

CHALEUR ANIMALE

Par ce fait même que la vie est une fonction chimique, il est indéniable que tous les phénomènes vitaux qui sont des manifestations de l'énergie, sont liés à des dégagements ou à des absorptions de calorique.

La température des animaux doit donc être plus élevée que le milieu ambiant, mais ici il faut faire deux grandes divisions dans la série animale, divisions qui correspondent à des différences très tranchées dans leur vie même.

Les mammifères et les oiseaux ont une température qui dépasse généralement la température du milieu extérieur, et cette température est pour ainsi dire fixe, c'est-à-dire qu'elle varie dans des limites très faibles pour les animaux d'une même espèce. Ce sont les animaux dits à sang chaud ou, plus exactement, animaux à température constante, les homéothermes de Bergmann.

TEMPÉRATURE DE QUELQUES MAMMIFÈRES

Cheval	38°
Singe	38°
Chien	39°25
Lapin	39°50
Cobaye	39°20
Porc	39°70
Bœuf	39°70

L'homme qui a la peau nue a une température normale relativement basse 37°. On peut dire que la température des mammifères oscille autour de 39°.

La température des oiseaux est bien plus élevée; chez eux, la température la plus basse a été de 39°, alors que les palmipèdes plongeurs ont en moyenne 40°,6, les moineaux 42 à 43°, la poule dépassant parfois 43° (Cl. Martens).

Animaux à sang froid. — Sous le nom d'animaux à sang froid, d'animaux à température variable, les poikilothermes de Bergmann, on désigne tous les animaux autres que les autres mammifères et les oiseaux.

La désignation d'animaux à sang froid est absolument erronée, et il faut garder celle d'animaux à température variable. Valenciennes cite un boa qui pendant l'incubation de ses œufs avait 41°,5, température qui serait mortelle pour l'homme.

Ce qui caractérise ces animaux, c'est l'absence d'un système régulateur de la chaleur, ils se mettent en équilibre avec la température extérieure. Par suite des processus chimiques qui se produisent incessamment dans les tissus, il existe cependant un léger excès thermique.

- Excès de 0°,1 pour les mollusques.
- 0°,5 pour les poissons.
- 1° pour les reptiles.

C'est ainsi qu'on voit les poissons faire fondre la glace autour d'eux (Hunter).

Mais cet excès n'est réel que si la température du milieu extérieur n'a pas varié depuis quelque temps. Ces animaux, en effet, sont toujours en retard sur les variations extérieures. Si la température augmente, l'animal est alors plus froid, il est plus chaud si la température s'abaisse (Ch. Richet).

Chez les insectes, on note parfois une température très élevée 40° (Girard), mais elle n'est pas généralisée à tout le corps et localisée au thorax. On sait depuis les expériences

de Regnault et Reiset que les insectes consomment autant d'oxygène que les animaux supérieurs.

Les animaux à température variable obéissent donc à ces trois lois :

1. Ils produisent de la chaleur ;
2. Ils ne produisent pas assez de chaleur pour maintenir leur température supérieure à celle du milieu ambiant, au delà de un degré.
3. Leur température propre peut être voisine de 0° sans qu'ils cessent de vivre, de se mouvoir et de se nourrir.

Animaux hibernants et nouveau-nés. — Certains mammifères qui, lorsque la température est suffisamment élevée, se conduisent absolument comme les êtres de leur groupe, c'est-à-dire présentent une température fixe pour des écarts marqués du milieu ambiant, présentent au contraire les caractères des animaux à sang froid quand la température descend au-dessous d'un certain degré. Ce sont les animaux hibernants tels que la marmotte, le loir, l'ours.

Les nouveau-nés des mammifères se rapprochent des animaux hibernants, ils sont incapables de lutter contre le refroidissement, et leur température baisse très rapidement si on ne les protège pas. La physiologie du nouveau-né diffère en beaucoup de points de celle de l'adulte, et il doit découler de cette notion des idées importantes pour la médecine et l'hygiène.

