

**Abondances des larves de Moule zébrée
(*Dreissena polymorpha*) et de Quagga
(*Dreissena bugensis*) aux abords des centrales
hydroélectriques de Beauharnois, Les Cèdres et
Rivière-des-Prairies**

QL
430
.D8
A26
1995
c.1

Yves de Lafontaine, Louise Lapierre, Maureen Henry et Yves Grégoire
Contamination du milieu aquatique

CENTRE DE DOCUMENTATION CSL
105, MCGILL, 2ième étage
MONTREAL (Québec) H2Y 2E7
Tél.: (514) 283-2762
Fax: (514) 283-9451

11-09-95

Conservation de l'environnement
Environnement Canada
Région du Québec

Mai 1995

COMMENTAIRES DES LECTEURS

Veillez adresser vos commentaires sur le contenu du présent rapport au Centre Saint-Laurent, Direction de la conservation, Environnement Canada, région du Québec, 105, rue McGill, 4^e étage, Montréal (Québec) H2Y 2E7.

CENTRE DE DOCUMENTATION CSL
105, RUE MCGILL, 4^{ème} étage
MONTRÉAL (Québec) H2Y 2E7
TÉL. (514) 583-5765
FAX: (514) 583-8461

On devra citer la publication comme suit :

de Lafontaine, Y., L. Lapierre, M. Henry et Y. Grégoire. 1995. *Abondances des larves de Moule zébrée (Dreissena polymorpha) et de Quagga (Dreissena bugensis) aux abords des centrales hydroélectriques de Beauharnois, Les Cèdres et Rivière-des-Prairies.* Environnement Canada - région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport scientifique et technique ST-14, 52 pages.

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1995

N° de catalogue En 153-60/1995F

ISBN 0-662-80373-6

Perspective de gestion

La prolifération des Moules zébrées dans les lacs et cours d'eau d'Amérique du Nord est considérée comme une nuisance parce que ces organismes infiltrent et colmatent les prises d'eau et installations immergées et parce qu'ils affectent la structure et la dynamique biologique des écosystèmes aquatiques. Afin d'augmenter les connaissances sur le cycle de reproduction de cette espèce dans le Saint-Laurent, la présente étude documente la présence, l'abondance et la distribution saisonnière des larves de Moule zébrée et de Quagga à trois sites en 1994. Les résultats permettent de définir la période à risque élevé de colonisation et de fixation par les stades larvaires de la Moule zébrée et de mieux déterminer les périodes d'application de moyens de contrôle. De plus, l'étude permet de formuler certaines recommandations sur les suivis larvaires des Moules zébrées dans le Saint-Laurent.

Management Perspective

The proliferation of Zebra mussels in North American lakes and rivers is considered a nuisance because this species clogs water intakes and fouls underwater structures. Mussels can also affect the structure and biological dynamic of freshwater ecosystems. To further understanding of the reproductive cycle of Zebra mussels in the St. Lawrence River, this study reports on the presence, abundance and seasonal distribution of Quagga and Zebra mussel larvae at three sampling sites in 1994. Results indicate the high risk period for colonization and larval fixation, consequently helping to define the appropriate time period for use of control measures. This report also makes recommendations on future monitoring of Zebra mussel larvae in the St. Lawrence River.

Remerciements

Nous tenons à remercier le personnel d'Hydro-Québec et tout particulièrement M^{me} Nadia Serli et M. Dario Vigneault pour l'intérêt et le support qu'ils ont apportés à la réalisation du projet. Nous désirons souligner aussi l'excellent travail de Sylvie Legendre et Christiane Lamarche lors du tri et du dénombrement des stades larvaires. Nos remerciements à Christiane Hudon pour la révision scientifique, Caroline Laplante pour la transcription et la mise en pages et Michèle Létienne-Prévost pour la révision du français.

Résumé

Dans le but d'évaluer les risques de colonisation par les Moules zébrées aux centrales hydroélectriques de Beauharnois, Les Cèdres et Rivière-des-Prairies, un suivi de la présence et de l'abondance des stades larvaires a été réalisé en 1994. Des échantillons d'eau prélevés à tous les jours ouvrables entre le 1^{er} juin et le 31 octobre 1994 à partir d'échantillonneurs Bio-box installés à chaque centrale ont servi à l'identification et au dénombrement des larves. Aucune larve de Moule zébrée n'a été récoltée à la station Rivière-des-Prairies qui n'est donc pas menacée d'invasion. Les larves sont présentes aux centrales de Beauharnois et Les Cèdres dès le début de juin, atteignent un pic d'abondance à la première semaine de juillet (50 à 150 larves/L) et disparaissent à la fin août. Les abondances larvaires sont comparables à ces deux sites et les pics d'abondance sont synchrones (± 3 d). Ces résultats suggèrent l'existence d'une source commune de larves transportées par la même masse d'eau aux deux sites. La présence de larves plus âgées à la centrale Les Cèdres suggère un temps de rétention de l'eau plus long qu'à la centrale de Beauharnois. Des recommandations visant à améliorer les futurs suivis larvaires aux centrales sont suggérées.

Abstract

In order to assess the risk of colonization by Zebra mussels at the Beauharnois, Les Cèdres and Rivière-des-Prairies hydroelectric power stations, the presence and abundance of larval stages were monitored in 1994. Water samples were taken on every weekday between June 1 and October 31, 1994 from Bio-box sampling devices located at each station. These were then sorted to identify and count veliger larvae. No larvae were collected at the Rivière-des-Prairies station, which is not at risk of colonization. Larvae were observed at the Beauharnois and Les Cèdres sites in early June, peaking during the first week of July (50-150 larvae/L); and disappearing at the end of August. Larval abundance was similar at these two sites and peaked at the same time (± 3 days). These results suggest that the larvae have a common source and are transported towards the two sampling sites. The presence of older larvae at the Les Cèdres station may be explained by the longer residence time of water relative to Beauharnois. This report includes recommendations for improving future monitoring of larval stages at these sites.

Table des matières

PERSPECTIVE DE GESTION – MANAGEMENT PERSPECTIVE	iii
REMERCIEMENTS	iv
RÉSUMÉ	v
ABSTRACT	vi
LISTE DES FIGURES	viii
LISTE DES TABLEAUX	ix
1 INTRODUCTION	1
2 MATÉRIEL ET MÉTHODES	3
2.1 Échantillonnage	3
2.2 Analyses en laboratoire	4
2.3 Analyses statistiques	5
3 RÉSULTATS ET DISCUSSION	7
3.1 Variables physico-chimiques	7
3.2 Abondances des larves	13
3.2.1 Variation saisonnière	13
3.2.2 Variation spatiale	19
3.2.3 Taux de mortalité larvaire	21
4 CONCLUSION	24
4.1 Suivi larvaire	25
RÉFÉRENCES	28
ANNEXES	
1 Données physico-chimiques mesurées aux cinq stations d'échantillonnage en 1994	33
2 Abondance totale des quatre stades de larves de Moule zébrée et de Quagga (combinées) aux cinq stations d'échantillonnage en 1994	35

Liste des figures

1	Variations saisonnières de la température, de l'oxygène dissous et du taux de saturation en oxygène de l'eau aux centrales de Beauharnois, Les Cèdres et Rivière-des-Prairies	8
2	Variations saisonnières de la conductivité et du pH de l'eau aux centrales de Beauharnois, Les Cèdres et Rivière-des-Prairies	10
3	Relation empirique entre la concentration de calcium dissous et la conductivité de l'eau du Saint-Laurent	12
4	Moyenne et erreur type de l'abondance hebdomadaire des quatre stades de larves de Moule zébrée récoltés aux centrales de Beauharnois, Les Cèdres et Rivière-des-Prairies au cours de l'été et de l'automne 1994	15
5	Pourcentage cumulatif des abondances journalières des quatre stades de larves de Moule zébrée en fonction du temps aux centrales de Beauharnois et Les Cèdres	18
6	Abondance totale des quatre stades larvaires de Moule zébrée en fonction de la date médiane de présence aux centrales de Beauharnois et Les Cèdres	23
7	Variation quotidienne de l'abondance des quatre stades de larves de Moule zébrée à la centrale Les Cèdres en 1994	27

Liste des tableaux

1	Période d'échantillonnage, nombre d'échantillons d'eau prélevés pour le dénombrement des larves et nombre de mesures physico-chimiques prises à chaque station d'échantillonnage	3
2	Statistiques descriptives des variables physico-chimiques mesurées à chaque station d'échantillonnage	9
3	Abondance totale cumulée des larves de Moule zébrée et de Quagga à différentes stations d'échantillonnage au cours de 1994	14
4	Dates (jours juliens) de présence larvaire déterminées par quartile de distribution cumulée des quatre stades de développement à deux sites d'échantillonnage	19
5	Taux moyen instantané (Z) et taux relatif (M) de mortalité des larves de Moule zébrée à deux sites de récolte en 1994	22

1 Introduction

Suite à son introduction accidentelle dans le lac St. Clair en 1986, la Moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) s'est répandue aux autres plans d'eau du bassin versant Grands Lacs – Saint-Laurent et a atteint le bassin versant du Mississipi (Claudi et Mackie, 1994; O'Neill et Dextrase, 1994). En Amérique du Nord, son aire de distribution couvre présentement l'est des États-Unis et le sud-est du Canada. La fécondité élevée de la Moule zébrée, son court cycle de vie et son stade larvaire planctonique qui lui permet de dériver avec les masses d'eau ont favorisé sa colonisation rapide, sa propagation et sa distribution spatiale en Amérique du Nord.

La Moule zébrée a atteint le Saint-Laurent en 1989 dans les secteurs en amont de Beauharnois (lac Saint-François) et en 1990 dans les secteurs en aval de Beauharnois (Lapierre *et al.*, 1994). La Quagga (*Dreissena bugensis*), espèce phyllogénétiquement voisine de la Moule zébrée et dont le mode de vie et la reproduction sont similaires, a aussi été récemment observée dans les Grands Lacs et dans le Saint-Laurent (Rosenberg et Hudyanский, 1994; Spidle *et al.*, 1994). Les deux espèces colonisent principalement des substrats rigides le long du Saint-Laurent jusqu'en aval de Québec, où leur distribution est limitée par la présence des eaux salées de l'estuaire.

La taille microscopique (65 à 225 μm) des stades larvaires permet à la Moule zébrée de s'infiltrer dans les systèmes d'alimentation en eau des usines ou dans d'autres installations immergées. Par conséquent, il est généralement recommandé de procéder à une surveillance des larves de Moule zébrée dans les conduites d'eau afin d'évaluer le risque de colonisation par cet organisme et afin de mieux déterminer les périodes d'application de moyens de contrôle (Marsden, 1992). La reproduction et la production larvaire de la Moule zébrée sont étroitement liées à la température de l'eau, laquelle doit atteindre 12 °C pour assurer une libération des larves (Marsden, 1992; Claudie et Mackie, 1994). Dans les Grands Lacs, le pic de production larvaire se situe entre la fin juin et la fin août, lorsque la température de l'eau se situe entre 18 °C et 22 °C (Claudi et Mackie, 1994). Ceci donne lieu à un ou deux événements de fixation qui durent en moyenne de deux à trois semaines. Le cycle de reproduction et la durée de ponte de la Moule

zébrée dans les eaux du Saint-Laurent demeurent cependant mal documentés. De façon générale, la température des eaux du Saint-Laurent est supérieure à 12 °C entre la fin-mai et la mi-octobre. Cet intervalle permet la présence et la croissance des larves de Moule zébrée dans le fleuve. Une étude récente de l'abondance de larves entre le début juillet et la mi-novembre 1993 aux centrales hydroélectriques de Beauharnois et Les Cèdres (Hydro-Québec, 1993) montrait des pics d'abondance au début de juillet. L'absence d'échantillons avant juillet n'a cependant pas permis d'établir avec exactitude la durée du cycle de reproduction de la Moule zébrée dans les eaux du Saint-Laurent. En 1993, les densités larvaires moyennes atteignaient 185 larves/L à Beauharnois et 60 larves/L à la centrale Les Cèdres, ce qui est comparable aux densités préalablement observées dans les Grands Lacs (Leach, 1993; Claudi et Mackie, 1994).

Le but de la présente étude est de documenter la présence, l'abondance et la distribution saisonnière des stades larvaires de Moule zébrée et de Quagga dans le Saint-Laurent à l'entrée des centrales hydroélectriques de Beauharnois, Les Cèdres et Rivière-des-Prairies au cours de l'année 1994. Les objectifs spécifiques poursuivis sont :

- a) évaluer l'abondance des Moules zébrées aux trois sites;
- b) évaluer la proportion relative de Moules zébrées et de Quaggas à chacun des sites;
- c) évaluer le degré de synchronisme de la production de larves aux trois sites;
- d) évaluer l'abondance relative des différents stades de développement des Moules zébrées à chaque site afin de déterminer le risque de colonisation relatif à chacun des sites.

Cette étude permet en plus d'augmenter nos connaissances sur le cycle de reproduction des Moules zébrées et des Quaggas dans le Saint-Laurent et d'évaluer leur potentiel de reproduction et de colonisation du fleuve.

2 Matériel et méthodes

2.1 ÉCHANTILLONNAGE

L'abondance des larves de Moule zébrée a été établie à partir d'échantillons d'eau récoltés à chacune des centrales hydroélectriques de Beauharnois, Les Cèdres et Rivière-des-Prairies. Les échantillons d'eau ont été prélevés par le personnel d'Hydro-Québec avec des échantillonneurs Bio-box installés à chaque centrale (tableau 1). Alors que les sites de Rivière-des-Prairies et Les Cèdres étaient munis d'un seul échantillonneur, celui de Beauharnois était équipé de trois échantillonneurs installés sur les groupes électrogènes 10, 24 et 34. Les prélèvements ont été effectués à tous les jours ouvrables (du lundi au vendredi) entre le 1^{er} juin et le 31 octobre 1994 (tableau 1).

Tableau 1
Période d'échantillonnage, nombre d'échantillons prélevés pour le dénombrement des larves et nombre de mesures physico-chimiques prises à chaque station d'échantillonnage

Station d'échantillonnage	Période d'échantillonnage	Nombre d'échantillons	Nombre de mesures physico-chimiques
Beauharnois			
B-10 : Groupe électrogène 10	2 juin - 28 oct. 1994	85	11
B-24 : Groupe électrogène 24	2 juin - 28 oct. 1994	84	11
B-34 : Groupe électrogène 34	2 juin - 28 oct. 1994	80	11
Les Cèdres			
LCD : Sortie de la centrale	1 ^{er} juin - 31 oct. 1994	99	11
Rivière-des-Prairies			
RDP : Entrée de la centrale	15 juin - 27 sept. 1994	20*	10

* La fréquence d'échantillonnage était hebdomadaire à la station d'échantillonnage de Rivière-des-Prairies.

