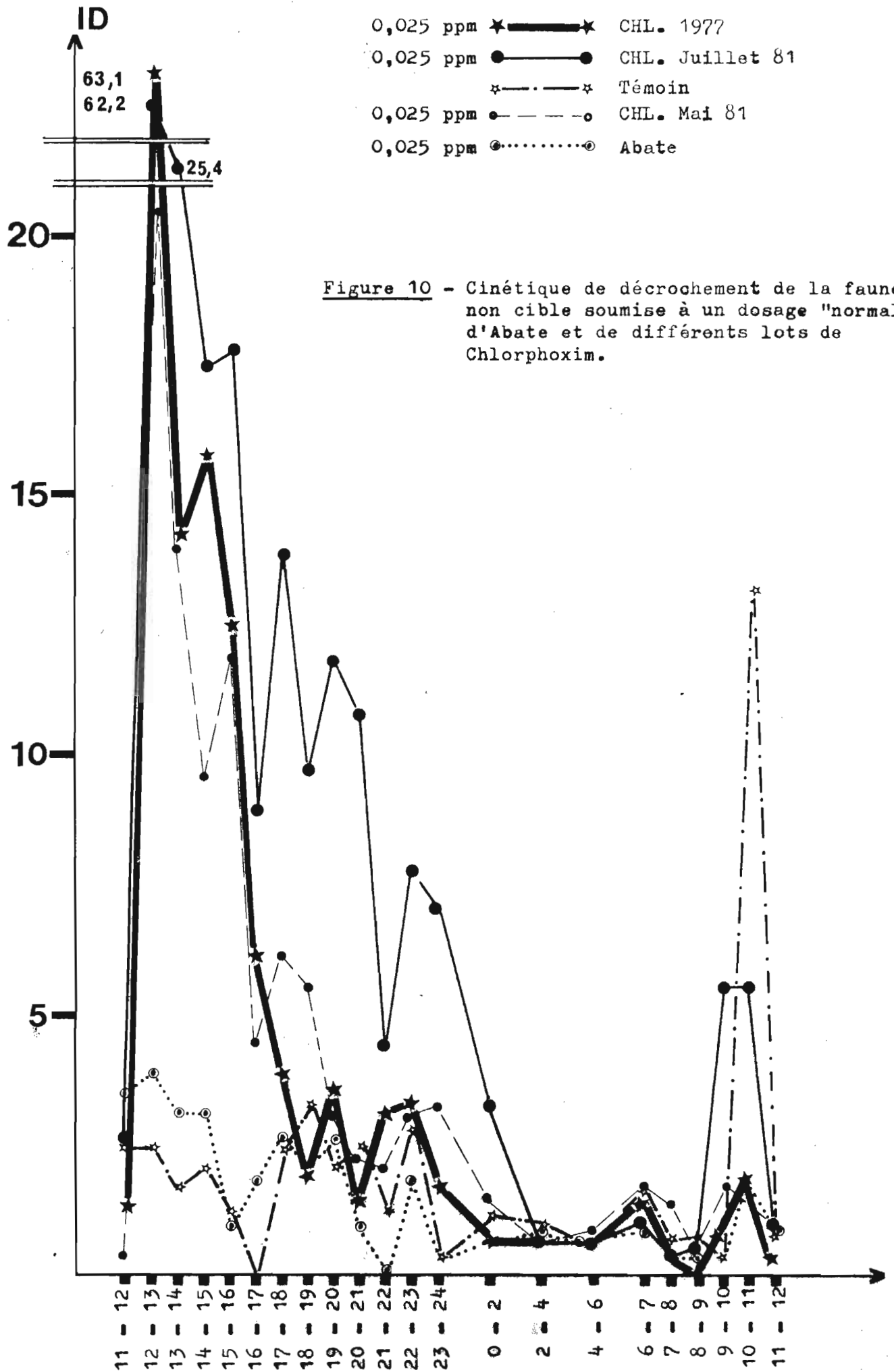
Le lot de mai 1981 occupe une situation intermédiaire avec un décrochement global de 86,4 % de l'ensemble de la faune contre respectivement 83,9 et 94,2 % si l'on ne considère que les seuls simulidae.

Si l'on ne prend en compte que la faune non cible, on peut dresser le bilan suivant (tableau 7), la différence de toxicité est également très nette et le lot de mai 1981 montre à nouveau une activité beaucoup plus faible que celui de juillet qui lui par contre s'avère guère plus toxique que l'ancien lot de 1977.

	Témoin	Abate	lot 1977	lot mai 1981	lot juillet 1981
Total dérivé	117	83	518	395	337
Total résidu	997	1264	10688	958	635
% de décrochement	11,7%	6,7%	51,4%	41,2%	53,07%

Tableau 7 - Différence de toxicité, pour la faune non cible seule, de plusieurs lots de Chlorphoxim.

La cinétique de décrochement, schématisée figure 10, permet de visualiser ces différences d'impact entre les lots. Les lots de juillet 81 et de 1977 ont une action brutale et immédiate qui se traduit par une très forte augmentation de l'indice de dérive dans l'heure qui suit l'épandage. Les valeurs atteintes sont du même ordre de grandeur alors que pour le lot de mai, le maximum atteint est d'environ 1/3 seulement (ID = 20,8 contre 63,1 et 62,2). Dans les heures qui suivent, les lots de mai et de 1977 ont une action très voisine et il est évident que la différence globale de toxicité que nous constatons (tableau 7), est essentiellement due à un moindre



impact initial du lot de mai, à faible concentration. Nous verrons dans les lignes suivantes que cette remarque n'est plus valable dans le cas d'un surdosage ou les niveaux d'impact immédiat sont beaucoup plus proches les uns des autres.

Après le maximum d'effet, l'impact du lot de juillet demeure nettement plus élevé que celui des deux autres lots durant une quinzaine d'heures puis, à partir de ce laps de temps, l'ensemble des valeurs des indices de dérive se regroupe à un niveau "normal" l'action des différents insecticides n'étant plus décelable.

Il faut remarquer au passage une nette remontée des indices de dérive dans toutes les gouttières entre 10 et 11 heures, le lendemain du traitement. Il s'agit très certainement d'une légère action polluante en provenance d'extérieur des gouttières. Elle se répercute avec plus d'acuité sur le témoin dont le peuplement demeure dense. Cet artéfact inattendu montre bien la sensibilité du système expérimental utilisé.

II.3.b. Cas d'un surdosage

Le bilan de chaque gouttière a été présenté dans le tableau 8 , puis la cinétique de décrochement schématisée sur la figure 11 , en ne tenant compte que de la seule faune non cible.

Cet ensemble de résultats appelle les commentaires suivants :

- Comme d'habitude, la dérive des organismes dans la gouttière témoin est très faible, inférieure à 1 % des organismes testés dont le nombre était supérieur à 10 000.

- Les 4 gouttières traitées présentent une très forte dérive survenant dans les minutes qui suivent les épandages. Sur un plan global, les pourcentages de dérive sont très voisins en ce qui concerne les lots de Chlorphoxim de mai et juillet 1981 alors qu'une différence significative apparaît si l'on considère le lot de 1977. Ceci confirme la moindre efficacité du produit en raison de son ancienneté et de sa conservation dans des conditions de température souvent très dures.

L'Abate représente une situation intermédiaire, globalement plus toxique que le lot de 1977 mais moins que les deux lots de 1981.

Si l'on considère les différents taxocènes, le taux de décrochement de Simulium hargreavesi est pratiquement identique dans les gouttières, témoignant d'une action similaire. Par contre, et pour tous les taxocènes présents en nombre suffisant, la toxicité est croissante quand on passe respectivement du lot de 1977 au lot de mai 1981 et à celui de juillet 1981.

TAXOCENES	TEMOIN				ABATE				CHL. ancien lot				CHL. Mai 1981				CHL. Juillet 1981			
	Faune dérivée	Faune restante	Total testé	% de dé-crochem.	Faune dérivée	Faune restante	Total testé	% de dé-crochem.	Faune dérivée	Faune restante	Total testé	% de dé-crochem.	Faune dérivée	Faune restante	Total testé	% de dé-crochem.	Faune dérivée	Faune restante	Total testé	% de dé-crochem.
Simulidae	80	9001	9081	0,8	4712	610	5322	88,4	3412	471	3883	87,8	5812	761	6573	88,0	4682	638	5320	88,0
Chironomini	3	294	297	1,0	93	54	147	63,2	233	219	452	51,5	117	65	182	64,2	126	42	168	75,0
Tanytarsini	-	-	-	-	2	6	8	2,5	2	5	7	28,5	1	12	13	7,6	2	0	2	100
Orthoclaudiinae	7	73	80	8,7	7	55	62	11,2	31	247	278	11,1	18	67	85	21,1	28	84	112	25,0
Tipulidae	0	2	2	0	0	1	1	0	20	16	36	55	-	-	-	-	1	0	1	100
Hydropsych.	6	733	739	0,8	163	337	500	32,6	354	405	759	46,6	274	200	474	57,8	355	176	531	66,8
Hydroptilidae	0	2	2	0	-	-	-	-	1	1	2	50	2	1	3	66,7	-	-	-	-
Philopota.	0	22	22	0	1	15	16	6,3	2	7	9	22,2	22	5	27	81,4	15	1	16	93
Baetidae	-	-	-	-	0	1	1	0	1	2	3	33,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Caenidae	-	-	-	-	2	0	2	100	1	2	3	33,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Tricorythidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	1	100
Tanypodinae	1	68	69	0,6	8	19	27	47,0	33	19	52	63,4	25	10	35	71,4	24	3	27	88,0
Elmidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0	3	100	-	-	-	-
Zigoptères	0	3	3	0	1	0	1	100	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	0
TOTAL	97	10198	10295	0,94	4989	1088	6077	82,10	4090	1394	5484	74,5	6274	1121	7395	84,8	5234	945	6179	84,7

Tableau 8 - Toxicité comparée de différents lots de Clhorphoxim, avec surdosage.

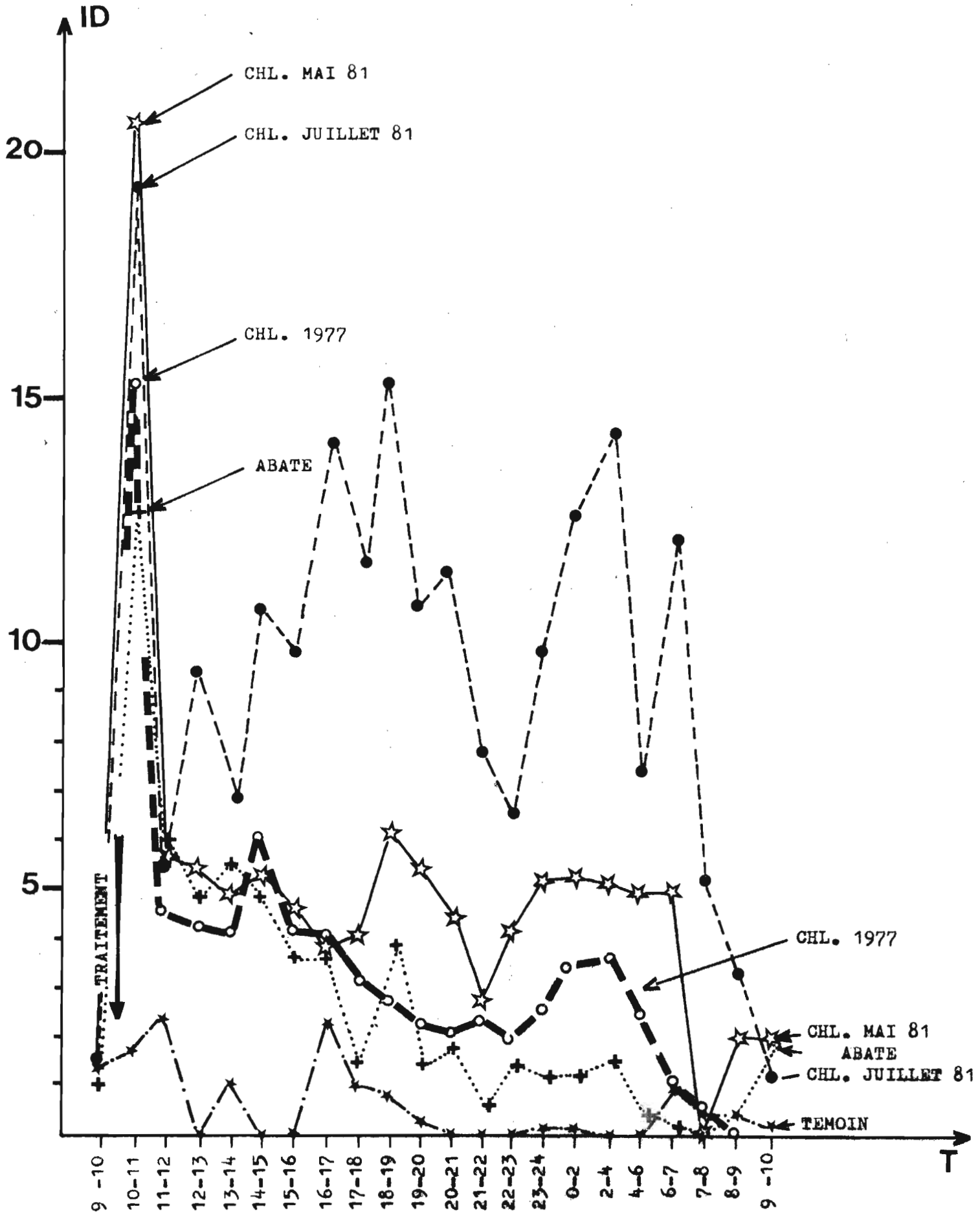


Fig. 11 Cinétique de décrochement de la faune non cible soumise à un surdosage d'Abate et de différents lots de Chlorphoxim

- Cette dernière conclusion est nettement mise en évidence sur la figure 11 où les effets de l'épandage du lot de juillet 1981 sont décelables, à un niveau élevé, durant plus de vingt heures. Cette incidence est beaucoup moins marquée pour le lot de mai et il est pratiquement certain que cette moindre toxicité globale, bénéfique certes pour la faune non cible, a été la cause de la survie de nombreuses larves de Simulium damnosum et donc de l'insuccès des opérations de traitement en début de campagne de saison des pluies.

