

selle est en moyenne de 37°. Lorsqu'on veut avoir des données précises, il faut donc prendre la température rectale, surtout s'il s'agit de faire des comparaisons avec des températures prises chez les animaux. La température de la cavité buccale, qui est de 37°,3 en moyenne chez l'homme, est difficile à prendre, comme nous l'avons dit; on ne saurait l'obtenir avec quelque exactitude chez les animaux.

La température varie d'une espèce animale à l'autre, sans toutefois s'écarter beaucoup d'une moyenne de 38°; une des températures les plus basses qui aient été signalées chez des mammifères est de 36°,80 chez le cheval (Prévost et Dumas); les mêmes observateurs indiquent la température de 38° pour le cochon d'Inde; Davy a donné 39° pour la température du chien.

Chez les oiseaux, la température est plus élevée, d'une manière générale; elle atteint 41° et même 42°; Davy a donné l'observation d'une température de 43°,90 pour une poule.

Toutes ces valeurs correspondent à des températures rectales pour des animaux en état d'activité normale; nous dirons, en effet, que les animaux hibernants fournissent des résultats complètement différents.

Chez l'homme la température moyenne prise dans le rectum peut être considérée comme égale à 37°,5; mais le plus souvent on prend la température dans le creux de l'aisselle. La moyenne d'un grand nombre d'observations à l'état normal est de 37°. Il y a, bien entendu, des différences individuelles, mais il ne semble pas qu'elles puissent dépasser un demi-degré en plus ou en moins, de telle sorte que toute température axillaire comprise entre 36°,5 et 37°,5 peut être considérée comme correspondant à l'état de santé. Par contre une température inférieure à 36°,5 ou supérieure à 37°,5 doit être regardée comme correspondant à un trouble survenu dans l'organisme et probablement à un état de maladie.

321. — Pour que cette dernière conclusion doive être acceptée, il faut être assuré que des différences de température s'écarterant de la moyenne de 1° ne peuvent être la conséquence d'influences extérieures.

C'est bien ce qui résulte en effet des mesures faites dans des circonstances variées. J. Davy a reconnu que la température des matelots qu'il observait ne variait que de 1° lorsque ceux-ci passaient des régions polaires aux pays intertropicaux; des faits du même genre ont été signalés tant dans les voyages faits dans les pays chauds que dans les expéditions faites dans les parties les plus froides de notre globe. Sans remonter à des observations anciennes qui n'ont peut-être pas toute la précision désirable, nous signalerons quelques données récentes.

M. Jousset a donné, pour la température moyenne d'individus vivant dans les régions chaudes, des valeurs comprises entre 37°,6 et 38°,2, tandis que dans les régions tempérées la moyenne reste entre 36°,6 et

37°,4. M. Löw, en Californie, par une température extérieure très élevée (47°,5), a trouvé une valeur de 0°,5 environ supérieure à la moyenne normalement admise. Ajoutons que la valeur indiquée par les médecins norvégiens est de 36°,4, tandis que celle donnée par les médecins italiens est de 37°,3.

Il semble bien résulter de ces données, et de beaucoup d'autres que nous ne pouvons reproduire, que si les conditions extérieures ordinaires ont une influence réelle sur la valeur de la température moyenne de l'homme, celle-ci ne varie cependant pas de 1°.

Il n'en est pas ainsi lorsqu'on se place dans des conditions exceptionnelles, lorsqu'on se soumet à des températures très élevées, surtout dans une atmosphère humide ou dans un bain chaud. Delaroche, dans un bain dont la température varia de 37°,50 à 38°,75 vit en 17 minutes sa température s'élever de 3°,12. M. Jürgensen cite l'observation d'un individu dont, après un bain chaud, la température s'éleva à 40°,7.

Des résultats analogues ont été observés chez les animaux.

On voit donc qu'il n'est pas rigoureusement vrai que les hommes et les mammifères aient des températures invariables; mais leur température ne subit en somme que de faibles variations, malgré les variations considérables que peut présenter le milieu dans lequel ils vivent.

La température ne peut d'ailleurs s'écarter beaucoup de la moyenne sans que la vie de l'animal soit gravement compromise. On a signalé, pour l'homme très exceptionnellement, des températures de 44° ou même de 45° dans des cas d'insolation ou après de violents accès de contractions musculaires causées par le tétanos, mais la mort est survenue dans ces conditions; il semble qu'une température de 42°, peut-être même une température supérieure à 41° ne soit pas compatible avec la survie.