Des jeunes lapins baissent en une heure de 13° (W. Edwards).

Les causes du refroidissement sont multiples : petitesse du volume et, par suite, grandeur considérable de la surface rayonnante par égard au poids total ; absence de fourrure ou de poils protecteurs ; enfin et surtout, absence d'un système nerveux régulateur de la chaleur.

Ces notions sont importantes, elles nous indiquent que le nouveau-né qui sort brusquement d'un milieu voisin de 38°,

est un animal à sang froid, mais un animal à sang froid qui a besoin d'avoir chaud. Chez les nouveau-nés avant terme, cette tendance est encore plus marquée, aussi n'est-ce qu'en les conservant dans des couveuses à 38° que l'on est parvenu à faire vivre ces petits êtres (Tarnier).

On peut subdiviser les animaux suivant leur fonction thermo-physiologique en deux groupes, avec des subdivisions (Richet).

Animaux à température invariable :	}	Oiseaux	42°
		Mammifères (en moyenne)	39°
		Homme	37°
Animaux à température variable.	}	Meurent : Mammifères et oiseaux nouveau-nés.	
Quand leur température est inférieure à 20° :		S'engourdissent : Hibernants.	
		Sont encore actifs : Reptiles, batraciens, poissons, mollusques.	

Mesure des températures. Thermomètre. — On peut chercher la température au moyen de deux sortes d'appareils : le thermomètre, de beaucoup le plus employé, les aiguilles thermo-électriques, utilisées seulement pour des recherches délicates.

Les thermomètres peuvent être faits soit à l'alcool, soit au mercure. On préfère ces derniers pour les mesures exactes.

Un bon thermomètre doit répondre à plusieurs indications dont l'une est essentielle et constante, et les autres contingentes. Être *exact* ; par suite du travail du verre, les données d'un thermomètre, bonnes au moment de sa graduation, deviennent fausses ensuite ; il est donc nécessaire de le vérifier, soit avec d'autres appareils, soit par une vérification directe avec l'eau bouillante et la glace fondante si la longueur de l'échelle le permet ; être *sensible* pour donner rapidement la température cherchée ; enfin, suivant les mesures que l'on veut prendre, présenter une course assez longue de la colonne mercurielle entre chaque degré pour qu'on puisse lire les dixièmes et quelquefois même les cinquantièmes de degrés.

Les thermomètres médicaux vont généralement de 35 à 44°. Un trait rouge indiquant le point de 37°,50, quelques-uns sont à maxima.

Sur l'homme on prend presque toujours la température axillaire. Il est nécessaire pour avoir des données comparables de s'assurer que les parois de l'aisselle ne sont pas humides, que le contact est parfait, enfin de faire plusieurs lectures, le thermomètre restant en place pour s'assurer que la ménisque du mercure reste sta-

tionnaire. Un thermomètre médical, demande souvent dix minutes pour arriver à l'état d'équilibre et donner par suite un chiffre exact¹. Un procédé assez commode est de chauffer le thermomètre en le plongeant dans l'eau chaude à 42° environ, de l'essuyer et de l'appliquer ensuite. Cette méthode dite *per descensum* est un peu plus rapide, mais il ne faut l'employer qu'avec des thermomètres munis d'une chambre supérieure pour éviter le bris de l'instrument si l'eau était à une température supérieure à 45°, il va de soi qu'on ne peut utiliser pour ce procédé un thermomètre à maxima.

Les thermomètres à température locale constitués par des cuvettes aplaties de formes diverses que l'on applique sur la peau ne peuvent que donner des résultats inexacts.

Claude Bernard, Heidenhain ont employé des thermomètres à cuvettes très minces, protégées par une garniture métallique terminée en pointe qui permettait d'introduire ces appareils dans les masses musculaires. Enfin Kronecker et Meyer ont utilisé de minuscules thermomètres à maxima renfermés dans une capsule métallique et qu'ils faisaient avaler aux animaux; quelques-uns même ont été introduits dans les vaisseaux et transportés ainsi dans le torrent circulatoire.

