

## BULLETIN MENSUEL

DE LA

**SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON**

FONDEE EN 1822

RECONNUE D'UTILITE PUBLIQUE PAR DECRET DU 9 AOUT 1937  
des SOCIETES BOTANIKUES DE LYON, D'ANTHROPOLOGIE ET DE BIOLOGIE DE LYON  
REUNIES  
et de son GROUPE REGIONAL DE ROANNE

Siège social et Secrétariat général : 33, rue Bossuet, 69006 Lyon

**TRESORERIE :****TARIF 1986**

	Cotisations	Abonnement au bulletin	Total
<b>Membre actif :</b>			
Non abonné au bulletin .....	115 F	—	<b>115 F</b>
Abonné au bulletin .....	55 F	75 F	<b>130 F</b>
<b>Membre scolaire :</b>			
Non abonné au bulletin .....	60 F	—	<b>60 F</b>
Abonné au bulletin .....	35 F	40 F	<b>75 F</b>
Changement d'adresse, inscription ou réintégration en sus :			<b>12 F</b>
Abonnement France .....			<b>130 F</b>
Abonnement Etranger .....			<b>170 F</b>

N.B. — Les virements à notre C.C.P. **LYON 101-98 H** ou les chèques bancaires, doivent être rédigés au nom de la SOCIETE LINNEENNE DE LYON.

## PARTIE SCIENTIFIQUE

### STRUCTURE ET FONCTIONNEMENT DES ECOSYSTEMES DU HAUT-RHONE FRANÇAIS.

#### 42 - ETUDE DU CYCLE BIOLOGIQUE D'*HEPTAGENIA SULPHUREA* (Müller 1776) (Ephemeroptera : Heptageniidae) DANS LE RHONE A LYON

par Fadia KALLAB-WAKIM\*.

#### Structure and dynamics of the French upper Rhône ecosystems.

#### 42 - Life cycle of *Heptagenia sulphurea* (Müller 1776) (Ephemeroptera : Heptageniidae) from the Rhône in Lyon (France)

Résumé. — Le cycle vital d'*Heptagenia sulphurea* (Müller 1776) (Ephemeroptera : Heptageniidae) a été étudié dans le Rhône, parallèlement à l'examen physicochimique du milieu, de janvier 1975 à septembre 1977.

Deux techniques ont été utilisées pour conduire cette étude : captures mensuelles de larves au moyen de substrats artificiels et élevages de larves au laboratoire, dans les mêmes conditions de température que dans le milieu naturel.

Cinq classes de taille sont décrites, en fonction de l'état de développement des fourreaux alaires.

Dans le Rhône, à Lyon, *H. sulphurea* semble être une espèce univoltine, possédant une vie larvaire d'au moins 9 mois. La période où les adultes sont présents s'étend sur 6 mois.

Abstract. — The life-cycle of *Heptagenia sulphurea* (Müller 1776) (Ephemeroptera Heptageniidae) was studied in the Rhône river in Lyon in relation with the physico-chemical characteristics of the river, from January 1975 to September 1977.

Two methods were involved in this study : monthly sampling of larvae by means of artificial substrates and laboratory breeding of larvae under the same temperature variations as on the field.

Five size classes were recognized according to the development of the wing pads.

In the Rhône river, in Lyon, *H. sulphurea* appears to be an univoltin species, the larval life lasting at least 9 months. Adults fly during 6 months.

Ce travail a pour but d'établir le cycle biologique d'*Heptagenia sulphurea* (Müller, 1776) (Ephéméroptères : Heptageniidae) qui est l'espèce dominante parmi les Ephéméroptères qui peuplent le Rhône à Lyon.

L'étude a porté sur trois années consécutives (1975 à 1977) pendant lesquelles les caractères physico-chimiques du milieu ont été également relevés.

Le cycle biologique a été établi à partir de captures mensuelles soit au moyen de substrats artificiels déposés dans le lit du fleuve (Roux et coll., 1976), soit par des prélèvements au filet Surber. Ces données ont été complétées par des élevages au laboratoire conduits dans les mêmes conditions de température que celles des eaux du Rhône à Lyon.

#### I — STATIONS D'ÉTUDE

Les stations d'étude sont situées sur le Rhône, dans la traversée de Lyon (fig. 1).

A la station S<sub>1</sub>, au niveau du Pont de la Boucle, le Rhône a une largeur de 180 mètres ; le lit est peu profond près de la rive gauche, ce qui permet

\* Faculté des Sciences, Université Libanaise, Beyrouth (Liban) et Département de Biologie animale et Ecologie, Université Cl. Bernard Lyon I, 43, bd du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex (France) (L.A. C.N.R.S. 367 Ecologie des Eaux Douces).

de découvrir à l'étiage une large plage de graviers couverte de végétation. Dans cette zone, le courant est relativement faible et les prélèvements sont faits au filet de Surber.

A la station S<sub>2</sub>, le Rhône a une largeur de 150 mètres, une profondeur d'environ 3 mètres et le fleuve est enserré dans des quais. La seule méthode utilisable pour récolter la faune est celle des substrats artificiels. Ceux-ci ont été déposés sur le lit du fleuve à partir d'un bateau ancré en permanence à quelques mètres du quai de rive gauche, à l'aval immédiat du Pont Lafayette.

