

30

ARCHIVES INTERNATIONALES
DE
PHYSIOLOGIE

FONDÉES PAR

LÉON FREDERICQ
Liège



PAUL HEGER
Bruxelles

PUBLIÉES PAR

LÉON FREDERICQ

RECHERCHES SUR LE MÉTABOLISME CHIMIQUE
ET ÉNERGÉTIQUE AU COURS DU DÉVELOPPEMENT
DES INSECTES

I. THERMOGÉNÈSE
PENDANT LA PÉRIODE DE CROISSANCE LARVAIRE
ET PENDANT LA MÉTAMORPHOSE
DE « LYMANTRIA DISPAR » L.

PAR

K. BIALASZEWICZ

(Laboratoire de Physiologie de l'Institut Nencki à Varsovie)

(2 figures)

LIÈGE

H. VAILLANT-CARMANNE, S. A.

PLACE SAINT-MICHEL, 4

PARIS

GASTON DOIN
ÉDITEUR

PLACE DE L'ODÉON, 8

6809

IMPRIMÉ EN BELGIQUE

Titre abrégé pour les citations : *Arch. Internat. Physiol.* 1933, XXXVII, 1.
Classification décimale [612. (05)]

LES auteurs des travaux destinés à être publiés dans les *Archives internationales de Physiologie*, sont priés de tenir compte des observations suivantes.

Titre et rédaction. — Nous recommandons aux auteurs de choisir un titre qui donne une idée précise du contenu de leur travail et de condenser leur rédaction de manière à ne dépasser qu'exceptionnellement l'étendue d'une ou de deux feuilles d'impression (16 à 32 pages).

Manuscrits dactylographiés. — Nous demandons aux auteurs de fournir des manuscrits dont la rédaction soit *entièrement terminée* (afin d'éviter sur les épreuves les remaniements et les corrections, très onéreuses, et qui sont à la charge des auteurs) et dactylographiés sous forme *ne varietur*, ou tout au moins écrits très lisiblement, surtout en ce qui regarde les termes spéciaux et les noms propres (souligner deux fois ces derniers).

Résumé. — Il est à désirer que chaque mémoire soit suivi d'un court *résumé*, rédigé d'une façon objective, de manière à pouvoir être utilisé directement comme « *Analyse* » par les rédacteurs des « *Revue annuelle de Physiologie* » et des « *Physiological abstracts* ».

Citations. — Pour les citations, nous proposons de suivre les règles formulées par CH. RICHEL dans son art. *Bibliographie du Dictionnaire de Physiologie* (Paris, 1897, II, 95-137). Chaque citation comprendra :

1° Prénom (ou initiales) et nom de l'auteur en petites capitales (souligner deux fois dans le manuscrit); 2° le titre complet en caractères ordinaires; 3° titre abrégé du recueil en italiques (souligner une fois dans le manuscrit); 4° année; 5° tome (en chiffres romains); 6° série s'il y a lieu (chiffres arabes entre parenthèses); 7° première et dernière pages du mémoire en chiffres arabes; 8° s'il y a lieu, nombre de planches ou de figures.

Les indications *Vol., T., Bd., pag.* seront supprimées.

Exemple : H. ZWAARDEMAKER (Utrecht). Sur une phase réfractaire du réflexe de déglutition. *Arch. internat. Physiol.*, 1904, I, 1-16, 12 fig.

Exemples d'abréviations des titres des principaux recueils

Ann. Physiol. et Physico-Chim. Biol. — *Arch. ital. Biol.* — *Arch. Biol.* — *Arch. internat. Physiol.* — *Arch. néerl. Physiol.* — *Bull. Soc. Chim. Biol.* — *C. R. Soc. Biol.* — *C. R. Acad. Sc.* — *Journ. Physiol. et Pathol. gén.* — *Arch. di Fisiol.* — *Arch. di Sc. Biolog.* — *Arch. f. Physiol.* — *Arch. f. d. ges. Physiol.* ou *Pflüger's Arch.* — *Biochem. Centralbl.* — *Biochem. Zeits.* — *Biophysik. Centralbl.* — *Hofmeister's Beitr.* — *Jahresber. f. Thierchem.* — *Skandin. Arch. f. Physiol.* — *Zentralbl. f. Physiol.* — *Zeits. f. Biol.* — *Zeits. f. physiol. Chem.* — *Zeits. f. allgem. Physiol.* — *Journ. of Physiol.* — *Amer. Journ. of Physiol.* — *Journ. of gener. Physiol.* — *Quart. Journ. of exper. Physiol.* — *Journ. of biol. Chem.*

Figures. — Conformément au vœu formulé au 5^e Congrès de Physiologie à Turin, il est désirable que les graphiques, dessins, figures, destinés à la publication, *puissent être reproduits sans retouche par des procédés dérivant de la photographie.*

Les tracés sur papier enfumé se prêtent bien à la reproduction directe par la photo-zincogravure, à condition que les lignes se détachent en blanc sur un fond uniformément noir.

