

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel  
**Herausgeber:** Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel  
**Band:** 7 (1864-1867)

**Artikel:** De la température de l'homme : recherches physiologiques et pathologiques  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-88028>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 11.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

êtres nous empêche de les observer comme ils le mériteraient, et nous n'appréciions guère le rôle immense qu'ils jouent dans l'économie de la nature que lorsqu'ils nous causent du dommage ou qu'ils nous apparaissent dans des conditions exceptionnelles. »

M. *Paul Ladame* lit un travail très étendu sur la température de l'homme sain et de l'homme malade.

DE LA

## TEMPÉRATURE DE L'HOMME.

### RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES ET PATHOLOGIQUES.

Messieurs !

L'emploi raisonné du thermomètre au lit du malade date à peine de quelques années, et cependant les résultats obtenus par ce moyen d'observation sont déjà si considérables et si importants, que cet instrument est désormais devenu indispensable au médecin. Je suis convaincu que parmi toutes les belles découvertes de la médecine moderne, l'application du thermomètre à l'homme est une de celles qui seront appelées à jouer un des plus grands rôles dans l'avenir. La médecine n'est pas une science exacte ; nous possédons bien peu de moyens d'investigation qui donnent des résultats rigoureux : aussi combien ne doit-on pas s'estimer heureux de voir nos moyens d'apprécier les phénomè-

nes morbides, s'enrichir par l'introduction d'un instrument aussi exact que l'est le thermomètre. L'expérience a déjà prononcé, les résultats sont là.

Je donnerai dans ce travail une relation aussi complète que possible de la thermométrie appliquée à l'homme. Dans ce but, je vous tracerai d'abord un aperçu historique, puis j'aborderai ce sujet au point de vue physiologique, en traitant des questions de chaleur animale qui s'y rattachent intimement, et enfin transportant le thermomètre au lit du malade j'étudierai les données qu'il a ajoutées à la pathologie d'un très grand nombre de maladies. Dans cette troisième partie de mon travail j'utiliserais les mesures thermométriques qui ont été prises jusqu'à maintenant, en y joignant celles que nous avons recueillies à l'hôpital Pourtalès dans le courant des deux dernières années, mon prédécesseur M. le Dr Ladé et moi, M. le Dr Cornaz, médecin en chef de cet établissement, ayant eu l'obligeance de mettre entièrement à ma disposition ces deux années d'observations.

### Introduction historique.

La plupart des détails qui vont suivre sont empruntés à un mémoire de M. le professeur *Wunderlich* (<sup>1</sup>) sur l'histoire de l'application du thermomètre au lit du malade. L'auteur de ce mémoire s'occupe de thermométrie depuis plus de dix ans; c'est à lui que nous devons la plupart des recherches positives faites avec cet instrument; plus qu'aucun autre, il était donc à même de faire l'historique des mesures de température appliquées à l'homme, et je ne puis faire mieux que de vous exposer les résultats auxquels il est arrivé, en vous donnant ici un résumé de son travail.

Deux faits fondamentaux justifient et exigent l'emploi du thermomètre au lit du malade, en même temps qu'ils nous démontrent aussi la valeur de ce moyen d'observation. C'est premièrement le fait de la *constance de la chaleur animale chez l'homme sain*. Tant que l'homme est en santé, sa température reste sensiblement la même, quelle que soit la variété des agents physiologiques auxquels il est soumis.

(<sup>1</sup>) *Archiv der Heilkunde*, 1865; 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> cahier.

Le second fait, c'est la *variabilité de la température pathologique*. En effet, on peut affirmer qu'un homme est malade, dès que sa température n'est plus normale, sans toutefois que toute maladie entraîne ce résultat.

