

THERMOGÉNIE ET CALORIMÉTRIE

La notion de température est insuffisante pour se rendre compte de l'activité des échanges qui se produisent dans l'organisme. Les variations dans la température peuvent être dues en effet soit à une modification dans l'intensité des échanges, soit à une perturbation dans le rayonnement du calorique, il est donc indispensable dans l'étude de la chaleur animale de se rendre compte également de la quantité de chaleur produite et de la quantité de chaleur dégagée. Si un animal se maintient pendant un certain temps à une température constante, la quantité de chaleur qu'il aura dégagée sera forcément égale à celle qu'il aura produite. La mesure de la chaleur dégagée peut donc permettre d'étudier la production de chaleur, la thermogénèse. C'est sur cette mesure qu'est fondée la calorimétrie animale.

Dans tous les calculs sur la chaleur, il faut pour obtenir des résultats comparables entre eux les ramener à des unités constantes ; il s'agira donc toujours des quantités de chaleur dégagée par un kilogramme d'animal dans une heure ¹.

¹ On appelle Calorie la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 degré 1 kilogramme d'eau. En physiologie, on emploie comme unité la microcalorie, c'est-à-dire la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1° un gramme d'eau. C'est cette dernière unité que l'on désigne même pour simplifier sous le nom de calorie. Bien que le système métrique soit universellement adopté, quelques

L'étude de la chaleur animale date de Lavoisier. « Il était réservé à l'homme qui venait de renverser la théorie surannée du phlogistique de poser les bases inébranlables de la théorie de la respiration et de la calorification, de cette même main qui traçait en caractères ineffaçables l'immortelle monographie de l'oxygène. » (Gavarret.)

Depuis Lavoisier de nombreux travaux ont été entrepris pour déterminer la quantité de chaleur produite par les animaux.

Ces recherches peuvent être rangées en trois groupes suivant la méthode suivie.

On désigne, sous le nom de méthode directe, celle employée par Lavoisier, Dulong, Despretz, Regnault et Reiset, Andral et Gavarret, Liebermeister, Fredericq, etc., ayant pour objet de calculer la chaleur produite par l'être vivant d'après la quantité d'acide carbonique exhalée.

M. Regnault fait ainsi la critique de cette méthode : « L'acide carbonique exhalé n'est pas seul à mesurer l'énergie des oxydations de l'organisme. On ne peut par ce moyen se rendre compte de la chaleur produite. Le phénomène est beaucoup plus complexe : tout mouvement se traduit par de la chaleur, toute action chimique donne de la chaleur ou du froid, tout passage dans le sang des aliments qui se liquéfient change encore la température. Il ne faut donc pas chercher une mesure de la chaleur engendrée dans le calcul de l'acide carbonique formé.

La deuxième méthode, dite indirecte a été employée par Boussingault, Liebig et Barral. Cette méthode consiste à prendre un animal, soumis à un ration d'entretien telle que son poids reste sensiblement constant pendant toute la durée de l'observation et à noter exactement la quantité de calo-

savants anglais s'obstinent à conserver les mesures britanniques. La British Heat Unity (B.H.U.) correspond à la quantité de chaleur employée pour élever de 1° Fahrenheit une livre d'eau anglaise, elle vaut 0,252 calorie kilogramme. Les Allemands emploient fréquemment la calorie-seconde.

ries représentée par ses ingesta d'une part, ses excreta de l'autre. La différence indiquant le nombre de calories utilisées par l'animal pour maintenir sa température constante.

Ce procédé soulève encore de nombreuses objections.

Le coefficient de chaleur spécifique des aliments et des produits excrémentitiels est loin d'être établi d'une façon rigoureuse. Les chiffres donnés par Frankland, Zuntz, Danilewsky, ne concordent pas entre eux ¹.