Les eaux du Rhône à Lyon présentent des caractéristiques physico-chimiques que l'on peut résumer ainsi : eaux bicarbonatées calciques, à conductivité assez forte (de l'ordre de 300  $\mu$ S), à pH voisin de 8, et dont les teneurs élevées en sulfates (30 mg/1) sont dues aux apports des eaux du bassin-versant lémanique riche en gisements de gypse triasiques ; l'oxygénation est

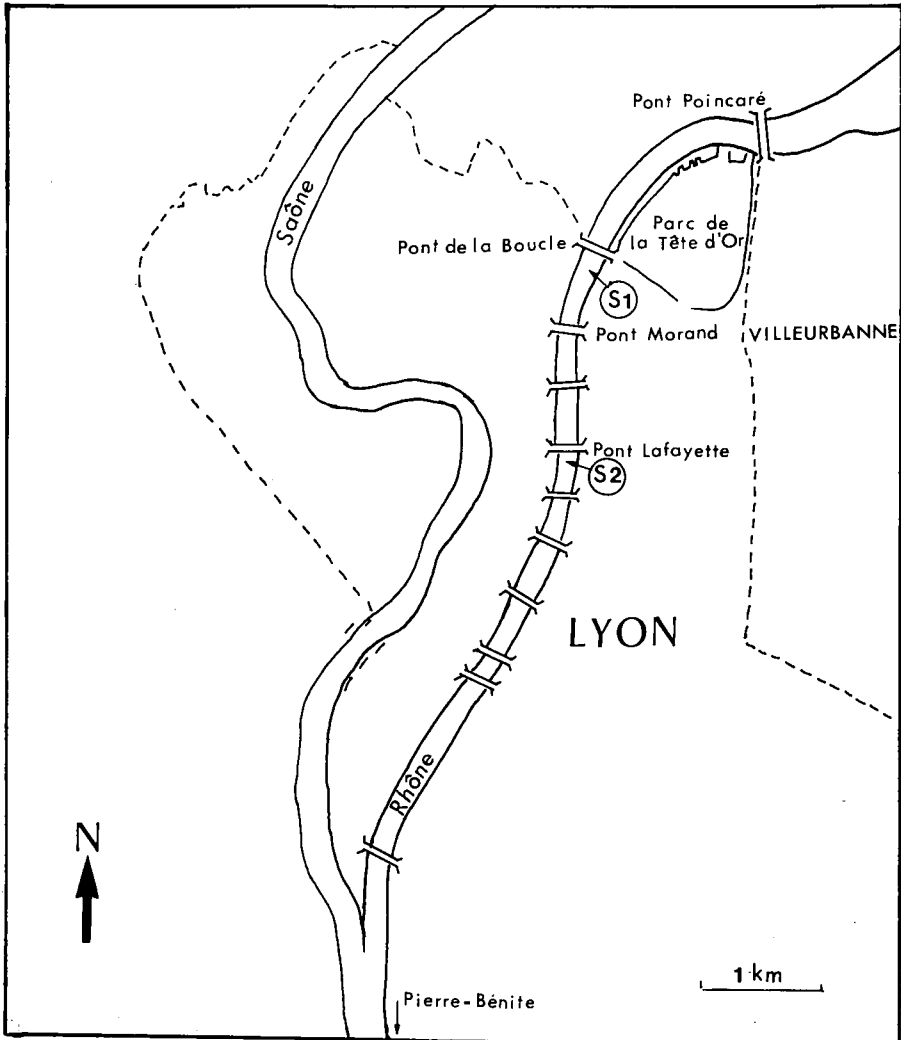


Fig. 1 : Le Rhône à Lyon. Emplacement des stations d'étude.

très satisfaisante (85 à 100 % de la valeur de saturation) ; les faibles valeurs de la D.B.O.<sub>5</sub> (de l'ordre de 2 mg/l), des teneurs en sels de l'azote et du phosphore, traduisent l'absence de pollutions caractérisées à l'amont de Lyon.

Dans le cadre de la présente étude, la température de l'eau étant apparue comme un facteur déterminant dans le cycle biologique d'*Heptagenia sulphurea*, les variations de ce facteur au cours de la période considérée ont été reportées sur les figures 4 et 5.

## II — MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'inventaire de la faune benthique a montré que les groupes les mieux représentés dans le Rhône sont, par ordre décroissant d'importance, les Crustacés (Gammare), puis les Ephéméroptères, *Heptagenia sulphurea* en particulier (ROUX et coll., 1976). La liste des Ephéméroptères capturés à Lyon, au niveau du pont Lafayette, est donnée dans le tableau I, pour les années 1975 et 1976.

Les larves d'*Heptagenia sulphurea* sont capturées essentiellement par colonisation de substrats artificiels (ROUX et coll., 1976). Chaque substrat est constitué d'une corbeille plastique remplie de pierres plates, calcaires, rugueuses, provenant du lit du fleuve, et séjourne dans l'eau pendant 4 semaines. Après ce temps d'immersion, les substrats sont retirés soigneusement afin de récupérer toute la faune qui les a colonisés. Cette méthode permet donc une étude quantitative et qualitative des populations, indépendamment de leur habitat d'origine, qui peut également mettre en évidence un microbiotope préférentiel (KHALAF, 1974).