L'utilité incontestable de la détermination de cette température chez le malade ressort des trois considérations suivantes :

1<sup>o</sup> Chaque fait qui ne se rencontre pas à l'état de santé, est un élément pathologique digne d'être connu, et cela bien plus encore lorsque ce fait peut être apprécié objectivement avec l'exactitude mathématique ;

2<sup>o</sup> La chaleur animale étant la même dans toutes les parties du corps et résultant de phénomènes généraux qui se passent dans l'organisme, une variation dans cette chaleur animale est nécessairement le signe d'un trouble général de l'économie. Il est donc facile de concevoir la valeur et l'importance de ce symptôme morbide, puisqu'il nous permet de juger très exactement le plus petit trouble survenu dans l'état général du corps ;

3<sup>o</sup> En mesurant la température pendant le cours d'un grand nombre de cas de la même affection, on peut résoudre la question de savoir s'il existe des formes de maladies qui présentent des types indépendants des influences individuelles. Cela ressort évidemment de la considération précédente, puisque la température est le signe d'un trouble général, et que nous mesurons ses variations rapidement et à volonté.

Tout cela n'a bien été compris que tout dernièrement, et cependant dans les périodes les plus reculées de l'art médical, la valeur de la température du malade n'est pas restée complètement ignorée.

Pour *Hippocrate*, la chaleur propre était le signe le plus important dans les maladies aiguës ; le nom même qu'il donne à la fièvre le prouve bien ( $\piυρ$ ,  $\piυρετος$ ). Depuis lui, les médecins célèbres de toutes les époques ont toujours regardé l'appréciation de la température du malade comme un fait important. Malgré cela la grande majorité des hommes de l'art, oubliant que la chaleur développée par le malade avait beaucoup d'importance, tournèrent leurs regards vers d'autres phénomènes dont ils pouvaient mieux juger la valeur, tels que le pouls, la respiration, etc.

Le premier qui, le thermomètre à la main, consulta la tempé-

rature de l'homme, fut *Sanctorius*, mort en 1638, le précurseur de l'école iatromathématique : il avait lui-même inventé et construit son instrument. Ce ne fut qu'un siècle plus tard, que *Boerhaave* reprit les mesures de température, après que les instruments eurent été sensiblement perfectionnés. En 1740, *Martin* publia en Angleterre les premières observations thermométriques exactes sur la chaleur animale. *Haller* et ses élèves ne restèrent pas non plus étrangers aux observations de la chaleur du corps humain.

Mais ce fut de *Haën*, cet autre élève célèbre de Boerhaave, le premier professeur de clinique en Allemagne, qui employa sur une grande échelle le thermomètre au lit du malade. La partie technique de sa thermométrie est tout-à-fait imparfaite. Il laissait l'instrument  $7\frac{1}{2}$  minutes dans le creux axillaire, et ajoutait encore 1 à 2° Fahrenheit, parce qu'il disait avoir trouvé que le mercure montait encore plus tard. Nous trouvons les communications de de Haën, dispersées dans les quinze volumes de sa *Ratio medendi*. Il est facile d'y voir combien de Haën estimait déjà la haute valeur des mesures de température pour se former un jugement sur la maladie. Il connaissait déjà bien des faits qu'on avait cru découvrir dans ces derniers temps, ainsi l'élévation de température dans la période de frisson, le contraste fréquent entre le sentiment subjectif de chaleur et la hauteur réelle de la température, etc. Malgré l'influence de de Haën, les autres médecins de cette époque sont restés étrangers à ce mouvement.

En 1774, un des faits les plus remarquables de la thermo-physiologie était déjà prouvé par *Blagden*, c'est la constance de la chaleur de l'homme sain dans des milieux chauffés jusqu'au point d'ébullition de l'eau, et même d'après *Dobson* encore plus haut, à 224° Fahrenheit.

Le grand physiologiste *Hunter* publia en 1776 ses recherches sur la chaleur animale. Il en discute longuement la cause sans parvenir à la découvrir ; il combat l'opinion qu'elle réside dans le mouvement du sang, et serait disposé à la placer dans l'estomac.