Appareils thermo-électriques. — On sait que lorsque deux fils ou deux lames de métaux différents sont soudés en deux points de manière à fermer un circuit, il se produit une variation de

¹ Bien qu'à l'heure actuelle, le thermomètre centigrade soit presque seul employé, il est utile de connaître les graduations des autres thermomètres employés, le Réaumur et le Fahrenheit.

Thermomètre Réaumur. — Il comprend 80 divisions entre les points fixes identiques à ceux du thermomètre centigrade : glace fondante et eau bouillante.

Thermomètre Fahrenheit. — Le 0 correspond à la température d'un mélange par parties égales de neige et de sel marin; le point supérieur fourni par l'eau bouillante est marqué 212. Le 100 correspond à la chaleur de la bouche de l'homme. Le 32 au 0 du centigrade. L'équation suivante permet de faire les calculs :

$$\frac{tC}{5} = \frac{tR}{4} = \frac{tF - 32}{9}$$

Ainsi pour 37° centigrades on aurait :

$$37^{\circ} C = 37 \times \frac{4}{5} = 29,6 R \quad \delta$$

$$37^{\circ} C = \frac{(37 \times 9) + (32 \times 5)}{5} = 198,6 F$$

Pour ramener en mesures centigrades il suffit de multiplier par $\frac{4}{5}$ le degré Réaumur et par $\frac{5}{9}$ le degré Fahrenheit, après avoir retranché 32 du chiffre lu.

potentiel électrique. Chaque fois que les soudures sont soumises à des variations thermiques, et pour des variations assez faibles, l'intensité des courants ainsi formés est proportionnelle à la différence de température des deux soudures, si l'une d'elles est maintenue dans un bain à température constante, il est alors facile par une lecture galvanométrique de connaître les variations de température de l'autre.

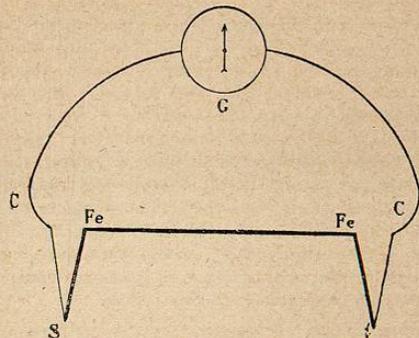


Fig. 46. — Schéma d'un circuit thermo-électrique.

C, fil de cuivre. — F, fil de fer réuni par deux soudures S, S. — G, galvanomètre.

Les aiguilles affectent des formes variables. Utilisées pour la première fois, par Becquerel en 1837, elles ont été modifiées depuis, et l'on emploie surtout les aiguilles à soudeure cylindrique de d'Arsonval avec le galvanomètre apériodique du même auteur, ce qui permet de mesurer des différences de température supérieure à un cinq millième de degré. Outre l'exquise sensibilité, cette méthode a surtout l'avantage de donner des résultats instantanés, il n'existe pas de temps perdu appréciable comme avec les thermomètres même les plus sensibles.

Topographie thermique. — La température de la peau est bien inférieure à la température centrale; elle est du reste fort variable, et très souvent diffère pour deux régions symétriques : Davy donne les chiffres suivants, qui ne peuvent être pris qu'à titre d'indication :

Plante du pied	32°,26
Jambe en avant.	33°,05
Mollet	33°,05
Creux poplité.	35°

Il est plus important de connaître les différences de température des régions profondes et notamment des diverses parties du système circulatoire. Claude Bernard et d'Arsonval ont poursuivi cette recherche et déterminé ces températures avec une profonde précision, en utilisant, soit des thermomètres à mercure à petite cuvette que l'on pouvait introduire dans les vaisseaux du chien, soit encore avec des sondes thermo-électriques qui permettent une plus grande précision.