On n'a pas de données aussi précises pour les limites inférieures de température qui amènent nécessairement la mort. Chez des lapins et des cochons d'Inde refroidis artificiellement, on a pu relever la température et les ramener à la vie tant qu'ils n'étaient pas arrivés à 25°; à 22° ils mouraient quelquefois, mais ils mouraient toujours à 20° et au-dessous.

Le fait que les conditions normales de l'existence ne sont pas compatibles avec une élévation notable de la température donnent un réel intérêt à quelques observations pour lesquelles manquent cependant des indications précises. C'est ainsi que Blagden, Dobson, Park ont pu supporter des températures qui dépassaient 95° et dans un cas 125° et cela pendant un temps de 10 minutes et plus, que Duhamel s'est soumis à une température de 128° et que du Tillet a signalé le cas de trois jeunes filles qui, pendant 10 minutes, ont supporté la température de 132°. Quoiqu'on n'ait pas observé, dans ces différents cas, la température des individus en expérience, on peut assurer, puisqu'aucun accident n'a été signalé, que leur température n'a pu s'élever de plus de 3°.

A un autre point de vue la connaissance des limites de température compatibles avec l'existence présente un intérêt considérable dans l'étude des maladies, au point de vue du pronostic, mais c'est là un sujet qu'il nous suffit d'indiquer ici.

X 322. **Production et perte de chaleur chez les animaux.** — Nous connaissons maintenant l'état calorifique des animaux supérieurs et principalement de l'homme; cet état peut être considéré comme sensiblement invariable; à moins de variations extraordinaires, expérimentales seulement, peut-on dire, la température de l'homme est constante; l'homme est à l'état permanent, à l'état de régime, au point de vue calorifique.

Ce résultat peut s'expliquer soit parce qu'il n'y a aucun échange de chaleur avec le milieu ambiant, soit parce que l'homme, à chaque instant, produit ou absorbe de la chaleur pour compenser les pertes ou les gains qu'il fait. Le premier cas ne pourrait se présenter que si l'homme et le milieu étaient à la même température et ce cas ne se présente que d'une manière absolument exceptionnelle: aussi faut-il admettre que l'homme (et il en est de même des animaux, bien entendu) peut produire de la chaleur pour parer aux pertes que lui fait subir le milieu ambiant en général, et qu'il peut également en dépenser pour le cas où le milieu lui en fournit. En réalité, il y a à la fois une cause de production et une cause de dépense, et c'est la différence des deux actions qui compense l'effet extérieur, cette différence pouvant avoir lieu tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre.

En résumant ce que nous venons de dire, on voit que l'homme se trouve dans les conditions d'un calorimètre à température stationnaire, pour lequel à chaque instant la quantité de chaleur qu'il reçoit ou qu'il fournit est égale à celle que le milieu et les corps voisins fournissent ou absorbent.

Si l'on connaissait complètement les conditions de l'échange, il serait possible de calculer la quantité de chaleur que l'homme fournit au milieu ambiant (c'est là le cas le plus général). Mais comme ces conditions ne sont pas bien connues, on a cherché à déterminer par l'expérience cette quantité de chaleur; cette quantité varie avec les circonstances, et il a fallu préciser leur influence; elle varie notamment avec l'état de repos ou de production d'un travail mécanique; nous étudierons ces deux cas d'une manière tout à fait distincte et, de plus, nous laisserons complètement de côté l'influence que peuvent avoir les actions psychiques.

Lorsque ces éléments seront connus, il y aura à rechercher comment l'organisme produit la quantité de chaleur qu'il fournit, et comment inversement il peut dépenser de la chaleur lorsqu'il est nécessaire; d'ailleurs, ainsi que nous le dirons, ces deux actions ont toujours lieu simultanément.

Cette recherche expérimentale est entièrement du domaine de la calorimétrie.

323. **Mesure des pertes de chaleur.** — Lavoisier, dès 1783, a posé nettement le problème et a cherché à en déterminer expérimentalement la solution: il plaçait un cochon d'Inde dans une caisse entourée de glace et évaluait la quantité de chaleur dégagée, d'après le poids de glace fondue. Sans insister sur les détails, nous dirons que l'animal placé dans une atmosphère glacée, était dans des conditions anormales et ne pouvait fournir des données applicables à l'animal vivant normalement.