Quelques années plus tard, les recherches de *Lavoisier* et de *Laplace* sur la chaleur animale vinrent enfin poser la question sur son véritable terrain, et depuis ce temps la grande majorité

des physiologistes ont adopté la théorie de Lavoisier, qui place les sources de la chaleur animale dans les combinaisons chimiques, et surtout dans celle de l'oxygène avec l'hydrogène et le carbone dans l'acte respiratoire.

A la fin du siècle passé, en 1797, l'ouvrage de *James Currie* reprend le côté pratique des mesures de température; c'était la première fois depuis les observations de de Haën. Cet auteur eut bien peu d'influence sur ses contemporains: ses ouvrages traduits en allemand furent à peine remarqués et tombèrent bientôt dans l'oubli.

*Brodie*, en 1811, publie ses recherches sur l'influence du système nerveux comme cause de développement de chaleur animale, et commence par là un mouvement de réaction contre la théorie de Lavoisier. Brodie avait observé que les animaux auxquels il avait coupé la tête après leur avoir lié les vaisseaux du cou, perdaient plus rapidement leur chaleur quand il entretenait artificiellement pendant plusieurs heures la respiration et la circulation, que dans le cas contraire: or, dans le premier cas, la transformation du sang veineux en sang artériel continuait à se faire. Brodie en avait conclu que cette transformation du sang veineux en sang artériel par l'acte respiratoire ne produit point de chaleur, et il place la source de cet agent dans le système nerveux. *Nasse*, *Chossat*, se rallièrent à cette théorie, qui fut combattue surtout par *Dalton* et *Legallois*, jusqu'au moment où les mémoires de *Dulong* et de *Despretz*, lus à l'Académie de médecine de Paris, en décembre 1821 et janvier 1823, vinrent confirmer la théorie de Lavoisier par de nouvelles expériences.

Il faut ensuite arriver jusqu'en 1835 pour trouver les expériences classiques de *Breschet* et *Becquerel* (*Annales des sciences naturelles*, seconde série, Zoologie, t. III, IV et IX.) Ces auteurs examinèrent les différences de chaleur dans les diverses parties du corps animal avec des appareils thermo-électriques extrêmement sensibles. *Berger* publia la même année, dans les *Mémoires* de la société de physique et d'histoire naturelle de Genève, un travail sur la température des diverses espèces zoologiques.

Quant aux publications proprement médicales de cette époque, elles n'ont presque aucune valeur. *Chomel* (Dictionnaire en XXX vol.) accorde bien une grande valeur à la température des ma-

lades, mais, pour lui, le seul instrument pour la mesurer, c'est la main. *Bouillaud* et *Piorry* affirment avoir fait beaucoup de mesures thermométriques. *Piorry* fit même placer un thermomètre sur son sthéthoscope, et il cite dans son *Traité de diagnostic* les paroles de *Biot*: « Lorsqu'on voit tant de résultats obtenus par le seul secours d'un peu de mercure enfermé dans un tube de verre, et qu'on songe qu'un morceau de fer suspendu sur un pivot a fait découvrir le nouveau monde, on conçoit que rien de ce qui peut agrandir et perfectionner les sens de l'homme ne doit être pris en légère considération. » Malgré cela, les observations de *Piorry* sont fabuleuses et n'ont aucune espèce de valeur, parce qu'il n'a pris la température que de 91 personnes, et cela seulement une fois pour chacune et à des régions du corps différentes.

Nous arrivons maintenant à une période plus sérieuse dans l'application du thermomètre à l'homme. En 1841, *Andral* donnait déjà dans son cours de pathologie générale des lois très bien formulées sur la hauteur de la température dans différentes maladies. La dissertation de *Gierse*, publiée en 1842, est un travail soigné et important : pendant longtemps, ses résultats étaient cités comme les seuls faisant autorité. Les superbes recherches expérimentales de *Chossat* sur l'inanition, parurent en 1843 : l'auteur regarde les variations de la température du jour et de la nuit, comme une preuve que les combinaisons d'où résulte le dégagement de la chaleur animale se font essentiellement sous l'influence nerveuse.