Les prélèvements au filet de Surber, méthode qui permet de recueillir la faune en place dans son biotope, ont été faits :

- dans un but comparatif : faune en place par rapport à la faune qui a colonisé les substrats artificiels ;
- pour récupérer des larves vivantes d'*H. sulphurea*, lorsque les exemplaires recueillis par l'intermédiaire des substrats étaient en nombre trop faible pour permettre les élevages.

Des élevages au laboratoire ont complété et confirmé les données obtenues sur le terrain. Ils ont été conduits de février 1976 à septembre 1977, dans une enceinte à température réglable, dans des conditions de température suivant fidèlement celles présentées par le Rhône à Lyon. Les larves sont placées dans des boîtes de plastique de 18 × 12 × 7 cm, remplies aux 3/4 d'eau phréatique renouvelée tous les 15 jours. Chaque boîte contient une pierre plate (*H. sulphurea* est une larve pétricole) et une touffe de *Fontinalis*. Elle est recouverte d'une plaque de verre. Lorsque les larves sont prêtes à libérer le subimago, le niveau de l'eau dans la boîte est réduit afin de diminuer les risques de noyade des adultes. Dès qu'ils sont présents, les subimagos sont récupérés sur les parois des boîtes et transportés dans des enceintes sans eau, mais saturées d'humidité par l'intermédiaire de coton humide, afin de permettre la mue imaginale. Les élevages ont concerné 353 larves.

Afin d'établir le cycle biologique, une série de mesures a été effectuée préalablement sur environ 200 larves, de taille et d'âge différents. Ces mesures ont été les suivantes :

- longueur totale du corps (sans les cerques),
- longueur de la tête, du pronotum, du mésonotum, de l'abdomen (selon la ligne médio-dorsale),

Date de dépôt Date de retrait	1975												1976												
	30-01 21-02	4-03 25-03	25-03 15-04	15-04 6-05	6-05 27-05	27-05 13-06	13-06 15-07	15-07 5-08	5-08 23-09	23-09 22-10	22-10 18-11	18-11 23-12	23-12-75 22-01-76	22-01 19-02	19-02 15-03	15-03 13-04	13-04 13-05	13-05 18-06	18-06 16-07	16-07 10-08	10-08 7-09	7-09 5-10	5-10 3-11	3-11 2-12	
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet)			3		5																				
<i>Baetis buccratus</i> Eaton	2							2																	
<i>Baetis bioculatus</i> (L.)								2																	
<i>Baetis pumilus</i> (Burm.)		5		1																					
<i>Rhithrogena semicolorata</i> (Curt)			1				1								1										
<i>Heptagenia sulphurea</i> (MUL)	78	105	193	57	144	25	22	84	88	175	23	94	81	179	332	261	90	31	7	5	7	3	9	9	
<i>Ecdyonurus dispar</i> (Curt.)			1			1	1						1										43	5	
<i>Ephemera ignita</i> (Poda)				13	47	37	12	31	4							11	1	8	3						
<i>Caenis macrura</i> Steph.	17	4	3	9	13	3	1	4		2		1				1	6	2	4	1					
<i>Caenis moesta</i> Bengt.									1				1			1									
<i>Habrophlebia modesta</i> (Hagen)	1												1												
<i>Ephemera virgata</i> (L.)						1														1					
<i>Potamanthus luteus</i> (L.)	4			5	1	7	2	6		1		3		1		4	3	1	6	2		1	11	1	
Nombre total.	102	114	201	85	210	74	40	125	97	178	23	98	84	180	333	266	111	35	25	12	7	4	63	15	
Pourcentage d' <i>H. sulphurea</i>	76%	92%	96%	67%	68%	33%	55%	67%	90%	98%	100%	96%	96%	99%	99%	98%	81%	88%	28%	41%	100%	75%	14%	60%	

Tableau I : Les Ephéméroptères capturés au moyen de substrats artificiels dans le Rhône à Lyon au cours des années 1975 et 1976.

- largeur maximale de la tête, du pronotum, du mésonotum,
- longueur des fourreaux alaires en arrière de l'extrémité postérieure du mésonotum,
- distance séparant les fourreaux alaires l'un de l'autre, dans la zone médio-dorsale postérieure du mésonotum (fig. 2).

Les travaux antérieurs concernant le cycle biologique de diverses espèces d'Ephéméroptères prennent en considération :

- la taille des individus (ULFSTRAND, 1968 ; SOWA, 1975),
- la présence ou l'absence de fourreaux alaires et l'état de développement des ailes dans les fourreaux alaires chez les larves âgées (JAZDZEWSKA, 1971),