On peut d'ailleurs, sans leur faire perdre la valeur probante des originaux, retoucher les lignes blanches à la gouache, ou les fonds noirs à l'encre de Chine. Les frais de retouche et de dessinateur sont à la charge des auteurs. Les lettres ou les inscriptions surajoutées doivent être bien lisibles.

Quant aux graphiques tracés sur papier quadrillé, on est prié de n'employer pour leur confection que du papier millimétré *imprimé en noir.*

(La suite à la 3^{me} page de la couverture).

RECHERCHES SUR LE MÉTABOLISME CHIMIQUE
ET ÉNERGÉTIQUE AU COURS DU DÉVELOPPEMENT
DES INSECTES

I. THERMOGÉNÈSE
PENDANT LA PÉRIODE DE CROISSANCE LARVAIRE
ET PENDANT LA MÉTAMORPHOSE
DE « LYMANTRIA DISPAR » L.

PAR

K. BIALASZEWICZ

(*Laboratoire de Physiologie de l'Institut Nencki à Varsovie*)

(2 figures)

LES processus chimiques et énergétiques qui s'effectuent pendant le développement des Insectes constituent un des problèmes les plus intéressants de la physiologie du développement. C'est pendant cette période qu'ont lieu les processus extrêmement intenses de croissance et de différenciation à côté des remaniements chimiques importants et des régressions morphologiques. Les premiers apparaissent pendant la croissance larvaire sous forme d'ondes d'assimilation, se répétant périodiquement et des quantités énormes de la matière vivante sont ainsi produites en un laps de temps relativement court ; les autres, par contre, correspondent aux périodes des mues et des métamorphoses, constituant en quelque sorte les moments de repos, pendant lesquels l'alimentation cesse et les substances assimilées précédemment sont remaniées et utilisées en partie. Les éléments morphologiques de l'organisme subissent alors les transformations qui rendent possible la réalisation des étapes successives dans le développement des Insectes.

Les processus anaboliques prédominent dans le premier groupe de

faits, tandis que les phénomènes apparaissant pendant le soi-disant repos constituent une source intéressante de recherches sur les décompositions et les transformations des substances chimiques assimilées pendant les périodes de croissance larvaire.

Il y a une littérature importante consacrée à la physiologie du développement des Insectes et plus particulièrement à la question qui attire toujours l'attention des biologistes, à savoir le problème du métabolisme au cours des métamorphoses. Les recherches poursuivies dans ce domaine vont cependant de préférence dans deux directions seulement : soit vers l'étude des échanges gazeux, soit vers celle des transformations que subissent les constituants chimiques de l'organisme au cours de différents stades du développement de l'Insecte. Le côté énergétique de ces phénomènes était jusqu'à présent, sauf quelques exceptions, traité de manière insuffisante.

Le but de la présente série de recherches était d'étudier les processus de croissance, des mues et des métamorphoses du point de vue des transformations énergétiques et d'essayer d'établir le rapport entre les processus thermiques et respiratoires d'une part et les changements de composition chimique de l'organisme de l'autre. Nous sommes convaincus que l'établissement d'une liaison étroite entre ces processus peut permettre une compréhension plus profonde de la nature intime des principales réactions thermochimiques qui accompagnent les phénomènes de développement et de régression.

Technique

Les observations rapportées dans le présent travail, premier de cette série, ont été recueillies sur les chenilles et les chrysalides de *Lymantria dispar*, élevées à partir des œufs. Parallèlement à l'élevage en commun des individus provenant de la même ponte, on faisait des élevages de certaines chenilles placées isolément dans de petits bocal de verre recouverts d'une fine grille métallique. Ces animaux étaient maintenus pendant toute la durée de leur développement post-embryonnaire c'est-à-dire à partir de l'éclosion de l'œuf jusqu'à l'éclosion du papillon de la chrysalide, dans une grande étuve en verre, chauffée électriquement et maintenue à la température de $25^{\circ}\text{C} \pm 0.3^{\circ}\text{C}$. Les petits bocal contenant les chenilles isolées étaient souvent contrôlés, on renouvelait tous les jours la nourriture

des animaux (feuilles de saule), on comptait le nombre de crottes excrétées, on pesait les animaux et on notait les moments des mues.

