

tions permet heureusement d'échapper à la plupart des mésaventures que nous venons de mentionner (1), et on peut alors admirer le spectacle attrayant d'un récif composé presque entièrement d'animaux dont l'aspect est si singulier qu'autrefois on les classait parmi les plantes et même parmi les pierres. Les Montipores roses, les Porites verdâtres, associés aux algues calcaires rougeâtres ou blanches, envahissent les sphères formées par les Favies, les Goniastées, les Cœlories. Les crêtes délicates des Lophoseris se groupent auprès des éminences finement sculptées des Hyd-nophores. La variété des couleurs offertes par ces animaux est très grande, elle ne se révèle cependant qu'à une observation attentive. La teinte générale de la partie vivante du récif est verdâtre. Le vert émeraude ne décore que le fond des calices de certains polypiers et le rouge écarlate ne semble appartenir qu'aux rosaces branchiales des nombreuses annélides qui y sont logées. Les éponges, les alcyons, les mollusques (péronies, poulpes), les poissons eux-mêmes ont le plus souvent une coloration qui se confond avec celle que revêt l'ensemble du récif; aussi leur capture exige-t-elle une vue exercée. Le manteau d'une phyllidie simule d'une façon surprenante une agglomération de calices de goniastée.

C'est la doctrine darwinienne de l'adaptation, a dit l'auteur de *l'Histoire de la création naturelle* (2), en particulier la loi de la « sélection homochrome », qui nous fournit l'explication de cette analogie des couleurs chez tant d'êtres différents : « Moins la couleur d'un animal se distingue de son milieu et plus il a de chances d'échapper à ses ennemis; plus il lui est facile de s'approcher de sa proie sans en être aperçu, mieux enfin il est protégé et favorisé dans la lutte pour l'existence. »

C'est bien là une explication mais l'analyse de beaucoup de faits ne permet de l'accepter qu'à titre d'hypothèse.

L. FAUROT.

(1) Hæckel, dans son récit de voyage aux bancs de polypiers de Tor dans le golfe de Suez (*Arabische Korallen, populäre vorträge*, p. 34), nous fait connaître les obstacles qui s'offrirent à sa curiosité de naturaliste : « Nous sautons résolument par-dessus bord, enveloppé d'une merveilleuse lueur verte et bleue; nous observons alors de près la richesse de coloris des bancs de polypiers....., mais leurs dents pointues ne nous permettent pas d'y poser le pied. Nous tentons de nous arrêter sur un espace sablonneux, mais un oursin nous enfonce dans le talon ses piquants dont les extrémités très fragiles se brisent dans la plaie. Nous voulons détacher une superbe actinie d'un vert émeraude qui nous paraît fixée entre les valves d'un volumineux coquillage. Nous nous apercevons à temps que ce corps verdâtre n'est point une actinie, mais bien l'animal même du coquillage. Si notre main avait été saisie, elle aurait été retenue par les deux valves refermées. Nous voulons arracher une branche à un pocillopore violet, mais un petit crabe (*Trapezia*) nous pince douloureusement.....; enfin, pour éviter le contact d'une bande de méduses urticantes ou la mâchoire des requins, nous remontons à la surface. »

(2) *Voyage dans l'Inde*, p. 226.

PHYSIOLOGIE

Chaleur et travail musculaire.

Le numéro du 5 mars 1887 de la *Revue scientifique* contient un travail de M. A. Sanson sur l'énergie musculaire et la chaleur animale. J'y relève un calcul destiné à prouver que le travail musculaire du cheval d'omnibus de Paris ne peut avoir pour origine la chaleur dégagée par la combustion de ses aliments. Me sera-t-il permis de présenter quelques observations à l'occasion de la manière dont M. A. Sanson établit son calcul et du raisonnement qu'il suit?

Dans tout travail de ce genre, c'est évidemment le principe de la conservation de l'énergie qui doit servir de base. Jusqu'à preuve du contraire, nous devons le considérer comme rigoureusement applicable à la machine vivante. Quand il s'agit d'un animal adulte, comme le cheval d'omnibus, les conditions sont relativement simples. En effet, la nutrition a atteint ici un caractère de stabilité tel, que le poids moyen du corps reste sensiblement constant et que, pour une période relativement longue, l'état final du système peut être considéré comme représentant exactement l'état initial. Il doit donc y avoir équivalence rigoureuse entre les dépenses et les recettes de l'énergie.

Les dépenses sont représentées par : 1° la chaleur cédée à l'extérieur (rayonnement et évaporation à la surface de la peau et des poumons, chaleur enlevée par les *excreta* liquides et solides); 2° le travail extérieur exécuté par l'animal. Nous laissons de côté le cas de dégagement d'électricité ou de lumière.

Les recettes sont représentées uniquement par la portion d'énergie chimique de nos aliments qui est mise en liberté dans l'organisme. Pour les substances hydrocarbonées et grasses qui, chez l'animal, sont intégralement transformées en H²O et CO², cette portion est identique au calorique de combustion de ces substances. En effet, il s'agit de comparer ici leur état initial (fécule, graisse) avec leur état final (H²O, CO²), sans s'inquiéter du nombre ou de la nature endothermique ou exothermique des réactions intermédiaires.

Pour l'albumine, le calcul est un peu moins simple. Le calorique de combustion ne peut servir directement de mesure, puisque les produits ultimes de la transformation organique de l'albumine ne sont pas entièrement semblables aux produits de la combustion directe de cette substance. Mais on peut tenir compte de la différence en retranchant du calorique de combustion de l'albumine assimilée, le calorique de combustion des matières organiques excrétées par les urines, la sueur (1), etc.