Dans la majorité des cas, les prélèvements étaient réalisés durant l'avant-midi. Le prélèvement d'échantillons a été fait selon la méthode d'échantillonnage recommandée par

Marsden (1992), qui consiste à filtrer un volume de 20 L ou de 100 L d'eau à partir du robinet de l'échantillonneur Bio-box à travers un tamis à mailles de 53 μm . Le contenu du filtre (échantillon) est ensuite transféré directement dans un pot Mason de 500 mL, en rinçant complètement le filtre avec de l'éthanol 80 % v/v à l'aide d'un flacon laveur. L'échantillon est fixé par un ajout d'éthanol 80 % v/v jusqu'à un volume d'environ 200 mL à 300 mL. À cause de la forte densité larvaire observée en cours d'échantillonnage aux sites de Beauharnois et Les Cèdres, le volume d'eau filtré pour la récolte d'échantillons a été abaissé à 20 L entre le 4 juillet et le 29 août 1994. Par contre, dans le cas du site de Rivière-des-Prairies où aucune larve n'a été observée en cours d'échantillonnage, la fréquence d'échantillonnage a été réduite à un prélèvement hebdomadaire.

À chaque deux semaines, des variables physico-chimiques de l'eau étaient mesurées aux différentes stations à l'aide de sondes immergées directement à l'intérieur de l'échantillonneur Bio-box. Trois mesures consécutives étaient prises à chaque fois, et la moyenne calculée était enregistrée sur des fiches de codification. La température de l'eau ($^{\circ}\text{C}$) et la concentration d'oxygène dissous (mg/L) étaient mesurées à l'aide d'un oxymètre YSI, modèle 33. La conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) était mesurée à l'aide d'un conductivimètre portatif Hanna. Le pH de l'eau était déterminé à l'aide d'un pH-mètre portatif Fisher Accumet. Le jour de l'échantillonnage, l'ensemble des appareils était vérifié et calibré. À chaque station d'échantillonnage et avant chaque mesure, le pH-mètre était calibré à l'aide de deux solutions tampons de pH 10 et 7.

2.2 ANALYSES EN LABORATOIRE

Aux fins du dénombrement des larves de Moule zébrée, les échantillons ont d'abord été concentrés sur un tamis à mailles de 53 μm pour les ramener à un volume total de 20 mL avec de l'éthanol dénaturé 99 % v/v. À l'aide d'une pipette graduée, un sous-échantillon de 1 mL a été prélevé et déposé dans une roulette à dénombrer le plancton (*plankton counting wheel*). L'identification et l'énumération des larves ont été faites sous loupe stéréoscopique à un grossissement de 40X à 50X. Lorsque le sous-échantillon contenait plus de 100 larves, un second sous-échantillon de 1 mL était examiné, et quand la différence entre les deux sous-échantillons excédait 10 %, un troisième sous-échantillon était analysé. La moyenne des sous-échantillons était

ensuite calculée. Lorsque le nombre de larves énumérées dans le premier sous-échantillon était inférieur à 100, des sous-échantillons additionnels étaient traités afin qu'un nombre total de 100 larves soit compté. Puis un échantillon répété (*replicate*), d'un volume total égal à la somme des sous-échantillons nécessaires pour dénombrer un minimum de 100 larves était examiné. La moyenne de l'échantillon et de l'échantillon répété était ensuite calculée. L'identification et la distinction des larves de Moule zébrée et de Quagga ont été établies à partir des critères définis par Nichols et Black (1994). Quatre différents stades de développement des larves de Moule zébrée peuvent être identifiés :

- a) le stade D qui correspond aux plus jeunes larves récemment libérées;
- b) le stade Umbonale qui correspond à la première métamorphose;
- c) le stade Pédivéligère où apparaît le pied à fonction natatoire;
- d) le stade Plantigrade correspondant au stade permettant la fixation.

Le nombre total de larves identifiées dans les échantillons répétés a ensuite été ramené au nombre total contenu dans l'échantillon entier, et la densité larvaire (nombre de larves par litre) a été calculée. Aucune larve n'a été triée, et le contenu de la roulette à plancton a été jeté après numération. La fraction non utilisée des échantillons concentrés a été conservée pour vérification future, si nécessaire.

2.3 ANALYSES STATISTIQUES

Tous les résultats obtenus ont été saisis sur fichier informatique à partir du logiciel Quattro Pro. Les données brutes validées pour les mesures physico-chimiques sont indiquées à l'annexe 1, alors que les résultats d'abondance larvaire sont présentés à l'annexe 2.

La comparaison des variables physico-chimiques entre les différents sites de récolte a été établie en utilisant les valeurs résiduelles calculées à partir de la valeur moyenne des trois sites pour chaque jour d'échantillonnage. Ceci est recommandé pour minimiser l'effet des variations saisonnières dans les mesures. Une transformation logarithmique [$\log(x + 1)$] a été appliquée aux abondances larvaires afin d'obtenir une distribution normale des résultats. Dans les cas où il y avait une homogénéité des variances (test du F-max; Sokal et Rohlf, 1981) et une distribution normale des observations, une analyse de variance a été effectuée, suivie d'un test *a posteriori* GT2 de comparaison des moyennes (Sokal et Rohlf, 1981). Dans le cas contraire,

le test non paramétrique de Kruskal-Wallis (Conover, 1980) a été utilisé. Tous les tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel SAS.

3 Résultats et discussion

3.1 VARIABLES PHYSICO-CHIMIQUES

La température de l'eau aux trois centrales a varié entre 10,5 °C et 25 °C au cours de la période d'échantillonnage (tableau 2). Les valeurs maximales ont été notées à la fin de juillet, alors que les valeurs minimales l'ont été à la fin d'octobre aux trois sites (figure 1). Au début de la période d'échantillonnage (10 juin), la température de l'eau atteignait 12 °C à la centrale de Beauharnois et 16 °C à la centrale Les Cèdres. Bien que les températures aient été légèrement supérieures à la centrale Rivière-des-Prairies (RDP) au cours de l'été, elles étaient à peu près les mêmes aux trois sites entre la fin d'août et la fin d'octobre. Globalement, aucune différence significative des températures de l'eau n'a pu être détectée entre les trois sites (tableau 2).

Les concentrations d'oxygène dissous ont varié entre 6,6 et 9,8 mg/L (tableau 2). Les valeurs étaient élevées au début et à la fin de la période d'échantillonnage. Les valeurs étaient minimales en juillet et août à Rivière-des-Prairies et en août aux centrales Les Cèdres et Beauharnois (figure 1). Les concentrations d'oxygène dissous à la centrale Les Cèdres étaient significativement supérieures ($p < 0,05$) à celles observées à Beauharnois, alors que les eaux de la centrale Rivière-des-Prairies montraient des teneurs en oxygène dissous significativement plus faibles qu'aux deux autres sites. Parallèlement, les taux de saturation en oxygène ont varié de 77 % à 106 %, avec des valeurs maximales à la mi-juillet aux stations Les Cèdres et Beauharnois (figure 1). Les valeurs étaient généralement plus faibles et plus variables au site de Rivière-des-Prairies (moyenne de 82,7 %). Aucune différence significative n'a été observée dans les concentrations d'oxygène dissous (et les taux de saturation en oxygène) entre les trois stations de la centrale de Beauharnois (tableau 2).

La conductivité de l'eau aux centrales Les Cèdres et Beauharnois a fluctué de façon saisonnière entre 223 et 296 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (tableau 2). Les valeurs maximales ont été observées au début de juillet et les minimums correspondaient à la période d'étiage à la fin d'août (figure 2).

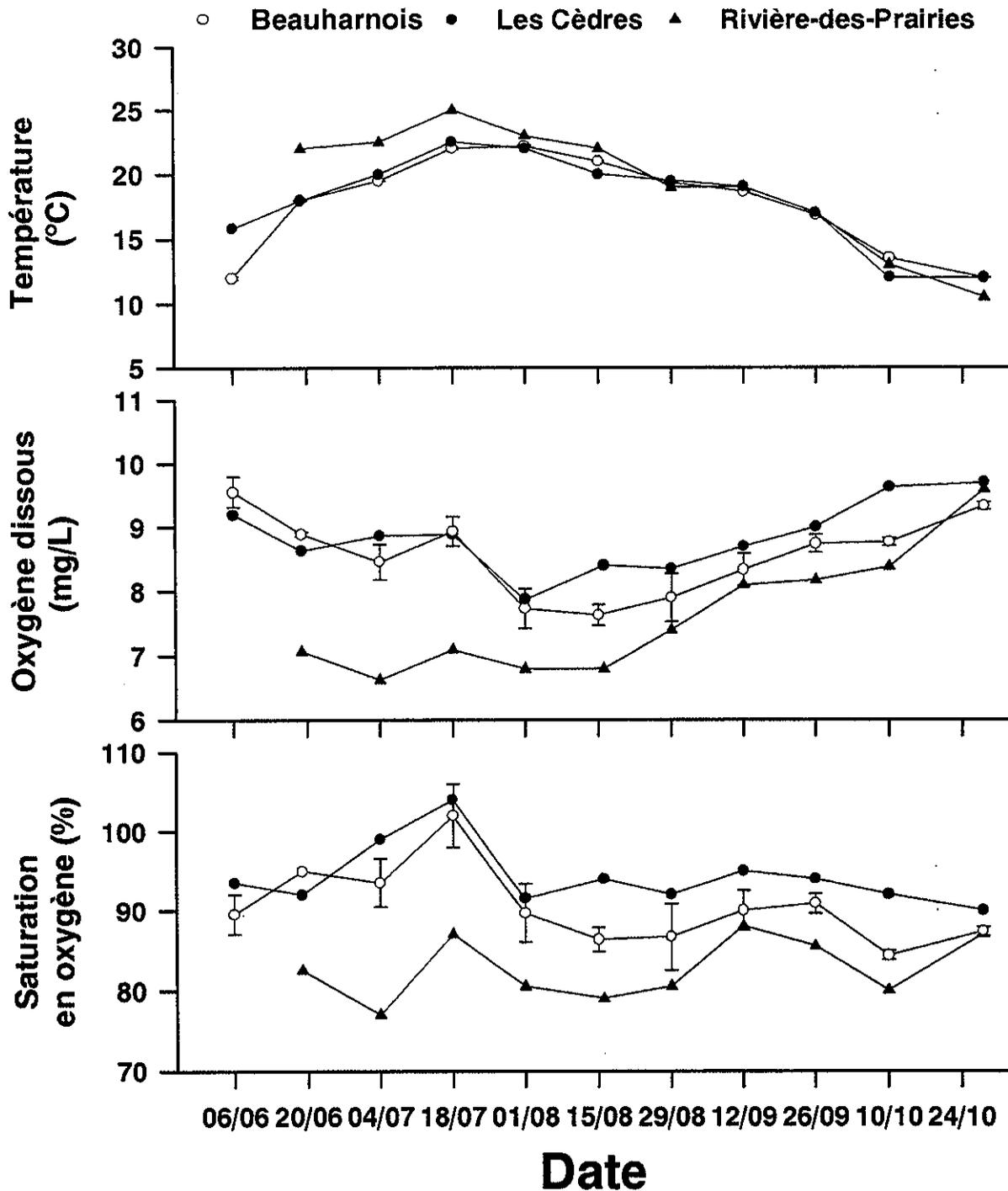


Figure 1 Variations saisonnières de la température, de l'oxygène dissous et du taux de saturation en oxygène de l'eau aux centrales de Beauharnois, Les Cèdres et Rivière-des-Prairies. La date indiquée correspond à la date du lundi de la semaine pendant laquelle les mesures ont été prises.

Tableau 2
Statistiques descriptives des variables physico-chimiques
mesurées à chaque station d'échantillonnage

Statistiques (moyenne, écart type et valeurs minimales et maximales)					
Station	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	pH	Oxygène dissous (mg/L)	Saturation en oxygène (%)
B-10	17,7 (3,73) 12 - 22	253,8 (14,47) 240 - 287	8,25 (0,09) 8,13 - 8,45	8,73 (0,59) 7,8 - 9,6	92,1 (5,8) 85 - 106
B-24	17,7 (3,70) 12 - 22	256,2 (14,75) 239 - 286	8,17 (0,10) 8,05 - 8,4	8,42 (0,70) 7,4 - 9,3	88,9 (5,7) 82 - 102
B-34	17,8 (3,79) 12 - 22,5	256,8 (14,95) 240 - 288	8,19 (0,11) 8,04 - 8,42	8,57 (0,64) 7,6 - 9,8	90,4 (3,9) 84 - 98
LCD	18,0 (3,54) 12 - 22,5	249,9 (18,4) 223 - 296	8,32 (0,11) 8,2 - 8,5	8,85 (0,53) 7,9 - 9,7	94,3 (4,0) 90 - 104
RDP	19,3 (4,64) 10,5 - 25	76,1 (11,84) 65 - 104	7,38 (0,15) 7,18 - 7,62	94,3 (4,0) 90 - 104	82,7 (3,9) 77 - 88
Test de Kruskal-Wallis					
α	5,75 ^a (3,17) ^b	27,81 (7,59)	32,27 (29,14)	28,34 (16,91)	
p	0,22 ^a (0,37) ^b	0,0001 (0,06)	0,0001 (0,0001)	0,0001 (0,0007)	

^a Résultats du test statistique pour l'ensemble des stations.

^b Résultats du test statistique en omettant la station RDP.

Les différences entre les deux sites ne sont cependant pas significatives ($p < 0,05$, tableau 2). La conductivité de l'eau à la centrale Rivière-des-Prairies a varié entre 65 et 104 µS/cm (moyenne de 76,1) et était significativement plus faible que celles observées aux centrales de Beauharnois et les Cèdres. Outre un maximum de conductivité au début de juillet, aucune tendance saisonnière importante n'a été notée à la station RDP.