Les sondes thermo-électriques étant placées l'une dans l'aorte abdominale, l'autre dans la veine cave inférieure, on constate une différence d'un demi-degré en faveur du sang artériel, mais si l'on pousse plus loin les deux sondes, cette différence diminue pour devenir nulle à la hauteur des veines rénales, il y a alors égalité de température entre le sang artériel et le sang veineux. Plus près encore du cœur, au-dessus des veines sus-hépatiques, le sang veineux présente un excès d'un demi-degré sur le sang artériel, c'est à ce niveau que le sang atteint sa température maximum 39°,7. Dans le cœur même, la différence, faible il est vrai, est en faveur du cœur droit qui présente un léger excès de deux dixièmes de degré environ. On peut diviser au point de vue de la température, le territoire vasculaire en trois zones.

1° Zone périphérique. — Le sang veineux, par suite de son passage à la périphérie est plus froid que le sang artériel.

2° Zone centrale depuis les veines rénales jusque et y compris le cœur, le sang veineux est plus chaud que le sang artériel.

3° Zone pulmonaire. — Le sang artérialisé des veines pulmonaires, refroidi avec son contact avec l'air, est plus froid que le sang noir des artères.

Température de l'homme. — La température de l'homme est la plus basse de tous celles des mammifères : 37°.

L'étude de la température chez l'homme sain montre qu'il existe des variations assez considérables sous l'influence de causes multiples que nous allons étudier.

Si l'on prend la température d'un homme un certain nombre de fois dans la journée, on trouve pour cet individu une moyenne qui est constante pour chaque syclinaire (période de vingt-quatre). Cette moyenne qui est chez l'un de 37°,02, chez un autre de 37°,16 peut être désignée sous le nom de coefficient thermométrique.

La température ne peut être convenablement mesurée que dans le rectum ; les températures prises dans le creux axillaire, dans la bouche en ayant soin de placer le réservoir du thermomètre sous la langue pour éviter l'action du courant d'air froid de l'inspiration, dans le jet d'urine au mo-

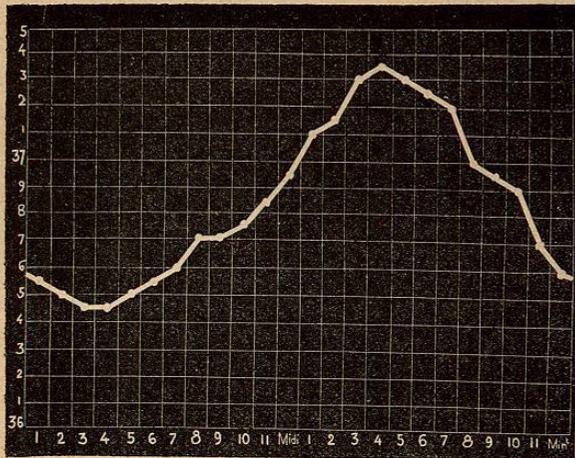


Fig. 47. — Courbe moyenne quotidienne.

Cette courbe est construite d'après les moyennes des températures centrales (rectale-urine) et périphériques (axillaire). — Elle peut être prise comme type des variations de sa température chez l'homme dans les vingt-quatre heures. (D'après M. Ch. Richet. *Revue scientifique*, 1^{er} semestre, 1885, p. 425.)

ment de la miction offrent des causes d'erreur trop grandes.

Les auteurs qui se sont occupés avec le plus de soin des températures de l'homme donnent les chiffres moyens suivants :

Jurgensen	37°,87
Wunderlich.	37°,35
Jaeger	37°,13

Soit un chiffre moyen de 37°,50.

Variation horaire. — Un individu normal, adulte, en bonne santé, présente dans les vingt-quatre heures des différences de température importante, d'un degré environ. La courbe suivante, calculée d'après les courbes de la température rectale (Jurgensen) de l'urine (Richet) de la température axillaire (Billet, Barendsprung), montre qu'il existe vers 4 heures du matin un minimum, et que l'ascension est ensuite régulière jusqu'à 4 heures du soir, point où la courbe atteint son maximum pour redescendre plus rapidement qu'elle n'était montée.