Les déterminations de chaleur dégagée étaient faites dans le microcalorimètre de WERTENSTEIN ⁽¹⁾, qui permet les mesures avec approximation de 0.01 gcal/h. Cet appareil était muni d'un thermostat électrique sensible qui permettait de maintenir constante aux environs de 25° C la température du bloc métallique contenant les vases de DEWAR. C'est à cette température qu'ont été faites toutes nos déterminations calorimétriques. Les animaux se trouvaient pendant les mesures dans les petits récipients cylindriques en verre, de capacité de 15 cc. environ, fermés hermétiquement par un bouchon à l'émeri, enduit de lanoline ; de plus à la surface interne de ce bouchon était fixé un morceau de papier filtre humide, pour saturer de vapeur d'eau l'air du récipient. La période qui précédait les mesures, pendant laquelle s'effectuait l'égalisation des températures du récipient et du calorimètre et l'air du récipient se saturait de vapeur d'eau, ne durait généralement pas plus de 30 minutes. Au bout de ce temps, on sortait le récipient pour un instant du calorimètre pour le refroidir légèrement. La mesure proprement dite, qui durait 20 à 40 minutes, commençait à partir du moment où le spot du galvanomètre passait par le zéro de l'échelle. On faisait les lectures du galvanomètre toutes les minutes ou toutes les deux minutes et on rectifiait chaque lecture par une correction correspondant à la perte de chaleur. On la calculait d'après la constante de refroidissement du vase de DEWAR en expérience. On calculait ensuite le dégagement de chaleur en multipliant la vitesse moyenne corrigée du déplacement du spot du galvanomètre (mm/min) par le coefficient établi au cours du calibrage du calorimètre. Ce dernier était effectué, soit en chauffant le récipient expérimental à l'aide des quantités variables de chaleur de JOULE, soit à l'aide des préparations de radium dont le dégagement de chaleur était connu. Au besoin on exécutait plusieurs séries de mesures successives de brève durée chacune, en ouvrant le récipient chaque fois et en y faisant passer un courant d'air pur.

(1) L. WERTENSTEIN. — Un microcalorimètre différentiel. *C. R. de la Soc. des Sc. de Varsovie*, X, 167, 1917.

Partie expérimentale

D'après les nombreuses observations publiées dans la littérature entomologique, la croissance larvaire des insectes présente le caractère de périodicité, les phases d'assimilation intense y alternant avec les phases d'arrêt. Ces phases d'arrêt, que l'on appelle le sommeil larvaire, sont en rapport avec la mue des chenilles ; les animaux ne prennent pas de nourriture à ces époques, leurs mouvements sont ralentis et ils présentent une faiblesse musculaire prononcée. De

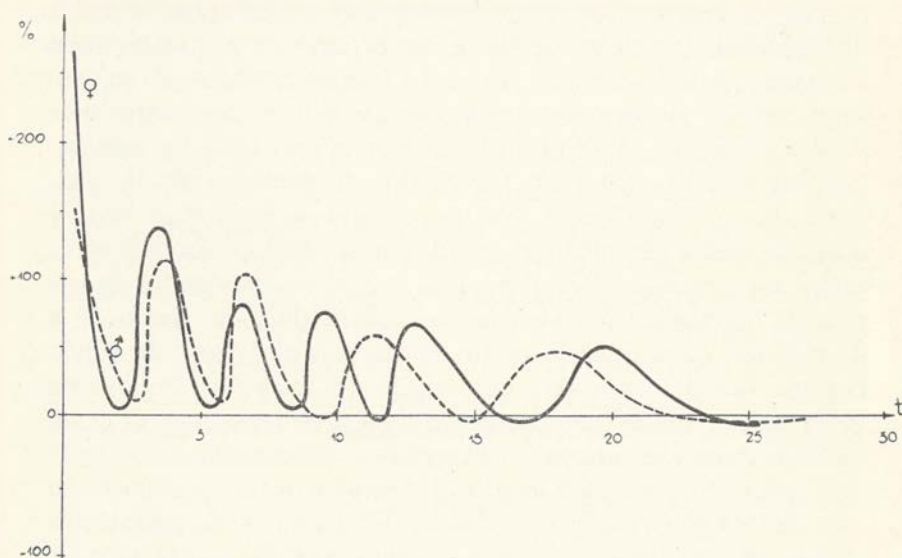


FIG. 1

même que pendant les métamorphoses, ces phénomènes sont accompagnés des remaniements morphologiques et chimiques importants.

Chez les chenilles de *Lymantria dispar* la croissance suit un cours analogue. La figure I indique les courbes d'accroissements ou de déperditions journalières du poids de l'animal, exprimés en pour cent de son poids. Les observations ont porté sur deux individus, l'un mâle, l'autre femelle pendant toute la durée du développement larvaire, c'est-à-dire à partir de l'éclosion de l'œuf, jusqu'à la nymphe. Pendant tout ce temps, les animaux étaient maintenus à la température constante de 25° C.

Comme on le voit sur la figure, *la croissance larvaire est un processus à caractère discontinu ; elle est composée d'un certain nombre (4-5) d'ondes d'assimilation, qui se répètent de façon rythmique et deviennent de plus en plus amorties à mesure que le développement progresse.* Ces ondes sont séparées les unes des autres par les périodes de repos pendant lesquelles les animaux diminuent de poids. Chaque onde est composée d'une branche qui correspond à l'énergie anabolique rapidement croissante et d'une autre où l'intensité des processus de croissance diminue. Les sommets des ondes correspondent aux moments d'intensité maxima des processus d'assimilation ; ils tombent généralement dans la première moitié de la période qui sépare deux mues successives. Dans la période initiale du développement, celle qui suit l'éclosion des chenilles, la masse de corps de l'animal peut plus que tripler en 24 h., dans la période terminale de croissance, avant la nymphose, l'accroissement en 24 h. n'excède pas 60% du poids de l'animal. Les points les plus bas de chaque onde correspondent aux moments des remaniements importants en rapport avec la mue et le sommeil larvaire des animaux.