Le pH de l'eau à chaque site suit sensiblement le même type de variation que la conductivité (figure 2). Alors que la variation saisonnière était généralement faible, celle entre les sites s'est avérée hautement significative (tableau 2). À la station Les Cèdres, les valeurs de pH ont varié entre 8,2 et 8,5 et étaient significativement supérieures à celles des stations de Beauharnois (valeurs entre 8,05 et 8,45). Les trois stations du site de Beauharnois ne différaient cependant pas entre elles ($p > 0,05$). Les eaux de la centrale Rivière-des-Prairies avaient un pH

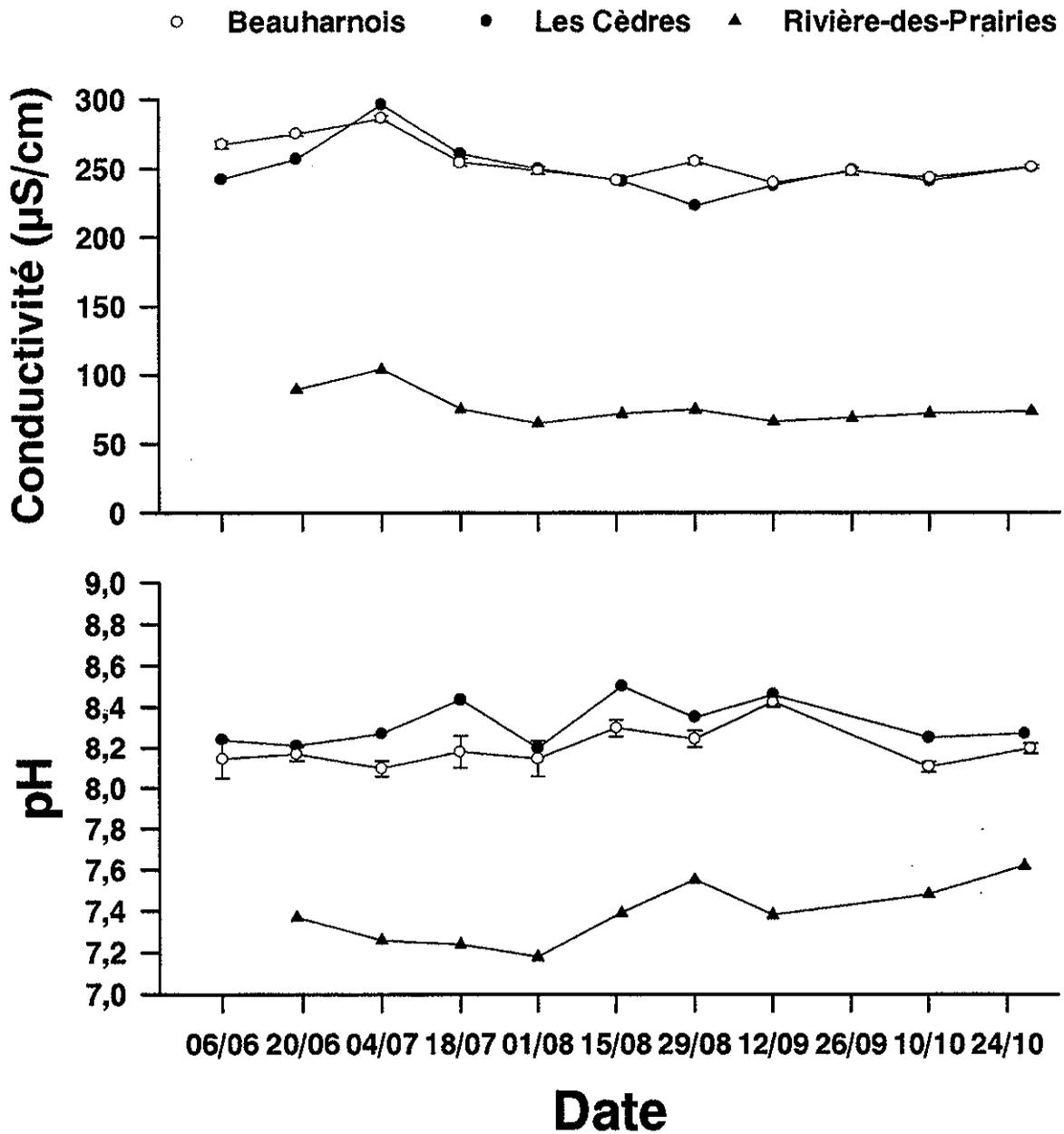


Figure 2 Variations saisonnières de la conductivité et du pH de l'eau aux centrales de Beauharnois, Les Cèdres et Rivière-des-Prairies

significativement plus faible (7,18 à 7,62) que celles des deux autres centrales, et les valeurs mesurées étaient généralement plus élevées à l'automne.

L'ensemble des mesures physico-chimiques ont permis de mettre clairement en évidence les différents types de masses d'eau qui alimentent les trois centrales. Les centrales de Beauharnois et Les Cèdres reçoivent les eaux en provenance des Grands Lacs qui possèdent une conductivité et un pH élevés et des teneurs en oxygène dissous légèrement supérieures à celles observées à la centrale Rivière-des-Prairies, baignée par les eaux très peu minéralisées et de faible pH en provenance de la rivière des Outaouais.

Le régime thermique aux trois sites pour l'ensemble de la période d'échantillonnage était favorable à la reproduction de la Moule zébrée puisque les températures ont dépassé 12 °C du début de juin jusqu'à la mi-octobre. Selon Claudi et Mackie (1994), une masse d'eau dont le pH est inférieur à 6,9 serait létale pour les larves de moules, alors que des valeurs inférieures à 7,4 inhiberaient la croissance et minimiseraient les chances de survie de l'espèce. La quantité de calcium dissous est reconnue comme un facteur limitatif pour la croissance et la survie de la Moule zébrée. Une teneur en calcium dissous de 11 mg/L correspond au seuil minimal de croissance de l'espèce, et des concentrations inférieures à 6 mg/L sont létales (Claudi et Mackie, 1994). Les concentrations de calcium dissous aux différents sites n'ont pas été mesurées dans le cadre de la présente étude, mais il est par contre possible d'estimer les concentrations de cet ion majeur en se servant de la relation empirique entre la concentration de calcium dissous et la conductivité de l'eau à partir d'échantillons d'eaux du Saint-Laurent (figure 3). Ainsi, selon nos estimations, les concentrations de calcium aux sites de Beauharnois et Les Cèdres pourraient se situer entre 27 mg/L et 36 mg/L, ce qui est considéré non limitatif et très favorable pour la croissance et la survie de la Moule zébrée, alors que celles à la station Rivière-des-Prairies seraient toujours inférieures à 10 mg/L de calcium et majoritairement comprises entre 6 mg/L et 8 mg/L. Ces dernières concentrations sont probablement insuffisantes pour assurer la survie d'une population de Moules zébrées dans ces eaux. Par conséquent, les plus faibles taux de saturation en oxygène et les faibles valeurs de pH et de conductivité notés à la centrale Rivière-des-Prairies peuvent être jugés critiques pour la survie de la Moule zébrée dans ces eaux.

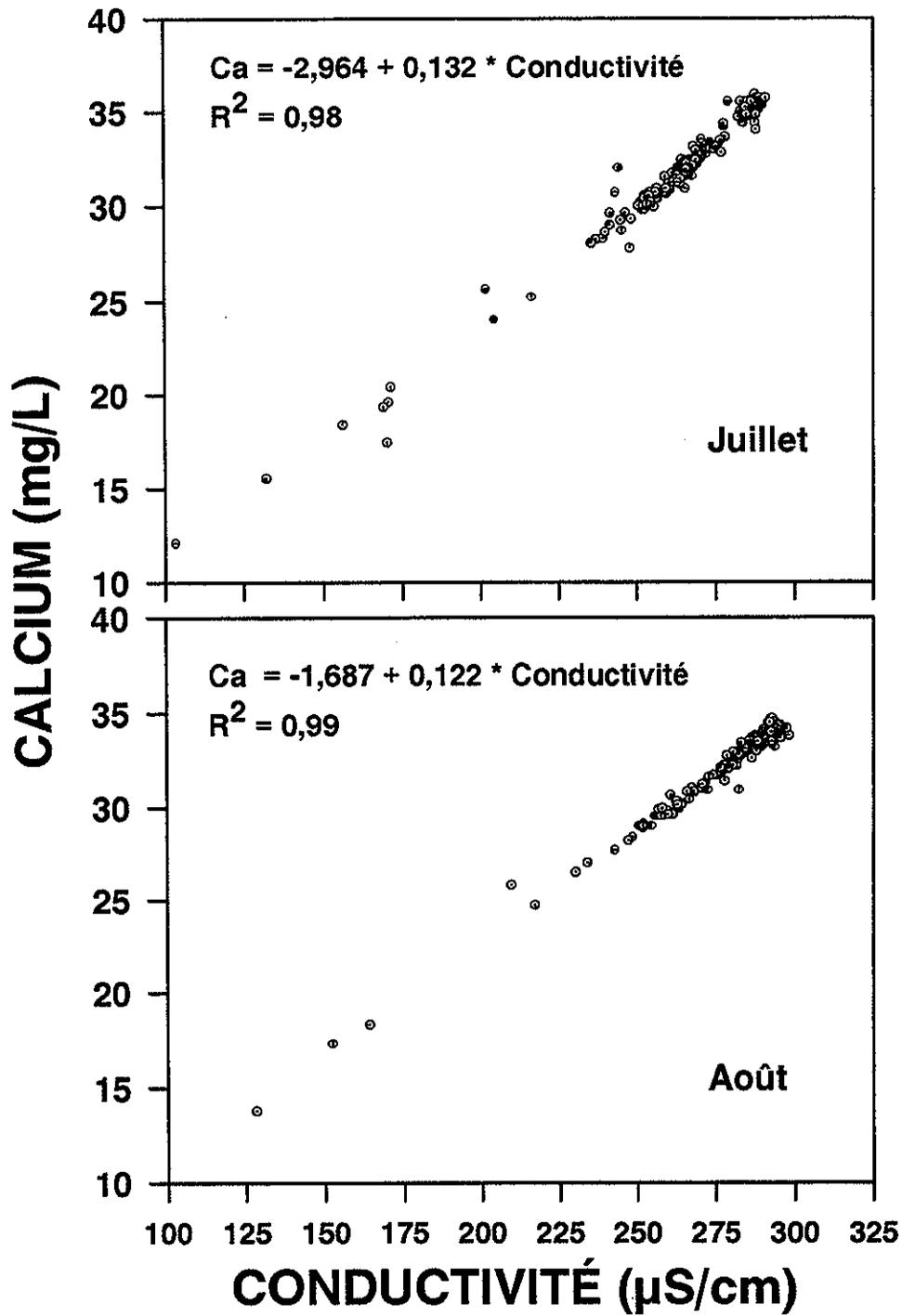


Figure 3 Relation empirique entre la concentration de calcium dissous et la conductivité de l'eau du Saint-Laurent

3.2 ABONDANCES DES LARVES

Aucune larve de Moule zébrée ou de Quagga n'a été observée à la station Rivière-des-Prairies (RDP) (tableau 3). Cette absence de larves révèle qu'il n'y a vraisemblablement aucune production larvaire de moules dans les eaux de la centrale Rivière-des-Prairies qui proviennent directement de la rivière des Outaouais, lesquelles ne sont probablement pas encore colonisées par la Moule zébrée ou la Quagga. Cette situation serait attribuable aux conditions physico-chimiques de ces eaux (section 3.1) jugées défavorables aux moules. Le site de Rivière-des-Prairies ne représente donc pas un secteur à haut risque de colonisation et d'invasion par la Moule zébrée. Il serait tout de même prudent pour l'avenir de maintenir un suivi afin de vérifier de façon sporadique (au plus cinq échantillons en juillet et août) la présence de larves de Moules zébrées à cette station.

La présence des deux espèces de moules, soit la Moule zébrée et la Quagga, a été rapportée aux sites de Beauharnois et Les Cèdres (tableau 3). La Moule zébrée dominait largement, et la proportion relative des larves de Quagga variait entre 0,05 % et 0,39 %. La majorité des larves récoltées appartenaient au stade D (94,4 %), correspondant à de jeunes larves récemment libérées dans le milieu. La proportion relative des trois autres stades était de 4,52 % pour les umbonales, 0,93 % pour les pédivélégères, 0,146 % pour les plantigrades. Étant donné les très faibles effectifs de Quagga dans les échantillons, il est apparu superflu de traiter les deux espèces de façon séparée, et il a donc été décidé de procéder à l'analyse statistique en cumulant les abondances des deux espèces pour chaque stade à chaque station d'échantillonnage.

3.2.1 Variation saisonnière

Afin de comparer les densités larvaires entre les sites de Beauharnois et Les Cèdres, l'abondance hebdomadaire moyenne de chaque stade a été calculée. Cette estimation hebdomadaire permet de déceler l'importante variation journalière typiquement rencontrée dans les études de plancton en milieu naturel. L'évolution temporelle des densités des différents stades de larves est très similaire pour les sites de Beauharnois et Les Cèdres (figure 4). Bien que des larves aient été présentes dès le début des récoltes en 1994 (la première semaine de juin), les densités de larves au stade D excédaient 1 larve/L à compter du 15 juin 1994 (annexe 2). Les

Tableau 3
Abondance totale (nbre/L) cumulée des larves de Moule zébrée et de Quagga
à différentes stations d'échantillonnage en 1994

	Beauharnois			LCD	RDP
	B-10	B-24	B-34		
Nombre d'observations	85	88	80	99	40
Abondance totale	865,74	891,44	780,86	971,01	0,0
Moyenne	10,18	10,61	9,76	9,81	0,0
Écart type	2,65	3,33	2,15	1,59	-
Moule zébrée					
Stade D	839,38	867,84	750,65	849,81	0,0
Umbonale	22,36	21,04	27,10	87,10	0,0
Pédivéligère	2,80	1,92	2,70	25,22	0,0
Plantigrade	0,0	0,0	0,0	5,10	0,0
Total	864,54	890,80	780,45	966,23	0,0
Pourcentage relatif ^a	99,86	99,93	99,95	99,51	0,0
Moule Quagga					
Stade D	1,19	0,63	0,39	2,65	0,0
Umbonale	0,01	0,01	0,02	1,12	0,0
Pédivéligère	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
Plantigrade	0,00	0,00	0,00	0,01	0,0
Total	1,20	0,64	0,41	3,78	0,0
Pourcentage relatif ^a	0,14	0,07	0,05	0,39	

^a Le pourcentage relatif est calculé à partir de l'abondance de chaque espèce par rapport à l'abondance totale.

densités larvaires ont augmenté rapidement pour atteindre un maximum au cours de la première semaine de juillet (semaine du 4 juillet 1994) pendant laquelle les abondances moyennes dépassaient 40 larves/L aux deux sites (figure 4). Par la suite les abondances ont diminué graduellement pour devenir pratiquement nulles vers la mi-septembre. La plus forte densité journalière de larves enregistrée a été de 218,1 larves/L à la station B-24 le 4 juillet 1994 (annexe 2). Les maximums atteints aux deux autres stations du site de Beauharnois ont été respectivement de 140,0 larves/L (station B10) et 100,0 larves/L (station B34) observés simultanément le 11