Plus tard, en 1822, Dulong, puis Despretz entreprirent des recherches du même genre en plaçant l'animal dans un calorimètre à eau; des expériences analogues faites avec plus de précision furent exécutées par Regnault et Reiset. Mais dans ces divers travaux, l'animal, maintenu immobile à la température du calorimètre, était dans des conditions défavorables, parce que cette température s'élevait constamment.

Nous avons indiqué, et nous n'avons pas besoin d'y revenir, comment M. d'Arsonval a évité cet inconvénient par l'emploi de son calorimètre à température constante; comment, dans la méthode des températures stationnaires, le calorimètre conserve également une température invariable.

Sans entrer dans le détail des expériences, nous donnerons, d'après M. le professeur Bergonié, l'indication de la moyenne des quantités de chaleur perdue par heure et par kilogramme d'animal pour diverses espèces; les quantités de chaleur sont exprimées en calories-gramme-degré.

Espèces.	Quantités de chaleur.	Observateurs.
Cobaye	12 000	Lavoisier.
—	9 500	D'Arsonval.
—	9 000	Ch. Richet.
Chien très jeune.....	6 440	Dulong.
Chien.....	5 800	Ch. Richet.
—	5 000	D'Arsonval.
Chien adulte.....	2 530	Senator.
Chat.....	3 300	Ch. Richet.
—	2 800	D'Arsonval.
Lapin.....	4 200	D'Arsonval.
Poule.....	5 700	Ch. Richet.
—	4 270	D'Arsonval.
Canard	5 500	Ch. Richet.
Oie.....	3 500	Ch. Richet.
Enfant.....	4 000	Ch. Richet.
Homme adulte.....	1 500 à 2 000	Scharling et Vogel.
Moineau.....	36 000	Ch. Richet.

324. — On voit que pour le même animal les valeurs données sont différentes pour les divers auteurs. Ces différences ne sont pas dues nécessairement à des erreurs d'observation: la quantité de chaleur perdue, par kilogramme d'animal, n'est pas une quantité invariable, caractéristique pour chaque espèce; elle dépend des conditions de l'expérience. Elle dépend notamment du poids, comme l'a montré M. Richet qui a

trouvé que ce nombre variait de 4730 à 2690 calories pour des lapins dont le poids variait de 2000 à 3800 grammes, la variation étant régulière pour les valeurs intermédiaires, ce qui montre qu'il y a une loi qu'il fallait déterminer. M. Ch. Richet y est arrivé en remarquant que la surface de l'animal varie en même temps que le poids et dans le même sens, mais non dans les mêmes proportions, car la surface varie proportionnellement au carré d'une dimension, tandis que le volume et le poids varient proportionnellement au cube de la même dimension. Il eut la pensée de rechercher s'il existait une relation entre la perte de chaleur et la surface et il trouva que, pour des animaux d'une même espèce, placés dans les mêmes conditions, et dont le poids variait de 500 à 3100 grammes, la quantité de chaleur perdue en une heure par unité de surface était comprise entre 11°,8 et 10°,1, c'est-à-dire qu'elle peut être considérée comme pratiquement constante.

Ce résultat expérimental est intéressant, car il est d'accord avec ce que la théorie permettait de prévoir. En effet, la température de l'animal étant constante ainsi que celle du milieu, c'est-à-dire la différence de température étant constante, les pertes doivent être proportionnelles à la surface s'il s'agit de corps ayant la même conductibilité extérieure et le même pouvoir émissif. Dans le cas d'animaux de même espèce, ces conditions sont bien les mêmes, et les pertes totales doivent être proportionnelles aux surfaces, c'est-à-dire que le quotient de la perte totale par la surface, ou perte par unité de surface, doit être constant.

325. — Pour un même corps, la perte de chaleur dépend de la différence de température avec le milieu ambiant, variant dans le même sens, et même proportionnellement si la différence est faible. Pour un animal déterminé, dont la température est constante, la perte de chaleur par unité de temps devrait être d'autant plus grande que la température extérieure est plus basse, si cet animal ne subit pas de modifications par suite du refroidissement même.

L'expérience seule peut répondre si les choses se passent bien ainsi. Or si M. Ch. Richet, opérant sur un enfant, la température de l'air variant entre 18 et 25°, a trouvé que les quantités de chaleur perdue variaient de 4532 calories à 2622, ce qui est d'accord avec les prévisions, il a observé sur des lapins, que de 0 à 15°, la quantité de chaleur perdue croissait, ce qui est contraire aux prévisions de la théorie; il est vrai que de 15° à 28, cette quantité décroît, ce qui paraît devoir être en effet. M. d'Arsonval a cité des faits analogues.