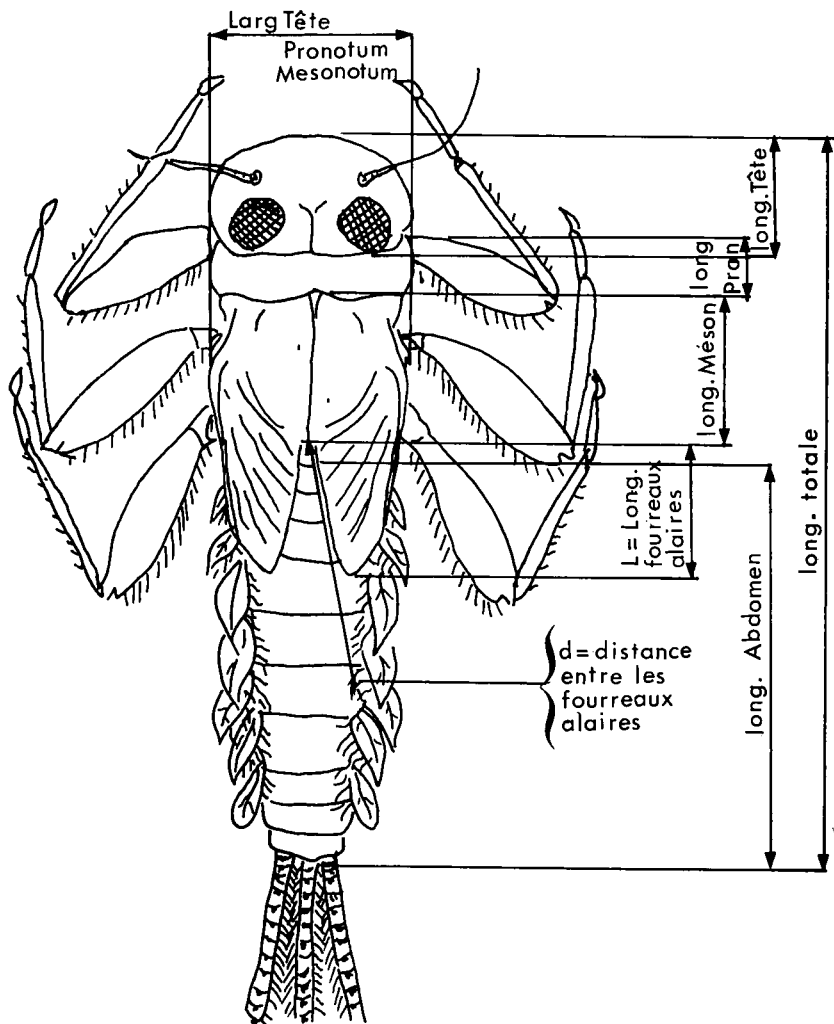


Fig. 2 : Mensurations effectuées sur les larves d'*Heptagenia sulphurea*

- le développement des fourreaux alaires et le degré de recouvrement progressif par ceux-ci des segments abdominaux (GUILLOUZIC, 1965),
- le degré de développement des fourreaux alaires qui permet à PLESKOT, en 1961 de définir les stades : larvules, larves et nymphes ;
- la longueur des fourreaux alaires et leur écartement sur la bordure postérieure du mésonotum (CLIFFORD, 1970).

Classes de taille (en mm)	Nombre	L1	L2	L3	L4	L5
0 - 1	2	2	-	-	-	-
1 - 2	70	70	-	-	-	-
2 - 3	212	212	-	-	-	-
3 - 4	274	274	-	-	-	-
4 - 5	304	294	10	-	-	-
5 - 6	282	232	45	5	-	-
6 - 7	263	97	148	15	2	1
7 - 8	287	22	183	68	6	8
8 - 9	228	-	88	101	22	17
9 - 10	79	-	12	33	15	19
10 - 11	46	-	-	9	24	13
11 - 12	8	-	-	-	2	6
	2055	1203	486	231	71	64

Tableau II : Taille et stade larvaire des larves d'*Heptagenia sulphurea* récoltées en 1975 et 1976.

L'examen des diverses mesures énumérées plus haut et effectuées sur 200 larves m'ont amenée, après des essais de corrélation entre les diverses mensurations obtenues, à considérer que la longueur des fourreaux alaires et leur écartement en arrière du mésonotum étaient les éléments les plus significatifs à prendre en compte pour avoir une bonne idée de l'état de développement des larves d'*Heptagenia sulphurea*. La longueur totale des larves, souvent retenue dans ce type d'étude, nous a paru un mauvais critère de classification : par le jeu des membranes articulaires souples qui relie entre eux les segments abdominaux, les larves mesurées sont plus ou moins étalées ou contractées. Ainsi on peut obtenir des larves de même longueur mais présentant des fourreaux alaires ayant un degré d'évolution très différent, indiquant que ces larves ne sont pas du tout au même âge. Le dimorphisme sexuel des adultes (mâles plus petits que les femelles) affecte aussi très vite la taille des larves et complique encore le problème (cf. tableau II). Nous avons donc retenu, pour cette étude, les mesures portant sur les fourreaux alaires qui sont des pièces chitinisées, rigides, non soumises à déformation. Nous avons défini le rapport  $R = L/d$  (cf. fig. 2). Dans ce rapport, L représente la longueur des fourreaux alaires en arrière de la bordure postérieure du mésonotum, d correspond à la distance qui sépare les deux fourreaux alaires, à leur base, en

position médio-dorsale. Ce rapport varie de 0 (absence de fourreaux alaires) à 15 (larves âgées prêtes à libérer le subimago). Entre ces deux extrêmes, nous avons défini, arbitrairement, 5 stades larvaires :

stade L <sub>1</sub>	où	$0 \leq R < 1$
stade L <sub>2</sub>	où	$1 \leq R < 2$
stade L <sub>3</sub>	où	$2 \leq R < 4$
stade L <sub>4</sub>	où	$4 \leq R < 10$
stade L <sub>5</sub>	où	$10 \leq R$