Dans le tableau 9, nous avons, pour la seule faune non cible calculé les pourcentages de décrochement pour chaque gouttière et nous retrouvons la confirmation de notre conclusion.

	Témoin	Abate	CHL ancien lot	CHL Mai 1981	CHL Juillet 1981
Total dérivé	17	277	678	462	552
Total testé	1200	745	1601	822	861
% de décrochement	1,4%	37,2%	42,3%	56,2%	64,3%

Tableau 9 - Toxicité différentielle de différents lots de Chlorphoxim, comparée à celle de l'Abate et à la situation en milieu non pollué.

Conclusion sur la toxicité des différents lots de Chlorphoxim

Mis à part le fait que le Chlorphoxim a un impact sur la faune nettement plus important que l'Abate, il apparait clairement que les différents lots testés ont une action sur les invertébrés significativement différente, que ce soit à la concentration "normale" de traitement, aussi bien qu'en condition de surdosage.

Le lot de juillet est systématiquement plus toxique que celui de mai, ce qui tendrait à prouver, si les assertions du fabricant sont fondées qu'une modification de stabilité est survenue pour le lot de mai 1981 postérieurement à sa fabrication.

II.4. Recherche de l'impact immédiat des traitements hebdomadaires.
Cycles de dérive sur 48 heures.

II.4.a. Cinétique de dérive après un mois de traitement

Rappelons que les récoltes sont effectuées à intervalles réguliers, modulés en fonction de l'heure et en fonction de la proximité dans le temps de l'épandage. Les échantillons sont doubles, récoltés à l'aide /filets de petits/jumelés, d'ouverture circulaire de 12 cm de diamètre, de 50 cm de longueur et de vide de maille d'environ 250 μ . Chaque récolte dure une minute.

La première analyse a été réalisée du 24 au 26 juin, le traitement ayant eu lieu le 25 vers 12 heures.

Au total, 39 taxocènes ont été récoltés durant les 48 heures dont 34 avant traitement et 36 après. Ces groupes taxinomiques sont mentionnés dans le tableau 10. Il est intéressant de noter que ces variations ne sont pas significatives et que seuls des groupes mineurs, très faiblement représentés sont concernés par cette différence. Seuls les Gomphidae peuvent avoir dérivé de manière significative sous l'action du Chlorphoxim alors qu'ils ne dérivait pas avant traitement.

L'action du traitement se manifeste donc uniquement par une augmentation nette de l'intensité de dérive, pour des taxocènes dérivant naturellement.

Dans le tableau 11, nous n'avons pris en compte que les 8 taxocènes les mieux représentés mais ils constituent systématiquement plus de 90 % de chaque dérive. Le traitement ayant eu lieu vers 12 heures, ce n'est qu'à 13 heures que se manifestent les premiers effets, en raison de la distance séparant le point d'épandage de notre lieu d'observation. Les réactions les plus rapides sont le fait des Baetidae et des Hydropsychidae. Caenidae et Tanytarsini ne présentent leur maximum de décrochement que trois heures plus tard.

Les Euthyplocidae qui sont extrêmement nombreux à cette époque, de l'année présentent une réaction de très courte durée, aux environs de 15 heures, que nous décelons par un incidence de dérive dépassant 88. Ce n'est ensuite qu'au niveau de la dérive de nuit que se répercute nettement l'effet des traitements sur ce groupe.

A l'opposé, les Orthocladiinae ne présentent qu'une réaction très peu marquée au traitement qui se répercute faiblement sur le niveau

Tableau 10 - Composition relative des dérivés avant et après un traitement au Chlorphoxim, en début de campagne.

Taxocènes récoltés	Ayant dérivé avant traitement	Ayant dérivé après traitement
Oligochètes	+	+
Nématodes	+	+
Bryozoaires		+
Baetidae	+	+
Caenidae	+	+
Leptophlebiidae	+	+
Heptagebeidae	+	+
Tricorythidae	+	
Ephemeridae		+
Euthyplociidae	+	+
Polymitarcidae	+	+
Gomphidae		+
Libellulidae	+	+
Zigoptères	+	+
Hydropsychidae	+	
Leptoceridae		+
Corixidae	+	+
Veliidae	+	+
Gerridae	+	+
Ceratopogonidae	+	+
Rhagionidae	+	+
Chaoboridae	+	+
Simulidae	+	+
Tipulidae	+	+
Culicidae	+	+
Chironomini	+	+
Tanytarsini	+	+
Orthocladiinae	+	+
Tanypodinae	+	+
Diptères autres		+
Dytiscidae	+	+
Elmidae	+	+
Sysiridae	+	+
Collembolles	+	
Hydracariens	+	+
Gastéropodes	+	+
Bivalves	+	+
Hydres	+	+
Poissons	+	+

24 - VI - 1981

25 - VI - 81

Taxocènes	10	11	12	13	14	15	16	17	18	18.15	18.30	18.45	19	19.15	19.30	19.45	20	20.15	20.30	20.45	21	21.15	21.30	21.45	22	23	24	25	26	27	28	29
Oligochètes			1	5	10		3		2	1	1	3	4	2	2	29	13	34	37	17	19	21	11	34	12	10	19	47	50	14	7	13
Baetidae										1	2	19	5	5	4	1	2	1	3	1		2	2	4	3	2	5	1	4			
Caenidae									1	1		2	5	4	3	2	10	2	1	1	2	5		3		5	3	2		7		
Euthyplociidae													61	66	35	19	15	15	21	32	35	42	35	59	23	35	31	15	4		1	
Hydropsychidae			1	1								4	4	11	6	7	7	1	7	4	3	4	2	5	3	10	5	5	1	2		
Chironomini		3					2	1		1	3	1	3	15	10	4	11	7	4	7	9	4	9	5	10	4	9	5	7	9		
Tanytarsini		1	2	2	1			1	2		1	2	1	4	4	1	2	3	1	1	2	2	2	3	1		4	7	1		2	1
Orthocladinae				1			1	2	1	2	1	7	9	7		5	3	4	3		1	1		2	6	4	1	1	1		1	3
Total général	1	6	5	11	16	4	13	5	7	5	9	15	47	142	149	104	77	91	68	67	75	74	88	86	105	56	88	103	88	36	35	31

25 - VI - 81

26 - VI - 81

Taxocènes	10	11	12	13	14	15	16	17	18	18.15	18.30	18.45	19	19.15	19.30	19.45	20	20.15	20.30	20.45	21	21.15	21.30	21.45	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Oligochètes	8	9	8	6	22	18	24	6	25	36	30	74	65	121	83	67	123	92	55	34	93	69	101	82	64	86	82	45	62	23	15	3	14	5
Baetidae			1	14	14	30	7	13	2	8	10	6	13	5	6	8	2	7	1	2	3	4	3	1		2	2	5	5	5	2	1		2
Caenidae	1		1		7	16	5	3	3	3		2	13	12	13	4	18	3	16	16	24	14	26	12	18	12	9	13	2	5	1	1		
Euthyplociidae		4	1			30				4	1	5	42	93	68	55	40	113	137	97	86	90	79	60	61	50	38	41	28	7		3		1
Hydropsychidae		2		19	33	19	4	9	5	2	6	4	10	6	9	5	14	8	3	6	6	2	10	4	1	4	1	3	3	1	1	1		
Chironomini	1				6	4	4	2	2	4	4	7	23	19	12	6	12	26	12	14	26	22	18	12	15	18	18	15	19	13	4	3	3	2
Tanytarsini	4	2		2	35	162	36	15	6	11	13	5	3	3	4	8	6	6	5	6	1	6	6	4	9	8	4	4	6	1			1	1
Orthocladinae	1	1	1	1	6	7	4	1	3		3	8	17	8	4	3	12	11	6	10	13	20	9	8	5	3	4	1	2	2	4	2	2	1
Total général	21	21	18	52	140	308	93	60	53	75	73	116	206	286	215	176	246	284	248	198	277	242	266	205	182	198	171	132	136	61	53	17	30	22

Tableau 11 - Cinétique de dérive de quelques taxocènes dominants, du 24-VI-1981 au 26-VI-1981. Les effectifs mentionnés correspondent à la somme des récoltes des deux filets pour une durée de 1 minute. Le total général tient compte de tous les organismes récoltés.

des indices de dérive de nuit. Cette faible sensibilité explique très certainement le fait que quelques mois plus tard, nous retrouverons cette sous famille comme étant l'élément dominant de la colonisation des substrats artificiels.

Dans le tableau 12, nous avons comparé les valeurs des indices de dérive maximum, avant et après traitement pour différents taxocènes. La période considérée comme dérive de jour va de 8h00 (inclu) à 18h00 (inclu) le reste de la journée étant considéré comme dérive nocturne. Nous avons également calculé les pourcentages d'augmentation correspondants et les différences existant entre les rapports $\frac{IDN}{IDJ}$, avant et après traitement.

Plusieurs faits intéressants sont à noter. Les pourcentages d'augmentation maximale de la dérive de jour sont proches ou atteignent 100 % pour la majorité des taxocènes. Ceci traduit le fort impact immédiat du traitement. Le pourcentage d'augmentation de la dérive de nuit est généralement plus faible mais est cependant de l'ordre de 50 %. Il y a donc une très nette répercussion des effets du traitement sur la dérive nocturne. Il faut signaler au passage que la diminution constatée pour les Baetidae (dérive de nuit) est probablement due à un artéfact, la récolte de 19 individus à 19 heures, avant traitement, semblant être une valeur aberrante dans la suite des récoltes (1 - 2 - 19 - 5 - 5 - 4 - 1 ...) peut-être due à une perturbation locale et momentanée du milieu.

Les rapports $\frac{IDN \text{ max}}{IDJ \text{ max}}$ varient "normalement", c'est à dire présentent une diminution importante, surtout sensible pour les Ephéméroptères. Enfin, si on considère l'ensemble des organismes récoltés, le rapport d'augmentation instantané maximal est de 15,40, valeur relativement faible, très certainement due au fait que le maximum d'intensité de dérive a échappé à l'échantillonnage.

Sur les figures 12, 13 et 14, sont schématisées les variations dans le temps des effectifs récoltés, pour quelques taxocènes importants et pour l'ensemble des groupes.

Les plus forts impacts immédiats apparaissent nettement, pour les Baetidae, les Hydropsychidae et surtout les Tanytarsini, toutefois, c'est pour ces deux derniers groupes que la répercussion au niveau de la dérive nocturne est la moins marquée, peut être en raison même du fort impact diurne ayant considérablement diminué les effectifs présents.