Mais il est difficile de réaliser la valeur d'entretien, de maintenir exactement un état d'équilibre parfait, enfin, on ne connaît pas les réactions chimiques exactes auxquelles donnent lieu les aliments une fois ingérés, il se produit dans l'organisme une série de réactions : réduction, déshydratation, fermentation, toutes accompagnées d'un dégagement ou d'une absorption de chaleur et dont les produits peuvent en se substituant à d'autres, se fixer définitivement.

Le troisième procédé, qui mériterait mieux que le premier la désignation de calorimétrie directe, consiste dans la mesure de la chaleur dégagée. La première tentative est due à Crawford en 1779; un an après (1780), Lavoisier et Laplace communiquaient leur expérience de calorimétrie faite sur un cochon d'Inde. L'animal était placé dans une enceinte

¹ Frankland a trouvé comme quantité de chaleur produite par la combustion complète

1000 grammes de graisse	9 069 calories
— — fécule	3 936 —
— — d'albumine	4 998 —
— — urée	2 206 —

Or, en admettant comme ration d'entretien pour un homme adulte les chiffres donnés par Rankine pour 24 heures :

Albumine	100 grammes	426 300 calories
Graisse	100 —	906 900 —
Fécule	240 —	944 640 —
		2,227,080 calories

On trouve ainsi 2,227,000 calories en supposant que toutes les graisses et les féculents ont été brûlés complètement et réduits en eau et acide carbonique et que les albuminoïdes ont subi pour un tiers la transformation en urée.

remplie de glace. Le poids de la glace fondue indiquait la quantité de chaleur fournie par l'animal, étant connu la chaleur de fusion de la glace. En 10 heures, le cochon d'Inde détermina la fusion de 13 onces de glace (397^{gr},8), mais Lavoisier reconnut que ce chiffre était trop fort « parce que les extrémités du corps de l'animal se sont refroidies dans la machine, et les humeurs que la chaleur a évaporées, ont fondu, en se refroidissant, une petite quantité de glace et se sont réunies à l'eau qui s'est écoulée dans la machine ». Lavoisier et Laplace évaluent à 2 onces la correction nécessaire, ce qui fait 322^{gr},7 la quantité de glace fondue par le cobaye.

Dans les mesures calorimétriques, les auteurs ont cherché à calculer la quantité de chaleur émise en mesurant soit l'élévation de l'eau du calorimètre (Dulong, Despretz, Senator, Wood), ou du bain (Liebermeister, Kernig, Hattwig), soit en prenant le poids de glace fondue (Lavoisier et Laplace). La chaleur spécifique de l'eau étant relativement considérable, une erreur même faible dans la lecture des températures entraîne une erreur assez forte dans l'évaluation des calories dégagées ou fournies par l'animal. L'air, au contraire, a une chaleur spécifique très faible, et il était très naturel d'utiliser cette propriété dans les mesures calorimétriques.

Aussi a-t-on substitué à ces méthodes, la calorimétrie à air (d'Arsonval, Richet, Rosenthal) qui a surtout l'avantage d'être très simple et qui repose sur le principe suivant :

Si un animal est enfermé dans une enceinte à double paroi, la chaleur rayonnante émise par lui va échauffer la double paroi qui l'entoure; alors l'air qui est contenu va s'échauffer et par conséquent se dilater. De sorte que pour mesurer la chaleur émise, il suffira de mesurer la dilatation de l'air contenu dans la double enceinte.

L'appareil consiste donc en une double enveloppe métallique variant de forme avec les auteurs, l'animal est placé au centre, et la chaleur émise par lui échauffe le matelas d'air

soutenu dans la double paroi. On peut faire passer à travers ce serpentín dans cette double paroi, l'air échauffé par la respiration, il y abandonne sa chaleur ainsi que celle de