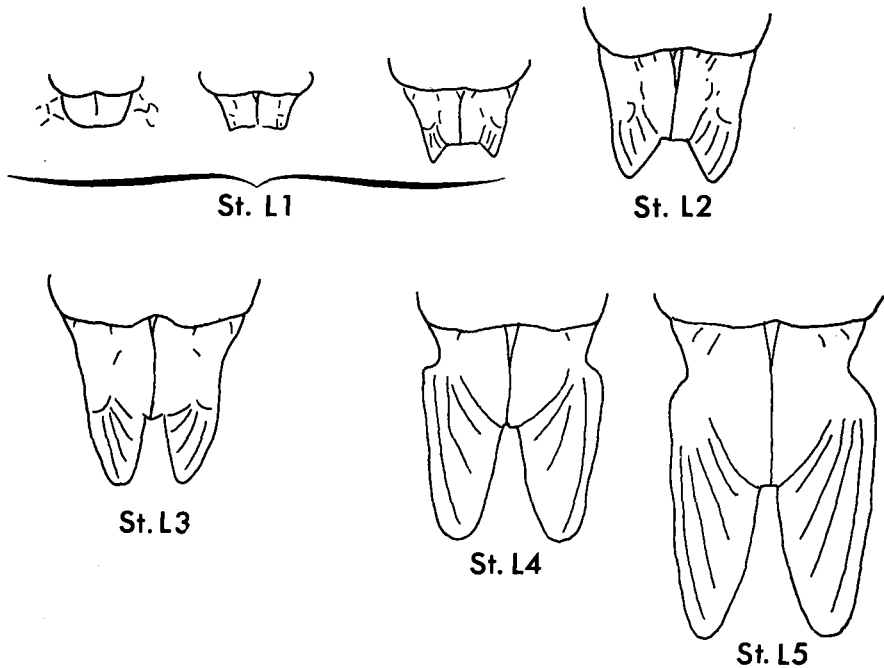


Fig. 3 : Le développement des fourreaux alaires au cours des 5 stades larvaires définis chez *Heptagenia sulphurea*.

Chaque stade possède ses caractéristiques morphologiques propres (fig. 3). Le stade L<sub>1</sub> regroupe un large éventail de larves de tailles et d'âges différents. Il mériterait d'être subdivisé en unités plus petites dans des études ultérieures. Pour information et comparaison, la longueur totale des larves examinées et classées dans les différents stades ci-dessus, a été reportée sur le tableau II.

### III — ETUDE DU CYCLE BIOLOGIQUE

#### A — Substrats artificiels

Cette méthode possède les avantages évoqués plus haut mais elle a néanmoins quelques sérieux inconvénients :

- il n'est pas du tout certain que la colonisation soit la même par tous les stades larvaires. On sait par exemple, avec certitude, qu'au moment de l'envol, les larves deviennent flottantes afin de libérer le subimago

à la surface de l'eau. Donc, dans les populations examinées pendant la période d'envol, le stade  $L_5$  est certainement représenté en nombre inférieur à la réalité ;

- le tri du matériel ayant colonisé les substrats est effectué à l'aide de tamis de 0,5 mm de vide de maille. Ainsi les jeunes larves (de taille inférieure à 2 mm) sont soit absentes des prélèvements, soit représentées en nombre bien plus faible qu'en réalité, inférieur à leur abondance réelle. Malgré ces inconvénients, il est possible d'essayer d'établir le cycle biologique d'après les résultats apportés par la méthode des substrats artificiels, qui permet des prélèvements qualitativement et quantitativement comparables d'un mois à l'autre.

Les histogrammes des figures 4 et 5 regroupent les résultats obtenus au moyen de substrats artificiels en 1975 et 1976. Ils permettent de distinguer 5 périodes :

- de février 1975 à avril 1975, nous constatons une augmentation de la richesse des peuplements, accompagnée d'une évolution relative des populations vers les stades  $L_2$  et  $L_3$ , la population au stade jeune ( $L_1$ ) étant toujours abondante ;
- à partir de mai 1975, le nombre des larves  $L_1$  diminue au bénéfice des larves plus âgées ;
- c'est d'abord en août puis en septembre, mais surtout à partir d'octobre 1975 qu'apparaissent à nouveau de très nombreuses larves  $L_1$ , alors que le nombre des larves plus âgées décroît nettement ;
- le début de l'année 1976 (jusqu'en avril) reproduit à peu près ce qui s'était passé, aux mêmes dates, en 1975 ;
- mai et juin 1976 sont comparables à l'année précédente mais la sécheresse considérable et exceptionnelle de l'été 1976, entraînant des températures inhabituelles des eaux du Rhône (cf. fig. 4 et 5), a progressivement induit la raréfaction des populations d'*H. sulphurea* et probablement des résultats aberrants, difficiles à prendre en compte dans notre étude.

Les résultats obtenus par les substrats artificiels montrent donc :

- des jeunes larves ( $L_1$ ) abondantes d'octobre à avril mais présentes en nombre plus faible tout le reste de l'année ;
- une période de mai à octobre où sont présentes les formes ailées, donc où se produisent les pontes ;
- une abondance relative plus grande des stades larvaires plus âgés (de  $L_2$  à  $L_5$ ) d'avril à octobre.

D'après ces premiers résultats, il semble donc qu'*Heptagenia sulphurea* soit présente pendant une longue période à l'état ailé, période pendant laquelle sont déposées les pontes, ce qui entraîne un développement non synchrone des populations larvaires. Les histogrammes font penser à un cycle biologique univoltin ; il est néanmoins nécessaire de savoir si, à partir des pontes de début mai correspondant à l'apparition des premiers adultes, des larvules peuvent éclore et se développer assez rapidement pour permettre l'obtention des derniers adultes d'octobre. Si tel était le cas, *H. sulphurea* serait alors une espèce bivoltine dans le Rhône à Lyon. Les élevages pratiqués au laboratoire vont permettre d'apporter quelques précisions sur ce sujet.