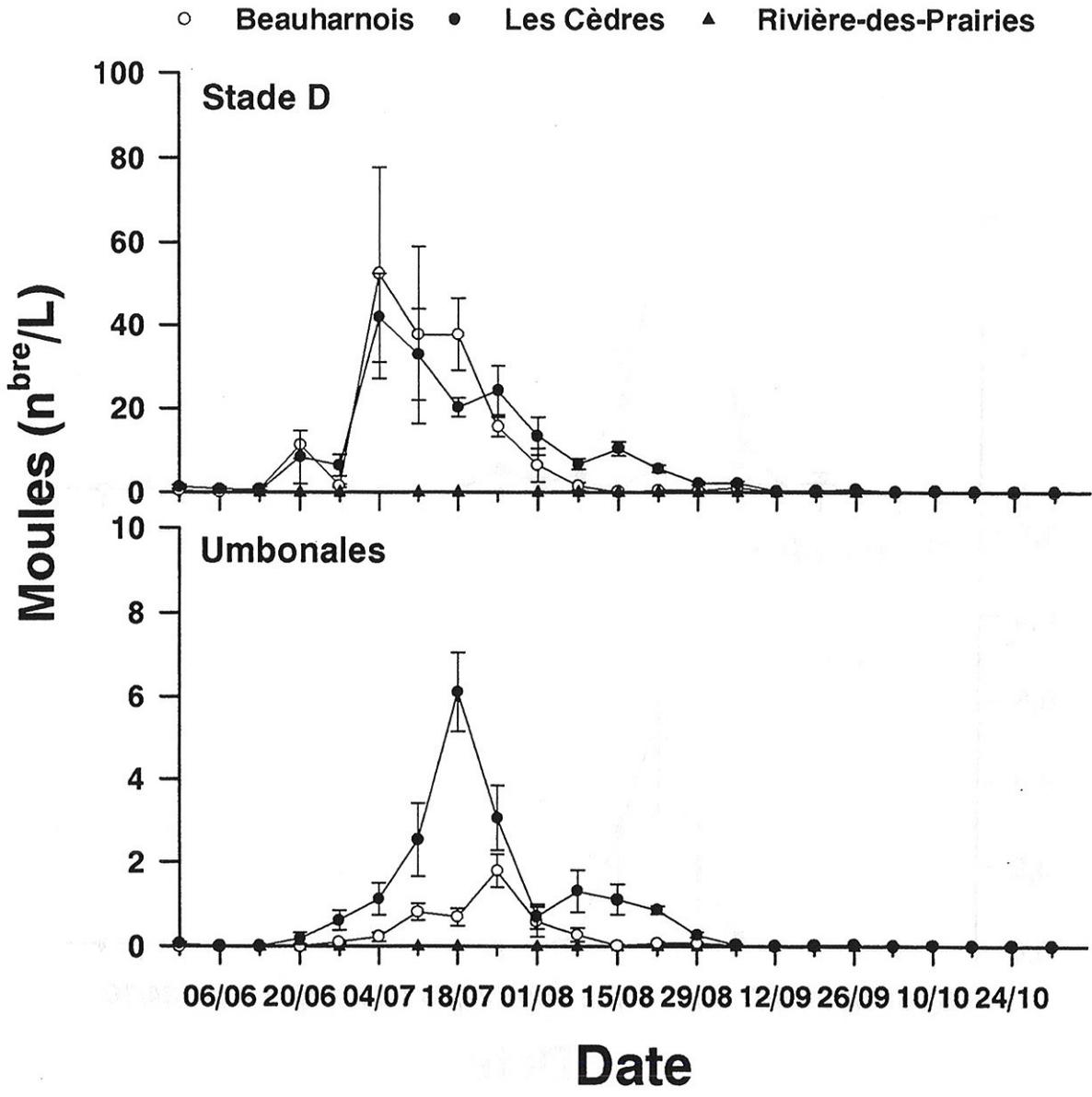


Figure 4 Moyenne et erreur type de l'abondance hebdomadaire des quatre stades de larves de Moule zébrée récoltés aux centrales de Beauharnois, Les Cèdres et Rivière-des-Prairies au cours de l'été et de l'automne 1994

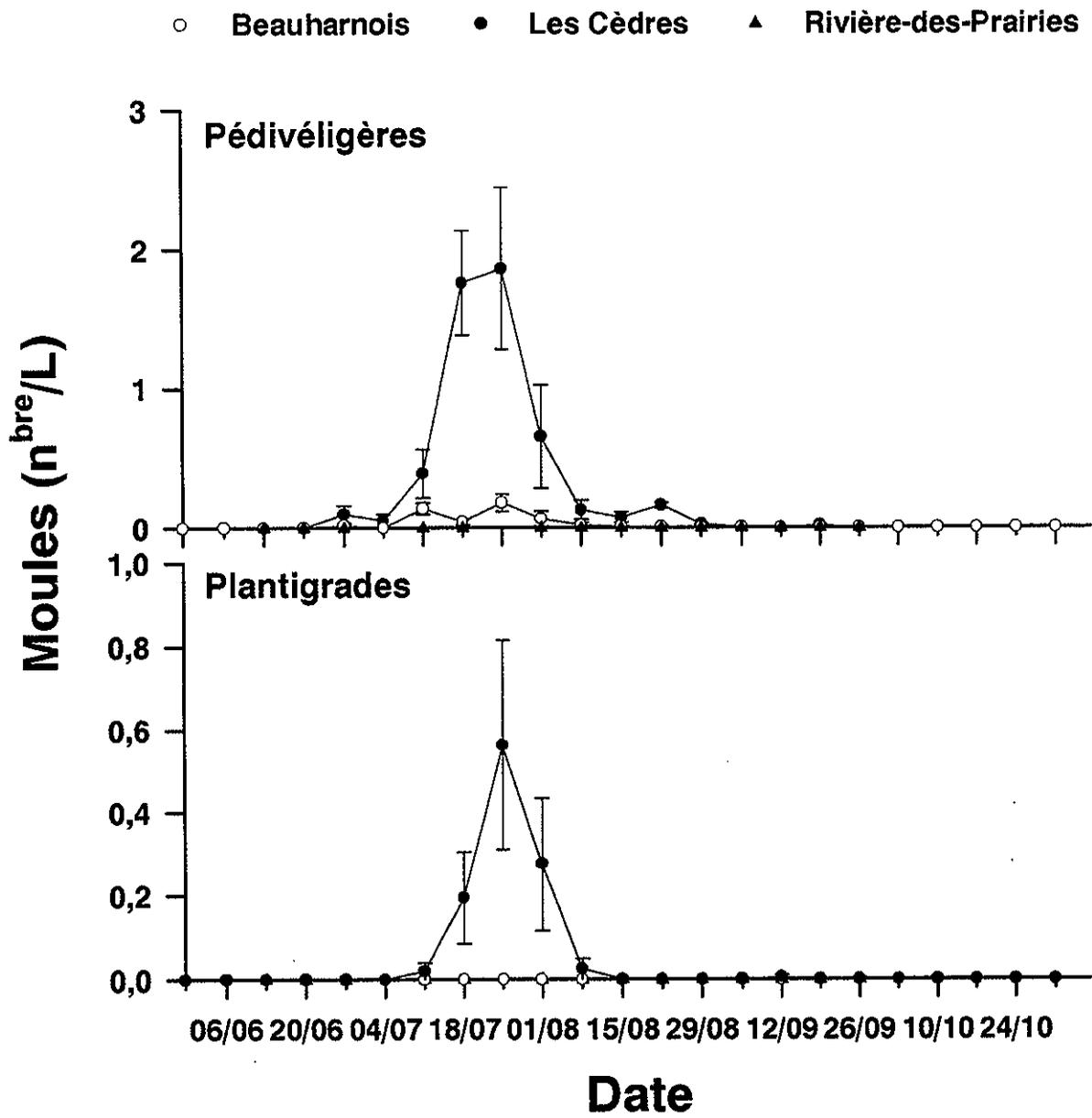


Figure 4 (suite)

juillet 1994. La densité journalière maximale à la station Les Cèdres (71,2 larves/L) a été mesurée le 5 juillet 1994.

À partir du pourcentage cumulatif des abondances journalières des différents stades larvaires en fonction du temps (figure 5), il est possible d'évaluer la durée de présence de chaque stade à chaque site (tableau 4). Dans le cas des larves du stade D, l'apparition et le pic d'abondance (valeur médiane de 50 %) des larves sont survenus à peine trois jours plus tôt à Beauharnois qu'à la station Les Cèdres. Par contre, les larves au stade D sont demeurées plus longtemps au site Les Cèdres, où 95 % de toutes les larves récoltées ont été enregistrées le 24 août (jour julien 236) comparativement au 2 août (jour julien 214) à Beauharnois (tableau 4). La distribution temporelle très similaire et l'apparition simultanée (± 3 jours) des larves aux deux sites situés dans la même masse d'eau qui provient des Grands Lacs suggèrent un très fort synchronisme de la reproduction et de la production larvaire chez la Moule zébrée dans les eaux du Saint-Laurent. Le pic d'abondance larvaire dans le fleuve a coïncidé avec la période où la température de l'eau était supérieure à 18 °C, comme c'était le cas pour la région des Grands Lacs (Claudi et Mackie, 1994).

Le maximum d'abondance pour le stade umbonale a été observé au cours de la troisième semaine de juillet (semaine du 18 juillet 1994), excédant 6 larves/L à la station Les Cèdres (figure 4). Un second pic d'abondance de moindre importance a été noté au cours de la deuxième semaine du mois d'août (semaine du 8 août 1994) durant laquelle l'abondance des larves était légèrement supérieure à 1 larve/L. Aux stations de Beauharnois, le pic d'abondance des umbonales a été observé au cours de la dernière semaine de juillet (semaine du 25 juillet 1994), mais les densités hebdomadaires moyennes n'atteignaient pas 2 larves/L. Les larves au stade pédivéligère ont atteint un maximum d'abondance à la station Les Cèdres au cours des deux dernières semaines de juillet, mais leur densité hebdomadaire moyenne demeurait inférieure à 2 larves/L. Les densités de larves plantigrades ont été maximales au cours de la dernière semaine de juillet (semaine du 25 juillet 1994) atteignant approximativement 0,6 larve/L à la station Les Cèdres. Aucune larve plantigrade n'a été recensée au site de Beauharnois. Comme on a pu l'observer dans le cas des larves au stade D, la valeur médiane de la distribution temporelle des stades umbonales et pédivéligères était à toute fin pratique similaire (jour julien 202 et 206, tableau 4) aux deux sites d'étude. La date médiane d'abondance des umbonales est survenue

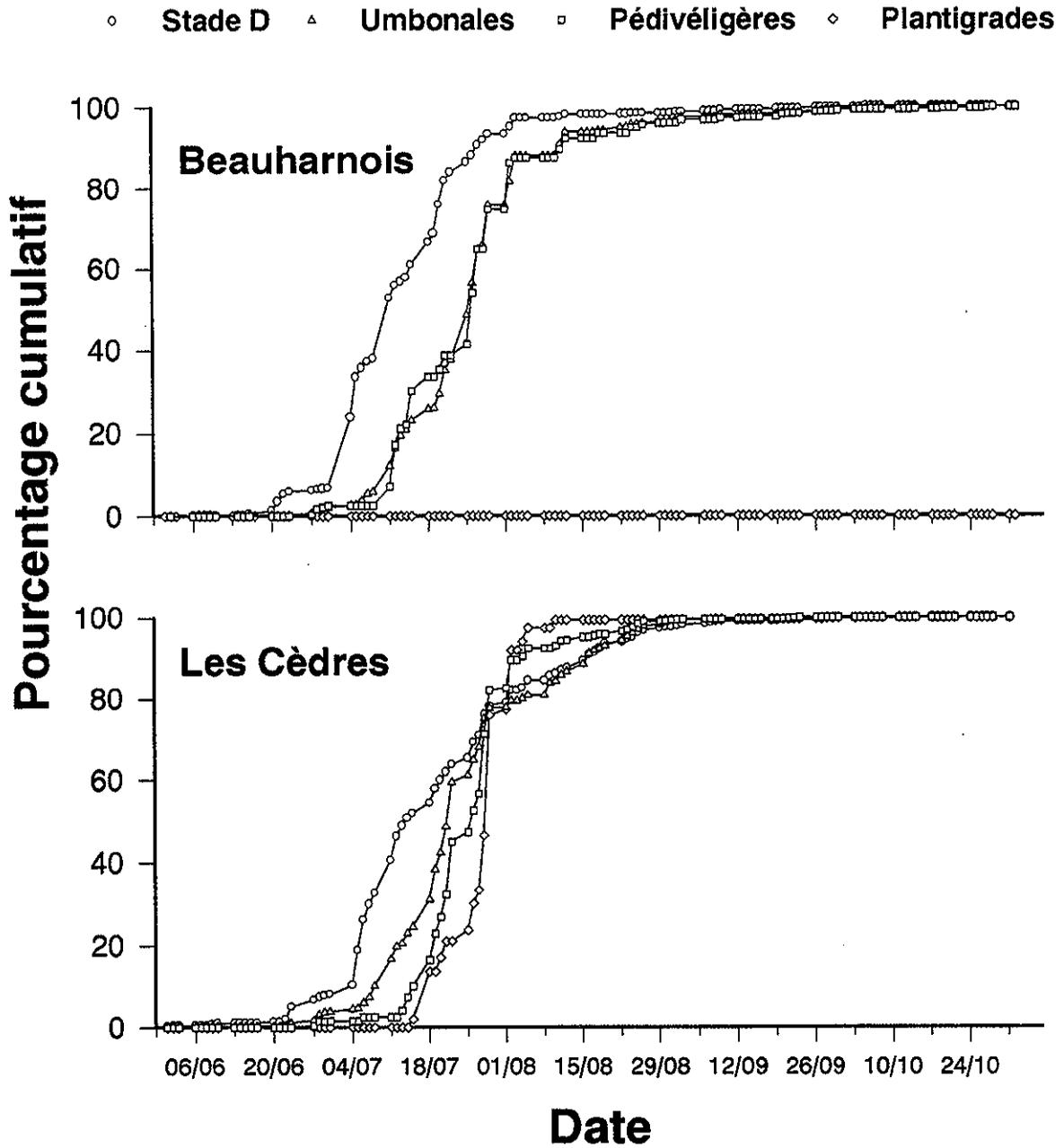


Figure 5 Pourcentage cumulatif des abondances journalières des quatre stades de larves de Moule zébrée en fonction du temps aux centrales de Beauharnois et Les Cèdres

Tableau 4
Dates (jours juliens) de présence des quatre stades de développement à deux sites
d'échantillonnage, déterminées par quartile de distribution cumulée

Site	Stade	Quartiles						
		5	10	25	50	75	90	95
Beauharnois	Stade D	173	182	185	192	201	208	214
	Umbonale	188	191	199	206,5	210	223	234
	Pédivéligère	191	192,5	195,5	206,5	213	223	236
	Plantigrade	-	-	-	-	-	-	-
Les Cèdres	Stade D	174	185	187	195	209	227,5	236
	Umbonale	186	189	196	202,5	209	228	235
	Pédivéligère	194,5	196	201	206,5	209,5	216	227
	Plantigrade	197	198	206,5	209	210	214	216,5

quatre jours plus tôt à la station Les Cèdres qu'à Beauharnois, alors que celle des pédivéligères est survenue le même jour aux deux sites. Ces résultats indiquent une fois de plus que l'apparition des différents stades de développement larvaire des Moules zébrées se fait de façon synchrone aux différents sites de la centrale Beauharnois et de la centrale Les Cèdres soumis aux apports d'eau en provenance du lac Saint-François.