La cause probable de cette différence tient à ce que dans ces expériences, l'animal ne reste pas identique à lui-même, pour ainsi dire, et que notamment si la température centrale ne varie pas, il n'en est pas de même de la température périphérique; celle-ci, par suite d'une action réflexe, s'abaisse, par la diminution d'afflux du sang. Or c'est la tempé-

rature périphérique, non la température centrale, qui règle les pertes de chaleur; si elle s'abaisse, se rapprochant ainsi de la température extérieure, les pertes doivent diminuer. Ce n'est qu'à partir d'une certaine température, qui serait ainsi de 15° chez les lapins, que la température périphérique redevient constante étant alors égale à la température centrale constante ou peu différente.

326. — L'influence de la surface, des téguments des animaux sur la perte de la chaleur doit se manifester, puisque certainement elle modifie le rayonnement et la conductibilité. Les recherches de M. Ch. Richet et de M. d'Arsonval ont donné des résultats conformes à ce qu'on pouvait prévoir. M. Ch. Richet a trouvé que des enfants nus perdaient plus de chaleur qu'un chien et celui-ci plus que des animaux à fourrures épaisses, chats, cobayes, lapins; il n'a donné aucune valeur numérique déduites de ces expériences.

M. d'Arsonval a trouvé que tandis qu'un lapin et un cobaye à l'état naturel perdaient respectivement 1800 calories et 5500 en une heure, ils en perdaient, le lapin 3500 lorsqu'il était frotté d'huile, le cobaye 11500 quand il était frotté de glycérine.

M. Richet a observé des faits analogues sur des lapins enduits d'huile complètement ou d'une manière incomplète, ce qui est préférable, car l'animal meurt promptement lorsque le poil est tout entier recouvert d'huile.

Les observations précédentes montrent l'importance des téguments chez les animaux, pour modifier les pertes de chaleur. Chez l'homme les variations d'état de la peau doivent également amener des changements dans ces pertes, mais la question n'a pas encore été bien étudiée. Elle serait intéressante cependant, car cet état se modifie grandement dans les maladies. Cet état doit influer sur le pouvoir émissif (voir RADIATIONS) duquel dépend la quantité de chaleur perdue par rayonnement, et sur le coefficient de conductibilité extérieure duquel dépend le passage dans un même temps d'une quantité plus ou moins considérable de chaleur entre deux corps en contact. C'est certainement à une variation de ce genre qu'il faut attribuer la différence des impressions que l'on éprouve en touchant la peau d'individus sains ou malades, alors même que la température est la même. L'état de sécheresse plus ou moins grande doit d'ailleurs intervenir dans ce cas, très probablement.

M. d'Arsonval, dans une expérience directe, a mis en évidence la grandeur de ces changements et il a constaté que le pouvoir émissif peut varier du simple au double.

327. **Causes des pertes de chaleur.** — Les expériences dont nous venons de résumer les principaux résultats montrent que les animaux perdent constamment de la chaleur: il y a évidemment à se demander dès lors par quels moyens se font ces pertes; il y aura ensuite à rechercher comment les animaux peuvent y subvenir.

Sans parler des actions psychiques, on reconnaît rapidement que trois causes extérieures concourent à amener ces pertes de chaleur : l'action directe de l'air et des corps voisins, plus froids, agissant par radiation, par conduction, par convection ; — l'évaporation des liquides qui sont à la surface de la peau et des muqueuses ; — les actions dans lesquelles l'animal développe du travail mécanique. Cette dernière cause ne pouvait être considérée autrefois comme susceptible d'amener une diminution de la quantité de chaleur ; elle s'impose actuellement, puisque nous savons que le travail mécanique peut être la conséquence d'une transformation de la chaleur.

Nous étudierons d'abord seulement les deux premières causes qui agissent seules dans le cas d'un homme ou d'un animal au repos, et nous examinerons à part les conditions qui résultent de la production de travail mécanique.