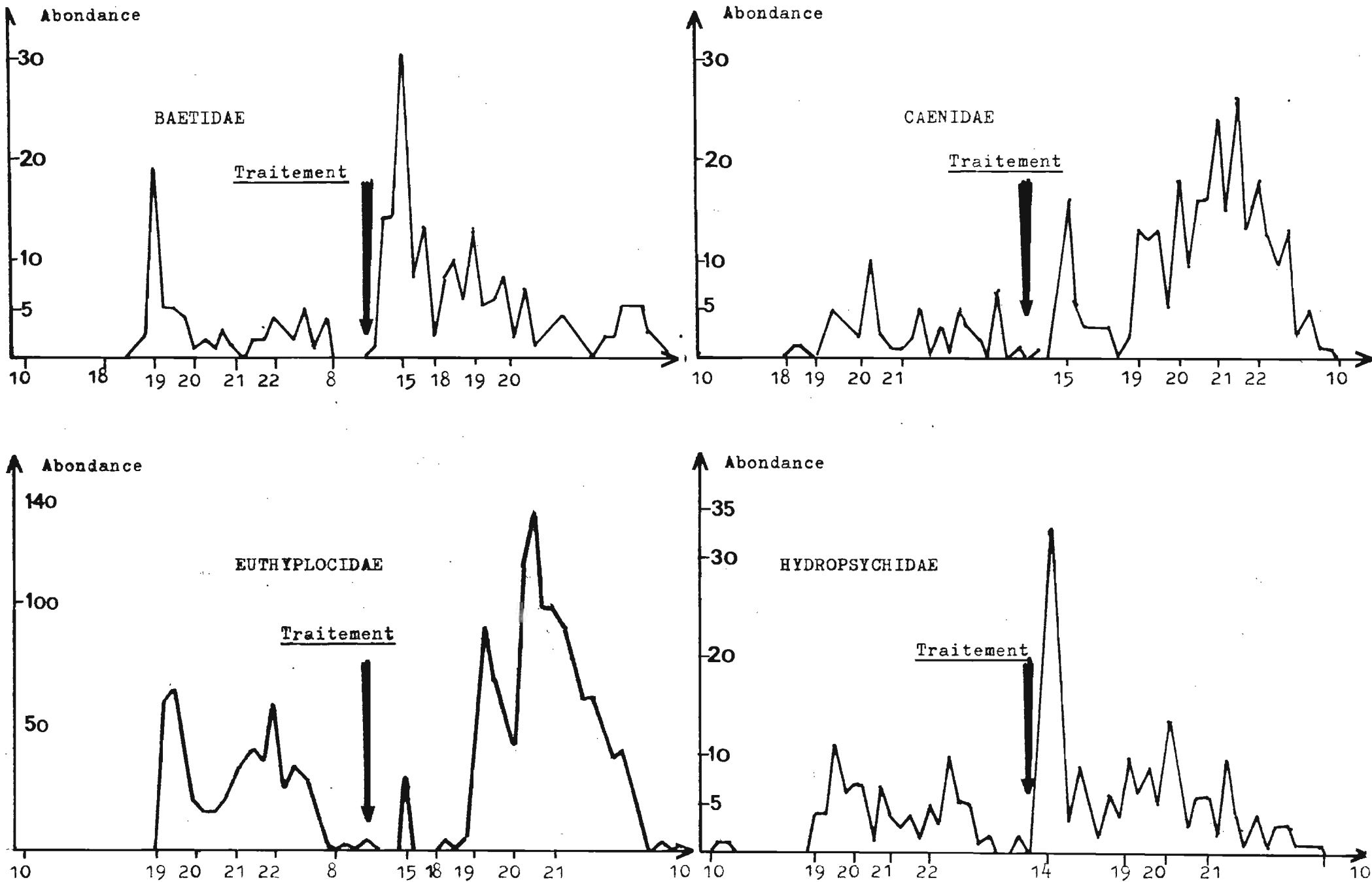


Figure 12 - Cinétique de dérive sur 48 heures centrées sur un traitement au Chlorphoxim, pour quelques taxocènes importants. 24/26 - VI - 1981.

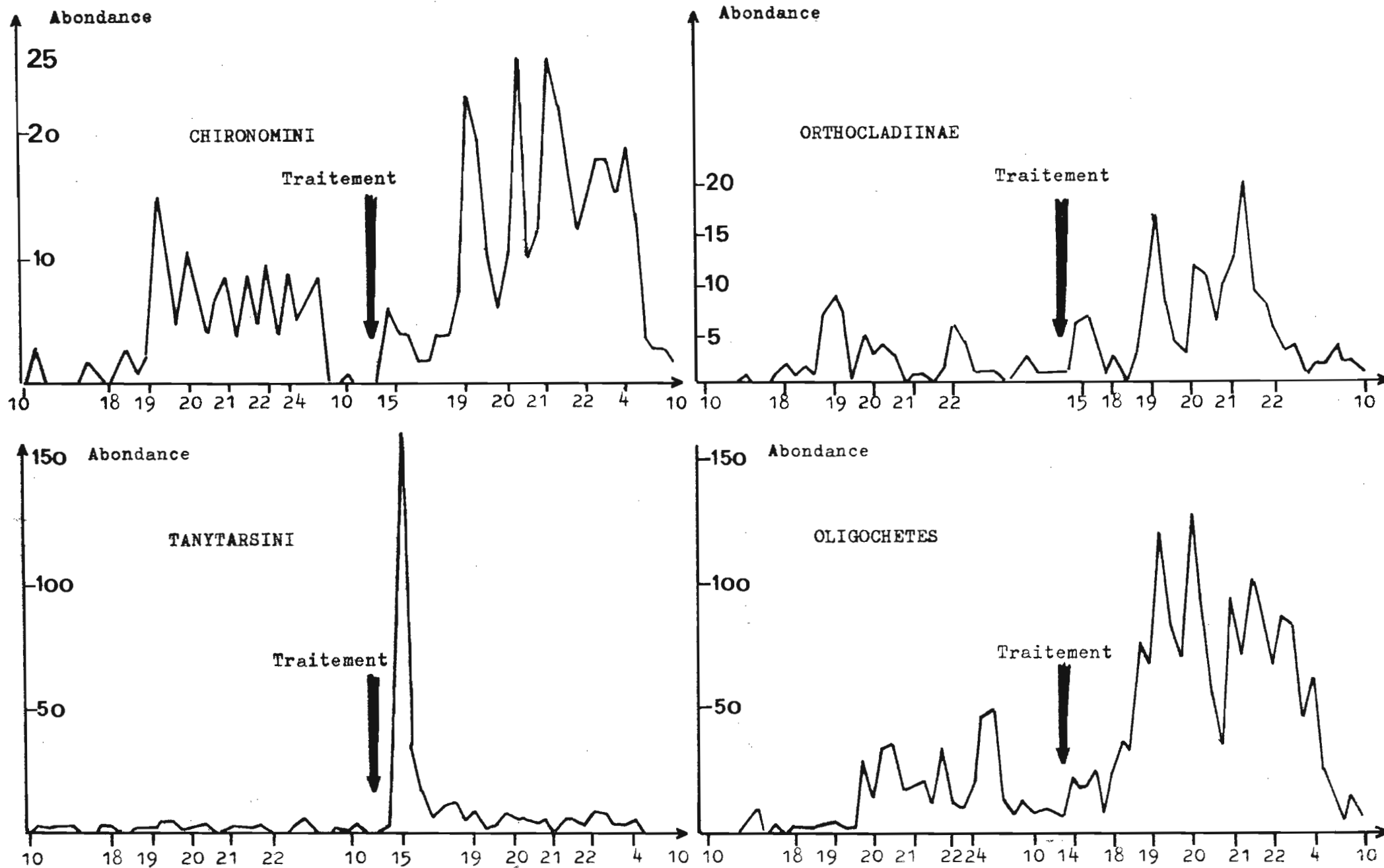


Figure 13 - Cinétique de dérive sur 48 heures, centrées sur un traitement au Chlorphoxim, pour quelques taxocènes importantes. 24/26 - VI - 1981.

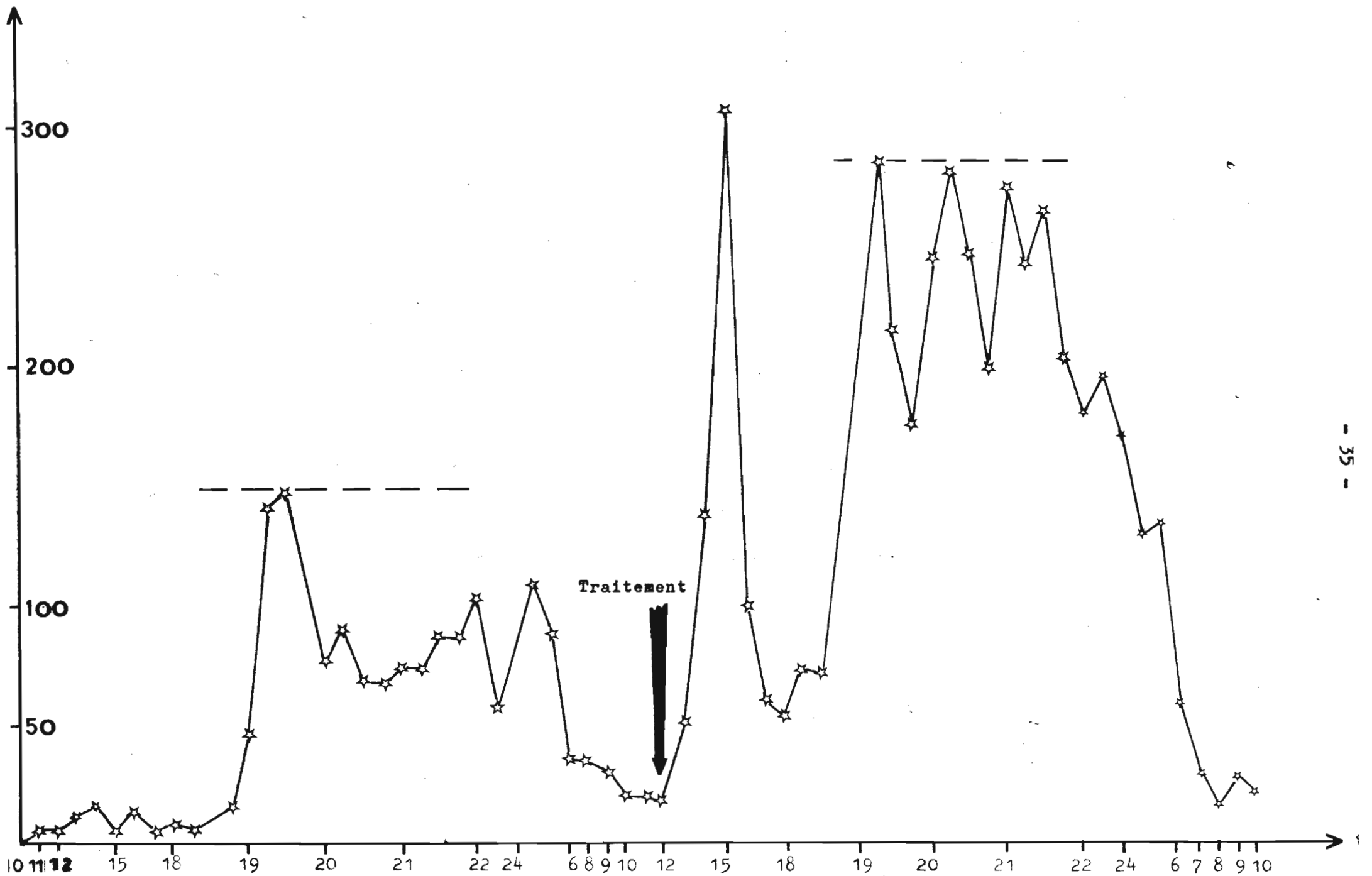


Figure 14 - Cinétique de dérive sur 48 heures, centrées sur un traitement au Chlorphoxim pour l'ensemble des organismes récoltés. 24/26-VI-81.

	AVANT TRAITEM.		APRES TRAITEM.		%		$\frac{\text{IDN max.}}{\text{IDJ max.}}$	
	IDJ max	IDN max	IDJ max	IDN max	IDJ	IDN	Avant	Après
OLIGOCHETES	38,28	146,48	70,31	377,92	45,6	61,2	3,8	5,4
BAETIDAE	0	55,66	87,89	38,08	100	-31,6	55,7	0,4
CAENIDAE	0	29,30	46,87	76,17	100	61,5	29,3	1,6
EUTHYPLOCIIDAE	0	193,35	87,89	401,35	100	51,8	193,4	4,6
HYDROPSYCHIDAE	2,93	32,23	96,68	41,01	96,9	20,9	11	0,4
CHIRONOMINI	8,79	43,94	17,58	76,17	50	42,3	5	4,3
TANYTARSINI	5,86	20,51	474,59	38,08	98,8	46,1	3,5	0,08
ORTHOCLADIINAE	5,86	26,37	20,51	58,59	71,4	55	4,5	2,8
TOTAL GENERAL	46,87	436,51	902,31	832,00	94,8	47,5	9,3	0,92

Tableau 12 - Variations des indices de dérive maximums, avant et après traitement. Pourcentages d'augmentation correspondants et variation des rapports d'indices.