Les expériences de *H. Roger* sur la température chez les enfants à l'état physiologique et pathologique, furent publiées en 1844 dans les *Archives générales*. Ses mesures très nombreuses ne sont pas bien exactes, et elles ne sont pas prises assez souvent chez le même malade pour donner une idée de la marche de la température dans le cours des maladies.

*Zimmermann* a publié, de 1846 à 1854, une série d'observations thermométriques dans différents journaux. Il a certainement constaté bien des faits importants de thermométrie, mais quelque abondantes que fussent ses observations, leur peu d'exactitude et sa manière dure de traiter ses confrères, n'étaient pas propres à engager qui que ce soit à le suivre dans de telles recherches :

aussi son influence pour introduire le thermomètre au lit des malades fut-elle tout-à-fait nulle.

A cette époque, les physiologistes firent peu de nouvelles recherches propres à augmenter le nombre des faits connus sur la température de l'homme sain ; les travaux de *John Davy* et *Helmholtz* font ici exception. Les considérations que *Liebig* a publiées dans sa *Chimie organique* sur la chaleur animale et sur le rôle des aliments plastiques et respiratoires, sont bien plutôt des réflexions extrêmement ingénieuses que des faits basés sur des observations péremptoires.

N'oublions pas de citer encore ici pour terminer cette période, les travaux du Dr *Mayer*, à Heilbronn, en 1842, 1845 et 1848, où il démontre l'équivalent mécanique de la chaleur dans le mouvement. On sait que ce fait, qui passait complètement inaperçu au début, a pris toujours plus d'importance en physique.

La thermométrie médicale entre dans une phase toute nouvelle avec l'année 1850. *Baerensprung* et *Traube* à Berlin, *Wunderlich* à Leipsic, commencent une série d'observations exactes et rigoureuses qui n'ont pas cessé dès-lors. Wunderlich a pris la température d'environ 20,000 malades à sa clinique, ce qui porte le nombre de ses mesures thermométriques à plusieurs millions. On comprend qu'avec de pareils chiffres, lorsque les observations ont été faites avec le plus grand soin et sans idées préconçues, il soit arrivé à des résultats sérieux. Un des plus grands mérites de ces savants professeurs, c'est d'avoir rendu l'emploi du thermomètre extrêmement pratique ; aussi, actuellement, cet instrument se trouve-t-il dans toutes les cliniques de l'Allemagne et dans les mains d'un grand nombre de médecins praticiens. En Hollande, en Russie, et même dans des pays qui, comme la France, l'Italie et l'Angleterre, sont restés pendant longtemps étrangers à ce mouvement, la thermométrie commence à se frayer un chemin, et certes le temps n'est pas loin où chaque médecin consultera le thermomètre au lit du malade.

#### De la chaleur animale.

Avant d'aborder l'étude des variations de température dans les maladies, il est indispensable de bien connaître la température

normale de l'homme sain et les phénomènes qui s'y rattachent. Un grand nombre d'expériences ont été faites dans ce but sur l'homme lui-même, mais dans bien des cas il a aussi fallu recourir aux animaux pour chercher l'explication des faits. Nous nous occuperons donc dans ce chapitre de la chaleur animale au point de vue physiologique, en considérant surtout les faits qui se rapportent directement à l'homme.