Dans les conditions ordinaires de la température ambiante, température inférieure à 37°, l'homme étant à une température plus élevée perd de la chaleur à cause même de la différence de température. Il en perd par radiation, il en perd par son contact avec l'air, par conduction et surtout par convection ; il en perd par conduction également, par les corps solides, ou exceptionnellement liquides avec lesquels il est en contact, par le sol sur lequel il repose, par les objets qu'il touche, par les meubles sur lesquels il s'appuie, etc.

Les mêmes considérations s'appliquent naturellement aux animaux.

Indiquons sans insister, car on n'a pas de données précises à ce sujet, que, dans le cas où les animaux seraient à une température inférieure à celle du milieu ambiant et des corps voisins, toutes ces conditions auraient pour effet de fournir de la chaleur au corps, non de lui en enlever. Laisant à part les actions mécaniques, l'évaporation seule alors pourrait être une cause de perte de chaleur.

328. — Les pertes par radiation, par conduction de l'air, par convection, dépendent de la différence de température de la peau et de l'air, toutes choses égales d'ailleurs : les observations journalières vérifient ce fait sur lequel il n'est pas nécessaire d'insister.

Ces pertes diminuent si, par l'interposition de corps convenablement choisis, on peut diminuer aussi les trois actions dont nous venons de parler. Tout corps mauvais conducteur de la chaleur agira dans ce sens pour les trois effets. La surface extérieure de ce corps, du vêtement dont nous nous recouvrons, pourra arriver par contact à une température égale ou peu supérieure à celle de l'air qui l'entoure ; dans ce cas les pertes seront nulles ou très faibles ; seulement, par conduction, de la chaleur passera de la partie du vêtement qui est en contact avec notre peau à la surface extérieure qui est en contact avec l'air. Mais pour une même différence de température, la quantité de chaleur qui passe est

proportionnelle au coefficient de conductibilité : il y a donc intérêt à prendre pour vêtement des corps mauvais conducteurs. Comme nous avons dit que les gaz peuvent être rangés au premier rang parmi ceux-ci et qu'ils s'opposent efficacement au passage de la chaleur lorsqu'il ne se produit pas de convection, on comprend l'utilité des vêtements superposés, l'utilité des étoffes duveteuses, des fourrures, qui emprisonnent entre leurs filaments et leurs poils des masses d'air qui ne peuvent se déplacer.

329. — Pour une même différence de température, d'autre part, la quantité de chaleur qui passe à travers un corps varie en raison inverse de l'épaisseur, ce qui explique l'intérêt qu'il y a à employer des étoffes épaisses.

Ces résultats correspondent bien à ce qu'apprend l'observation journalière à laquelle nous sommes tellement habitués qu'il pouvait sembler inutile d'étudier le rôle joué effectivement par les vêtements ; il est bon cependant d'analyser ces actions, quelque simples qu'elles paraissent.

La fourrure des animaux, les poils des mammifères, les plumes des oiseaux, ont un rôle analogue : d'une manière générale, les fourrures des animaux sont d'autant plus épaisses que ceux-ci habitent des régions plus froides, ce qui explique que leur température puisse être indépendante de celle de l'atmosphère. On a signalé dans les régions polaires des renards, des loups, qui avaient près de 40° alors que l'atmosphère extérieure était à — 35° environ : ces animaux avaient donc une température supérieure de 75° à celle de l'air ambiant.

Des expériences directes ont été faites pour mettre en évidence cette influence de la fourrure. M. Ch. Richet observa comparativement deux lapins placés dans une atmosphère dont la température était de 12 à 15° : l'un des lapins fut rasé et on eut soin de le raser à nouveau tous les deux ou trois jours, car le poil repoussait assez vite. La moyenne des températures prises pendant onze jours fut de 39°,64 pour le lapin non rasé et de 39°,16 seulement pour le lapin rasé, soit une différence d'environ un demi-degré ; des résultats concordants furent obtenus sur d'autres animaux.

L'expérience sur les deux lapins fut continuée et ceux-ci furent soumis à l'action d'une température plus basse, dit M. Ch. Richet qui n'en fait pas connaître la valeur. Or, tandis que la température du lapin non rasé se maintint en moyenne à 39°,7, celle du lapin rasé tomba à 37°, puis à 26° et l'animal succomba.

Cette expérience intéressante montre bien le rôle protecteur important des vêtements pour s'opposer au refroidissement.

330. — L'évaporation qui se produit tant à la surface de la peau que dans les poumons est une cause de refroidissement importante et dont la grandeur dépend de la quantité de liquide évaporé. C'est une des causes les