3.2.2 Variation spatiale

De façon générale, les larves de Moule zébrée étaient légèrement plus abondantes au site Les Cèdres (LCD) qu'à celui de Beauharnois (tableau 3). Ceci est principalement attribuable à la plus forte abondance des stades de développement plus avancé (umbonales, pédivéligères et plantigrades) (figure 4). Afin de vérifier la signification de cette variation spatiale, nous avons procédé à une analyse de variance à partir des résultats d'abondance hebdomadaire transformés en logarithmes afin de respecter les critères requis de distribution normale et d'homogénéité des variances pour ce test. Étant donné le grand nombre de valeurs égales à zéro résultant de la variation saisonnière des abondances larvaires, seules les données d'abondance comprises entre le 20 juin et le 31 août 1994 ont été retenues pour l'analyse statistique. Cet intervalle de temps

correspond à la période où 95 % de toutes les larves de Moule zébrée ont été recensées (figure 5). Ceci permet d'éliminer l'effet des valeurs nulles (0) qui, dans ce cas-ci, biaisent et réduisent la portée des tests statistiques.

La comparaison des densités larvaires aux trois stations du site de Beauharnois a d'abord été effectuée, et aucune différence significative (Anova, $p > 0,05$) n'a pu être mise en évidence pour l'un ou l'autre des stades larvaires. Les trois stations du site de Beauharnois peuvent donc être considérées comme des sous-échantillons d'une même population larvaire.

Aucune différence significative n'a pu être mise en évidence entre les abondances de larves au stade D aux sites de Beauharnois et Les Cèdres (tableau 3). Les densités larvaires des stades umbonales, pédivéligères et plantigrades étaient par contre significativement supérieures à celles du site Les Cèdres.

Étant donné la similitude des caractéristiques physico-chimiques des masses d'eau atteignant les deux centrales (section 3.1), l'absence de différence dans les densités larvaires de stade D à chacun des deux sites nous amène donc à suggérer l'existence d'une source commune de larves de Moule zébrée et de Quagga à ces deux sites. Cette source commune est probablement constituée des secteurs en amont des sites d'échantillonnage, soit le lac Saint-François, le corridor fluvial international en amont de Cornwall et possiblement le secteur du lac Ontario et des Grands Lacs. Les larves véligères de Moule zébrée demeurent à l'état planctonique pendant une période de 8 à 15 jours, selon la température du milieu. En supposant des vitesses moyennes de courant variant entre 0,4 et 0,8 m/s (typiques du corridor fluvial et du lac Saint-François), des larves âgées de sept jours pourraient provenir de sources situées entre 250 et 500 km en amont. Cette conclusion n'exclut cependant pas la possibilité de production locale de larves de Moule zébrée à proximité même des sites des centrales comme, par exemple, le canal de Beauharnois et les secteurs sud du lac Saint-François ou encore les bassins immédiatement en amont de la centrale Les Cèdres.

3.2.3 Taux de mortalité larvaire

En utilisant les abondances totales cumulées pour chacun des différents stades larvaires (tableau 3) et les dates médianes (quartile de 50 %, tableau 4) de la distribution de présence de

ces mêmes stades de développement, il est possible de calculer le taux moyen instantané de mortalité journalière (Z) des larves à chaque site selon l'équation suivante :

$$Z = \frac{\ln(X_{i+1}) - \ln(X_i)}{t_{i+1} - t_i}$$

où X_i est l'abondance de larves au stade i , et t_i représente la date (en jour julien) de la valeur médiane de la distribution cumulée de présence des larves à un site. Il faut souligner ici que le calcul de Z représente une baisse des abondances larvaires attribuable à un ensemble de facteurs incluant la mortalité naturelle et les pertes (ou gains) par transport advectif. Par conséquent, les différences spatiales de Z peuvent être dues à des différences dans les facteurs de mortalité et/ou dans des facteurs qui influencent la dynamique de transport et de rétention larvaire aux sites de récolte. À partir du taux instantané Z , le pourcentage relatif de mortalité M est calculé comme suit :

$$M(\%) = 100 * (1 - e^Z)$$

Le taux de mortalité journalière au cours du développement planctonique des larves (entre le stade D et le stade pédivéligère) de Moule zébrée à la station Les Cèdres ($Z = -0,306$ et $M = 26,4$ % par jour) est inférieur à celui calculé pour Beauharnois ($Z = -0,400$ et $M = 33,0$ % par jour) (figure 6, tableau 5). Malgré le fait que le taux de mortalité entre le stade D et le stade umbonale soit plus faible à Beauharnois, la similitude de la date médiane de présence des stades umbonales et pédivéligères et l'absence de larves plantigrades ne permettent pas une estimation précise du Z pour les stades larvaires avancés à ce site (figure 6). À la station Les Cèdres, le taux de mortalité augmente fortement entre le stade pédivéligère et le stade plantigrade ($Z = -0,64$, tableau 5). Ceci est probablement attribuable au changement ontogénique où les larves plantigrades de Moule zébrée quittent leur mode de vie planctonique pour rechercher un substrat propice à la fixation et à leur développement subséquent plutôt qu'à une augmentation réelle de la mortalité.

Tableau 5
Taux moyen instantané Z et taux relatif M de mortalité des larves de Moule zébrée
à deux sites de récolte en 1994

Stades	Beauharnois		Les Cèdres	
	Z(d ⁻¹)	M (%/d)	Z(d ⁻¹)	M (%/d)
Stade D - Umbonale	-0,245	21,7	-0,302	26,1
Umbonale - Pédivéligère	n.d.	n.d.	-0,313	26,9
Pédivéligère - Plantigrade	n.d.	n.d.	-0,639	47,2
Stade D - Pédivéligère	-0,400	33,0	-0,306	26,4
Stade D - Plantigrade	n.d.	n.d.	-0,365	30,6

d : jour (*dies*).

n.d. : non déterminé.

Jusqu'à maintenant, le taux de mortalité des larves de Moule zébrée n'avait pas été mesuré pour les plans d'eau d'Amérique. Sprung (1993) rapporte que les estimations obtenues dans certains lacs en Europe montrent que la mortalité dépasse rarement 20 % au cours de l'ensemble de la phase planctonique. Les taux de mortalité calculés aux deux sites fluviaux de Beauharnois et Les Cèdres ont été établis à plus de 20 % par jour et sont donc largement supérieurs à ceux précédemment mesurés chez des populations lacustres d'Europe. Rappelons ici que nos estimations incluent probablement les pertes dues au passage et à la dérive de larves associés au transport advectif des masses d'eau aux sites d'échantillonnage. Étant donné que le temps de résidence des masses d'eau est inversement proportionnel à la vitesse du courant et que la vitesse du courant au point d'échantillonnage de Beauharnois est supérieure à celui de la centrale Les Cèdres (Hydro-Québec, 1993), on peut donc présumer que le plus faible taux de mortalité larvaire mesuré à la station Les Cèdres est probablement associé à une dérive moins rapide et par conséquent à un temps de rétention supérieur des cohortes larvaires dans ce secteur. Ceci expliquerait en partie la présence de larves au stade plantigrade au site Les Cèdres. Les différences entre les sites sont par contre très faibles et probablement peu significatives étant donné les prémisses du calcul et les erreurs associées aux estimations d'abondance.

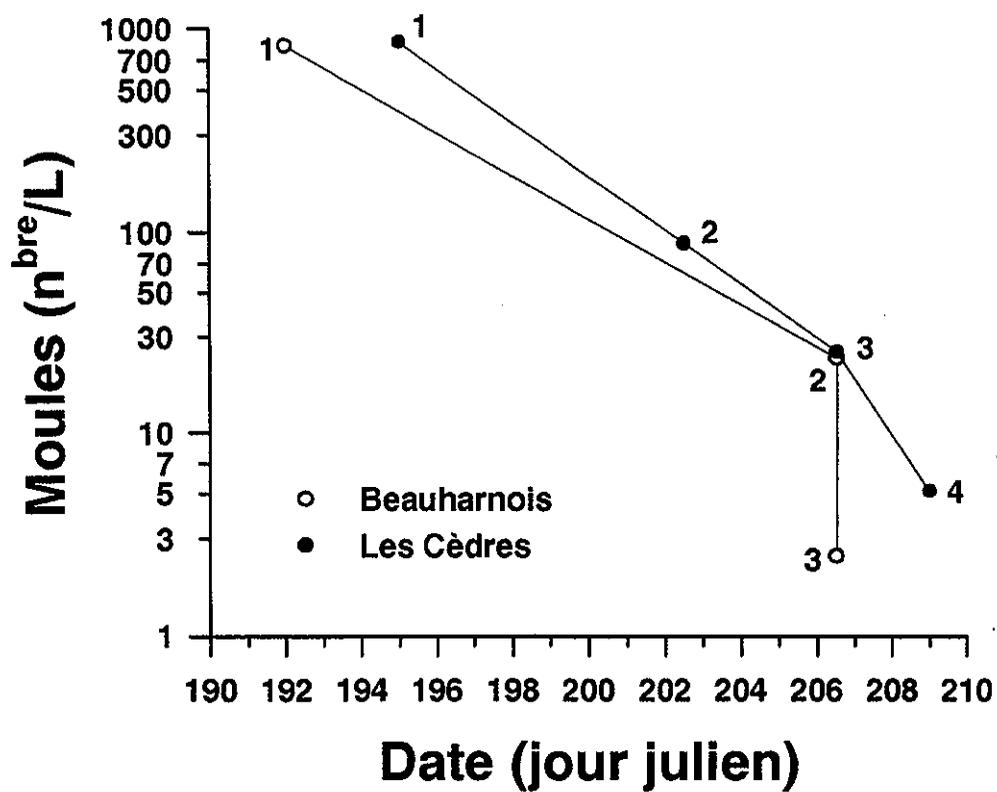


Figure 6 Abondance totale des quatre stades larvaires de Moule zébrée en fonction de la date médiane de présence aux centrales de Beauharnois et Les Cèdres

4 Conclusion

La présence de larves véligères de Moule zébrée et de Quagga aux abords des centrales hydroélectriques de Beauharnois et Les Cèdres au cours de l'été 1994 confirme le risque de fixation et de colonisation par les Moules zébrées à ces deux sites. Les installations de la centrale Rivière-des-Prairies apparaissent par contre peu propices à l'invasion par les Moules zébrées puisqu'aucune larve n'y a été récoltée. Cette variation géographique dans la distribution et la production de larves de Moules zébrées est principalement liée à l'origine des masses d'eau qui alimentent les différentes centrales. Présentement, seules les stations du fleuve Saint-Laurent localisées le long du parcours des eaux en provenance des Grands Lacs sont susceptibles d'être colonisées par les Moules zébrées, alors que les eaux provenant de la rivière des Outaouais sont encore exemptes de Moules zébrées. Ces conclusions rejoignent celles d'études réalisées en 1992 et 1993 où aucune Moule zébrée fixée n'avait été recensée sur des substrats installés aux centrales de Carillon et Rivière-des-Prairies (Hydro-Québec, 1993).

Les densités moyennes hebdomadaires de larves de Moules zébrées à la station Les Cèdres en 1994 sont assez similaires à celles rapportées en 1993 (Hydro-Québec, 1993). Le pic d'abondance hebdomadaire de 40 larves/L observé au début de juillet 1994 (figure 4) est quelque peu inférieur à celui de 60 larves/L noté en 1993. Cependant en 1994, les densités moyennes ont excédé 10 larves/L jusqu'à la mi-août, alors qu'elles avaient chuté sous cette valeur dès la troisième semaine de juillet en 1993 (Hydro-Québec, 1993).

Par contre, à la station de Beauharnois, la densité hebdomadaire a dépassé 50 larves/L à une seule occasion lors du pic d'abondance durant la première semaine de juillet en 1994 (figure 4). En 1993, les densités hebdomadaires étaient supérieures à 50 larves/L du début de juillet à la mi-août et avaient même atteint 185 larves/L (Hydro-Québec, 1993). De façon générale, nous concluons donc que la production larvaire en 1994 a été inférieure à celle de 1993.

Les deux espèces de moules étaient présentes sous forme larvaire aux deux sites d'étude en 1994. Tel qu'on l'avait observé en 1993 (Hydro-Québec, 1993), la Moule zébrée domine largement la production larvaire, et la Quagga demeure encore faiblement représentée (entre 0,1 % et 0,4 % selon les sites) dans les eaux du Saint-Laurent.

La production larvaire de la Moule zébrée est caractérisée par un fort degré de synchronisme probablement associé à un développement isochronal de la maturation et de la ponte au sein de la population génitrice (Garton et Haag, 1993). Cette caractéristique peut entraîner une très grande similitude dans le type de distribution temporelle et de succession des différents stades larvaires comme ce fut le cas aux deux centrales situées sur le fleuve en 1994. La période de forte abondance de larves de Moule zébrée dans le Saint-Laurent s'étend du début de juillet jusqu'à la fin d'août dans les secteurs de Beauharnois et Les Cèdres. La période de fort risque de colonisation associée à la présence des stades plantigrades est restreinte à l'intervalle de temps entre la mi-juillet et la mi-août. Le cycle de reproduction des Moules zébrées dans le Saint-Laurent est caractérisé par un type unimodal de ponte, de production de larves et de fixation (recrutement).

4.1 SUIVI LARVAIRE

Les résultats de la présente étude permettent de faire certaines recommandations au sujet d'un programme de suivi larvaire des Moules zébrées dans les eaux du Saint-Laurent.

Premièrement, l'absence de différences significatives tant au niveau des variables physico-chimiques qu'au niveau des abondances larvaires entre les trois stations du site de Beauharnois permet de suggérer une diminution de l'effort d'échantillonnage à cette centrale sans entraîner une perte majeure d'information. Une seule station d'échantillonnage peut fournir toute l'information requise aux fins du suivi larvaire à Beauharnois. Il serait par ailleurs plus judicieux, du point de vue statistique, de procéder périodiquement à des prélèvements simultanés à la même station afin de vérifier le degré de précision et la validité de la technique d'échantillonnage et d'estimation d'abondance. Cette dernière recommandation est aussi valable pour toute autre station d'échantillonnage.

Deuxièmement, si l'objectif du programme de suivi larvaire ne vise qu'à déterminer la présence (ou l'absence) de larves de Moules zébrées, il est recommandé d'assurer le suivi à au moins une station par type de masse d'eau. Étant donné le synchronisme et la similitude dans l'abondance et le modèle saisonnier de distribution des larves aux deux sites de Beauharnois et Les Cèdres, l'échantillonnage des larves à l'une ou l'autre de ces centrales serait suffisant. Si une telle rationalisation devait être considérée, la station Les Cèdres devrait être choisie de préférence

comme site de suivi à cause de la présence prolongée de tous les stades de développement larvaire à ce site. Il est de plus recommandé de conserver un suivi à la centrale de Rivière-des-Prairies afin de diagnostiquer une éventuelle présence de Moules zébrées dans le corridor de la rivière des Outaouais et dans la rivière des Prairies.