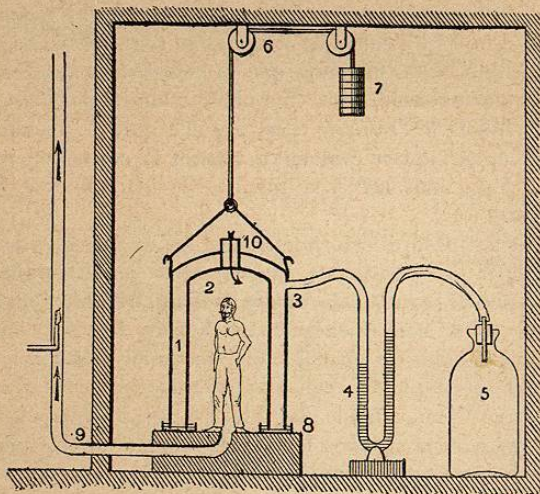


Fig. 49. — Calorimètre à air de D'Arsonval.

condensation de la vapeur d'eau; les méthodes pour mesurer la dilatation de l'air variant avec les auteurs : manomètres, appareils à siphon cloche.

Quantité de chaleur dégagée à l'état normal. — Bien que les animaux à sang froid dégagent certainement de la chaleur, il n'existe aucun chiffre exact sur leur radiation calorifique.

Quant aux animaux homéothermes, la radiation dépend d'un grand nombre de circonstances, si l'on tient compte de l'espèce. On trouve les chiffres suivants par kilogramme-heure.

Moineaux	36,000
Cobaye de 150 grammes	12,500
Pigeon de 300 grammes	10,500
Cobaye de 700 grammes	6,600
Lapin adulte	4,000
Enfant de 7 kilogrammes	4,000
Chien de 10 kilogrammes	3,200
Homme	1,500

De toutes les influences la plus importante est la taille, et la nature des téguments, si réelle qu'elle soit, est masquée par la première de ces causes. Il existe toutefois un moyen de mettre en évidence ces autres causes, c'est de calculer la radiation thermique non plus par unité de poids d'animal mais par unité de surface.

Il est difficile de calculer la surface d'un organisme aussi irrégulier que le sont les êtres vivants, on peut néanmoins l'évaluer approximativement d'après la formule qui donne la surface d'une sphère en fonction du poids ou du volume.

On peut admettre que la densité du corps humain est égale à celle de l'eau (exactement 1,080) $P = V$. On aura donc pour le rayon de la sphère équivalente au volume du corps

$$R = \sqrt[3]{\frac{3P}{4\pi}}$$

et la surface sera obtenue facilement

$$S = 4\pi R^2.$$

Les chiffres donnés plus haut sont alors très modifiés, les écarts tendent à disparaître et l'influence du tégument apparaît nettement.

	Calories par unité de surface.
Animaux à fourrures épaisses. Lapins. . .	10
Peau nue Enfants . .	16,2
Animaux à fourrure maigre. . Chiens. . .	14,4
Animaux à plumes. Oie	11
— — — — — Canards. . .	12

Le tégument exerce également son action sur la température du corps elle-même. C'est ainsi que les oiseaux peuvent avoir une température de 42° parce qu'ils sont admirablement défendus par leur enveloppe de plume. L'homme au contraire qui a la peau nue n'a que 37°,5. Pour se maintenir à 42° avec une surface rayonnante semblable, il lui faudrait des combustions intérieures considérables. Les mammifères marins qui sont exposés à un refroidissement intense par leur contact immédiat avec l'eau souvent glacée

ne maintiennent leur température de $36^{\circ},4$ à 37° que grâce à leur enveloppe de graisse si fortement athermane et à leur masse considérable qui fait que la surface rayonnante est très faible comparée à la masse du corps.

Influence de la température extérieure. — Parmi les causes extérieures à l'individu qui peuvent modifier en lui les fonctions de la thermogénèse, une des plus importantes est sans contredit la température extérieure. Vivant dans une atmosphère d'une température ordinairement inférieure à la sienne propre, l'animal émet constamment une certaine quantité de chaleur, mais cette quantité de chaleur émise est-elle exactement proportionnelle à la différence constatée entre la température de l'animal et celle du milieu ambiant ; suit-elle, en un mot, la loi de Newton ?