La température moyenne de l'homme, prise dans l'aisselle, est de 37° C. Cette moyenne se retrouve dans toutes les séries d'expériences. Elle varie à peine de quelques dixièmes de degré d'après les observateurs. Bärrensprung trouve comme moyenne de 43 observations prises sur lui-même 36,98, et comme moyenne générale de toutes les observations prises sur des hommes de 25 à 30 ans 37,08. Damrosch qui a pris un grand nombre d'observations sur 10 hommes de 20 à 25 ans est arrivé à une moyenne de 36,95. Lichtenfels qui a fait 129 observations sur lui-même trouve 36,908, et Fröhlich qui en a fait 161 : 36,919. Le nombre des expériences qui permet de fixer la moyenne de la température de l'homme en santé est certainement suffisant ; mais il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de déterminer jusqu'à quel point peut varier cette température à l'état physiologique. Il est impossible d'indiquer exactement les limites de variations ; dans la nature elles n'existent pas ainsi tranchées, le passage de l'état sain à l'état morbide ayant lieu d'une manière insensible. On est arrivé cependant à déterminer ces limites approximativement, de façon à pouvoir les considérer comme étant à peu de chose près l'expression de la vérité. Le professeur Billroth les fixe à 36°,2 et 37°,9. Ce second chiffre est évidemment trop élevé, et en effet il est le produit de l'observation pathologique. En fixant la limite supérieure de la température normale à 37°,9, le professeur de Zurich veut simplement dire que c'est depuis 38° que commence la fièvre ; ce chiffre n'est donc là que pour les besoins de la cause, et il a certainement son importance pratique. Wunderlich place ces limites entre 36°,25 et 37°,5 ; on connaît le nombre immense d'observations thermométriques faites par cet auteur, et l'on peut être assuré que les chiffres qu'il établit ainsi ont une très grande valeur. Il ajoute bien que si la température s'élève un peu au-dessus ou descend de quelques dixièmes, on pourra encore dans

certains cas la considérer comme physiologique, mais alors il existera pour l'expliquer des circonstances particulières. Dans tous les cas, des températures qui ne restent pas dans ces limites doivent éveiller sérieusement l'attention. Tous les chiffres que j'ai obtenus sur moi-même restent parfaitement entre les limites assignées par Wunderlich, sauf un seul qui descend un peu au-dessous : j'ai en effet trouvé une fois 35°,6, mais c'était à une heure avancée dans la soirée, à la suite d'une course rapide qui avait provoqué une transpiration abondante.

Du reste, ces limites ne sont probablement pas du tout les mêmes pour les différents individus. Wunderlich a cru remarquer en effet qu'il existe, dans les moyennes, des différences individuelles tout-à-fait indépendantes des influences que peuvent avoir l'âge, le sexe, la race et même la constitution. Wunderlich trouve que la moyenne peut varier suivant les individus entre 36°,6 et 37°,25.

Nous venons de voir les limites entre lesquelles oscille la température normale de l'homme. Ces diverses variations sont soumises à des lois qu'il est important de connaître et dont l'étude se range naturellement ici.

La plus constante de ces variations est l'*oscillation diurne* de la température. La plupart des observateurs dont l'attention a été attirée sur ce sujet sont arrivés à des résultats identiques, c'est-à-dire qu'ils ont découvert qu'il existe une oscillation typique de la température pendant le cours d'une journée. L'étude de cette variation diurne a été faite avec soin ; il existe des expériences sur l'homme et sur les animaux. Voici les observations de Bærensprung<sup>(1)</sup> prises sur lui-même depuis le mois de décembre 1849 au mois de mars 1850. — (Les degrés Réaumur de l'auteur étant partout réduits en centigrades.)

(1) *Müller's Archiv.* 2, 1851 et 1852, p. 217-286.