Finalement, si le programme de suivi larvaire vise des objectifs de comparaison spatiale ou de variation inter-annuelle de la production et du recrutement larvaires des Moules zébrées, il est fortement recommandé de continuer à effectuer des échantillonnages à haute fréquence. L'échantillonnage quotidien réalisé aux deux centrales hydroélectriques en 1994 a permis de mettre en évidence de très fortes variations à court terme dans les densités des différents stades larvaires de Moules zébrées (figure 7). Cette variabilité quotidienne, probablement associée à une distribution spatiale en taches des larves, peut entraîner de nombreux biais dans les estimations d'abondance larvaire dans le milieu lotique du Saint-Laurent. Un échantillonnage réalisé à une fréquence hebdomadaire ou bimensuelle s'avérera être limité et même insuffisant pour assurer une comparaison adéquate des quantités de larves de Moules zébrées entre différents sites ou encore entre les années pour un même site. De plus, les paramètres de la dynamique larvaire (croissance, mortalité) pourront être difficilement estimés à partir d'un échantillonnage peu fréquent. Étant donné leur faible densité et leur courte présence dans le milieu, la probabilité de récolter des stades avancés de larves de moules est donc inversement reliée à la fréquence d'échantillonnage. Un échantillonnage à basse fréquence (voir même unique) ne convient pas au suivi larvaire parce qu'il a de fortes chances de manquer le pic d'abondance. Ceci pourrait entraîner une interprétation erronée de la possibilité de colonisation et du risque d'impact des Moules zébrées à un site donné.

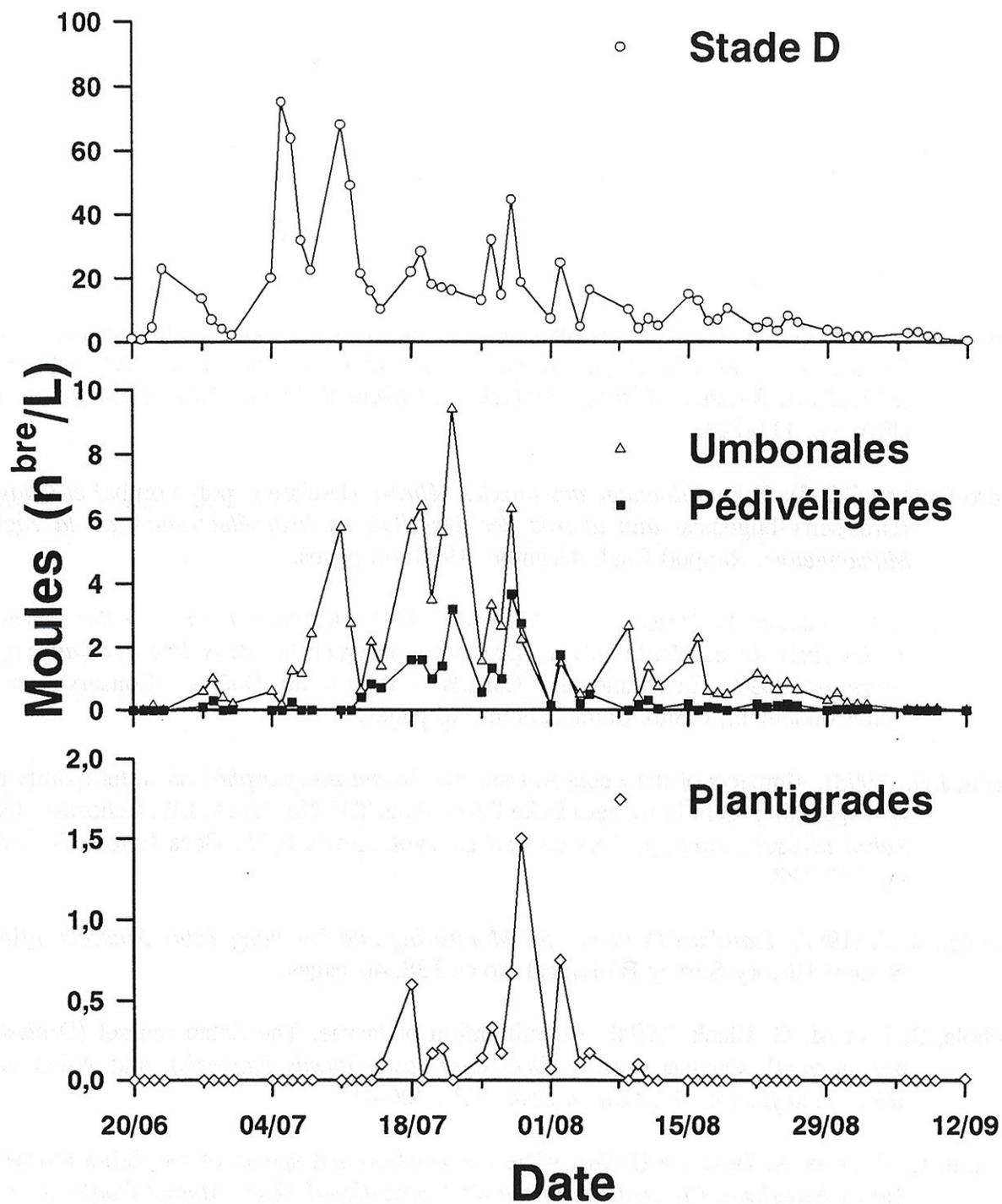


Figure 7 Variation quotidienne de l'abondance des quatre stades de larves de Moule zébrée à la centrale Les Cèdres en 1994

Références

- Claudi, R. et G. L. Mackie (1994). *Practical Manual for Zebra Mussel Monitoring and Control*. Lewis Publ., Boca Raton, FL, USA, 227 pages.
- Conover, W.J. (1980). *Practical Nonparametric Statistics*. 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York, 493 pages.
- Garton, D.W. et W.R. Haag (1993). «Seasonal reproductive cycles and settlement patterns of *Dreissena polymorpha* in western Lake Erie», dans T.F. Nalepa et D.W. Schloesser (éd.), *Zebra Mussels: Biology, Impacts and Control*. Lewis Publ., Boca Raton, FL, USA, pp. 111-128.
- Hydro-Québec (1993). *Échantillonnage des Moules zébrées (*Dreissena polymorpha*) et Quagga (*Dreissena bugensis*) aux abords des installations hydroélectriques de la région Maisonneuve*. Rapport final, décembre 1993, 62 pages.
- Lapierre, L., J. Fontaine, B. Cusson et C. Ménard (1994). *Distribution spatiale des larves et stades fixés de la Moule zébrée, *Dreissena polymorpha*, dans le Saint-Laurent au cours de 1991*. Environnement Canada - région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent, 66 pages.
- Leach, J.H. (1993). «Impacts of the Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) on water quality and fish spawning reefs in western Lake Erie», dans T.F. Nalepa et D.W. Schoesser (éd.), *Zebra Mussels: Biology, Impacts and Control*. Lewis Publ., Boca Raton, FL, USA, pp. 111-128.
- Marsden, J. E. (1992). *Standard Protocols for Monitoring and Sampling Zebra Mussels*. Illinois Natural History Survey Biological Notes 138, 40 pages.
- Nichols, S. J. et M. G. Black (1994). «Identification of larvae: The Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*), Quagga mussel (*Dreissena rostriformis bugensis*), and Asian clam (*Corbicula fluminea*)». *Can. J. Zool.*, 72 : 406-417.
- O'Neill, C. R. Jr. et A. Dextrase (1994). «The introduction and spread of the Zebra mussel in North America», *Proceedings of the 4th International Zebra Mussel Conference 94*, Wisconsin Sea Grant Institute, Madison, Wisconsin, USA, pp. 433-446.
- Rosenberg, G. et M. L. Ludyanskiy (1994). «A nomenclature review of *Dreissena* (Bivalvia: Dreissenidae), with identification of the Quagga mussel as *Dreissena bugensis*». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51 : 1474-1484.

- Sokal, R.R. et F.J. Rohlf (1981). *Biometry*, 2nd Ed. W.H. Freeman and Co. ,San Francisco, CA, USA, 859 pages.
- Spidle, A. P., J. E. Marsden et B. May (1994). «Identification of the Great Lakes Quagga mussel as *Dreissena bugensis* from the Dnieper river, Ukraine, on the basis of allozyme variation». *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51 : 1485-1489.
- Sprung, M. (1993). «The other life: An account of present knowledge of the larval phase of *Dreissena polymorpha*», dans T.F. Nalepa and D.W. Schloesser (éd.), *Zebra Mussels: Biology, Impacts and Control*. Lewis Publ., Boca Raton, Fl., USA, pp. 39-54.

Annexes

ANNEXE 1 Données physico-chimiques mesurées aux cinq stations d'échantillonnage en 1994

Station	Date	Heure	Température (°C)	pH	Conductivité (µS/cm)	Oxygène (mg/L)	Saturation en oxygène (%)
Beauharnois							
B-10	06-10-94	10 h 45	12,0	8,22	265	9,6	89,5
B-10	06-23-94	10 h 45	18,0	8,21	274	8,9	95,0
B-10	07-08-94	10 h 30	19,5	8,14	284	8,8	97,0
B-10	07-22-94	11 h 00	22,0	8,27	252	9,2	106,0
B-10	08-05-94	10 h 40	22,0	8,22	246	8,0	92,5
B-10	08-19-94	10 h 15	21,0	8,33	241	7,8	88,0
B-10	09-02-94	11 h 03	19,5	8,29	253	8,0	88,0
B-10	09-16-94	10 h 05	18,5	8,45	240	8,6	92,5
B-10	09-30-94	10 h 20	16,5		245	8,9	92,0
B-10	10-14-94	9 h 50	13,5	8,13	242	8,8	85,0
B-10	11-01-94	10 h 30	12,0	8,20	250	9,4	88,0
B-24	06-10-94	10 h 30	12,0	8,18	269	9,3	87,0
B-24	06-23-94	10 h 35	18,0	8,16	275	8,9	95,0
B-24	07-08-94	10 h 05	19,5	8,07	286	8,4	92,0
B-24	07-22-94	10 h 35	22,0	8,12	255	8,8	102,0
B-24	08-05-94	10 h 00	22,0	8,05	251	7,4	85,5
B-24	08-19-94	10 h 00	21,0	8,25	242	7,5	85,0
B-24	09-02-94	10 h 47	19,0	8,21	257	7,5	82,0
B-24	09-16-94	9 h 50	18,5	8,40	239	8,1	87,5
B-24	09-30-94	10 h 10	17,0		249	8,7	91,0
B-24	10-14-94	10 h 25	13,5	8,08	243	8,7	84,0
B-24	11-01-94	10 h 10	12,0	8,17	252	9,3	87,0
B-34	06-10-94	10 h 15	12,0	8,04	269	9,8	92,0
B-34	06-23-94	10 h 15	18,0	8,14	276	8,9	95,0
B-34	07-08-94	9 h 45	19,5	8,08	288	8,3	91,5
B-34	07-22-94	10 h 14	22,0	8,15	257	8,8	98,0
B-34	08-05-94	9 h 35	22,5	8,17	249	7,8	91,0
B-34	08-19-94	9 h 43	21,0	8,31	243	7,6	86
B-34	09-02-94	10 h 15	19,5	8,23	256	8,2	90,0
B-34	09-16-94	9 h 30	19,0	8,42	240	8,3	90,0
B-34	09-30-94	10 h 00	17,0		250	8,6	89,5
B-34	10-14-94	10 h 45	13,5	8,10	245	8,7	84,0
B-34	11-01-94	9 h 55	12,0	8,22	252	9,3	87,0
Les Cèdres							
LCD	06-10-94	8 h 40	15,8	8,24	242	9,2	93,5
LCD	06-23-94	8 h 45	18,0	8,21	257	8,6	92,0
LCD	07-08-94	11 h 10	20,0	8,27	296	8,9	99,0
LCD	07-22-94	8 h 50	22,5	8,44	261	8,9	104,0
LCD	08-05-94	8 h 30	22,0	8,20	250	7,9	91,5

Station	Date	Heure	Température (°C)	pH	Conductivité (µS/cm)	Oxygène (mg/L)	Saturation en oxygène (%)
LCD	08-19-94	8 h 35	20,0	8,50	241	8,4	94,0
LCD	09-02-94	9 h 00	19,5	8,35	223	8,4	92,0
LCD	09-16-94	8 h 40	19,0	8,46	238	8,7	95,0
LCD	09-30-94	9 h 30	17,0		249	9,0	94,0
LCD	10-14-94	8 h 50	12,0	8,25	241	9,6	92,0
LCD	11-01-94	9 h 30	12,0	8,27	251	9,7	90,0
Rivière-des-Prairies							
RDP	06-23-94	12 h 30	22,0	7,37	89	7,1	82,5
RDP	07-08-94	13 h 00	23,0	7,26	104	6,6	77,0
RDP	07-22-94	12 h 30	25,0	7,24	75	7,1	87,0
RDP	08-05-94	13 h 50	23,0	7,18	65	6,8	80,5
RDP	08-19-94	12 h 10	22,0	7,39	72	6,8	79,0
RDP	09-02-94	12 h 20	19,0	7,55	75	7,4	80,5
RDP	09-16-94	11 h 25	19,0	7,38	66	8,1	88,0
RDP	09-30-94	11 h 45	17,0		69	8,2	85,5
RDP	10-14-94	12 h 10	13,0	7,48	72	8,4	80,0
RDP	11-01-94	12 h 20	10,5	7,62	74	9,6	87,0

ANNEXE 2 Abondance totale des quatre stades de larves de Moule zébrée et de Quagga (combinées) aux cinq stations d'échantillonnage en 1994