Nous nous sommes proposé tout d'abord d'étudier l'intensité du métabolisme énergétique des périodes de croissance, des mues et des métamorphoses pendant toute la durée du développement post-embryonnaire. Les résultats de ces recherches sont représentés par trois séries de mesures (tableaux I, II et III) : les déterminations ont été faites sur les chenilles prises individuellement. Les tableaux contiennent les données suivantes : la date de l'observation et l'âge de la chenille en jours, le poids du corps de l'animal, la durée de la détermination calorimétrique, la quantité de chaleur dégagée par la chenille ou par la chrysalide en une heure et la valeur calculée de la production de chaleur par un gramme de poids d'animal et par heure. Afin d'établir avec plus de précision les moments de suspension de l'alimentation, on a noté dans certains tableaux (II et III) le nombre des crottes excrétées par l'animal en vingt-quatre heures.

Le tableau I contient les données recueillies sur un individu femelle : il comprend la période du développement de l'animal à partir de la 4^e période de croissance jusqu'aux derniers instants de la métamorphose. Les déterminations ont été faites tous les 2 ou 3 jours. Les principaux résultats de ce tableau sont représentés sur la fig. 2 : la courbe à trait continu indique la marche de croissance absolue, la courbe en pointillé les quantités de chaleur dégagées par l'individu en une heure.

TABLEAU I. — La thermogénèse pendant le développement post-embryonnaire de *Lymantria dispar* (♀).

No d'ordre de la détermination	Date	Le jour du développement après l'éclosion de la chenille en jours	Le poids du corps en mgr.	Les déterminations calorimétriques				Remarques
				Durée de la détermination calorimétrique en min.	Quantités de chaleur dégagée		Moyenne pour la période de croissance en gcal/g/h	
					Par l'animal en une heure en gcal/h	Par un gramme de poids d'animal et par heure		
		Pour chaque détermination en gcal/g/h						
1	16-III	16.0	97	20	0.391	4.04	3.60	Croissance
2	18-III	18.0	157	20	0.496	3.16		»
3	21-III	21.0	249	20	0.419	1.68		IVe mue
4	23-III	23.0	332	20	1.452	4.37		Croissance
5	25-III	25.0	487	24	1.754	3.60		»
6	27-III	27.2	594	24	2.864	4.82	4.11	»
7	29-III	29.2	837	20	3.499	4.18		»
8	1-IV	32.2	1054	20	3.760	3.57		»
9	3-IV	34.2	910	20	1.247	1.37		Ve mue
10	6-IV	37.0	1146	22	4.020	3.51		Croissance
11	8-IV	39.0	1625	12	5.750	3.54		»
12	16-IV	47.0	1376	26	3.207	2.33	3.52	Filage
13	18-IV	49.0	1000	30	1.767	1.77		Chrysalide
14	21-IV	52.0	—	20	0.850	0.85		»
15	22-IV	53.0	—	30	0.960	0.96		»
16	26-IV	57.0	—	30	1.832	1.83		»

TABLEAU II. — La thermogenèse au cours du développement larvaire de *Lymantria dispar* (♂).

No d'ordre de la détermination	Date	Le jour du développement après l'éclosion de la chenille en jours	Le nombre de crottes excrétées par la chenille en 24 h.	Le poids du corps en mgr.	Pourcentage d'accroissement ou de déperdition journalière de poids du corps %	Les déterminations calorimétriques				Remarques
						Durée de la détermination calorimétrique en min.	Quantité de chaleur dégagée			
							Par l'animal en une heure en gcal/h	Par un gramme de poids d'animal par h.	Moyenne pour la période de croissance en gcal/g/h	
1	12-V	6.0	—	36	—	30	0.142	3.94	4.72	Après la II ^e mue Croissance
2	13-V	7.0	41	62	+72	50	0.391	6.31		
3	14-V	8.0	29	65	+5	30	0.411	6.32	4.77	» » III ^e mue Croissance
4	15-V	9.0	46	82	+26	40	0.382	4.66		
5	16-V	10.0	46	86	+2	30	0.202	2.85	4.73	» » IV ^e mue Croissance
6	17-V	11.0	0	80	-7	30	0.319	3.99		
7	18-V	12.0	46	—	—	—	—	—	4.77	» » » »
8	19-V	13.0	46	143	+39	30	0.761	5.25		
9	20-V	14.0	59	171	+20	—	—	—	5.08	» » » »
10	21-V	14.9	56	190	+20	20	0.966	—		
11	22-V	15.9	4	180	-5	30	0.404	2.24	4.73	IV ^e mue Croissance
12	23-V	17.0	14	222	+23	20	1.153	5.19		
13	24-V	17.1	62	284	+28	72	1.350	4.75	4.73	» » »
14	25-V	18.1	65	342	+20	50	1.522	4.45		

Les autres tableaux, (II et III), ont trait à deux individus mâles et contiennent les séries les plus complètes de déterminations, que l'on effectuait presque tous les jours. Le tableau II se rapporte à la période la plus précoce du développement que la sensibilité de l'appareil (calorimètre) permet d'étudier au point de vue du dégagement de chaleur, c'est-à-dire à partir de la 2^e mue. Les déterminations ont été poursuivies dans cette expérience jusqu'à et y compris la période terminale de croissance et interrompues au moment où la chenille commençait à s'entourer de fils avant la nymphose. Le tableau III contient la série des déterminations qui commencent après la 3^e mue et durent jusqu'à la fin de la métamorphose, y compris la période préparatoire à la nymphose.