Le raisonnement et l'observation indiquent que pour les animaux supérieurs, ceux appelés justement animaux à température constante, la loi du refroidissement n'est pas applicable. Ces animaux, grâce à un système spécial dit système régulateur ne présentent pour des écarts considérables de la température extérieure, que de très faibles différences de température.

Ce rôle de la régulation de la chaleur est dévolue en partie à l'appareil vaso-moteur, qui agit sur la déperdition du calorique.

On démontre en physique que la radiation thermique varie suivant la température de la surface rayonnante. Or, chez l'homme la surface rayonnante n'est autre que la surface cutanée, les oxydations qui s'y produisent sont peu intenses, et la peau n'a véritablement pas de chaleur propre, la température du tégument tient donc à la circulation plus ou moins active de son riche réseau vasculaire. Par suite, si l'action vaso-constrictive de l'appareil régulateur amène un resserrement des vaisseaux cutanés, elle déterminera en même temps un abaissement dans la température de la peau et une diminution dans la radiation thermique, l'inverse se

produisant dans la dilatation des vaisseaux périphériques. L'influence exercée par la circulation sur les sécrétions de la

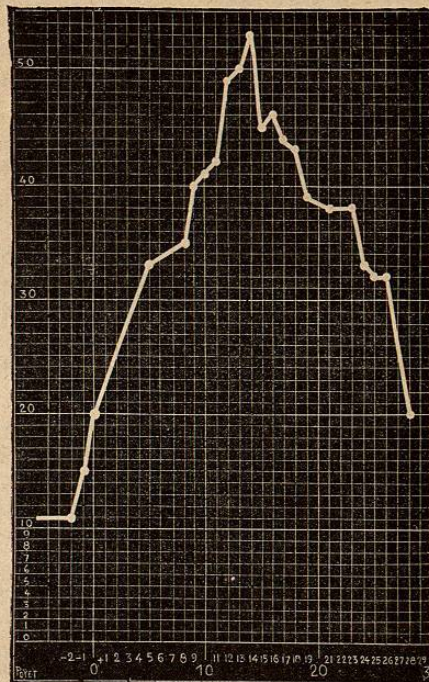


Fig. 50. — Courbe indiquant la quantité de chaleur produite en une heure par un kilogramme de lapin. — Sur l'ordonnée inférieure sont marquées les températures. — Sur l'ordonnée latérale sont indiquées les quantités de chaleur produite, représentée en centimètres cubes d'eau (1 cc. = 83 calories). — On voit nettement qu'il y a pour la radiation calorique un optimum qui répond à 14° . — D'après M. Ch. Richet. *Arch. de Physiologie* (1885, fig. 2).

peau, source puissante de refroidissement, vient augmenter les résultats obtenus par l'irrigation des tissus. La régulation

de la chaleur est encore obtenue par la voie pulmonaire ; l'échauffement de l'air expiré et la vaporisation de la vapeur d'eau exhalée absorbant chez un homme de constitution moyenne et dans les conditions normales, 15 650 calories par heure. Il suffit d'augmenter le nombre des respirations et par suite la quantité d'air qui va s'échauffer dans les poumons pour faire accroître ce chiffre.

La régulation de la température s'obtient encore et simultanément par une modification dans les phénomènes chimiques de combustion interstitielle. Presque tous les observateurs depuis Lavoisier ont constaté que les échanges respiratoires augmentent d'intensité, quand la température s'abaisse. Pfluger admet qu'il y a un maximum de production de chaleur à la température la plus basse compatible avec le maintien de la température interne, et un minimum de production à la température la plus haute possible dans les mêmes conditions.

Cette courbe régulière n'est pas admise par tous cependant, Page et Fredericq admettent qu'il existe pour chaque animal un minimum dans l'activité thermogénétique, minimum qu'il fixe pour l'homme habillé à 18°, 25° pour le chien (Page).