Moments de la journée.	Heures.	Pouls.	Tempér.	Nombre des Observatio.
Le matin, dans le lit, avant le café	5-7	50	36,69	2
Le matin après le café . . . . .	7-9	57,3	37,2	3
Avant midi . . . . .	9-11	62,5	37,26	4
Avant le dîner . . . . .	1-2	59,5	36,84	4
Après le dîner . . . . .	2-4	66,5	37,16	5
Après dîner . . . . .	4-6	74,4	37,48	5
Après dîner . . . . .	6-8	74	37,44	4
Après le souper . . . . .	8-10	67,3	37,0	6
Le soir pendant le travail . . .	10-12	61,3	36,82	3
La nuit réveillé du sommeil . . .	12-2	59,6	36,65	5
La nuit réveillé du sommeil . . .	2-4	44	36,3	1

On voit d'après ce tableau que la température atteint 2 maxima pendant la journée, l'un 4 heures environ après le déjeuner, l'autre 2 heures après le dîner. Puis elle descend constamment sans que le repas du soir ait aucune influence sur sa marche descendante. J. Davy, qui prenait son repas principal à 6 heures du soir, trouve que le maximum de température arrive 2 heures après son déjeuner et descend régulièrement depuis lors sans être influencé par le dîner à 6 heures. Bärrensprung trouve aussi que la température tombe pendant la nuit malgré l'absence de sommeil, et que pendant le jour le sommeil ne l'empêche pas de monter. Les observations que j'ai prises sur moi-même corroborent parfaitement ces faits. Ainsi, je trouve que malgré un sommeil d'une heure environ après le dîner, ma température atteint son maximum de la journée, 37°,2, deux heures après ce repas comme d'ordinaire. Bärrensprung ajoute que, lorsqu'il s'absténait de dîner, la température n'en montait pas moins. Lichtenfels et Fröhlich (<sup>1</sup>), pour dégager la marche diurne typique de toute influence, observèrent l'effet de la diète absolue (abstention complète d'aliments) sur la température de l'homme. Les expérimentateurs se privaient du déjeuner et du dîner, s'abstenant ainsi de toute nourriture pendant 20 à 21 heures dans chaque série d'expériences : ils se trouvaient dans une atmosphère de 12°,4 à 13°,6, en évitant autant que possible tout mouvement musculaire. Dans ces

(<sup>1</sup>) *Denkschr. d. math. naturw. Klasse d. k. k. Akad. d. Wiss. zu Wien.*  
Bd. III.

conditions, ils observèrent que la température tomba depuis le dernier repas du soir jusqu'à la dixième heure, puis s'éleva dans la onzième heure, et descendit de nouveau plus rapidement jusqu'à la quinzième heure, alors elle commença à remonter pour atteindre à la dix-neuvième heure le même chiffre qu'à la dixième, et dès-lors redescendre.

L'abstinence complète n'empêche donc pas les deux maxima de se produire ; le type reste le même, cependant la nourriture exerce son influence, comme on le voit d'après les données des deux auteurs que nous venons de citer. En effet, ils ont trouvé que la température moyenne des jours de diète absolue était 36°,60, tandis que dans les jours ordinaires où les repas étaient pris régulièrement, elle montait à 37°,17. Cette différence ne croît pas avec la durée de la période de diète, comme on serait tenté de le supposer. D'après les expériences faites sur les animaux qu'on laissait mourir d'inanition, la température reste constante depuis le second jour de privation complète d'aliments jusqu'aux derniers de la vie, où elle baisse alors très rapidement. Ainsi Schmidt trouve chez un chat jusqu'au quinzième jour d'inanition en moyenne 38,6, au seizième jour 38,3, au dix-septième 37,64, au dix-huitième 35,8, et enfin au dix-neuvième, jour de la mort, 33°.