L'analyse des données numériques et de la fig. 2 permet de se faire une idée sur les principaux caractères du métabolisme énergétique aussi bien pendant les périodes de croissance larvaire, que pendant les dépressions correspondant aux mues, les moments où la chenille commence à filer les fils dont elle s'entoure et les métamorphoses.

Cette analyse établit avec certitude le fait suivant : *il existe une périodicité dans l'intensité des échanges énergétiques et un synchronisme de ces phénomènes avec les processus de croissance*. Ce fait est surtout mis en évidence sur la fig. 2 qui comprend le segment terminal du développement, notamment 5^e et 6^e périodes de croissance, 4^e et 5^e mues, la période où la chenille s'entoure des fils et celle de la métamorphose.

Il résulte de la courbe de croissance absolue et de celle de dégagement de chaleur que pendant les périodes de croissance, la thermogénèse croît parallèlement à la masse du corps des chenilles, de sorte que si l'on choisit l'échelle des abscisses convenable, les deux courbes se superposent presque complètement. Il n'en est plus de même dans les périodes d'arrêt de croissance ou de diminution de masse de l'animal. Les deux courbes s'écartent alors l'une de l'autre, car l'intensité des échanges énergétiques baisse.

Cette allure du métabolisme énergétique est indiquée avec plus de précision dans les deux dernières colonnes des tableaux : ces colonnes contiennent les valeurs de chaleur dégagée calculées pour un gr. de poids d'animal et par h.

Si l'on ne prend en considération que les périodes de croissance,

on voit que les chenilles qui s'alimentent et croissent dégagent par unité de masse de corps et par unité de temps des quantités de chaleur sensiblement constantes. Si on néglige les écarts observés au cours de déterminations faites pendant la même période de croissance et qui sont dues à la mobilité, impossible à préciser expérimentalement, des animaux et aux conditions inégales de leur alimentation, on constate

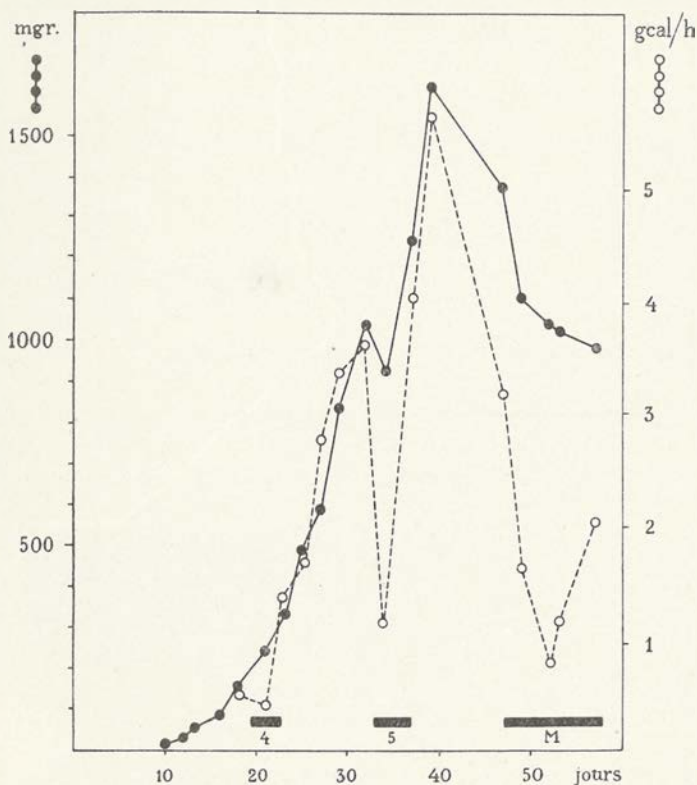


FIG. 2

que la valeur moyenne de la production de chaleur à la température de 25° C est d'environ 4 gcal/g/h.

Il est à remarquer que *l'intensité relative des échanges énergétiques au cours des périodes de croissance ne dépend pas de l'âge de la chenille*. L'unité de masse des chenilles jeunes, dans les premières périodes de croissance dégage presque autant de chaleur que dans les périodes terminales qui précèdent la métamorphose. Ainsi, par exemple, la

TABLEAU III. — La thermogenèse au cours du développement post-embryonnaire de *Lymantria dispar* ♂.