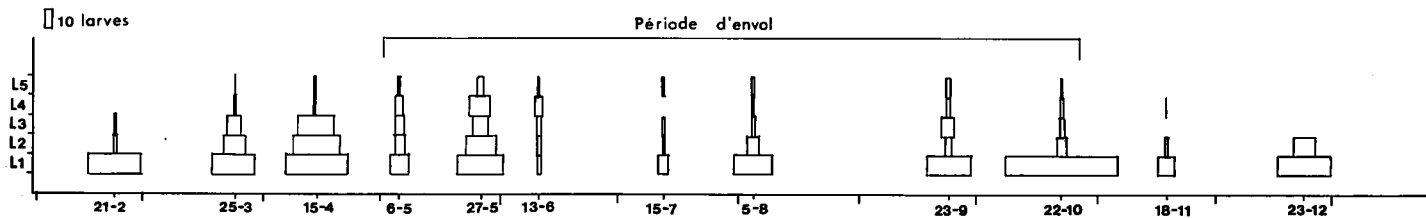
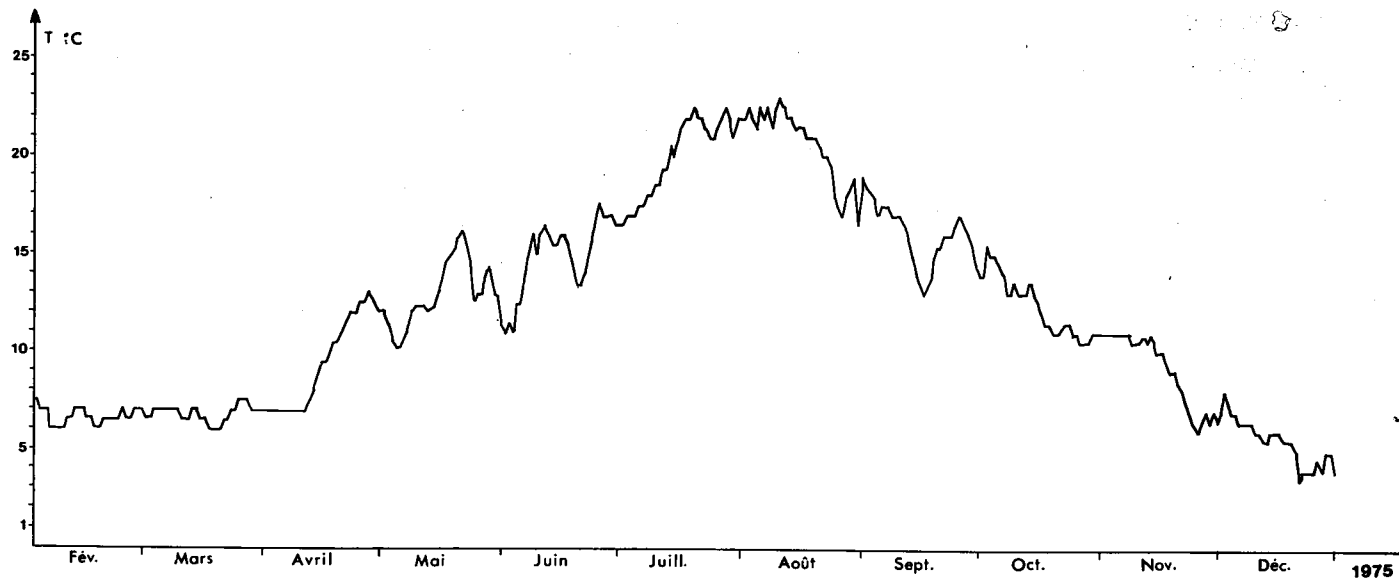


Fig. 4 : Répartition des larves d'*Heptagenia sulphurea* entre les 5 stades larvaires au cours de l'année 1975. En haut évolution de la température de l'eau du Rhône durant la même période.