Cette variation régulière ne tiendrait pas, d'après Richet, ni à la digestion, ni à l'augmentation de chaleur extérieure, ni au travail musculaire, elle serait due à une sorte de *périodicité rythmique* des systèmes nerveux. Toutefois on ne saurait nier l'influence exercée par les divers facteurs précités.

Influence du travail musculaire. — De tous les tissus, c'est le tissu musculaire qui est le siège des combustions interstitielles les plus actives, c'est lui qui produit le plus de chaleur. (Voir plus loin : *Chaleur et travail*.)

Tout travail musculaire énergique augmente la température chez un chien immobile sur la table d'expérience et dont la température reste stationnaire, il suffit de quelques mouvements violents pour voir la température s'élever immédiatement d'un dixième de degré. L'exercice musculaire élève la température, elle peut déterminer une augmentation de 1°,2, mais ensuite, même si l'exercice est prolongé, la température reste stationnaire (Jurgensen). Il n'en est pas de même, quand, au lieu de contractions volontaires, on détermine chez un animal un état tétanique durable par la strychnine ou les excitations électriques. La température s'élève alors graduellement et peut atteindre chez le chien 45°7 (Ch. Richet), température incompatible avec la vie, la mort survenant immédiatement dans ce cas. Instinctivement nous utilisons cette contracture pour faire de la chaleur, et le frisson n'est autre qu'une manifestation de l'organisme dans sa lutte contre le froid.

Alimentation. — L'alimentation ne joue pas un rôle aussi important qu'on pourrait le supposer tout d'abord, sur les oscillations de la température. Il est curieux de noter que le repas de midi seul paraît influencer sur la température, et que le repas du soir n'arrête pas la courbe de descente commencée vers 4 heures. Chez les animaux soumis à l'inanition, on constate que la température après avoir baissé après les trois ou quatre premiers jours reste ensuite stationnaire, et que ce n'est que dans les derniers moments qui précèdent la mort, qu'il se produit alors une chute thermique brusque et forte.

Influence de l'âge et du sexe. — La température du fœtus est un peu plus élevée que celle de l'utérus (2 à 3 dixièmes de degré) et l'enfant au moment même de la naissance présente un léger excès de température par rapport à l'organisme maternel (Roger).

TEMPÉRATURE AXILLAIRE	
de l'enfant	de la mère
37,75	36,75
36,75	36,25

Le fœtus, dans l'utérus, n'est exposé à aucune cause de refroidissement, il est donc naturel que sa température s'augmente de la chaleur résultant de ses combustions interstitielles, mais immédiatement après la naissance, la température des nouveau-nés baisse très vite et, malgré les précautions prises pour protéger l'enfant, elle tombe rapidement à 35° dans les vingt-quatre premières heures, pour remonter ensuite.

Quant à la température des vieillards, elle ne diffère pas sensiblement de celles de l'adulte : 37°,2 à 37°,5 (Charcot). Le sexe n'a aucune influence, il en est de même de la race.

Influence de la température extérieure. — L'influence de la température du milieu ambiant est réelle, quoique d'une faible importance. Dans les grands voyages sur mer, la température a été prise exactement. Davy, en 1814, note une élévation progressive de la température à mesure que l'on s'avance dans les contrées chaudes. Il admet que la différence sur les mêmes individus entre Londres et Ceylan est de 2°. Un tel écart ne paraît pas prouvé et les nombreuses mesures prises (Brown-Sequard, Jousset, Maurel) donnent une différence beaucoup plus faible.

Température dans les maladies et les intoxications. — Les variations de température étudiées jusqu'ici ne se rapportent qu'à l'homme sain, placé dans des conditions physiologiques normales, et les écarts sont peu considérables. Mais chez l'homme ou les mammifères malades ou placés dans des conditions physiologiques tout à fait anormales, les variations thermiques présentent un écart beaucoup plus important, et la température peut ainsi osciller pour l'homme entre les limites de 44 à 34° soit 10°.