N° d'ordre de la détermination	Date	Le jour du développement après l'éclosion de la chenille en jours	Le nombre des crottes excrétées par la chenille en 24 h.	Le poids du corps en mgr.	Pourcentage d'accroissement ou de déperdition journalière de poids du corps %	Les déterminations calorimétriques				Remarques
						Quantités de chaleur dégagée		Moyenne pour période de croissance en gcal/g/h		
						en min.	Par l'animal en une heure en gcal/h	Par un gr. de poids d'animal et par heure	Pour chaque détermination en gcal/g/h	
1	22-IV	8.8	55	90	—	—	—	—	III ^e mue	
2	23-IV	9.7	0.	89	— 1	30	0.355	3.99	Croissance	
3	24-IV	10.8	54	125	+40	30	0.577	4.61	»	
4	25-IV	11.8	70	208	+66	32	0.702	3.37	»	
5	26-IV	12.7	63	249	+20	30	0.910	3.65	»	
6	27-IV	13.8	81	287	+15	30	0.662	2.31	IV ^e mue	
7	27-IV	14.1	0	284	—	30	0.646	2.27	»	
8	28-IV	14.8	0	275	— 4	30	0.923	3.36	Croissance	
9	28-IV	15.0	0	264	—	30	0.933	3.76	»	
10	29-IV	15.8	10	302	+10	24	1.232	4.08	»	
11	30-IV	16.8	31	436	+44	—	—	—	»	

TABLEAU III (suite).

12	1-V	17.8	57	501	+15	34	2.218	4.43	} 4.05	Croissance
13	2-V	18.8	89	714	+42	20	2.888	4.05		»
14	2-V	19.1	—	733	—	24	3.328	4.58	»	
15	3-V	20.4	88	854	+20	20	3.326	3.89	»	
16	4-V	20.8	46	834	— 6	24	2.327	2.79	Préparation au filage	
17	5-V	21.8	68	877	+ 5	18	2.104	2.40	»	
18	6-V	22.8	11	759	—14	40	2.110	2.78	»	
19	7-V	23.8	0	716	— 6	30	1.277	1.78	Filage	
20	8-V	24.8	0	707	— 2	30	1.627	2.30	»	
21	9-V	25.8	0	669	— 5	30	0.918	1.37	Chrysalide	
22	10-V	26.8	0	659	— 1	—	—	—	»	
23	12-V	28.8	0	639	— 1	32	0.382	0.60	»	
24	13-V	29.8	0	630	— 1	—	—	—	»	
25	14-V	30.8	0	621	— 1	30	0.579	0.93	»	
26	16-V	32.8	0	601	— 1	—	—	—	»	
27	17-V	33.8	0	587	— 2	30	0.719	1.22	»	
28	19-V	35.9	0	559	— 2	—	—	—	»	
29	20-V	36.9	0	—	—	30	1.196	(2.14)	»	

chenille femelle (tableau I), qui pendant la 4^e période de croissance pesait en moyenne 127 mgr., dégageait des quantités de chaleur (3.60 gcal/g/h) presque identiques à celles qu'elle dégageait pendant la 6^e période de croissance (3.52 gcal/g/h), alors qu'elle pesait 1385 mgr. soit plus de 10 fois plus. On constate le même phénomène chez les chenilles mâles. Ainsi pendant la 1^{re} série de déterminations (tableau II), le dégagement de chaleur des chenilles à poids de 61 et 282 mgr. était respectivement 4.72 et 4.73 gcal/g/h ; pendant les déterminations de la série suivante (tableau III), les individus pesaient 168 et 600 mgr. et dégageaient 3.90 et 4.05 gcal/g/h. Nous voyons donc que *les jeunes chenilles en croissance, produisent autant de chaleur par unité de poids dans les premiers stades de leur développement post-embryonnaire que dans les derniers stades avant la nymphose.*

Il n'est pas sans intérêt de constater que *l'intensité relative des transformations énergétiques pendant la croissance est la même chez les mâles et chez les femelles* et ceci malgré la différence considérable des poids de corps, liée au dimorphisme sexuel de *Lymantria dispar*. Cette égalité résulte nettement de la comparaison des tableaux II et III, qui indiquent le dégagement de chaleur de la chenille femelle égale à 3.74, et de la chenille mâle à 3.97 gcal/g/h.

Ce qui mérite cependant une attention particulière au cours du développement larvaire, ce sont les périodes des mues, auxquelles correspondent dans nos tableaux les moments d'arrêt de croissance et d'excrétion des matières fécales. Il résulte de toutes nos déterminations que *pendant les mues, l'intensité des transformations d'énergie baisse considérablement par rapport à sa valeur pendant les périodes de croissance.* Ainsi par exemple chez une autre chenille (tableau I), on constate pendant les 4^e et 5^e mues, l'abaissement de la production de chaleur de 3.60 à 1.68 et de 4.11 à 1.37 gcal/g/h, c'est-à-dire une réduction de 47 et 33% de l'intensité correspondant à la période de croissance ; chez une autre chenille, la thermogénèse passait de 4.72 à 2.35 et de 4.77 à 2.24 gcal/g/h au cours de la 3^e et de la 4^e mue, la réduction atteignait donc ici 50 et 47%.

Il faut remarquer que les nombres obtenus ici ne peuvent être considérés comme des valeurs minima de thermogénèse : le développement de l'animal à la température de 25° C. est en effet si rapide, et les mues s'effectuent si vite, qu'il est probable qu'une partie seule-

ment des déterminations a été faite pendant les dépressions les plus profondes du métabolisme.