II.4.b. Cinétique de dérive après 5 mois de traitement

Nous avons repris la même étude en octobre 1981, soit après 5 mois de traitement et dans des conditions hydrologiques différentes, le débit étant plus élevé.

Les effectifs récoltés durant 48 heures ont été reportés dans le tableau 13 et la cinétique de dérive globale schématisée figures 15 et 16.

La vitesse du courant étant supérieure à celle que nous avons en juin, l'épandage effectué vers 11h.15 est déjà parvenu à notre point d'observation à 12 heures. Tous les groupes réagissent immédiatement et le maximum d'impact est observé à 12h.15. Les niveaux de dérives atteints sont cependant nettement moins élevés qu'en juin (de l'ordre de 3,5 fois plus faibles). Ceci est essentiellement dû à une raréfaction très prononcée de la faune d'invertébrés par rapport à la première période. D'ailleurs, les taxocènes importants ne sont plus que 6 au lieu de 8, Euthyplociidae et Hydropsychidae étant devenus très rares !

Sur 48 heures, le nombre des taxocènes récoltés était de 36 dont 23 avant traitement et 34 après. (cf. tableau 14). La différence porte dans la majorité des cas sur des groupes peu abondants mais un écart de 11 taxocènes peut être considéré comme significatif et il est certain que l'action du traitement est imputable. La différence entre les deux séquences

	13 - X - 1981														14 - X - 1981																			
Taxocènes	10	11	12	13	14	15	16	17	18	18.15	18.30	18.45	19	20	20.30	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12.15	12.30	12.45
Oligochètes					2			2				6		1	6	2		2	1	1	1	1	1	2	3	1			2		2	1	1	1
Baetidae				1	1					2	1	2	1	1	2		2	2	2	2	2	1		1	2	1	1		1	1	12	20	15	6
Caenidae				1					2	2	4	5	3	3	1	1	4		4	1	2	1	1	3	3	1				12	16	18	14	
Chironomini									2	1	6	3	2	2	2	3			1		1	4	1		1					1	7	2	5	
Tanytarsini									3	3	3	4	1	1	1			1			1		3	1	3					1	1		1	
Orthoclaadiinae							2	1		1			1			1	3		1	2	3	3	2	1	3			1	2	22	32	15	19	
Total général				3	4	1	2	3	10	13	17	30	14	13	15	14	11	11	17	7	15	14	14	14	18	3	1	2	6	5	54	85	58	51

	14 - X - 1981											15 - X - 1981																					
Taxocènes	13	13.30	14	14.30	15	16	17	18	18.15	18.30	18.45	19	19.15	19.30	19.45	20	20.30	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Oligochètes	2	1			1		2	5	4	7		1	3	2	8	4	2	2	4	1		2	1	1	2	1	2	1	1		3	3	3
Baetidae	11	6	5	3	2	1	1	1	2	2		1	1	2	1	2	1	3	3	2	3	4	4	2	2	2		1					
Caenidae	21	14	6	17	6	17	5	5	6	7	1	5	2	4	2	2	6	8	6	9	7		4	4		4	6	6	1	1	1	1	4
Chironomini	1	3		3	2	1		5	5	7	1	5	3		3		3	2	1		2	4	3	2	1	1				1	2	1	
Tanytarsini	2				1	1		1	3	3	4		1		1	4		1		1	1	1	2				1			1			
Orthoclaadiinae	9		3	7	8	8	3	3	2	1	1		1	3	3	6	2	3		8	1		2		4	1		1		3	2		
Total général	48	27	16	33	26	29	15	25	22	35	17	28	27	21	33	29	24	24	16	30	18	16	17	9	16	14	12	8	4	4	11	10	8

Tableau 13 - Cinétique de dérive de quelques taxocènes dominants, du 13-X-1981 au 15-X-1981
 Les effectifs mentionnés correspondent à la somme des récoltes des deux filets pour une durée de 1 minute. Le total général tient compte de tous les organismes récoltés.

Tableau 14 - Composition relative des dérivés avant et après un traitement au Chlorphoxim, après une campagne de 5 mois d'épandages.

Taxocènes récoltés	Ayant dérivé avant traitement	Ayant dérivé après traitement
Coelenterata		+
Nematoda		+
Oligocheta	+	+
Baetidae	+	+
Caenidae	+	+
Leptophlebiidae	+	+
Heptageniidae	+	+
Tricorythidae	+	
Oligoneiriidae		+
Euthyplociidae	+	+
Neoperla	+	+
Gomphidae		+
Libellulidae		+
Zigoptera		+
Ecnomidae	+	+
Hydropsychidae	+	+
Leptoceridae		+
Trico. autres		+
Ceratopogonidae	+	+
Simulies autres	+	+
<u>S. damnosum</u>		+
Chironomini	+	+
Tanytarsini	+	+
Orthoclaadiinae	+	+
Tanypodiinae	+	+
Diptères autres	+	+
Dytiscidae		+
Elmidae	+	+
Hydrophilidae		+
Coléo. autres		+
Pyralidae	+	
Sisyridae	+	+
Hydracariens	+	+
Bivalves		+
Amphibiens	+	+
Poissons	+	+

23

34

(pré et post-traitement) est particulièrement nette pour les Hydres, régulièrement présentes dans les échantillons prélevés après le passage du Chlorphoxim alors qu'aucune n'avait été récoltée dans les 24 heures précédant le traitement.

TAXONS	AVANT TRAITEM		APRES TRAITEM		% d'augmentation		IDN max. / IDJ max.	
	IDJmax	IDNmax	IDJmax	IDNmax	IDJ	IDN	AVAT	APRES
OLIGOCHETES	4,26	12,77	10,64	17,02	60,0	25,0	3,0	1,6
BAETIDAE	2,13	4,26	42,55	8,51	95,0	49,9	2,0	0,2
CAENIDAE	4,26	12,77	44,68	19,51	90,4	34,5	3,0	0,4
CHIRONOMINI	4,26	12,77	14,89	14,89	71,4	14,2	3,0	1
TANYTARSINI	0	8,51	4,26	8,51	100	0	8,5	2,0
ORTHOCLADIINE	4,26	6,38	68,09	17,02	93,7	62,5	1,5	0,2
TOTAL GENERAL	6,38	63,83	180,85	74,47	96,5	14,3	10,0	0,4

Tableau 15 - Variation des indices de dérive maximums, avant et après traitement. Pourcentages d'augmentation correspondants et variation des rapports d'indices.

Si l'on compare le bilan dressé dans le tableau 15 avec celui obtenu lors du premier cycle étudié (tableau 12), plusieurs remarques sont à faire.

- D'une manière générale, les pourcentages d'augmentation de la dérive sont toujours très forts durant la journée, souvent supérieurs à ce qu'ils étaient en juin. A l'opposé, les augmentations sont moins importantes la nuit (nettement visible sur la figure 16). On peut expliquer cet état de fait par une différence dans la situation hydrologique mais peut être aussi dans le fait que les organismes ont acquis une moindre sensibilité au Chlorphoxim et réagissent plus fortement à l'arrachement, après l'effet aigu du passage de la vague.

- Les valeurs des rapports $\frac{IDN}{IDJ}$ maximums atteints durant les 24 heures pré-épandage, sont, dans la majorité des cas, plus faibles en octobre qu'en juin. On peut y voir la résultante de l'impact général de la campagne.

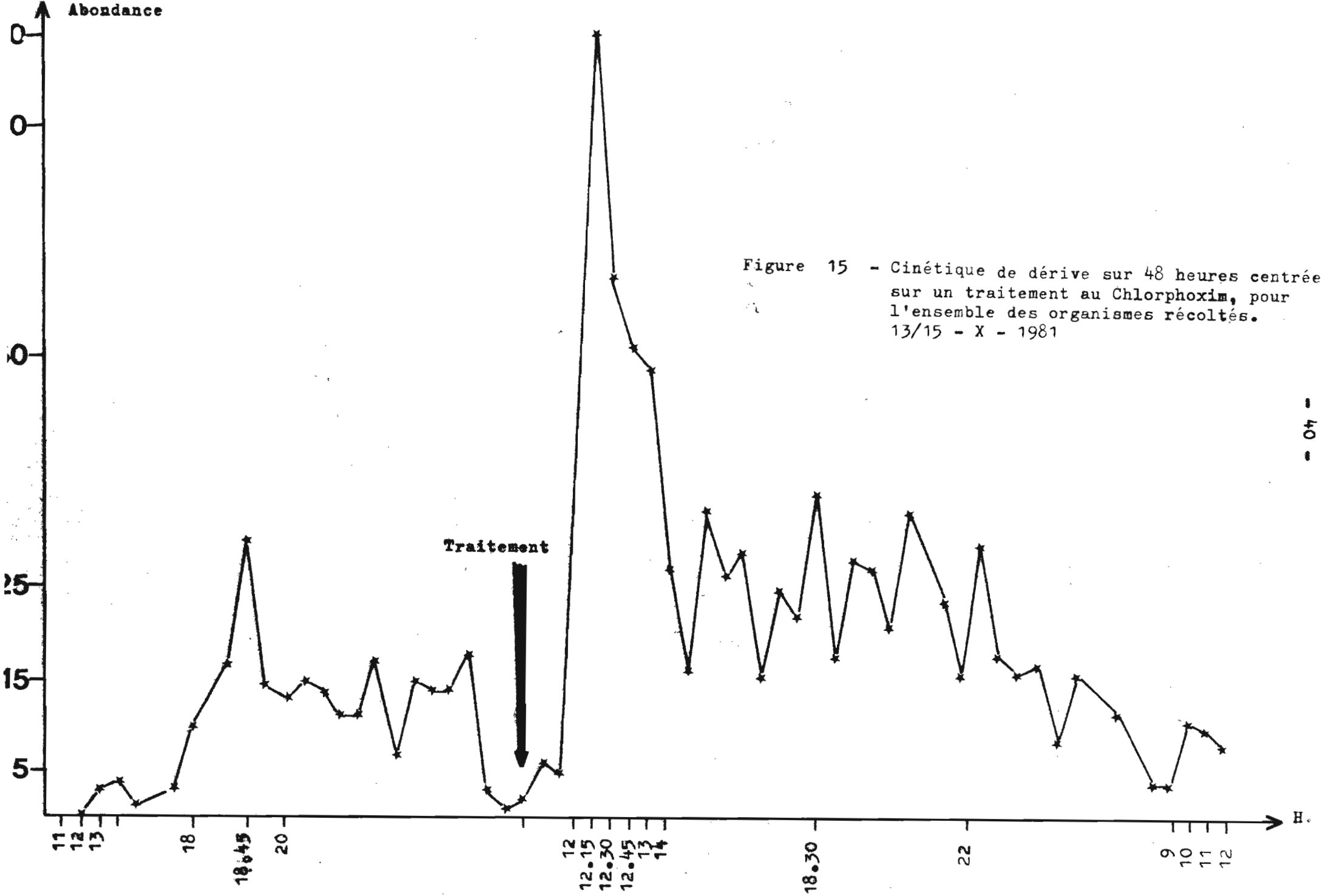


Figure 15 - Cinétique de dérive sur 48 heures centrée sur un traitement au Chlorphoxim, pour l'ensemble des organismes récoltés. 13/15 - X - 1981