Toute température supérieure ou inférieure aurait pour effet d'augmenter les combustions internes. Si dans la lutte contre le froid, l'organisme peut lutter en produisant plus de calorique ; dans la lutte contre la chaleur, il n'aurait pas la ressource de restreindre cette production, et il ne pourrait lutter qu'en suractivant les causes de déperdition : évaporation cutanée et pulmonaire, dilatation du système vasculaire périphérique, etc. Les résultats obtenus avec la méthode calorimétrique sont loin d'être concordants. Loin de trouver un minimum concordant avec les mesures des échanges respiratoires, les méthodes calorimétriques dans les mains de Richet, de Langlois, de Sigalas, ont donné un maximum dans la radiation vers 14° pour le lapin, 11° pour le cochon d'Inde, 18° pour l'enfant.

Par quel mécanisme cette régulation est-elle obtenue ? On sait que les tissus consomment d'autant plus d'oxygène que leur température est plus élevée (P. Bert, Regnard). Pour expliquer la suractivité de la thermogénèse par le froid, il faut admettre, nécessairement, une action réflexe ayant pour point de départ les terminaisons sensibles thermiques de la peau et retentissant sur les centres nerveux (Pfluger).

La fièvre. — L'élévation de la température au-dessus de la normale suffit pour spécifier et définir la fièvre (Jaccoud). Nous avons vu plus haut à quelle température pouvaient s'élever les fébricitants.

Mais si tous les auteurs admettent, avec quelques modifications que la fièvre est caractérisée spécialement par une élévation durable de la température, les opinions varient beaucoup lorsqu'il s'agit d'expliquer cette élévation thermique.

La constance de la température normale tient à l'équilibre établi par l'appareil régulateur entre la production de calorique par rayonnement ou évaporation. — Dans la fièvre, il y a rupture de cet équilibre, l'observation thermométrique l'indique clairement, mais les variations sont-elles dues à une diminution dans la déperdition ou à une exagération dans la production.

Ces deux opinions ont été soutenues, et on peut réunir en trois groupes les hypothèses et les théories construites pour expliquer l'hyperthermie.

1° La production de chaleur reste normale, mais les pertes qui se produisent par les surfaces pulmonaires et cutanées sont diminuées. — C'est la théorie par rétention.

2° Les pertes de chaleur ne sont pas modifiées, mais la production de calorique est notablement accrue.

3° Une troisième théorie éclectique admet l'augmentation simultanée, mais inégale, de la production et de la déperdition de calorique, de telle sorte que les pertes même aug-

mentées ne suffisent plus à maintenir l'équilibre de la température.

M. Traube, s'arrêtant principalement sur le premier

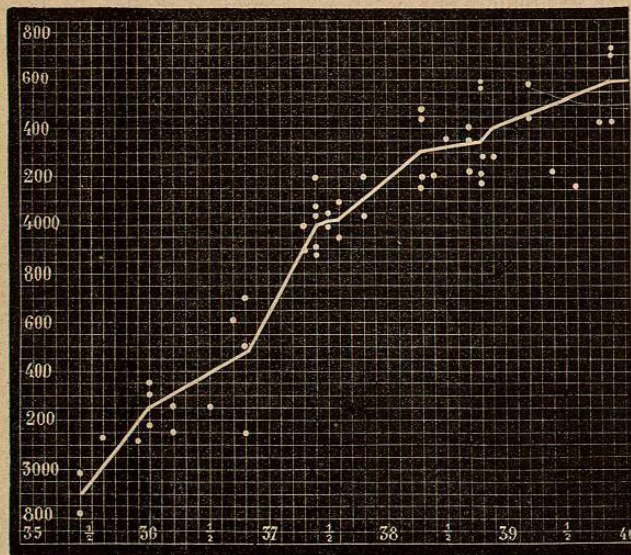


Fig. 51. — Mesures calorimétriques se rapportant à des enfants sains ou malades de température différente. — Sur l'ordonnée inférieure sont marquées les températures rectales correspondantes, 35,5 à 40,5 — Sur l'ordonnée latérale, les quantités de calories produites par kilogramme. La courbe a été tracée d'après la moyenne arithmétique de ces différents points disposés en groupes homogènes (P. Langlois).