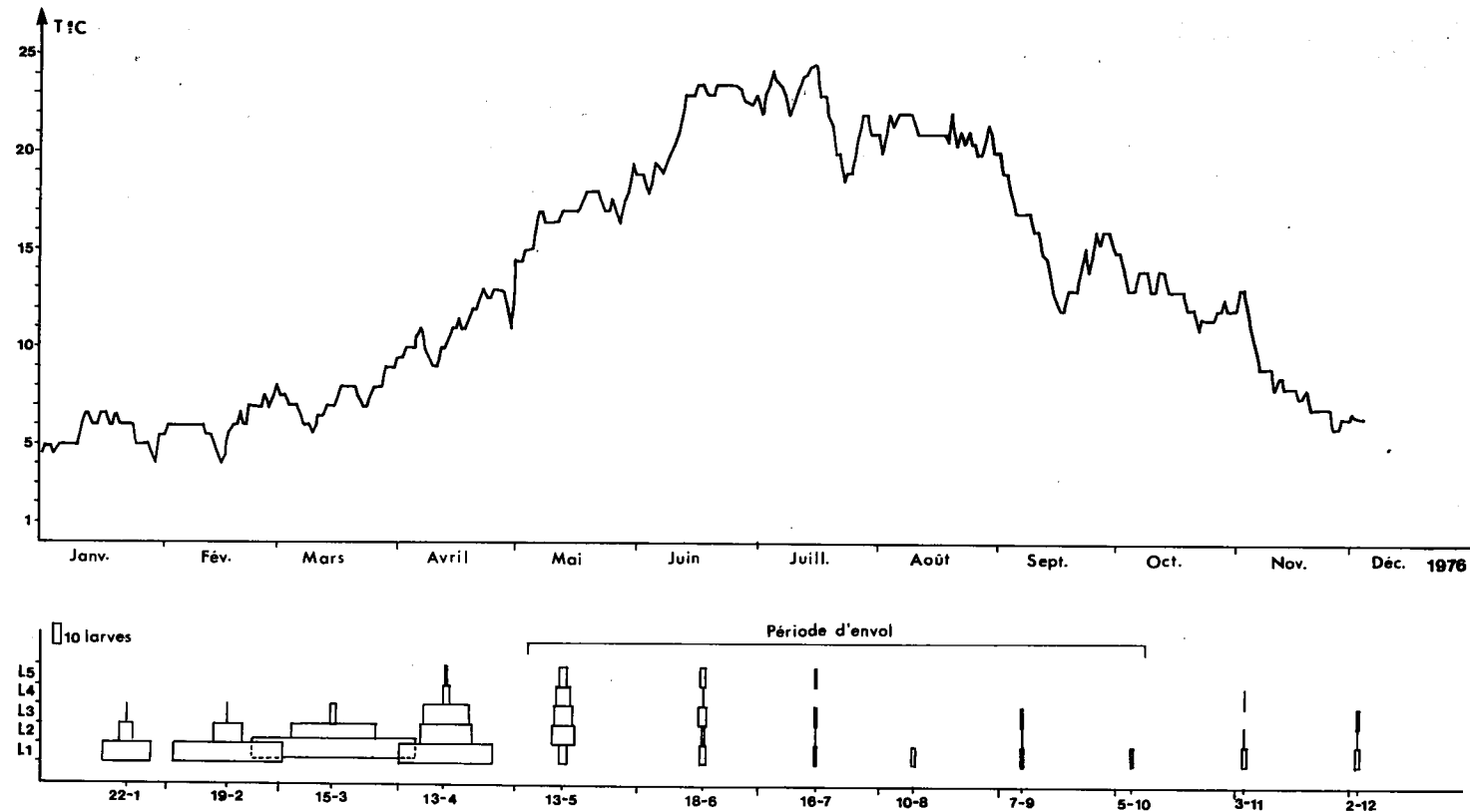


Fig. 5 : Répartition des larves d'*Heptagenia sulphurea* entre les 5 stades larvaires au cours de l'année 1976. En haut évolution de la température de l'eau du Rhône durant la même période.

## B — *Élevages au laboratoire*

Toutes les larves sont mesurées, avant d'être placées en élevage dans les conditions indiquées plus haut. Ensuite, afin d'éviter un taux de mortalité trop élevé, les larves ne seront plus mesurées directement. Des visites journalières des élevages permettront de relever les morts (qui sont immédiatement examinés pour être placés dans une classe de taille) et les exuvies qui seront mesurées : ainsi le stade établi d'après l'examen de l'exuvie sera attribué, a posteriori, à la période qu'a vécu la larve avant sa mue.

La conduite des élevages a montré la grande importance de la saison, donc de la température, sur la durée du développement :

- des larves  $L_2$  en février 1976 ont mis 90 jours pour se transformer en subimago, en effectuant 4 mues, tandis que des larves au même stade en avril 1976 ont, après 3 mues, donné le subimago en 35 jours environ ;
- la durée séparant des larves  $L_3$  du subimago est de 37 jours pour des  $L_3$  d'avril, de 15 jours seulement pour des  $L_3$  de juin et de 23 jours pour des larves du même stade de septembre ;
- des larves  $L_1$  capturées en novembre et décembre 1976 ont montré une croissance très lente, avec très peu de mues, si bien qu'elles se trouvaient toujours au stade  $L_1$  en février 1977. Pendant l'hiver, quel que soit le stade, les larves ont une activité extrêmement réduite et muent très peu : les larves présenteraient donc une sorte de quiescence larvaire hivernale due à la température basse des eaux du Rhône (reproduite fidèlement dans les élevages, comme cela a été exposé plus haut).

A partir des observations dans les élevages, que penser du développement des œufs déposés en mai ? Si l'on se réfère au travail de DEGRANGE (1960), il semble bien qu'*Heptagenia sulphurea* soit une des espèces d'Ephéméroptères présentant une quiescence embryonnaire partielle, c'est-à-dire une éclosion retardée d'une grande majorité des œufs d'une ponte. D'autre part, la larve néonate issue d'un œuf mesure  $417 \mu$  (DEGRANGE, 1960) ; or, avec les techniques de prélèvement utilisées, les larvules les plus petites récoltées ont une taille proche de 2 mm, ce qui correspond à plus de quatre fois la taille de la larvule néonate. En tenant compte de ces deux observations, il semble impossible d'envisager que les pontes de début mai puissent donner des larvules de 1,5 mm à 2 mm avant au moins le mois de juillet. Des larvules de 1,5 à 2 mm, du stade  $L_1$ , capturées en juillet 1977 ont été placées en élevage. Elles ont vécu jusqu'en septembre, en effectuant de 2 à 5 mues, sans dépasser le stade  $L_1$ .