- 04 -

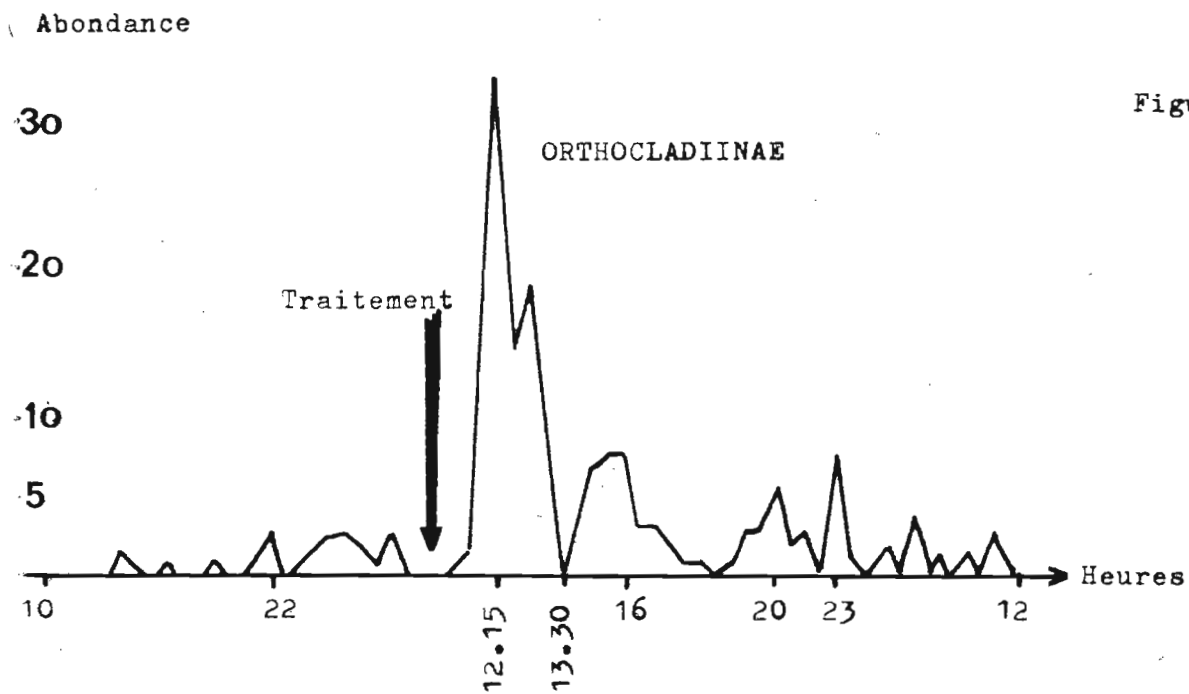
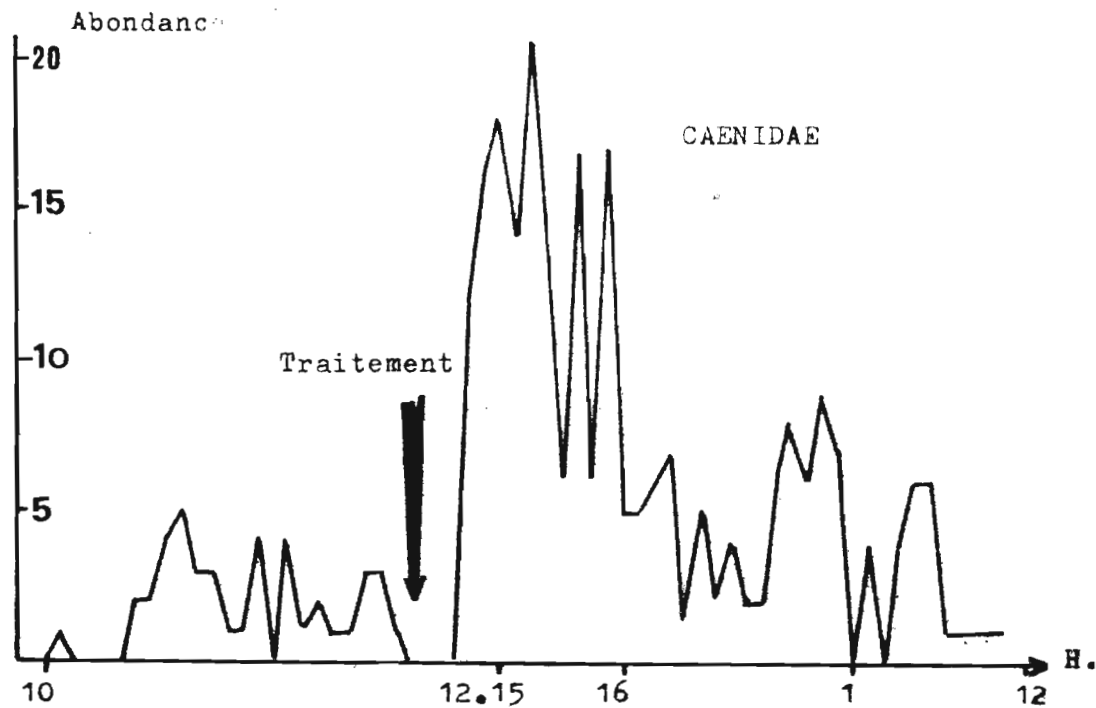
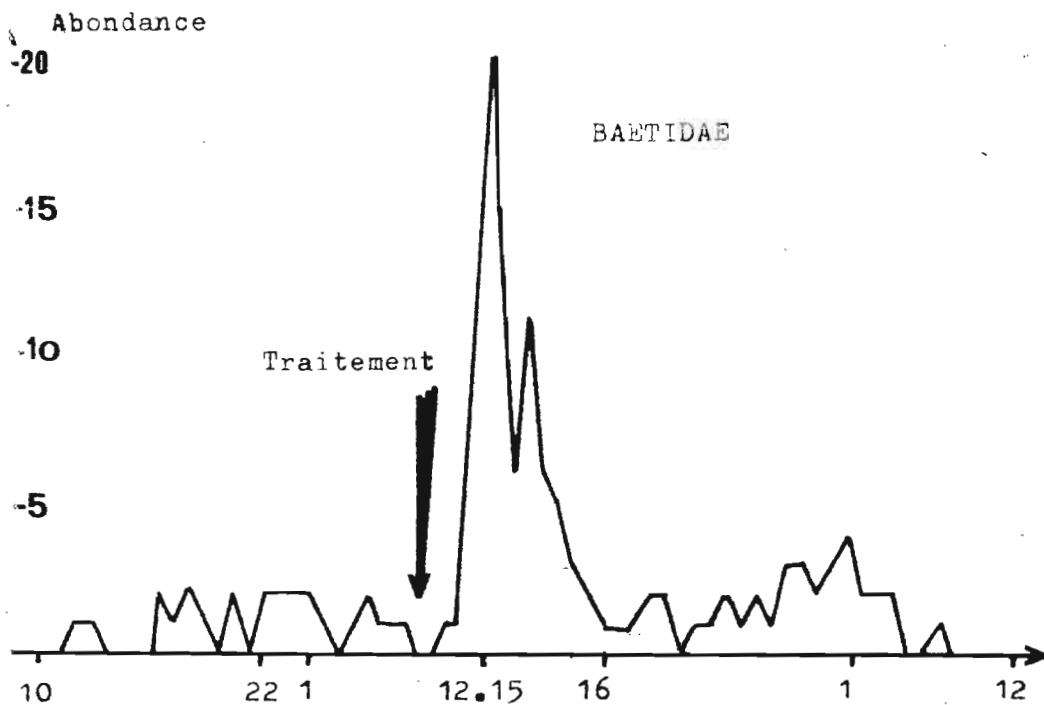


Figure 16 - Cinétique de dérive sur 48 heures, centrées sur un traitement au Chlorphoxim, pour quelques taxocènes importants. 13/15 - X - 1981.

- Enfin, les Euthyplociidae ont pratiquement disparu des dérives alors qu'ils étaient toujours relativement abondants les années antérieures à la même époque (cf. données générales de la surveillance) et surtout présents en grand nombre dans les dérives de juin.

En conclusion, il apparaît que malgré l'acquisition d'une moindre sensibilité de certains taxocènes, l'action de chaque épandage sur les invertébrés même après 5 mois de campagne, est toujours très marquée. Par ailleurs, la quasi disparition de certains taxocènes ou leur extrême rareté est imputable à l'action prolongée des traitements (Euthyplociidae, Hydropsychidae, Tanytarsini...).

II.5. Résultat des prospections de l'ensemble du réseau orographique

II.5.a. Structure des peuplements benthiques

Comme nous l'avons déjà dit, de telles prospections permettent d'avoir une vue d'ensemble de la situation hydrobiologique sur les différentes parties du réseau orographique. Cependant, l'interprétation des résultats demande une grande prudence et demande une bonne connaissance de l'évolution saisonnière des écosystèmes étudiés.

La présentation des résultats obtenus est essentiellement graphique et nous ne ferons que quelques commentaires particuliers avant de conclure.

- les mêmes sites n'ayant pas toujours pu être visités d'une prospection sur l'autre, nous avons comparé les situations sur les différents cours d'eau en faisant au minimum la distinction entre les haut et bas bassins.

Le calcul des densités moyennes dans les échantillons "Surber" a donné lieu à l'établissement de deux diagrammes pour chaque portion de cours d'eau considérée, l'un tenant compte de la densité globale

d'organismes par mètre carré, l'autre des densités relatives (pourcentage) des principaux taxocènes récoltés. Enfin, pour exprimer d'une manière schématique les résultats des analyses qualitatives, chaque diagramme circulaire a été inscrit dans un carré dont l'importance relative des quatre plages qui y ont été distinguées, visualise approximativement l'importance des quatre principaux groupes taxinomiques présents dans les prélèvements, pour chaque cours d'eau considéré globalement.

- Situation sur le Bandama (fig. 17)

A l'issue des traitements à l'Abate, les peuplements des rochers dans le courant du haut Bandama sont caractérisés par une nette dominance des Chironomidae qui dépassent 70 % du nombre d'organismes présents. Cette situation est accentuée par les traitements au Chlorphoxim. Les Simulidae, relativement abondants dans les prélèvements qualitatifs de Mai sont par contre très rares dans ceux de décembre.

Sur le Bas Bandama, la situation diffère quelque peu et l'incidence des traitements au Chlorphoxim entraîne comme partout une augmentation des effectifs des Chironomidae (surtout Orthocladiinae) mais aussi une forte diminution des Trichoptères particulièrement sensibles à ce produit. Sur un plan qualitatif, une nette remontée des proportions de Simulidae témoigne peut être de l'établissement de la résistance de ce groupe.

D'une manière générale, les traitements faits sur les hauts bassins ont un effet plus net que sur le bas des cours, dans la mesure où les gîtes sont plus faciles à traiter car moins grands et moins complexes. Ceci peut également expliquer la chute importante des effectifs constatée dans les prélèvements à l'échantillonneur de Surber (- 88%) sur le haut Bandama, alors qu'au contraire les effectifs sont en augmentation sur le bas Bandama (+ 50,1%).

- Situation sur la Comoë (fig. 18)

L'analyse de la situation observée est très délicate dans la mesure où les résultats obtenus sont pratiquement diamétralement opposés à ce que l'on observe ailleurs !

D'une part, sur chaque bief, haut moyen et bas, on note une baisse très importante des effectifs des Chironomidae, corrélée à une augmentation des Trichoptères que l'on peut qualifier de spectaculaire dans le contexte des traitements au Chlorphoxim, surtout sur la haute et basse Comoë.

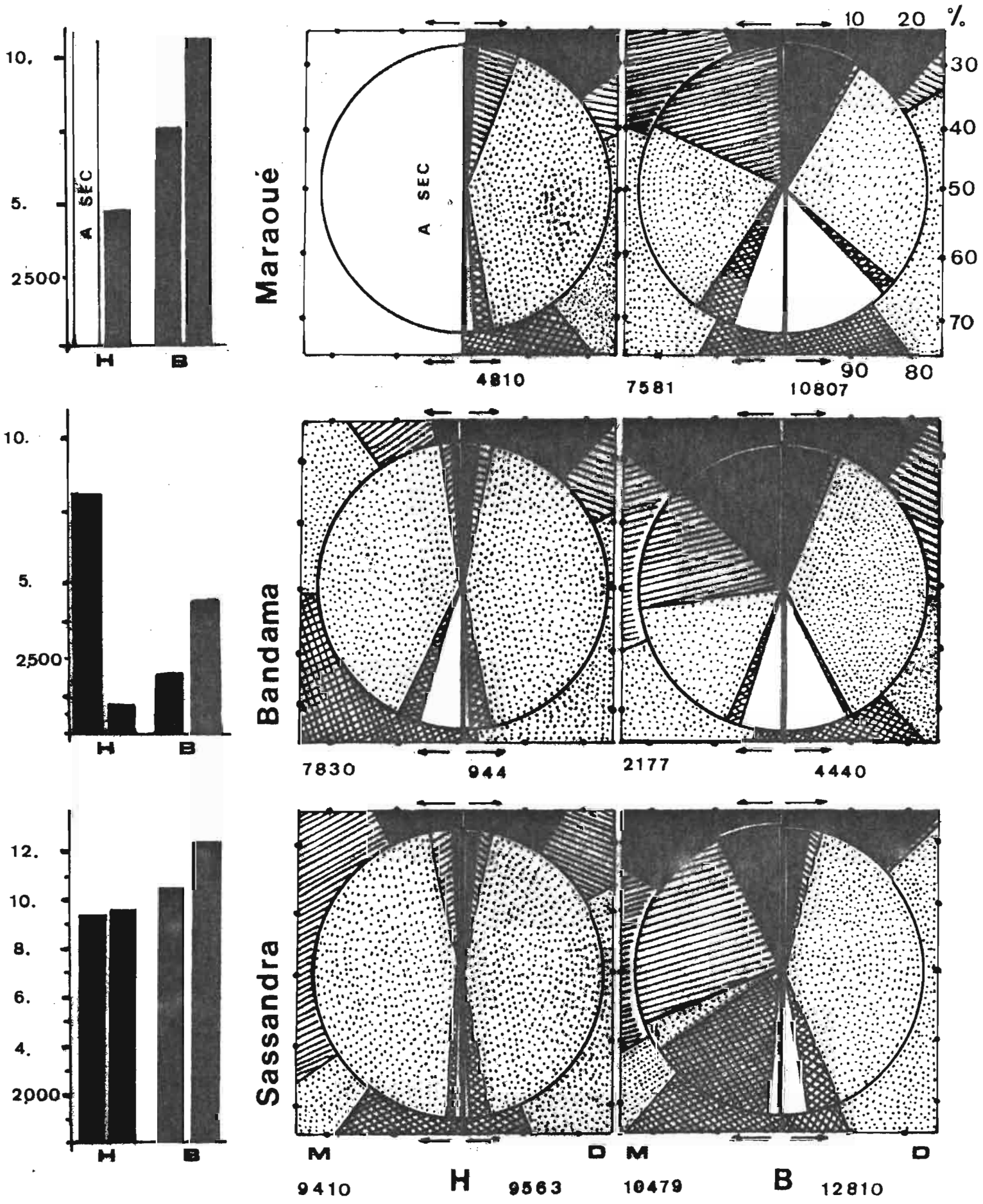


FIG. 17: STRUCTURE DES PEUPELEMENTS D'INVERTEBRES BENTHIQUES AVANT TRAITEMENT AU CHLORPHOXIM ET APRES 7 MOIS DE TRAITEMENTS.