stade de la fièvre, le *frisson*, explique la fièvre par une rétention, une accumulation de la chaleur normale. Sous l'influence de la cause pyrétogène et par l'intermédiaire du système nerveux, il se produit une constriction des vaisseaux

périphériques, diminuant la quantité de sang qui circule sous la surface cutanée amenant le refroidissement de cette surface et par suite une diminution du rayonnement externe.

Or, la quantité de chaleur produite restant constante, il doit se produire une élévation thermique centrale « d'autant plus forte, dit Traube, qu'à la diminution dans la perte par rayonnement vient s'ajouter la suppression de l'évaporation cutanée, source puissante de déperdition de calorique ».

Senator admet une faible augmentation dans la production de calorique, mais l'élévation thermique est pour lui due à des diminutions périodiques dans la perte de chaleur.

Cette théorie de la fièvre par rétention de chaleur a, contre elle, beaucoup d'observations faites à l'aide de méthodes différentes chez les fébricitants.

L'absorption de l'oxygène est augmentée ainsi que la production d'acide carbonique, mais ce dernier dans des proportions moindres, de sorte que le quotient respiratoire $\frac{CO_2}{O_2}$ au lieu du chiffre normal 0,8 descend à 0,5 (Regnard).

D'après les mesures calorimétriques faites sur l'homme par la méthode des bains, en plaçant le malade dans un bain d'une température connue, la perte du calorique pourrait atteindre le triple de la normale (Libermeister). Avec le calorimètre de Richet, Langlois a trouvé que, chez les enfants, l'hyperthermie s'accompagnait d'une augmentation dans la radiation du calorique et que, par suite, dans la fièvre, l'élévation thermique, loin d'être due à une rétention permanente de calorique, provient d'une augmentation dans les combustions industrielles. A 40°,5 l'augmentation dans la radiation atteint 15 p. 100 du chiffre normal.

Nerfs et centres thermiques. — Le système nerveux est certainement chargé de la régulation de la chaleur, mais existe-t-il à proprement parler des centres thermiques, et des nerfs régulateurs. Quelques physiologistes ont admis qu'outre les fibres sensitives motrices, vaso-motrices, il existait dans les nerfs des fibres ner-

veuses qui agiraient sur les processus thermogènes de l'organisme (Claude Bernard). Il y aurait, d'après Claude Bernard, une fonction physiologique de la calorification, et le grand sympathique entre autres, ne serait pas seulement un nerf vaso-constricteur mais encore un nerf frigorigène. Partant de cette idée, Cl. Bernard expliquait la fièvre par une paralysie du grand sympathique. Les nerfs moteurs étaient des nerfs calorifiques, mais dans ce cas il ne s'agit pas d'une action spéciale du nerf, c'est la contraction musculaire qui s'accompagne d'une production de chaleur, et quand le muscle est enraciné, l'excitation du nerf n'amène plus d'élévation thermique. La conception des fibres thermiques n'est du reste plus admise (Vulpian). A côté des fibres thermiques, il faut placer la question des centres thermiques. Il est certain que le système cérébro-spinal agit sur la production de la chaleur animale, dont il est le principal régulateur. Une piqûre du cerveau suffit pour amener une hyperthermie considérable. Tscherchichin, Gérard, qui s'accompagnent d'une augmentation manifeste dans la radiation calorifique (Arronsohn et Sachs, Richet). La détermination exacte des centres nerveux qui, lésés, détermineraient soit de l'hyperthermie, soit de l'hypothermie est encore trop imparfaite et très discutée. La section de la moelle épinière amène une diminution rapide de la température (Tscherchichin, Pochoy), et cette diminution dans la température est due essentiellement à la radiation exagérée, car au début au moins la production de chaleur n'est généralement pas diminuée (Langlois).