Les températures au-dessus de 38° sont dites *fébriles*, celles au-dessous de 36° *algides*.

Au point de vue étiologique, on peut grouper les causes qui amènent ces perturbations thermiques en quatre groupes.

- I. Insolation. Température extérieure exagérée.
- II. Contraction musculaires tétaniques.
- III. Lésions traumatiques des centres céphalo-rachidiens.
- IV. Maladies infectieuses.

Les températures les plus élevées, observées pendant la vie, nous ne disons pas compatibles avec la survie, ont été de 44°. Ces chiffres très élevés ont été notés dans le

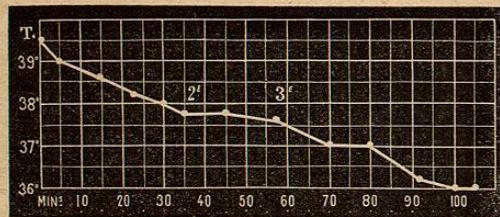


Fig. 48. — Chien de 7 kilogrammes. Injection de 4 centigrammes de morphine. Courbe de la température (РАСНОН).

Sur l'ordonnée verticale de la courbe sont inscrites les températures ; l'ordonnée horizontale représente le temps exprimé en minutes.

tétanos 44°,75 (Wunderlich), dans les fractures de la colonne vertébrale, quelquefois dans les fièvres infectieuses. Il existe des observations en petit nombre qui indiquent des guérisons après avoir observé une température de 42°,6. Après des coups de chaleur, en général on peut dire qu'une température qui dépasse 42° est presque toujours mortelle. Mais il faut tenir compte dans les fièvres, de la variation dans l'hyperthermie. Une ascension de 41° momentanée suivie d'une chute brusque, présente un pronostic moins grave qu'une élévation permanente de la température entre 39 et 40°.

Il faut se rappeler en effet que la fièvre constitue un véritable cercle vicieux, l'élévation de température déterminant les tissus à produire plus de chaleur, la fièvre en un mot

tend à augmenter la fièvre et on conçoit l'indication formelle dans les pyrexies de lutter par tous les moyens contre l'élévation thermique : médicaments antithermiques, bains froids, etc.

Action des poisons. — Les poisons agissent sur la température, les uns déterminant une hyperthermie, les autres, au contraire, de l'hypothermie, les premiers sont ceux qui stimulent l'activité musculaire : la strychnine, la vératrine, la cocaïne. Les convulsions déterminées par ces substances toxiques amènent une élévation thermique qui peut atteindre (45°,6, Rondeau et Richet). Les poisons peuvent-ils agir directement sur la température sans l'intermédiaire de la contraction musculaire. Cette thèse a été soutenue par U. Mosso, qui a vu la température monter chez des chiens curarisés, auxquels on injectait de la cocaïne. Cette élévation a été contestée depuis.

Il existe en outre une corrélation importante entre l'activité des substances toxiques et la température interne de l'animal. Si la température d'un animal est élevée artificiellement au-dessus de la normale : tétanos, bains chauds, étuves, soleil et muselière, etc., la dose des substances convulsivantes, telles que la cocaïne, la cinchonine, les sels de lithium, etc., nécessaire pour déterminer l'attaque clonique peut être diminuée de moitié (Richet et Langlois). Il est nécessaire de songer à ce fait quand on ordonne certains médicaments actifs à des individus pyrétiques.

Les poisons qui déterminent un abaissement de la température sont, par contre, tous ceux qui dépriment le système nerveux ou le système musculaire : les anesthésiques, chloral, chloroforme, la morphine, le curare et les poisons curariformes. C'est surtout en diminuant, en supprimant même les contractions musculaires, que ces agents agissent sur la température centrale, mais il faut y ajouter également leur action sur le système nerveux, quelquefois également sur le système vaso-moteur, de sorte que la température s'abaisse par suite d'une double cause : diminution des échanges chimiques, et par suite diminution dans la production de chaleur ; dilatation des vaisseaux périphériques, d'où perte par rayonnement plus intense.