Malgré cela, on a une impression nette qu'au fur et à mesure du développement, les transformations énergétiques pendant les mues successives diminuent de plus en plus. Ceci est particulièrement visible sur la chenille femelle (tableau I) : on voit que le dégagement de chaleur après la 4^e mue atteint la valeur de 47% et après la 5^e mue à peine 33% de l'intensité manifestée pendant les stades antérieurs de croissance.

L'étude de l'intensité de la thermogenèse au cours de la dernière dépression du métabolisme est très convaincante à ce point de vue. Cette dépression correspond à la période préparatoire à la nymphose et à la période de nymphose même. La durée de la dernière dépression dépasse celle des dépressions précédentes. La thermogenèse tombe alors à un niveau plus bas que ceux que l'on a notés au cours des autres dépressions, correspondant aux mues proprement dites. Ainsi chez deux individus que nous avons étudiés, la réduction de la thermogenèse était de 24% (de 3.52 à 0.85 gcal/g/h, comp. tableau I) et même de 15% (de 4.05 à 0.60 gcal/g/h, tableau III) de la valeur qu'elle présentait pendant la dernière période de croissance larvaire.

Discussion des résultats

Le fait le plus surprenant constaté au cours de ces recherches c'est l'existence des périodes de dépression métabolique qui apparaissent au moment des mues de chenilles.

Autant que je sache, ce phénomène fut observé pour la première fois par LUCIANI et LO MONACO ⁽¹⁾, au cours de leurs recherches sur la croissance des vers à soie. En étudiant le dégagement d'anhydride carbonique produit par les chenilles, ces auteurs ont constaté le caractère nettement ondulatoire de la courbe obtenue, les minima de cette courbe correspondant aux moments de sommeil larvaire. Le caractère ondulatoire de la courbe de ces auteurs fut cependant en partie masqué par le fait que les déterminations ont porté sur des cultures contenant un grand nombre de chenilles.

(1) L. LUCIANI et LO MONACO D. — Sur les phénomènes respiratoires des larves du ver-à-soie. *Arch. ital. de Biol.*, XXIII, 424, 1895.

Le phénomène de dépression du métabolisme est incontestablement très complexe. Les facteurs qui y interviennent sont en rapport avec le passage de la chenille de la période d'alimentation et de croissance à un état d'inanition, de faiblesse, et d'arrêt des processus de croissance. Nous tâcherons d'établir au cours d'un prochain travail le rôle respectif de chacun des facteurs mentionnés, dans l'abaissement global de l'intensité des échanges énergétiques pendant la mue des chenilles.

Il est néanmoins probable, qu'ici comme pendant la nymphose, cet abaissement est dû en grande partie aux transformations des substances accumulées pendant la période de croissance et aux remaniements partiels d'organes subissant l'autolyse. Il suffit de mentionner le processus de synthèse de la chitine très intense chez la nymphe de *Calliphora* pendant la métamorphose (cf. WEINLAND) ⁽¹⁾.

Si l'on admet que les périodes de sommeil larvaire sont analogues à celles des métamorphoses proprement dites, et que les processus ayant lieu pendant les premières, correspondent, tout en étant moins profonds et considérables, à ceux des métamorphoses, il faut y rechercher les mêmes phénomènes thermochimiques que pendant la nymphose, apparaissant cependant avec une intensité moindre.

Ce problème présente de plus l'intérêt considérable pour la compréhension du chimisme des périodes d'arrêt qui apparaissent normalement au cours du développement post-embryonnaire lors de la croissance à allure autocatalytique chez les animaux supérieurs.

Les recherches en cours ont pour but de contribuer à l'éclaircissement de cette question.

Résumé

1° La croissance larvaire de *Lymantria dispar* présente le caractère de discontinuité : elle est composée d'un certain nombre d'ondes d'assimilation, qui se répètent rythmiquement et qui sont séparées les unes des autres par les périodes de sommeil larvaire.

2° Le dégagement de chaleur au cours du développement post-

⁽¹⁾ WEINLAND E. — Ueber die Stoffumsetzungen während der Metamorphose der Fleischfliege (*Calliphora vomitoria*). *Zeitschr. f. Biol.*, XLVII, 186, 1906.

embryonnaire est synchrone avec les phénomènes de croissance ; il présente des minima pendant les mues et pendant les métamorphoses.

3° Pendant les périodes de croissance, la quantité de chaleur dégagée par unité de masse de l'animal en unité de temps est presque constante. A température de 25° C, elle est d'environ 4 gcal/h/g : elle ne dépend ni de l'âge, ni du sexe de la chenille.

4° Pendant les périodes des mues, l'intensité des échanges énergétiques est considérablement abaissée. Elle peut tomber, en particulier au cours des dernières mues, jusqu'à un tiers de la valeur qu'elle présente pendant les périodes de croissance.

5° L'abaissement le plus considérable de la production de chaleur correspond à la première moitié de la période de métamorphose.