Production du froid par l'organisme. — D'après les recherches de Fredericq, les mammifères à sang chaud dans leur lutte contre la chaleur ne peuvent maintenir leur température qu'en augmentant leur perte de calorifique, sans pouvoir réduire la production.

Nous avons vu plus haut l'action des vaso-moteurs périphériques modifiant la température et par suite le rayonnement de la surface cutanée. Quand il s'agit de s'opposer à l'élévation de la température centrale, la dilatation des vaisseaux de la périphérie amène à la surface réfrigérante une masse considérable de sang, qui retourne ensuite refroidi vers le centre.

Mais cette cause de refroidissement est beaucoup trop faible, et c'est surtout en évaporant de l'eau que l'organisme fait du froid.

Rôle de la sueur. — Évaporation.

Cette évaporation se produit soit par la surface cutanée (sueur), soit par la surface pulmonaire.

Il existe une transpiration insensible qui, au point de vue thermique, a une importance réelle. L'eau enlevée à la peau et vaporisée absorbe pour passer à l'état gazeux une quantité de calories

énormes. Un gramme d'eau absorbe pour se vaporiser à 38 degrés 575 calories. Or l'on peut admettre que, dans les conditions ordinaires, un homme adulte élimine, dans les vingt-quatre heures, 6 à 800 grammes d'eau représentant une absorption de 350 000 à 470 000 calories¹.

La production de la sueur, presque insensible dans les basses températures, augmente à mesure que la température interne s'élève.

C'est grâce à elle que l'homme très bien doué à cet égard peut résister à des températures extérieures très élevées, pourvu que le milieu soit sec. Dans une atmosphère humide, la saturation se fait immédiatement et l'évaporation ne peut se produire. Un individu peut rester une heure sans être trop incommode dans une étuve sèche à 60°, on pourrait même résister quelque temps dans une étuve à 140°; au contraire, dans l'air humide ou dans un bain, il est impossible de dépasser 44°. On considère comme un fait exceptionnel, le cas de M. Bonnal restant quinze minutes dans un bain à 46°.

C'est par action réflexe que se produit la mise en jeu de l'activité sudorale. Les recherches de Adamkiewicz, de Vulpian, de Navroeki, ont démontré que les glandes sudoripares étaient sous la dépendance du système spinal. Luchsinger a même pu localiser ces centres et montrer que s'ils entrent généralement en activité à la suite d'une excitation périphérique, ils peuvent être excités directement par une élévation de leur température ou du sang qui les irrigue, la sueur apparaissant même après section des racines postérieures. L'expérience de chaque jour montre l'évidence de l'action réflexe; en entrant dans une étuve, la sueur apparaît immédiatement avant que l'on ne soit incommode par la chaleur; on peut par une expérience fort simple déterminer la sécrétion sudorale par action centrale; il suffit de respirer de l'air chaud; en se plaçant dans une enceinte à température plutôt basse, 15°, on voit apparaître rapidement la sueur consécutive à l'élévation thermique centrale.

Rôle de la déperdition pulmonaire. — *Polypnée thermique.*

Beaucoup d'animaux ne transpirent pas (chien), ou n'ont que de rares glandes sudoripares. Chez eux le refroidissement se fait

¹ Les vases connus sous le nom d'alcarazas peuvent donner une idée de cette influence de l'évaporation insensible à la surface du corps sur la température centrale. Ces vases en terre poreuse laissent filtrer lentement l'eau à travers les parois. L'eau arrivée à la surface s'évapore, prenant à l'eau du vase la chaleur nécessaire pour se transformer en vapeur; aussi l'eau est-elle d'autant plus franche que l'évaporation est plus active.

encore par évaporation de l'eau, mais presque uniquement alors par la voie pulmonaire.