 EPHEMEROPTERES	 CHIRONOMIDES	 AUTRES GROUPES
 TRICHOPTERES	 SIMI IDAF	

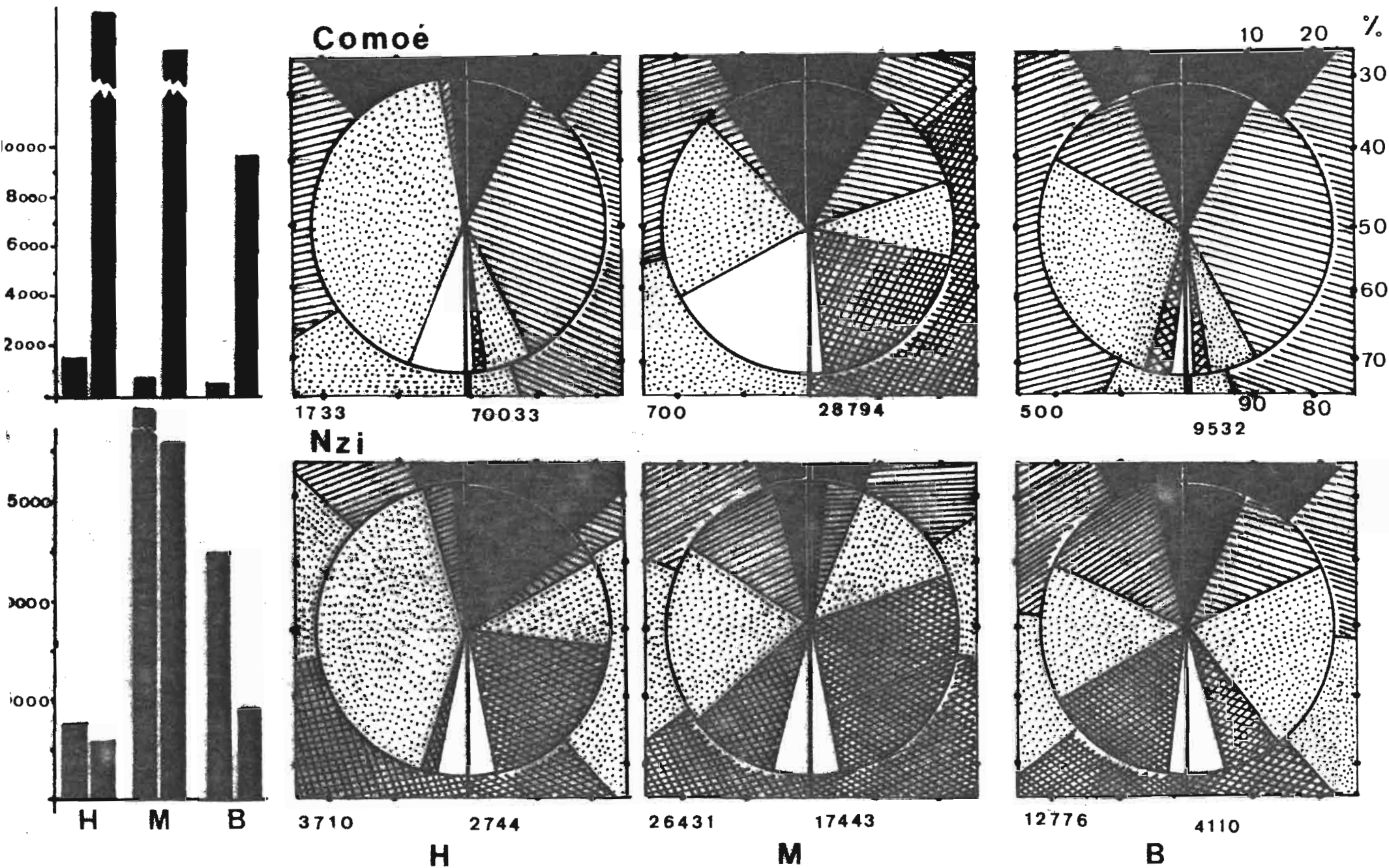


FIG. 18 : STRUCTURE DES PEUPELEMENTS D'INVERTEBRES BENTHIQUES AVANT TRAITEMENT AU CHLORPHOXIM ET APRES 7 MOIS DE TRAITEMENTS.

EPHEMEROPTERES
 TRICHOPTERES
 CHIRONOMIDES
 SIMULIDAE
 AUTRES GROUPES

Autre fait marquant, la chute générale des effectifs des "autres groupes" (autres que Simulidae, Chironomidae, Ephéméroptères et Trichoptères), particulièrement sur la moyenne Comoë.

Enfin, la grande abondance des Simulidae, sur la moyenne Comoë laisse à penser que les traitements ont eu un effet quasiment nul sur ce bief. Nous serions même tentés d'étendre cette hypothèse à l'ensemble du cours d'eau dans la mesure où nous retrouvons en décembre des effectifs considérables, en regard de ce qu'ils étaient en mai (97,5% d'augmentation sur la haute Comoë). Il faut cependant tenir compte qu'en mai, la Comoë venait de subir l'influence de fortes pluies de début de saison humide et il n'en faut souvent pas plus pour que le niveau s'élève de 20 à 30 cm, perturbant très rapidement les peuplements en place.

- Situation sur le N'zi (fig. 18)

Le N'zi présente une situation de type plus classique, bien que la prépondérance des Chironomidae après 7 mois de traitements au Chlorphoxim ne soit pas bien nette. La baisse des effectifs des Trichoptères l'est par contre beaucoup plus, tout en demeurant moins marquée que sur le Bandama.

Les Simulidae semblent avoir été très peu affectés sur le haut et moyen cours alors que leur diminution est importante sur le bas N'zi. Ce sont les Simulium schoutedeni qui dominent les peuplements et qui paraissent être assez peu sensibles aux organophosphorés en général. Leur raréfaction sur le bas du cours (à rapprocher de la situation sur le bas Bandama est peut être la conséquence de traitements plus intenses de ces portions de rivières qui comme nous le savons constituent les principaux foyers de résistance de S. damnosum.

Il faut enfin noter que les Ephéméroptères sont, sur le N'zi, comme sur la plupart des autres sites visités, en légère augmentation en décembre par rapport à mai, phénomène qui semble être plus lié à un facteur de saisonnalité qu'à une différence de sensibilité entre Abate et Chlorphoxim.

- Situation sur le Sassandra (fig. 17)

Nous retrouvons sur ce fleuve une situation typique caractérisée par une diminution des densités de Trichoptères ainsi dans une certaine mesure des Simulidae. A l'opposé on note une augmentation importante des Chironomidae particulièrement dans la partie inférieure du cours traité sur un plan quantitatif global, les effectifs varient très peu d'une période à l'autre alors que sur le N'zi des baisses sensibles étaient constatées du Nord au Sud.

- Situation sur la Maraoué (fig.)

L'assèchement rencontré lors de la prospection de la haute Maraoué en mai ne nous permet pas de statuer sur l'évolution de cette partie du cours d'eau. En décembre, on retrouve cependant un schéma classique avec faible pourcentage de Trichoptères et peuplement dense de Chironomides. La même situation encore plus prononcée apparaît sur la basse Maraoué où les Trichoptères sont devenus extrêmement rares, seulement représentés par quelques Hydropsychidae. Il faut noter également en décembre la présence d'assez nombreuses larves de S. damnosum à la station de Danangoro par exemple, ce qui confirme l'apparition de la résistance croisée, déjà mise en évidence deux mois plus tôt sur le bas Bandama.

Il apparaît donc finalement, à la lumière de cette prospection extensive que les peuplements benthiques ont subi des changements d'une période à l'autre, changements qui sont à la fois le fait d'une saisonnalité marquée mais surtout de l'action des traitements.

Globalement nous retrouvons le type évolutif déjà mis en évidence par Statzner sur le N'zi en 1977, principalement caractérisé par la baisse des effectifs des Trichoptères (essentiellement Hydropsychidae) et l'augmentation du nombre de Chironomidae (particulièrement Orthoclaadiinae). Sans mettre en cause une différence hypothétique de sensibilité intrinsèque de ces deux taxocènes il semble que la durée respective de leur cycle évolutif soit la cause des variations constatées. L'impact sur les jeunes larves de Trichoptères au cycle de développement long est beaucoup plus définitif (à l'échelle de l'année) que celui exercé sur les Chironomidae qui bouclent leur cycle en une quinzaine de jours.

Enfin, il est certain que les traitements de saison des pluies ne touchent qu'une fraction limitée de la faune benthique, de vastes régions demeurent non affectées par les épandages et peuvent servir de réservoirs permanents pour le repeuplement des zones à fort impact.

II.4.b. Analyse des contenus stomacaux de quelques poissons

Cette étude n'a été que superficielle puisqu'elle est basée sur l'analyse des contenus stomacaux de quelques poissons capturés à l'épervier sur les gîtes inventoriés au cours des prospections en hélicoptère. Dans ce contexte, le nombre d'estomacs analysés d'une fois sur l'autre était fonction des captures, donc non identique entre mai et décembre et les captures eurent lieu en des points pouvant varier d'une époque à la suivante.

Nous avons par ailleurs choisi les espèces entomophages partant de l'hypothèse qu'une raréfaction des invertébrés importante sur les gîtes à Simulium damnosum se retrouverait dans les bols alimentaires.

Malgré donc les restrictions faites ci-dessus, l'étude réalisée a apporté des éléments intéressants. Il faut en premier lieu remarquer que tous les estomacs de poissons étudiés en décembre étaient pleins, témoignant à la fois d'une intense recherche de nourriture de l'ichtyofaune (donc pas de perturbation grave de ce comportement par l'action du Chlorphoxim et corrélativement de la présence d'une nourriture abondante).

Les analyses effectuées sont regroupées dans les tableaux à

Rappelons brièvement que deux paramètres quantitatifs ont été calculés. Le premier (densité) représente un coefficient variant de 0 à 3 basé sur le mode de dénombrement des proies à l'analyse. La présence d'une proie de 2 à dix fois cette proie, celle de 3 à une présence supérieure à 10. La densité finalement calculée est la moyenne de chaque type de proie par estomac (calculée sur l'échelle 1-2-3). Le pourcentage d'occurrence est le nombre d'estomacs dans lesquels une proie donnée a été trouvée, par rapport au nombre d'estomacs analysés.

D'une manière générale, il apparaît qu'en mai, les proies d'origine aquatique prédominent dans les estomacs des Alestes par exemple alors qu'en décembre les proies d'origine terrestre sont tout aussi importantes. Il ne semble pas qu'il faille imputer ce fait à la raréfaction des invertébrés mais plutôt à l'augmentation naturelle des apports allochtones en décembre, période où les eaux sont encore hautes et où l'entomofaune terrestre est très abondante et est souvent entraînée dans le milieu aquatique.

Il est intéressant de noter l'occurrence souvent très grande des fourmis, termites et araignées dans les contenus stomacaux donc de proies dont l'abondance est tout à fait indépendante des traitements. De même on notera que les débris végétaux, graines et algues sont largement consommés par les poissons, même réputés insectivores. Ceci montre bien la grande plasticité des régimes alimentaires et explique certainement que même si l'impact des traitements est très fort sur les invertébrés, il n'y ait pas de répercussion sur le coefficient de condition des poissons. En fait, il aurait fallu effectuer une analyse portant sur des poissons strictement entomophages comme certains Mormyridae pour peut être déceler un impact des traitements. Ceci n'était guère possible dans la mesure où les poissons sont très peu abondants dans les rivières ivoiriennes.