Station	Date	Heure	Échantillon		Abondance (n ^{larv} /L)			
			Volume (L)	Fraction analysée (%)	Stade D	Umbonale	Pédivéligère	Plantigrade
Beauharnois								
B-10	06-02-94	11 h 00	100	100	0,67	0,00	0,00	0,00
B-10	06-06-94	8 h 45	100	100	0,07	0,00	0,00	0,00
B-10	06-07-94	8 h 52	100	100	0,02	0,00	0,00	0,00
B-10	06-08-94	8 h 45	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-10	06-09-94	9 h 00	100	100	0,05	0,00	0,00	0,00
B-10	06-10-94	8 h 40	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-10	06-14-94	9 h 00	100	100	0,04	0,00	0,00	0,00
B-10	06-15-94	8 h 10	100	100	0,58	0,00	0,00	0,00
B-10	06-16-94	13 h 45	100	50	2,00	0,00	0,00	0,00
B-10	06-20-94	8 h 00	100	25	4,92	0,00	0,00	0,00
B-10	06-21-94	11 h 20	100	50	10,46	0,00	0,00	0,00
B-10	06-22-94	7 h 47	100	40	12,37	0,00	0,00	0,00
B-10	06-23-94	10 h 10	100	75	4,71	0,00	0,00	0,00
B-10	06-27-94	8 h 52	100	100	2,51	0,19	0,03	0,00
B-10	06-28-94	7 h 48	100	100	1,00	0,08	0,06	0,00
B-10	06-29-94	10 h 00	100	100	0,63	0,03	0,03	0,00
B-10	06-30-94	9 h 05	100	100	0,11	0,03	0,00	0,00
B-10	07-04-94	10 h 50	20	25	108,80	0,50	0,00	0,00
B-10	07-05-94	13 h 26	20	15	78,00	0,00	0,00	0,00
B-10	07-06-94	7 h 46	20	30	21,50	0,33	0,00	0,00
B-10	07-07-94	5 h 25	20	25	26,40	1,20	0,00	0,00
B-10	07-08-94	7 h 49	20	65	8,39	0,08	0,00	0,00
B-10	07-11-94	8 h 04	20	15	140,00	0,67	0,00	0,00
B-10	07-12-94	11 h 00	20	20	26,50	0,00	0,00	0,00
B-10	07-13-94	10 h 20	20	100	0,55	0,05	0,00	0,00
B-10	07-14-94	15 h 15	20	75	7,73	0,07	0,07	0,00
B-10	07-15-94	10 h 00	20	50	17,10	0,20	0,20	0,00
B-10	07-18-94	15 h 30	20	25	34,60	0,00	0,00	0,00
B-10	07-19-94	15 h 52	20	25	27,20	0,00	0,00	0,00
B-10	07-20-94	15 h 45	20	30	63,13	0,25	0,13	0,00
B-10	07-21-94	13 h 05	20	10	97,00	2,00	0,00	0,00
B-10	07-22-94	10 h 50	20	25	21,80	1,00	0,00	0,00
B-10	07-25-94	15 h 15	20	10	16,60	2,80	0,20	0,00
B-10	07-26-94	13 h 45	20	25	17,00	2,00	0,80	0,00
B-10	07-27-94	10 h 40	20	25	23,40	3,20	0,80	0,00
B-10	07-28-94	8 h 55	20	50	9,40	0,10	0,00	0,00
B-10	07-29-94	13 h 00	20	75	6,47	2,20	0,33	0,00
B-10	08-02-94	15 h 50	20	35	14,29	0,29	0,00	0,00
B-10	08-03-94	8 h 40	20	40	10,87	2,25	0,00	0,00

Station	Date	Heure	Échantillon		Abondance (n ^{br} /L)			
			Volume (L)	Fraction analysée (%)	Stade D	Umbonale	Pédivéligère	Plantigrade
B-10	08-11-94	13 h 40	20	100	5,50	0,70	0,00	0,00
B-10	08-12-94	8 h 45	20	100	4,55	0,85	0,00	0,00
B-10	08-18-94	7 h 50	20	100	0,15	0,20	0,05	0,00
B-10	08-22-94	13 h 40	20	100	0,50	0,30	0,00	0,00
B-10	08-23-94	7 h 45	20	100	0,45	0,05	0,00	0,00
B-10	08-24-94	12 h 53	20	100	0,30	0,10	0,00	0,00
B-10	08-26-94	7 h 43	20	100	0,65	0,05	0,05	0,00
B-10	08-29-94	8 h 33	100	100	0,20	0,06	0,00	0,00
B-10	08-30-94	7 h 47	100	100	0,30	0,00	0,00	0,00
B-10	08-31-94	7 h 41	100	100	0,18	0,04	0,00	0,00
B-10	09-01-94	7 h 42	100	100	0,37	0,04	0,00	0,00
B-10	09-02-94	8 h 28	100	50	1,96	0,04	0,00	0,00
B-10	09-06-94	5 h 50	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-10	09-09-94	9 h 15	100	40	2,50	0,05	0,00	0,00
B-10	09-12-94	13 h 05	100	100	0,78	0,01	0,00	0,00
B-10	09-13-94	8 h 50	100	100	0,72	0,03	0,00	0,00
B-10	09-14-94	8 h 16	100	100	0,30	0,00	0,00	0,00
B-10	09-15-94	9 h 55	100	100	0,13	0,00	0,00	0,00
B-10	09-16-94	10 h 48	100	100	0,07	0,00	0,00	0,00
B-10	09-19-94	8 h 15	100	100	0,17	0,00	0,00	0,00
B-10	09-20-94	8 h 12	100	100	0,19	0,00	0,00	0,00
B-10	09-21-94	8 h 14	100	100	0,20	0,00	0,01	0,00
B-10	09-22-94	8 h 13	100	100	0,08	0,00	0,00	0,00
B-10	09-23-94	8 h 13	100	100	0,18	0,00	0,00	0,00
B-10	09-26-94	9 h 10	100	100	0,56	0,07	0,01	0,00
B-10	09-27-94	10 h 27	100	100	1,28	0,03	0,00	0,00
B-10	09-28-94	13 h 29	100	100	0,88	0,09	0,02	0,00
B-10	09-29-94	9 h 00	100	100	0,01	0,00	0,00	0,00
B-10	09-30-94	13 h 50	100	100	0,28	0,02	0,00	0,00
B-10	10-03-94	15 h 05	100	100	0,08	0,02	0,01	0,00
B-10	10-04-94	10 h 09	100	100	0,00	0,02	0,00	0,00
B-10	10-05-94	14 h 57	100	100	0,02	0,00	0,00	0,00
B-10	10-06-94	9 h 00	100	100	0,04	0,01	0,00	0,00
B-10	10-07-94	9 h 05	100	100	0,01	0,04	0,00	0,00
B-10	10-11-94	13 h 55	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-10	10-12-94	9 h 00	100	100	0,02	0,00	0,00	0,00
B-10	10-13-94	9 h 10	100	100	0,01	0,02	0,00	0,00
B-10	10-14-94	7 h 10	100	100	0,06	0,01	0,00	0,00
B-10	10-18-94	8 h 17	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-10	10-19-94	10 h 00	100	100	0,01	0,00	0,00	0,00
B-10	10-20-94	14 h 10	100	100	0,01	0,00	0,00	0,00
B-10	10-21-94	8 h 06	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-10	10-24-94	10 h 38	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00

Station	Date	Heure	Échantillon		Abondance (n ^{br} /L)			
			Volume (L)	Fraction analysée (%)	Stade D	Umbonale	Pédivéligère	Plantigrade
B-10	10-25-94	13 h 13	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-10	10-27-94	14 h 59	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-10	10-28-94	15 h 26	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-24	06-02-94	9 h 00	100	100	0,42	0,00	0,00	0,00
B-24	06-06-94	8 h 20	100	100	0,21	0,00	0,00	0,00
B-24	06-07-94	8 h 27	100	100	0,04	0,00	0,00	0,00
B-24	06-08-94	8 h 28	100	100	0,08	0,00	0,00	0,00
B-24	06-09-94	8 h 30	100	100	0,01	0,00	0,00	0,00
B-24	06-10-94	8 h 20	100	95	0,14	0,00	0,00	0,00
B-24	06-14-94	8 h 15	100	100	0,17	0,01	0,00	0,00
B-24	06-15-94	7 h 45	100	100	0,33	0,00	0,00	0,00
B-24	06-16-94	13 h 20	100	100	1,04	0,00	0,00	0,00
B-24	06-20-94	8 h 19	100	50	2,46	0,02	0,00	0,00
B-24	06-21-94	11 h 00	100	35	14,65	0,02	0,00	0,00
B-24	06-22-94	8 h 10	100	25	11,56	0,00	0,00	0,00
B-24	06-23-94	10 h 43	100	25	7,48	0,00	0,00	0,00
B-24	06-27-94	10 h 02	100	30	3,53	0,20	0,00	0,00
B-24	06-28-94	8 h 30	100	25	4,16	0,32	0,04	0,00
B-24	06-29-94	9 h 15	100	40	2,73	0,25	0,00	0,00
B-24	06-30-94	8 h 35	100	65	1,38	0,06	0,03	0,00
B-24	07-04-94	10 h 00	20	12,5	218,08	0,00	0,00	0,00
B-24	07-05-94	13 h 35	20	5	102,00	0,00	0,00	0,00
B-24	07-06-94	8 h 01	20	42,5	14,71	0,47	0,00	0,00
B-24	07-08-94	8 h 08	20	100	4,65	0,10	0,00	0,00
B-24	07-11-94	7 h 55	20	20	124,75	0,75	0,00	0,00
B-24	07-12-94	11 h 15	20	20	24,50	0,50	0,00	0,00
B-24	07-13-94	10 h 30	20	40	12,38	0,25	0,00	0,00
B-24	07-14-94	15 h 25	20	100	3,35	0,00	0,00	0,00
B-24	07-15-94	10 h 10	20	50	25,10	0,10	0,10	0,00
B-24	07-18-94	15 h 50	20	20	58,75	0,75	0,25	0,00
B-24	07-19-94	15 h 55	20	100	2,10	0,00	0,00	0,00
B-24	07-20-94	15 h 55	20	10	66,50	0,50	0,00	0,00
B-24	07-21-94	13 h 20	20	50	17,00	1,20	0,00	0,00
B-24	07-22-94	11 h 10	20	25	20,40	0,20	0,00	0,00
B-24	07-25-94	15 h 50	20	25	17,60	2,60	0,00	0,00
B-24	07-26-94	15 h 20	20	70	6,36	0,71	0,14	0,00
B-24	07-27-94	10 h 20	20	25	21,60	0,80	0,00	0,00
B-24	07-28-94	8 h 35	20	65	8,54	0,23	0,00	0,00
B-24	07-29-94	13 h 10	20	40	10,75	2,37	0,00	0,00
B-24	08-02-94	15 h 35	20	35	10,29	3,43	0,86	0,00
B-24	08-03-94	8 h 20	20	50	18,40	2,10	0,10	0,00
B-24	08-11-94	13 h 47	20	100	0,05	0,00	0,00	0,00
B-24	08-12-94	8 h 55	20	100	3,95	0,90	0,10	0,00

Station	Date	Heure	Échantillon		Abondance (n ^{br} /L)			
			Volume (L)	Fraction analysée (%)	Stade D	Umbonale	Pédivéligère	Plantigrade
B-24	08-18-94	8 h 10	20	100	0,80	0,10	0,05	0,00
B-24	08-22-94	13 h 52	20	100	1,90	0,20	0,00	0,00
B-24	08-23-94	7 h 56	20	100	0,20	0,00	0,00	0,00
B-24	08-24-94	13 h 08	20	100	0,70	0,30	0,05	0,00
B-24	08-26-94	7 h 54	20	100	0,45	0,00	0,00	0,00
B-24	08-29-94	8 h 10	100	100	0,13	0,10	0,01	0,00
B-24	08-30-94	8 h 11	100	100	0,51	0,04	0,00	0,00
B-24	08-31-94	8 h 11	100	100	0,16	0,03	0,00	0,00
B-24	09-01-94	8 h 09	100	100	0,44	0,09	0,00	0,00
B-24	09-02-94	8 h 05	100	37,5	2,51	0,45	0,05	0,00
B-24	09-06-94	6 h 15	100	55	1,80	0,02	0,00	0,00
B-24	09-09-94	8 h 45	100	25	7,08	7,20	0,04	0,00
B-24	09-12-94	13 h 40	100	100	0,01	0,00	0,00	0,00
B-24	09-13-94	8 h 35	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-24	09-14-94	8 h 39	100	100	0,20	0,00	0,00	0,00
B-24	09-15-94	10 h 20	100	100	0,23	0,00	0,00	0,00
B-24	09-16-94	11 h 05	100	100	0,13	0,02	0,00	0,00
B-24	09-19-94	8 h 36	100	100	0,03	0,01	0,01	0,00
B-24	09-20-94	8 h 33	100	50	1,82	1,16	0,04	0,00
B-24	09-21-94	8 h 33	100	100	0,16	0,02	0,00	0,00
B-24	09-22-94	8 h 33	100	100	0,12	0,00	0,00	0,00
B-24	09-23-94	8 h 33	100	100	0,07	0,00	0,00	0,00
B-24	09-26-94	8 h 44	100	50	1,78	0,10	0,02	0,00
B-24	09-27-94	10 h 05	100	100	0,67	0,06	0,00	0,00
B-24	09-28-94	13 h 00	100	100	1,44	0,01	0,00	0,00
B-24	09-29-94	8 h 54	100	100	0,36	0,04	0,00	0,00
B-24	09-30-94	13 h 26	100	65	1,71	0,03	0,00	0,00
B-24	10-03-94	14 h 15	100	100	0,02	0,00	0,00	0,00
B-24	10-04-94	10 h 28	100	100	0,09	0,03	0,00	0,00
B-24	10-05-94	15 h 20	100	100	0,01	0,00	0,00	0,00
B-24	10-06-94	8 h 38	100	100	0,12	0,07	0,00	0,00
B-24	10-07-94	8 h 45	100	100	0,11	0,03	0,00	0,00
B-24	10-11-94	13 h 55	100	100	0,07	0,02	0,00	0,00
B-24	10-12-94	8 h 45	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-24	10-13-94	8 h 45	100	100	0,14	0,04	0,00	0,00
B-24	10-14-94	13 h 45	100	100	0,27	0,03	0,01	0,00
B-24	10-18-94	8 h 38	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-24	10-19-94	9 h 00	100	100	0,01	0,00	0,01	0,00
B-24	10-20-94	13 h 50	100	100	0,02	0,01	0,00	0,00
B-24	10-21-94	8 h 30	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-24	10-24-94	10 h 15	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-24	10-25-94	13 h 33	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-24	10-27-94	15 h 19	100	100	0,00	0,00	0,01	0,00