La règle à suivre, quand on veut établir le bilan des recettes et des dépenses de l'organisme chez l'animal

(1) Voir Max Rübner, *Zeitsch. f. Biologie*, t. XXXI, p. 250-410.

adulte, consiste donc à chercher les valeurs numériques des termes de l'équation suivante :

$$\begin{aligned} & \text{Chaleur} + \text{Travail (dépensés à l'extérieur)} \\ & = \text{Calorique de combustion des aliments assimilés} \\ & - \text{Calorique de c. de l'ac. hippurique, urée, etc., excrétés.} \end{aligned}$$

Cette façon d'établir l'équation ne préjuge en rien de la nature des réactions chimiques dont l'organisme est le siège. Il est probable, en effet, comme le dit très bien M. A. Sanson, qu'il ne s'agit pas d'une combustion directe.

Dans le calcul de la journée du cheval d'omnibus de Paris, dont le travail est évalué à 2 000 000 de kilogrammètres, M. A. Sanson établit d'une part que la ration alimentaire représente une provision d'énergie de 23 735 calories (910 grammes de protéine dégageant, d'après Frankland, 4548 calories; 408 grammes de matières grasses, produisant 3700 calories et 4620 grammes d'hydrates de carbone, produisant 15 487 calories; total, 23 735 calories disponibles). Voilà le côté des recettes.

Du côté des dépenses, nous trouvons 17 193 calories pour pertes de chaleur (15 823 calories pour le rayonnement cutané, 255 calories pour échauffer l'air respiré, et 1115 calories pour échauffer les aliments et boissons). Restent donc 6542 calories pour le travail.

De ces 6542 calories, qu'il devrait légitimement attribuer en entier au travail extérieur, M. A. Sanson en distrait la moitié, sous le nom assez singulièrement choisi de *ration d'entretien* ou *travail intérieur*. Ce sont 3271 calories qui s'évanouissent sans laisser de traces dans l'équation, et qui, si j'ai bien compris M. Sanson, échappent ainsi chaque jour à la loi de la conservation de l'énergie. Après cette soustraction, il ne reste plus assez de calories pour constituer les 2 000 000 de kilogrammètres de travail extérieur. M. A. Sanson en conclut que la chaleur disponible provenant des aliments (en supposant ceux-ci brûlés complètement) n'est pas suffisante pour expliquer le travail extérieur effectué par les muscles.

Tout inadmissible que me paraît ce raisonnement, je me hâte d'ajouter qu'il est, dans la pensée de M. Sanson, destiné à prouver : 1° que les réactions chimiques dont les tissus vivants sont le siège ne sont pas des phénomènes de combustion simple et directe, mais se rapprochent plutôt des fermentations, — ce qui me paraît, en effet, fort probable; 2° que dans le muscle, l'énergie chimique, pour donner naissance au mouvement, n'a pas nécessairement besoin de se transformer d'abord en chaleur, — opinion à laquelle aucun physiologiste ne fera sans doute opposition.

Mes critiques ne s'adressent donc pas à ces deux conclusions générales de M. A. Sanson qui me paraissent parfaitement orthodoxes, mais plutôt au raisonnement qui est destiné à leur servir de preuve.

En résumé, les dépenses de chaleur et de travail extérieur sont chez l'animal adulte (arrivé à un état statique de la nutrition) rigoureusement équivalentes aux recettes d'énergie provenant de la transformation chimique des aliments assimilés. Ces recettes sont représentées par le calo-

rique de combustion des *ingesta*, diminué du calorique de combustion des *excreta*. Le calorique de combustion de la somme des aliments doit donc être légèrement supérieur à la somme des dépenses extérieures de travail et de chaleur. Tout raisonnement ou calcul destiné à prouver le contraire me paraîtra toujours suspect *à priori*.

Je termine en rappelant ici quelques-uns des chiffres de calorique de combustion, publiés récemment par Danilewsky (1) et Rechenberg (2). On les substituera avec avantage, dans ces calculs, aux chiffres un peu surannés de Frankland.

CALORIQUE DE COMBUSTION.

Danilewsky.

1000 grammes.	Fibrine.	5830 calories.
—	Caséine.	5950 —
—	Albumine végétale. 6200 à 6300	—
—	Peptone	4900 —
—	Graisse.	9842 —

Rechenberg.

1000 grammes.	Fécule	4479 calories.
—	Dextrose	3939 —
—	Maltose	4163 —

Le tableau suivant contient le nombre de calories mises en liberté par unité de poids d'oxygène consommé, de CO² exhalé, d'azote ou d'urée excrétés, suivant qu'il s'agit de la destruction organique de l'albumine, de la graisse, de la fécule ou de la dextrose.

Destruction.	Calorique de combustion pour 1 gramme			
	O absorbé.	CO ² exhalé.	Az excrété.	Urée excrétée.
	Calories.	Calories.	Calories.	Calories.
D'albumine animale . .	3,380	2,930	31,800	14,860
De graisse	3,370	3,460	»	»
De fécule.	3,797	2,750	»	»
De dextrose.	3,695	2,687	»	»

Il suit de là que la meilleure mesure *indirecte* de la production de chaleur organique, chez l'adulte, nous est fournie par l'intensité de la consommation d'oxygène. Chaque gramme d'oxygène consommé correspond, en effet, sensiblement à la même quantité de chaleur produite, quelle que soit la nature des aliments oxydés dans notre corps.

LÉON FREDERICO.

(1) *Pflügers Archiv*, t. XXXVI, p. 230; 1885.

(2) *Ueber die Verbrennungswärme organischer Substanzen*, Leipzig, 1880.