L'air que nous expirons est saturé de vapeur d'eau et on peut admettre d'après des ouvrages nombreux que pour un adulte, en vingt-quatre heures, l'évaporation par la voie pulmonaire atteint 600 grammes (Valentin, Barral). En admettant que l'air expiré soit à 35°, on voit que cette quantité d'eau représente une perte de 350 000 calories¹. On conçoit que l'exhalation d'eau soit proportionnelle à l'activité respiratoire. L'air expiré sortant toujours saturé de vapeur d'eau, Richet appelle l'attention sur ce fait, qui tout excès d'acide carbonique dans le sang, étant un excitant de rythme respiratoire, amène par cela même un refroidissement plus rapide.

Polypnée thermique.

Quand la température interne s'élève au-dessus de la normale, cette accélération de la respiration se manifeste avec une intensité remarquable et elle devient le facteur prépondérant dans la lutte contre la chaleur.

Ackerman, Goldstein, Gad, avaient désigné cette accélération du rythme sous le nom de *dyspnée thermique*, auquel Richet a préféré celui de *polypnée thermique*; la respiration dans ce cas ne paraissant ni difficile, ni laborieuse. Le nom de *tachypnée* conviendrait également, il serait l'analogue de celui de *tachycardie* employé pour désigner l'accélération anormale des battements du cœur.

Cette polypnée thermique peut, comme la sudation, être d'origine réflexe ou d'origine centrale. Il suffit d'exposer un chien à un soleil très vif pour le voir accélérer immédiatement sa respiration; bien que, et grâce à cet acte, sa température ne varie pas. Les pneumogastriques ne jouent aucun rôle dans la conduction de ce réflexe, car la polypnée s'établit après leur double section et ce sont les nerfs cutanés qui paraissent être les conducteurs principaux.

A côté de cette polypnée réflexe, il existe une polypnée centrale, qui se produit par suite de l'excitation des centres bulbaires par le sang chauffé. C'est quand l'animal atteint 41°,5 que brusquement cette polypnée se montre. On peut vérifier facilement ce chiffre en tétanisant un animal, ou encore en déterminant cette hyperthermie par intoxication cocaïnique. Dans l'intervalle des attaques, si l'animal n'est pas trop épuisé on voit la respiration franchement polypnéique s'établir.

¹ M. D'Arsonval a proposé d'appeler coefficient de partage thermique le rapport de la chaleur perdue par la peau et de la chaleur perdue par le poulmon. Le coefficient se rapprocherait de 15 p. 100.

CHALEUR ET TRAVAIL

La source unique de la chaleur animale réside nécessairement dans les phénomènes chimiques qui se produisent dans les tissus, or il est facile de démontrer que *le système musculaire est l'appareil chimique producteur de la majeure partie de la chaleur animale*.

Envisagés en effet au point de vue du poids uniquement, les calculs montrent que le tissu musculaire forme les 48 p. 100 du poids total du corps. Les évaluations faites par Liebig donnent seulement 42 p. 100, mais, dans ce chiffre, on néglige les fibres musculaires de la peau et des viscères : cœur, et vaisseaux, poulmons, intestin, et en corrigeant cette erreur, le chiffre de 48 indiqué par Ch. Richet ne paraît pas exagéré.

D'autre part, les recherches faites depuis Spallanzani sur la respiration élémentaire, sur la consommation en oxygène ou sur la production d'acide carbonique montrent que de tous les tissus, c'est le muscle dont l'activité chimique et par suite l'activité thermique est la plus intense. Un kilogramme de muscle produit en une heure 368 centimètres cubes de CO², alors que le cerveau n'en produit que 438 (P. Bert).

La quantité d'acide carbonique excrétée par les différents tissus en tenant compte de leur poids respectifs et de leur activité chimique peut être établie ainsi (Ch. Richet) :