Station	Date	Heure	Échantillon		Abondance (n ^{sp} /L)			
			Volume (L)	Fraction analysée (%)	Stade D	Umbonale	Pédicéligère	Plantigrade
B-24	10-28-94	15 h 45	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-34	06-02-94	10 h 25	100	90	1,86	0,02	0,00	0,00
B-34	06-06-94	8 h 00	100	100	0,22	0,00	0,00	0,00
B-34	06-07-94	8 h 00	100	100	0,10	0,00	0,00	0,00
B-34	06-08-94	8 h 00	100	100	0,01	0,00	0,00	0,00
B-34	06-09-94	7 h 50	100	100	0,33	0,00	0,00	0,00
B-34	06-10-94	7 h 45	100	100	0,47	0,05	0,00	0,00
B-34	06-15-94	8 h 30	100	100	1,21	0,02	0,00	0,00
B-34	06-16-94	13 h 00	100	50	2,08	0,00	0,00	0,00
B-34	06-20-94	8 h 40	100	10	12,00	0,00	0,00	0,00
B-34	06-21-94	10 h 30	100	25	31,24	0,00	0,00	0,00
B-34	06-22-94	8 h 31	100	10	20,90	0,00	0,00	0,00
B-34	06-23-94	9 h 00	100	50	2,30	0,00	0,00	0,00
B-34	06-27-94	11 h 13	100	100	0,99	0,02	0,00	0,00
B-34	06-28-94	8 h 53	100	100	0,55	0,01	0,00	0,00
B-34	06-29-94	8 h 14	100	100	1,05	0,05	0,00	0,00
B-34	07-04-94	9 h 50	20	20	93,50	0,00	0,00	0,00
B-34	07-05-94	13 h 43	20	20	56,50	0,00	0,00	0,00
B-34	07-06-94	8 h 15	20	25	19,60	0,00	0,00	0,00
B-34	07-07-94	5 h 12	20	50	11,50	0,00	0,00	0,00
B-34	07-08-94	8 h 28	20	100	4,45	0,10	0,00	0,00
B-34	07-11-94	7 h 48	20	17,5	100,00	3,00	0,34	0,00
B-34	07-12-94	14 h 00	20	20	23,00	2,50	0,75	0,00
B-34	07-13-94	10 h 40	20	35	12,71	1,86	0,29	0,00
B-34	07-14-94	15 h 40	20	50	11,80	0,90	0,00	0,00
B-34	07-15-94	11 h 10	20	15	34,30	1,30	0,30	0,00
B-34	07-18-94	13 h 20	20	12,5	47,60	1,20	0,00	0,00
B-34	07-19-94	16 h 00	20	25	21,20	0,20	0,00	0,00
B-34	07-20-94	16 h 00	20	25	48,00	1,60	0,00	0,00
B-34	07-21-94	13 h 30	20	20	30,75	0,75	0,25	0,00
B-34	07-22-94	10 h 34	20	55	10,27	0,64	0,00	0,00
B-34	07-25-94	16 h 00	20	17,5	28,57	2,29	0,00	0,00
B-34	07-26-94	15 h 00	20	25	17,80	2,80	0,00	0,00
B-34	07-27-94	10 h 00	20	25	18,80	1,80	0,00	0,00
B-34	07-28-94	8 h 15	20	35	13,72	0,57	0,00	0,00
B-34	07-29-94	13 h 30	20	25	17,00	2,40	0,40	0,00
B-34	08-02-94	15 h 15	20	25	20,00	0,40	0,00	0,00
B-34	08-03-94	8 h 00	20	25	22,20	0,20	0,00	0,00
B-34	08-11-94	14 h 00	20	100	3,75	1,30	0,15	0,00
B-34	08-12-94	9 h 15	20	100	3,45	0,35	0,10	0,00
B-34	08-18-94	8 h 30	20	50	0,20	0,00	0,00	0,00
B-34	08-22-94	5 h 16	20	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-34	08-23-94	7 h 39	20	100	0,30	0,00	0,00	0,00

Station	Date	Heure	Échantillon		Abondance (n ^{br} /L)			
			Volume (L)	Fraction analysée (%)	Stade D	Umbonale	Pédivéligère	Plantigrade
B-34	08-24-94	13 h 21	20	100	0,10	0,10	0,05	0,00
B-34	08-26-94	8 h 06	20	100	0,85	0,10	0,00	0,00
B-34	08-29-94	7 h 50	100	100	0,33	0,05	0,02	0,00
B-34	08-30-94	8 h 50	100	100	0,28	0,02	0,00	0,00
B-34	08-31-94	8 h 33	100	100	0,15	0,00	0,00	0,00
B-34	09-01-94	8 h 31	100	100	0,31	0,08	0,01	0,00
B-34	09-02-94	7 h 40	100	100	0,21	0,02	0,00	0,00
B-34	09-09-94	8 h 15	100	100	0,55	0,10	0,00	0,00
B-34	09-12-94	14 h 10	100	100	0,01	0,00	0,00	0,00
B-34	09-13-94	8 h 10	100	100	0,32	0,03	0,01	0,00
B-34	09-14-94	9 h 06	100	100	0,03	0,00	0,00	0,00
B-34	09-15-94	10 h 45	100	100	0,04	0,00	0,00	0,00
B-34	09-16-94	13 h 04	100	100	0,07	0,04	0,00	0,00
B-34	09-19-94	8 h 58	100	100	0,05	0,00	0,00	0,00
B-34	09-20-94	8 h 55	100	100	0,01	0,01	0,00	0,00
B-34	09-21-94	9 h 13	100	100	0,02	0,00	0,00	0,00
B-34	09-33-94	8 h 58	100	100	0,08	0,02	0,00	0,00
B-34	09-23-94	8 h 54	100	100	0,01	0,00	0,00	0,00
B-34	09-26-94	8 h 26	100	100	0,79	0,04	0,00	0,00
B-34	09-27-94	10 h 15	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-34	09-29-94	9 h 20	100	100	0,21	0,03	0,00	0,00
B-34	09-30-94	13 h 00	100	100	0,17	0,05	0,01	0,00
B-34	10-04-94	10 h 51	100	100	0,03	0,00	0,00	0,00
B-34	10-05-94	15 h 43	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-34	10-06-94	8 h 20	100	100	0,01	0,00	0,01	0,00
B-34	10-08-94	8 h 20	100	100	0,05	0,01	0,00	0,00
B-34	10-11-94	13 h 00	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-34	10-12-94	8 h 15	100	100	0,04	0,00	0,00	0,00
B-34	10-13-94	8 h 25	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-34	10-14-94	13 h 45	100	100	0,03	0,06	0,00	0,00
B-34	10-18-94	9 h 00	100	100	0,01	0,00	0,00	0,00
B-34	10-19-94	8 h 20	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-34	10-20-94	13 h 15	100	100	0,00	0,01	0,00	0,00
B-34	10-21-94	8 h 58	100	100	0,00	0,01	0,00	0,00
B-34	10-24-94	9 h 54	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-34	10-25-94	13 h 55	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
B-34	10-27-94	15 h 42	100	100	0,00	0,01	0,01	0,00
B-34	10-28-94	16 h 07	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
Les Cèdres								
LCD	06-01-94	10 h 30	100	60	1,78	0,13	0,00	0,00
LCD	06-02-94	8 h 45	100	100	1,53	0,05	0,00	0,00
LCD	06-03-94	8 h 45	100	100	0,56	0,00	0,00	0,00

Station	Date	Heure	Échantillon		Abondance (n ^{bcc} /L)			
			Volume (L)	Fraction analysée (%)	Stade D	Umbonale	Pédivéligère	Plantigrade
LCD	06-06-94	16 h 00	100	100	0,47	0,01	0,00	0,00
LCD	06-07-94	15 h 00	100	100	0,17	0,01	0,00	0,00
LCD	06-08-94	11 h 35	100	100	0,11	0,00	0,00	0,00
LCD	06-09-94	8 h 25	100	50	3,06	0,04	0,00	0,00
LCD	06-10-94	9 h 30	100	100	0,59	0,00	0,00	0,00
LCD	06-13-94	16 h 45	100	100	0,62	0,00	0,00	0,00
LCD	06-14-94	9 h 15	100	100	0,53	0,00	0,00	0,00
LCD	06-15-94	8 h 45	100	100	0,28	0,00	0,00	0,00
LCD	06-16-94	8 h 45	100	100	0,43	0,00	0,00	0,00
LCD	06-17-94	8 h 45	100	100	0,16	0,00	0,00	0,00
LCD	06-20-94	8 h 45	100	100	1,01	0,00	0,00	0,00
LCD	06-21-94	9 h 15	100	100	0,70	0,00	0,00	0,00
LCD	06-22-94	9 h 40	100	50	4,58	0,14	0,00	0,00
LCD	06-23-94	9 h 00	100	9	26,99	0,59	0,00	0,00
LCD	06-27-94	8 h 50	100	35	13,43	0,59	0,10	0,00
LCD	06-28-94	8 h 30	100	30	6,32	1,29	0,27	0,00
LCD	06-29-94	8 h 30	100	25	3,92	0,40	0,00	0,00
LCD	06-30-94	8 h 30	100	50	1,90	0,20	0,02	0,00
LCD	07-04-97	8 h 15	20	25	20,00	0,60	0,00	0,00
LCD	07-05-94	8 h 00	20	35	71,20	0,13	0,00	0,00
LCD	07-06-94	8 h 00	20	20	63,75	1,25	0,25	0,00
LCD	07-07-94	8 h 00	20	30	31,80	1,16	0,00	0,00
LCD	07-08-94	8 h 30	20	45	22,41	2,43	0,00	0,00
LCD	07-11-94	8 h 00	20	20	68,00	5,75	0,00	0,00
LCD	07-12-94	8 h 00	20	20	49,00	2,75	0,00	0,00
LCD	07-13-94	8 h 00	20	25	21,40	0,60	0,40	0,00
LCD	07-14-94	8 h 15	20	30	15,83	2,17	0,83	0,00
LCD	07-15-94	8 h 00	20	50	10,10	1,40	0,70	0,10
LCD	07-18-94	8 h 15	20	25	21,80	5,80	1,60	0,60
LCD	07-19-94	8 h 00	20	25	28,20	6,40	1,60	0,00
LCD	07-20-94	8 h 00	20	30	18,00	3,50	1,00	0,17
LCD	07-21-94	8 h 00	20	25	17,00	5,60	1,40	0,20
LCD	07-22-94	8 h 00	20	25	16,00	9,40	3,20	0,00
LCD	07-25-94	8 h 00	20	30	13,00	1,57	0,57	0,14
LCD	07-26-94	7 h 50	20	15	32,00	3,33	1,33	0,33
LCD	07-27-94	7 h 50	20	30	14,67	2,67	1,00	0,17
LCD	07-28-94	8 h 00	20	15	44,67	6,33	3,67	0,67
LCD	07-29-94	8 h 00	20	20	18,50	2,25	2,75	1,50
LCD	08-01-94	9 h 30	20	70	7,29	0,14	0,14	0,07
LCD	08-02-94	8 h 00	20	20	24,75	1,50	1,75	0,75
LCD	08-04-94	10 h 00	20	90	4,78	0,50	0,22	0,11
LCD	08-05-94	13 h 00	20	30	16,33	0,67	0,50	0,17
LCD	08-09-94	8 h 00	20	45	10,00	2,67	0,00	0,00

Station	Date	Heure	Échantillon		Abondance (n ^{br} /L)			
			Volume (L)	Fraction analysée (%)	Stade D	Umbonale	Pédivéligère	Plantigrade
LCD	08-10-94	8 h 30	20	100	4,25	0,40	0,15	0,00
LCD	08-11-94	8 h 00	20	65	7,23	1,38	0,31	0,00
LCD	08-12-94	8 h 00	20	100	5,10	0,75	0,05	0,00
LCD	08-15-94	8 h 00	20	50	14,80	1,60	0,20	0,00
LCD	08-16-94	8 h 00	20	35	12,86	2,29	0,00	0,00
LCD	08-17-94	8 h 00	20	200	6,30	0,60	0,10	0,00
LCD	08-18-94	8 h 00	20	75	6,87	0,53	0,07	0,00
LCD	08-19-94	8 h 00	20	50	10,50	0,50	0,00	0,00
LCD	08-22-94	8 h 00	20	100	4,30	1,15	0,20	0,00
LCD	08-23-94	8 h 00	20	100	6,15	0,95	0,10	0,00
LCD	08-24-94	8 h 00	20	100	3,25	0,65	0,15	0,00
LCD	08-25-94	8 h 00	20	75	8,07	0,87	0,20	0,00
LCD	08-26-94	8 h 00	20	100	6,10	0,65	0,15	0,00
LCD	08-29-94	9 h 00	100	30	3,47	0,30	0,00	0,00
LCD	08-30-94	15 h 10	100	35	2,83	0,54	0,03	0,00
LCD	08-31-94	11 h 00	100	80	1,13	0,21	0,03	0,00
LCD	09-01-94	8 h 10	100	65	1,55	0,18	0,03	0,00
LCD	09-02-94	11 h 00	100	75	1,51	0,16	0,04	0,00
LCD	09-06-94	8 h 00	100	50	2,72	0,02	0,02	0,00
LCD	09-07-94	8 h 00	100	50	3,00	0,02	0,00	0,00
LCD	08-08-94	8 h 00	100	70	1,70	0,03	0,00	0,00
LCD	09-09-94	8 h 00	100	100	1,13	0,05	0,00	0,00
LCD	09-12-94	8 h 00	100	100	0,28	0,00	0,00	0,00
LCD	09-13-94	8 h 00	100	100	0,33	0,00	0,00	0,00
LCD	09-19-94	8 h 15	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
LCD	09-20-94	8 h 15	100	100	1,03	0,00	0,00	0,00
LCD	09-21-94	8 h 15	100	100	0,68	0,06	0,03	0,00
LCD	09-22-94	8 h 15	100	100	0,17	0,03	0,03	0,00
LCD	09-23-94	8 h 15	100	100	0,27	0,04	0,02	0,00
LCD	09-26-94	8 h 15	100	100	0,54	0,05	0,01	0,00
LCD	09-27-94	8 h 15	100	100	0,78	0,01	0,00	0,00
LCD	09-28-94	8 h 15	100	100	0,51	0,02	0,00	0,01
LCD	09-29-94	13 h 10	100	100	0,82	0,05	0,00	0,00
LCD	09-30-94	8 h 15	100	100	0,76	0,04	0,00	0,00
LCD	10-03-94	8 h 00	100	100	0,10	0,00	0,00	0,00
LCD	10-04-94	8 h 15	100	100	0,10	0,00	0,00	0,01
LCD	10-05-94	8 h 15	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
LCD	10-07-94	8 h 15	100	100	0,02	0,00	0,00	0,00
LCD	10-11-94	8 h 15	100	100	0,05	0,00	0,00	0,00
LCD	10-12-94	8 h 10	100	100	0,47	0,01	0,00	0,00
LCD	10-13-94	10 h 00	100	100	0,35	0,00	0,00	0,00
LCD	10-14-94	8 h 10	100	100	0,30	0,01	0,00	0,00
LCD	10-17-94	8 h 10	100	100	0,11	0,01	0,00	0,00

Station	Date	Heure	Échantillon		Abondance (n ^{br} /L)			
			Volume (L)	Fraction analysée (%)	Stade D	Umbonale	Pédivélégère	Plantigrade
LCD	10-18-94	8 h 10	100	100	0,14	0,01	0,00	0,00
LCD	10-19-94	8 h 10	100	100	0,10	0,02	0,00	0,00
LCD	10-20-94	8 h 10	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
LCD	10-21-94	8 h 10	100	100	0,08	0,00	0,00	0,00
LCD	10-24-94	8 h 10	100	100	0,01	0,00	0,00	0,00
LCD	10-25-94	8 h 10	100	100	0,01	0,03	0,00	0,00
LCD	10-26-94	8 h 10	100	100	0,01	0,00	0,00	0,00
LCD	10-27-94	8 h 10	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
LCD	10-28-94	15 h 00	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00
LCD	10-31-94	8 h 10	100	100	0,00	0,00	0,00	0,00