6° Il y a des présomptions qui permettent de croire que non seulement le métabolisme énergétique mais aussi le métabolisme chimique, pendant les périodes de sommeil larvaire, se rapproche de ce qui se passe pendant les métamorphoses.

Les clichés obtenus ainsi doivent avoir des dimensions qui ne dépassent pas la *justification* des Archives, de façon à pouvoir être *intercalés* dans le texte, ce qui constitue un mode de publication à la fois moins onéreux et plus agréable pour le lecteur que celui qui consiste à réunir les figures en planches reportées *à la fin* du mémoire.

La photographie sur zinc permet d'ailleurs de réduire en toute proportion (d'un quart, d'un tiers, de moitié, etc.) les dimensions des graphiques qui dépasseraient la justification du texte. On peut également couper un grand graphique en deux ou plusieurs sections, à placer les unes à la suite des autres.

Les mêmes remarques s'appliquent aux autres figures à intercaler dans le texte. Les dessins au trait faits à la plume (hachures et points) sont les plus faciles à reproduire par la zincographie, soit en grandeur naturelle, soit mieux encore en réduction (fournir dans ce cas un dessin en grandeur double, triple...). Les traits doivent être faits à l'encre bien noire (encre de Chine) sur du papier lisse ou du bristol. Les dessins au lavis à l'encre de Chine, les bonnes photographies (prière de joindre le négatif quand on le possède) etc. se prêtent également bien à la confection directe de clichés (en similitravure).

Archives Néerlandaises de Physiologie de l'homme et des animaux

Ces archives, publiées par F. J. J. Buytendijk, W. Einthoven, G. Grijns, W. E. Ringer G. van Rijnberk et H. Zwaardemaker, paraissent en fascicules publiés quatre fois par an. Chaque volume, d'environ 600 pages, contient à peu près l'ensemble de la production scientifique des physiologistes hollandais. La Rédaction publie une analyse des travaux non publiés dans ces archives : ainsi les Archives néerlandaises donneront un aperçu complet du développement de la physiologie en Hollande.

Le prix de l'abonnement est fixé à 15 florins par volume. On s'abonne chez tous les libraires ou chez Martinus Nijhoff, éditeur, Lange Voorhout 9, La Haye.

Les Annales de Physiologie et de Physico-Chimie Biologique

publiées par

C. DELEZENNE

André MAYER

L. LAPICQUE

Paul PORTIER

paraissent chaque année en 5 fascicules de 100 à 200 pages chacun.

Abonnement annuel : France **95 fr.** — Etranger : tarif n° 1, **100 fr.** ; tarif n° 2, **105 fr.**

Paris. G. DÔIN, place de l'Odéon, 8.

L'ANNÉE BIOLOGIQUE

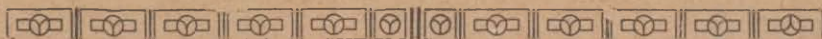
Recueil de Bibliographie international, publié par la Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles.

Tous les deux mois, un fascicule d'environ 300 pages, contenant de 900 à 1000 analyses et scindé en deux parties, à pagination séparée : 1° Physiologie générale. 2° Morphologie et Biologie générales.

Abonnement annuel : France, **150 fr.** — Etranger, **200 fr.**

Secrétariat et Administration :

28, Rue Serpente, Paris (VI).



Archives Internationales de Physiologie

Conditions de la souscription

Les *Archives Internationales de Physiologie* paraissent par fascicules de 100 à 120 pages, illustrés de nombreuses figures dans le texte et éventuellement de planches hors texte. Quatre fascicules forment un volume.

Les *Archives* publient les travaux de tous les laboratoires de physiologie de Belgique et de la Suisse romande et d'un grand nombre de laboratoires de France, d'Italie, de Roumanie, de Pologne, etc.

Le prix de l'abonnement (affranchissement compris) est fixé à 125 francs français (35 belgas) par volume pour les abonnés français et étrangers, à 125 francs belges pour les abonnés belges. Les anciens volumes se vendent 125 francs français (35 belgas). Seuls les volumes I, II, III, XIII, XIV, XXIV, dont il ne reste que quelques exemplaires, se vendent 200 francs français (56 belgas).

Les auteurs reçoivent gratuitement 40 tirages à part de leurs travaux. Ils peuvent en obtenir un plus grand nombre à leurs frais.

Le prix de ces tirages supplémentaires *sans remaniement* (minimum 50 exemplaires) est fixé provisoirement à 60 c. par feuille ; 65 c. par $\frac{3}{4}$ feuille ; 40 c. par $\frac{1}{2}$ feuille ; 25 c. par $\frac{1}{4}$ feuille ; 25 c. par couverture ; 20 c. pour brochage (par feuille).

Les clichés sont offerts aux auteurs à titre gracieux

On est prié d'adresser tout ce qui concerne la rédaction des *Archives* à Léon FREDERICQ, rue Saint-Jacques, 7, Liège (Belgique).

Les abonnements se prennent à la même adresse (Compte chèques-postaux n° 121.149) et chez Gaston Doin, éditeur à Paris, place de l'Odéon, 8.