L'examen des différents tableaux d'analyse met enfin en évidence un phénomène connu qui est l'opportunisme des poissons dans le choix de leurs proies et c'est ainsi que nous avons trouvé certains estomacs entièrement pleins de Baetidae ou bien d'Heptageneidae ou..... de termites. Il est évident dans ces cas que l'abondance momentanée et localisée de ces proies en est la cause et il est pratiquement certain que les épandages facilitent, par la dérive qu'ils provoquent, la capture de certaines proies (Heptageneidae par exemple) qui sont peu ou pas accessibles normalement. De là à dire que les traitements sont bénéfiques pour la nourriture des poissons, il n'y a qu'un pas, que nous nous garderons de franchir, bien qu'à une échelle de temps relativement réduite, ceci soit certainement vrai. Il faudrait cependant pouvoir faire des analyses régulières de résidus afin de montrer si ce facteur en apparence bénéfique n'est pas sans conséquences néfastes sur un plan physiologique ou même biologique.

Tableau 14 - Analyse des contenus stomacaux - Mai 1981

Haut Sassandra (Borotou)

Bas Sassandra (Nord Gessabo)

Alestes nurse - 3 estomacs analysés

Alestes nurse - 7 estomacs analysés

	Nature des proies	Densité	% occurrence
Aquatiques	Cladocères	1,33	67
	Simuliidae	0,67	67
	Hémiptères	0,33	33
	Gerridae	0,33	33
Terrestres	Fourmis	0,67	33
	Débris insectes	1,00	100
	Débris végétaux	1,67	100
	Graines	0,67	33

	Nature des proies	Densité	% occurrence
Aquatiques	Chironomidae	0,28	28
	Hydropsychidae	0,28	28
	Elmidae	0,14	14
Terrestres	Fourmis	0,42	43
	Termites	0,14	14
	Diptères	0,14	14
	Coléoptères	0,28	14
	Indéterminé	0,28	28
	Débris aquatiques et non aquatiques	2	100

Alestes baremoze - 4 estomacs analysés

Chrysichtys velifer - 3 estomacs analysés

	Nature des proies	Densité	% occurrence
Aquatiques	Cladocères	0,50	25
	Chironomides	1,00	75
	Simuliidae	1,00	50
	Euthyplociidae	1,50	100
	Povilla sp.	0,75	50
	Débris d'insectes	2,00	100
Terrestres	Coléoptères	0,25	25
	Araignées	0,25	25
	Fourmis	0,25	25
	Termites	0,25	25

	Nature de proies	Densité	% occurrence
Aquatiques	Chironomidae	2,67	100
	Ceratopogonidae	0,67	33
	Baetidae	1,0	66
	Hémiptères	0,67	33
	Heptageneidae	0,33	33
	Hydracariens	0,33	33
	Ostracodes	1,67	100
	Cladocères	1,0	66
	Copépodes	1,0	66
	Débris végétaux	0,67	33

Analyse des contenus stomacaux - Tableau 14 (suite)

Laffigué (haut Bandama)

Alestes nurse - 20 estomacs analysés

	Nature des proies	Densité	% occurrence
Aquatiques	Cladocères	0,15	5
	Simulidae	0,30	25
	Chironomidae	1,50	65
	Ceratopogonidae	1,65	60
	Tipulidae	0,10	5
	Oligoneuridae	0,05	5
	Tricorythidae	0,60	40
	Baetidae	0,40	30
	Pyralidae	0,35	20
	Hydropsychidae	0,55	50
	Leptoceridae	0,05	5
	Ecnomidae	0,05	5
	Hémiptères	0,10	10
	Elmidae	0,10	10
Terrestres	Fourmis	0,30	20
	Araignées	0,15	15
	Coléoptères	0,30	20
	Homoptères	0,05	5
	Hyménoptères	0,30	20
	Végétaux	Débris végétaux aquatiques	1,35

Prédation essentiellement exercée en zone de rapides,
sur les Tristicha trifaria.

Eutropius mentalis - 4 estomacs analysés

	Densité	% occurrence
Pyralidae	0,20	25

Analyse des contenus stomacaux - Tableau 14 (suite)

Nord TAABO (Bandama)

Alestes nurse - 11 estomacs analysés

	Nature des proies	Densité	% occurrence
Aquatiques	Baetidae	0,18	18
	Povilla sp.	0,09	9
	Heptageneidae	2,45	91
	Centroptilum sp.	0,09	9
	Plécoptères	0,09	9
	Coléoptères	0,09	9
	Hémiptères	0,09	9
	Hydropsychidae	0,18	9
	Chironomidae	0,45	27
	Ceratopgonidae	0,09	9
	<u>Simulium tridens</u>	0,09	9
	Algues filament.	0,18	9
Terrestre	Orthoptères	0,09	9
	Fourmis ailées	1,18	73
	Débris d'insectes	0,09	9

KAKPIN - Comoé

Alestes rutilus - 6 estomacs analysés

	Nature des proies	Densité	% occurrence
Aquatiques	Hydropsychidae	0,17	33
	Elmidae	0,17	17
	Ephéméroptères	0,17	17
Terrestres	Débris végétaux	2,33	100
	Graines	0,67	33
	Débris d'insectes	1,83	83
	Araignée	0,17	17
	Hyménoptères	0,83	50
	Coléoptères	0,67	50
	Homoptères	1,16	50
	Fourmis	1,33	83
	Elateridae	0,17	17

Analyse des contenus stomacaux - Tableau 14 (suite)

BLEKOUN - Comoé

Alestes nurse - 2 estomacs analysés

	Nature des proies	Densité	% occurrence
AQUATIQUES	Chaoboridae	1,00	50
	Tanypodinae	0,50	50
	Caenidae	0,50	50
	Cladocères	3,00	100
	Chironominae	0,50	50
	Ceratopogonidae	0,50	50
TERRESTRES	Fourmis	2,50	100
	Coléoptères	0,50	50

Chrysichtys velifer - 1 estomac analysé

	Nature des proies	Densité
AQUATIQUES	Chironomini	3,00
	Orthoclaadiinae	3,00
	Tanytarsini	3,00
	Ceratopogonidae	2,00
	Baetidae	2,00
	Caenidae	2,00
	Hydropsychidae	2,00
	Ostracodes	3,00

(environ 3000 organismes au total) !

N'ZI - Fétékro

Alestes nurse - 4 estomacs analysés

	Nature des proies	Densité	% occurrence
AQUATIQUES	Orthoclaadiinae	0,25	25
	Baetidae	0,50	25
TERRESTRES	Fourmis	1,25	100
	Orthoptère	0,25	25
	Hemiptère	0,25	25
	Débris végétaux	1	100

Tableau 15 - Analyse des contenus stomacaux - Décembre 1981

Haut - Sassandra (Borotou)

Alestes nurse (25 estomacs analysés)

	Nature des proies	Densité	% occurrence
Aquatiques	Chironomini	0,56	36
	Orthoclaadiinae	0,44	24
	Tanytarsini	0,04	4
	Gomphidae	0,04	4
	Zygoptères adult.	0,08	8
	Heptageneidae	0,32	24
	Baetidae	0,32	24
	Tipulidae	0,04	4
	Ceratopogonidae	0,04	4
	Pyralidae	0,04	4
	Hydrophilidae	0,04	4
	Algues filament.	0,96	48
Terrestres	Coléoptères	0,52	28
	Orthoptères	0,28	24
	Fourmis	0,32	24
	Araignées	0,56	36
	Muscidae	0,08	8
	Homoptères	0,04	4
	Termites	0,12	4
	Hymenoptères	0,16	12
	Graines	0,32	16
	Débris végétaux	0,68	40

Les 13 estomacs de Tilapia galilea analysés ne contenaient~~t~~ comme en mai (non mentionné dans les tableaux) qu'une bouillie d'algues et de détritrus organiques impossibles à déterminer. Tous les estomacs étaient pleins.

Analyse des contenus stomacaux - Tableau 15 (suite)

COMOE

Alestes baremoze - (11 estomacs analysés)

	Nature des proies	Densité	% occurrence
Aquatiques	Chironomini	0,09	9
	Trichoptères ad.	0,18	18
	Heptageneidae	0,18	18
	Simulidae	0,09	9
	Caridina	0,09	9
Terrestres	Coléoptères	0,36	27
	Hyménoptères	0,18	9
	Fourmis	<u>1,36</u>	<u>82</u>
	Araignées	0,27	27
	Orthoptères	0,45	27
	Hémiptères	0,36	27
	Muscidae	0,18	18
	Chenilles	0,27	27
	Homoptères	0,18	9
	Graines	<u>0,91</u>	54
	Débris végétaux	<u>2,27</u>	<u>100</u>

Alestes imberi (8 estomacs analysés)

	Nature des proies	Densité	% occurrence
Aquatiques	Baetidae	1,25	50
	Leptophlebiidae	0,13	12,5
	Heptageneidae	0,63	50
	Simulidae	0,13	12,5
	Rhagionidae	0,13	12,5
	Zygoptère Ad.	0,13	12,5
	Hydropsychidae	0,13	12,5
	Hydracariens	0,13	12,5
	Cladocères	0,75	25
	Chironomini	0,25	12,5
Terrestres	Algues	1,75	75
	Coléoptères	0,38	37,5
	Orthoptères	0,38	25
	Chenilles	0,25	12,5
	Fourmis	0,13	12,5
	Araignées	0,13	12,5
	Débris végétaux	0,38	25

Ont également été analysés

Hemichromis fasciatus - 1 estomac, contenant 1 Baetidae et de très nombreux Caenidae

Tilochromis sp. - 1 estomac, contenant de nombreux Baetidae et 1 Heptageneidae.

Analyse des contenus stomacaux - Tableau 15 (suite)

MARAOUE

Alestes baremoze -(3 estomacs analysés)

	Nature des proies	Densité	% occurrence
Aquatiques	Gerridae	0,33	33
	Hydrometridae	0,33	33
	Baetidae	0,33	33
	Pyralidae	0,33	33
Terrestres			
	Fourmis	1,33	100
	Hyménoptères	0,33	33
	Orthoptères	1	67
	Homoptères	1,33	67
	Coléoptères	1,67	67
	Hémiptères	0,67	67
	Araignées	1,00	67
	Débris végétaux	1,67	67

Alestes nurse - (1 estomac analysé) contenant 1 chenille et des débris végétaux.

BAS BANDAMA

Alestes nurse (3 estomacs analysés)

	Nature des proies	Densité	% occurrence
Aquatiques	Orthocladinae	1,33	67
	Algues	1,33	100
Terrestres			
	Araignées	2,33	100
	Coléoptères	0,67	33
	Débris végétaux	1,33	100

N'ZI

Alestes nurse (2 estomacs analysés)

	Nature des proies	Densité	% occurrence
Aquatiques	Chironomini	1,5	100
	Algues	1	100
Terrestres			
	Coléoptères	0,5	50
	Fourmis	1,5	100
	Araignée	0,5	50
	Homoptère	1	100

II.6. Mise en évidence des effets des traitements au niveau de la surveillance de routine.

Parallèlement aux observations dont nous venons d'exposer les résultats, le programme de surveillance de routine a été poursuivi, utilisant le protocole méthodologique habituel. L'ensemble des résultats obtenu confirme d'une manière générale nos précédentes conclusions, à savoir que l'incidence des traitements a été forte, sans pour cela amener de déséquilibre.

II.6.a. Variation des indices de dérive

Dans le tableau 16 nous avons reporté les valeurs globales des indices de dérive de jour et de nuit ainsi que la valeur du rapport $\frac{DN}{DJ}$ pour les 3 sites principaux sous surveillance et pour des périodes calendaires comparables. Les variations observées sont schématisées sur la figure 19. D'une manière générale, elles ne sont pas significativement plus faibles durant le semestre où eurent lieu les traitements au Chlorphoxim que durant les semestres des années précédentes où le Témephos était employé. L'évolution cyclique classique caractérisée par de très faibles rapports durant le début de la crue (août-septembre) est toujours maintenue.

Si l'on considère la valeur moyenne des rapports $\frac{DN}{DJ}$ pour une période de 6 mois, on trouve les chiffres suivants :

	1976	1977	1979	1980	1981
Danangoro	28,54	35,16	8,74	14,4	8,79
Entomokro			6,4	10,4	4,5
Sémien			5,2	12,3	10,1

A la station de Danangoro, pour laquelle nous possédons le plus d'informations, apparaît une chute très nette entre période non traitée (76-77) et période traitée (79-81) mais la valeur moyenne du rapport en 1981 est identique à ce qu'elle était au début des traitements à l'Abate. Un phénomène semblable existe à Entomokro et à Sémien sur le Sassandra.