Il semble donc bien qu'il soit impossible d'obtenir des adultes d'automne à partir des pontes du début du mois de mai. *Heptagenia sulphurea* est donc bien une espèce univoltine, dans le Rhône, à Lyon.

## IV — CONCLUSION

D'après les données recueillies par la méthode des substrats artificiels, complétées par des élevages au laboratoire, nous avons pu constater qu'*Heptagenia sulphurea* est une espèce univoltine dans le Rhône à Lyon.

La présence de petites larves pendant au moins dix mois de l'année complique l'établissement du cycle biologique (WINTERBOURN, 1974). Cette présence des jeunes larves pendant une longue période a déjà été observée chez *H. sulphurea* (JAZDZEWSKA, 1971 ; LANGFORD, 1971). Pour cette espèce, dans le Rhône, le début du cycle biologique se situe probablement en juillet (c'est-à-dire apparition des jeunes larvules selon MACAN, 1957) mais les éclosions s'étalent

sur une longue période, ce qui explique la présence de jeunes larvules pendant la plus grande partie de l'année. Peut-être existe-t-il à la fin de l'hiver une régularisation de la fin des éclosions, la température basse hivernale des eaux du Rhône entraînant pour cette espèce la synchronisation des éclosions comme cela a été montré par BOHLE (1969 et 1972) pour deux espèces de *Baetis* et pour *Ephemerella ignita* ?

Enfin, en fonction de la température des eaux du fleuve, les élevages ont montré que des périodes de croissance lente alternent avec des périodes de croissance rapide. Tous ces phénomènes concourent à la distribution des classes de taille d'*Heptagenia sulphurea* telles qu'on les a constatées dans le Rhône à Lyon (fig. 4et 5) avec une période d'envol s'étalant sur six mois, bien qu'il s'agisse, en fait, d'une véritable espèce univoltine.

#### TRAVAUX CITÉS

- BOHLE (H. W.), 1969. — Untersuchungen über die Embryonalentwicklung und die embryonale Diapause bei *Baetis vernus* (Curtis) und *Baetis rhodani* (Pictet), (Baetidae, Ephemeroptera). *Zool. Jb. Anat. u. Ontog.*, 86, 493-575.
- BOHLE (H. W.), 1972. — Die Temperaturabhängigkeit der Embryogenese und der embryonalen Diapause von *Ephemerella ignita* (Poda) (Insecta, Ephemeroptera). *Oecologia*, 10, 253-268.
- CLIFFORD (H. F.), 1970. — Analysis of a Northern Mayfly (Ephemeroptera) population, with special reference to allometry of size. *Can. J. Zool.*, 48, 522-544.
- DEGRANGE (C.), 1960. — Recherches sur la production des Ephéméroptères. *Trav. Lab. Hydrobiol. Piscic.*, Univ. Grenoble, 50/51, 7-194.
- GUILLOUZIC (M.), 1965. — Cycle de développement de quelques Ephéméroptères du Volp. Thèse Univ. Toulouse, 34 p.
- JAZDZEWSKA (T.), 1971. — Mayflies (Ephemeroptera) of the river Grabia. *Polskie Pismo Ent.*, 41, 2, 243-304.
- KHALAF (G.), 1974. — Utilisation de substrats artificiels, en eau courante, pour l'étude de la répartition et de la dynamique de colonisation des macroinvertébrés benthiques. Thèse 3<sup>e</sup> Cycle, Univ. Lyon I, 91 p.
- LANGFORD (T. E.), 1971. — The distribution, abundance and life histories of stoneflies Plecoptera and Mayflies Ephemeroptera in a British river, warmed by cooling water from a power station. *Hydrobiologia*, 38, 2, 339-377.
- MACAN (T. T.), 1957 a. — The Ephemeroptera of a stony stream. *Hydrobiologia*, 12, 89-106.
- MACAN (T. T.), 1957 b. — The life histories and migration of the Ephemeroptera of a stony stream. *Trans. Soc. Br. Ent.*, 12, 5, 129-156.
- PLESKOT (G.), 1961. — Die periodizität der Ephemeropteren-Fauna einiger österreichischer Fließgewässer. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 14, 410-416.
- ROUX (A.L.), TACHET (H.), NEYRON (M.), 1976. — Structure et fonctionnement des écosystèmes du Haut-Rhône français. III. Une technique simple et peu onéreuse pour l'étude des macroinvertébrés benthiques des grands fleuves. *Bull. Soc. Ecol.*, 7, 4, 493-496.
- SOWA (R.), 1975. — Ecology and biogeography of Mayflies (Ephemeroptera) of running waters in the Polish part of the Carpathians. 2. Life cycle. *Acta Hydrobiol.*, 17, 4, 319-353.
- ULFSTRAND (S.), 1968. — Life cycle of benthic insect in Lapland streams (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera, Simuliidae). *Oikos*, 19, 167-190.
- WINTERBOURN (M. J.), 1974. — The life histories, trophic relations and production of *Stenoperla prasina* (Plecoptera) and *Deleatidium* sp. (Ephemeroptera) in a New Zealand river. *Freshw. Biol.*, 4, 6, 507-524.