II.6.b. Variation des densités sur les substrats naturels

L'analyse des échantillons récoltés "au Surber" nous amène à une conclusion du même type que pour les dérives. A titre d'exemple, les valeurs recueillies à Danangoro avant et après emploi du Chlorphoxim ont été présentées dans le tableau .

STATIONS	MOIS	1979			1980			1981		
		\overline{DN}	\overline{DJ}	$\overline{DN/DJ}$	\overline{DN}	\overline{DJ}	$\overline{DN/DJ}$	\overline{DN}	\overline{DJ}	$\overline{DN/DJ}$
DANANGORO	J	56,55	6,102	9,27	39,955	2,373	16,84	36,52	4,09	8,93
	A	16,76	2,78	6,03	36,59	2,29	15,98	9,30	1,96	4,74
	S	9,83	2,02	4,86	22,876	3,387	6,75	10,35	2,47	4,19
	O	14,851	3,275	4,53	17,139	0,484	35,41	14,05	2,66	5,28
	N	20,370	2,03	10,03	5,09	1,19	4,28	17,10	2,13	8,03
	D	50,999	2,837	17,97	13,934	1,955	7,13	17,15	0,78	21,99
ENTOMOKRO	J	55,25	15,71	3,52	15,76	2,24	7,03	41,31	5,535	7,46
	A	12,41	4,56	2,72	20,52	9,63	2,13	15,079	3,251	4,64
	S	6,86	2,16	3,17	8,40	6,10	1,38	5,45	1,14	7,78
	O	8,946	5,808	1,54	8,742	2,301	3,80	7,84	1,90	4,13
	N	12,38	2,55	4,86	3,556	0,471	7,55	15,08	3,03	4,98
	D	34,337	4,495	7,64	7,297	0,196	37,23	63,87	64,53	1
SEMLEN	J	14,57	4,75	3,07	52,909	1,126	46,99	53,678	7,081	7,58
	A	16,19	6,62	2,44	12,17	1,151	10,57	4,87	1,034	4,71
	S	6,85	3,855	1,78	1,17	0,938	1,251	2,56	0,324	7,90
	O	4,901	0,476	10,30	3,676	1,289	2,85	12,02	2,26	5,32
	N	11,06	1,04	10,63	12,89	1,8809	6,85	25,79	1,85	13,94
	D	21,53	2,62	8,22	11,91	2,141	5,56	59,33	2,77	21,42

Tableau 16 - Comparaison des indices de dérive sur trois stations de surveillance sous traitement au Téméphos (1979 et 1980) et sous traitement Chlorphoxim (1981).

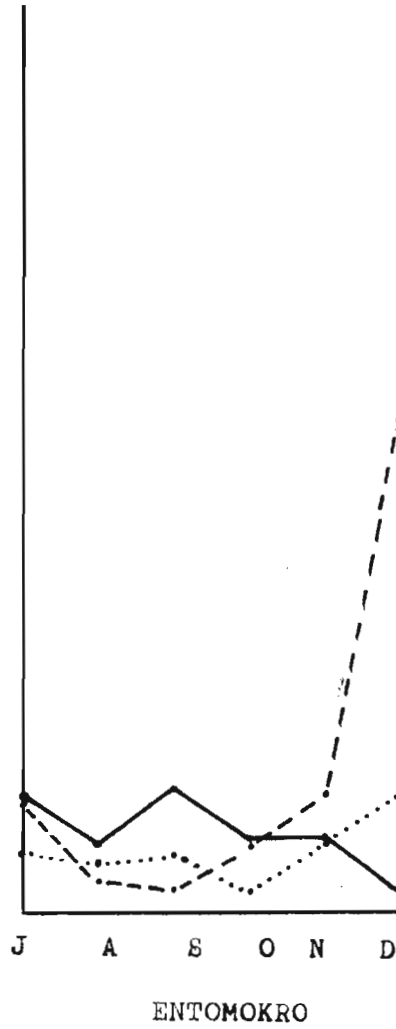
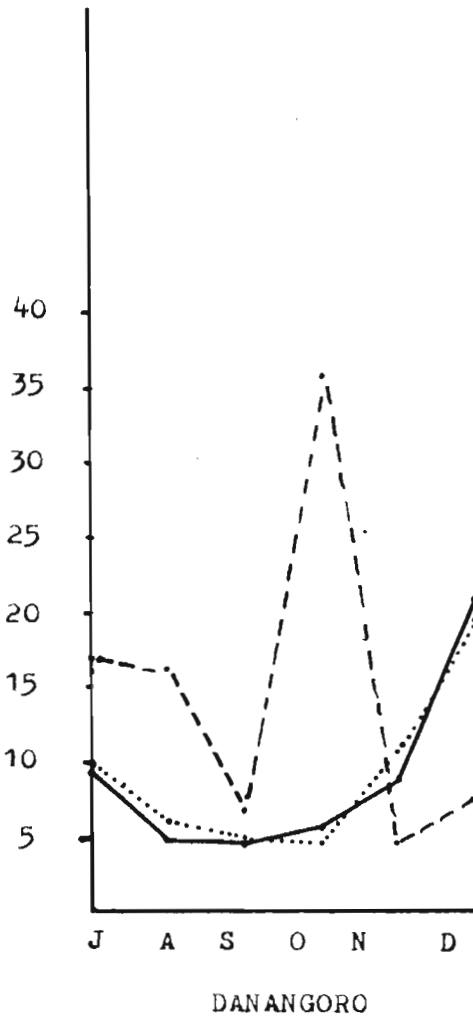
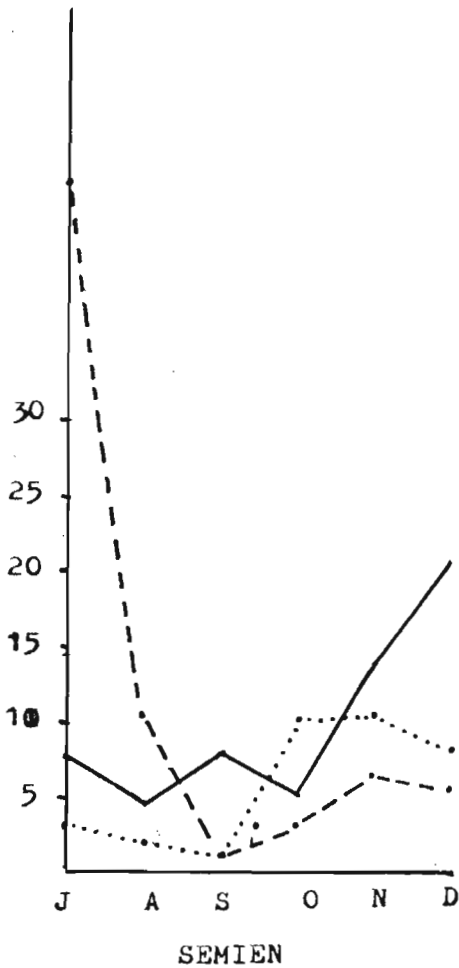


Figure 19 - Evolution du rapport DN/DJ au cours des six derniers mois des années



..... 1979 (Téméphos)
----- 1980 (")
———— 1981 (Chlorphoxim)

Si l'on ne tient compte que des valeurs globales des effectifs par mètre carré, seule la situation observée en décembre 1980 lors des premiers traitements à grande échelle avec le Chlorphoxim peuvent être qualifiés de catastrophiques. En décembre 1981 et janvier 1982, les valeurs obtenues sont nettement plus faibles qu'en 1979/80, en présence d'Abate mais par contre elles sont du même ordre de grandeur qu'en 1977 - 1978 quand la station n'était pas encore traitée !

Un examen plus détaillé ne permet pas de mettre en évidence la disparition de grands groupes taxinomiques après emploi du Chlorphoxim. Cependant, la modification dans la structure des peuplements, portant essentiellement sur la diminution des Trichoptères au profit des Chironomides, apparait à nouveau très nettement (cf. tableau 17). Si les densités sont donc restées sensiblement les mêmes, les biomasses par contre ont été affectées.

Les données de la surveillance de routine permettent donc de confirmer nos conclusions issues des analyses plus spécifiques.

	1976	1977	1978	1980	1981	1982
Densité tot./m ²	27 000	4 200	13 000	170 000	8 000	33 000
% Chiros	34,2	4,1	4,8	21,6	53	65
% Tricho	5,1	29,4	25,4	38,1	5,2	4,1

Tableau 17 - Modification de la structure des peuplements (mois de janvier, station de Danangoro sur la Marahoué, 1981 et 1982, traitement au Chlorphoxim).

III. Conclusion

Le but de notre travail ayant été en premier lieu de mettre en évidence si l'emploi du Chlorphoxim à grande échelle, (c'est à dire sur la majeure partie des cours d'eau ivoiriens), avait un impact "catastrophique" sur les invertébrés, nous devons conclure par la négative, bien que le terme catastrophique soit dans ce cas à définir.

Il n'y a donc pas eu, après 7 mois de campagne de "basculement" des équilibres tel que l'on doive faire appel à la théorie des catastrophes de THOM pour caractériser les changements survenus ! Ceci revient à dire qu'aucun danger écologique immédiat n'est à craindre pour les rivières de Côte d'Ivoire. Cela ne veut pas dire par contre que l'emploi du Chlorphoxim a été sans aucun effet néfaste et puisse être poursuivi en toute quiétude comme il était possible de le faire avec l'Abate.

Les faits les plus marquants qui caractérisent l'impact des traitements faits durant la saison des pluies peuvent se résumer ainsi.

- Le Chlorphoxim réduit considérablement la potentialité de colonisation des invertébrés. Cette réduction qui était globalement de 50 à 55% avec l'Abate, est devenue de l'ordre de 85% avec ce produit.

- Les peuplements naturels ont subi de profondes modifications internes. Des études fines et ponctuelles auraient pu les mettre mieux en évidence, mais d'ores et déjà, au vu de nos résultats très généraux, il apparait une très forte réduction des Trichoptères Hydropsychidae dans les zones de rapides. Les Tanytarsini ont également été très affectés par les traitements et à l'opposé, les Orthocladiinae ont été favorisés (diminution des prédateurs + moindre sensibilité au toxique).

- L'impact de chaque traitement demeure très fort, même après plusieurs mois de campagne et induit une dérive intense des invertébrés présents.

- Si l'on ne considère que les densités absolues, les peuplements observés en décembre étaient denses, souvent d'ailleurs plus importants qu'en mai. Toutefois il ne faut pas perdre de vue que dans la plupart des cas (la Comoé exceptée), ces peuplements étaient constitués en majeure partie d'Orthocladiinae. Il y a donc eu une baisse importante des biomasses liée à la raréfaction des Trichoptères.

- La toxicité, de même que l'efficacité sur la faune cible d'une formulation, peut varier de manière importante d'un lot à un autre.

- Les changements survenus dans la composition des peuplements et les densités d'organismes benthiques n'ont pas affecté outre mesure la nutrition des poissons entomophages dont le régime alimentaire, relativement plastique, met à profit l'abondance de proies de nature allochtone entrant régulièrement en saison des pluies dans l'écosystème aquatique d'eaux courantes.

Le bilan général de cette étude montre donc que l'impact des traitements est moins sévère que ce que nous prévoyions à priori. En fait, nous retrouvons à nouveau l'effet bénéfique de la saison des pluies que nous avons déjà mis en évidence pour l'Abate. Durant la crue, les actions "polluantes" ponctuelles, en l'occurrence les épandages, couvrent une surface plus restreinte du milieu aquatique, par rapport à la surface traitée.

Durant l'étiage, les zones polluées s'étendent plus ou moins largement en aval de chaque gîte, ce dernier étant le siège du maximum d'impact. Au contraire, durant la saison des pluies, les modalités de traitement par sections de cours d'eau sont moins liées à la présence des gîtes classiques de saison sèche et ces biotopes peuvent ne recevoir que des doses minimales, provoquant un décrochement (ou non) des organismes qui leur laisse la possibilité de se "raccrocher" en aval. Dans ce cas, on comprend aisément que S. damnosum dont les exigences relatives à la vitesse du courant sont maximales, soit plus affecté que les autres organismes benthiques et soit moins en mesure de retrouver en aval de son point de décrochement un biotope à nouveau favorable.

Si donc les traitements de saison des pluies n'ont pas entraîné de disparition catastrophique des invertébrés, le risque demeure cependant dans le cas où les traitements se poursuivraient longtemps en saison sèche, bien que les observations effectuées sur le site d'Entomokro où les traitements se sont poursuivis jusqu'en février, ne confirment momentanément pas cette hypothèse.