La manière dont la nourriture influence l'oscillation diurne de la température a été expérimentée par Lichtenfels et Frölich, Gierse, Hallmann et d'autres auteurs qui prenaient leur repas environ aux mêmes heures, précisément à celles où nous avons l'habitude de les prendre à Neuchâtel. Ces observateurs sont arrivés aux mêmes résultats que Bärensprung, dont nous avons donné plus haut un tableau. J'ai institué sur moi-même une série de vingt expériences pendant quatre jours, et j'ai pu me convaincre de l'exactitude de ces résultats. Je trouve aussi deux maxima pendant la journée, l'un vers onze heures du matin, et l'autre près de quatre heures de l'après-midi. Depuis lors jusqu'au lendemain matin avant le déjeûner, abaissement graduel et continu. La température la plus basse de la journée se trouve donc le matin avant le déjeûner. Les expériences de Damrosch (<sup>4</sup>) ne corroborent pas ce dernier fait, constaté aussi par Lichtenfels et Fröh-

(<sup>4</sup>) *Deutsche Klinik.* 29-32, 1853.

lich. Damrosch, qui a mesuré la température de 12 hommes sains à différentes périodes de la journée, trouve en effet que chez six d'entre eux la température à 7 heures du soir était plus basse qu'à 7 heures du matin, et pour lui cela est le cas chaque fois que le maximum de l'après-midi n'est pas trop élevé.

Si l'on ne tient pas compte de la manière de vivre, et que l'on compare les plus grandes oscillations journalières de la température chez les différents auteurs, on trouve des résultats extrêmement semblables. Ainsi :

Pour J. Davy c'est . . . . .	0,730 C.
» Gierse . . . . .	0,690 »
» Hallmann . . . . .	0,730 »
» Lichtenfels . . . . .	0,728 »
» Bærensprung . . . . .	1,12 »
» Fröhlich . . . . .	0,56 »
» Chossat chez des pigeons.	0,74 »

Voici le résultat des quatre jours d'observations prises sur moi-même :

Le 1 <sup>er</sup> jour (37,4 à 36,2). . . . .	1°,2
Le 2 <sup>me</sup> jour . . . . .	1,4
Le 3 <sup>me</sup> jour . . . . .	0,6
Le 4 <sup>me</sup> jour . . . . .	0,6

J'admettrai comme la plus grande variation 1°,2, car celle de 1°,4 dans le second jour est causée par cette température de 35°,6 exceptionnellement basse dont j'ai déjà parlé.

Lichtenfels et Fröhlich ont tiré de leurs expériences une conséquence pratique très importante. Ils ont remarqué que trois heures après le premier repas (déjeûner) la température était presque exactement celle de la moyenne de la journée. Pour Lichtenfels cette température ne différait de la moyenne que de + 0,021, pour Fröhlich de — 0,049. Ces deux auteurs font aussi remarquer qu'il est facile d'arriver aux mêmes résultats, en prenant les expériences de Gierse et celles de J. Davy.

Il existe pour le pouls comme pour la température une oscillation diurne. Ces deux courbes coïncident souvent, mais leur parallèle n'est cependant pas toujours complet. Ainsi Wunderlich trouve que la température maximum de midi précède le maximum du pouls. Dans les maladies, la température et le pouls sont encore beaucoup plus indépendants l'un de l'autre.

L'oscillation typique d'après l'âge, c'est-à-dire la variation diurne moyenne est plus difficile à trouver à cause de tous les facteurs individuels et généraux qui troublent ici l'expérimentation. C'est surtout à Bærensprung qu'on doit les données les plus complètes sur ce sujet. Le fœtus dans le sein de la mère est un peu plus chaud qu'elle. L'auteur cité trouve pour le fœtus 37,9, tandis que l'utérus et le vagin étaient d'environ  $\frac{1}{2}^{\circ}$  degré plus bas. Cette différence est peu sensible mais son importance est grande, car elle démontre que le fœtus possède déjà dans le ventre de sa mère des sources propres de chaleur animale. L'enfant nouveau-né, immédiatement après sa naissance, a une température moyenne de 37,81. Cette moyenne est tirée des observations de Bærensprung sur 37 nouveaux-nés dont la température a été prise dans le rectum. C'est après le premier bain que les enfants perdent le plus de chaleur, on peut estimer cet abaissement de température après le bain à  $\frac{3}{4}$  de degré environ. Cependant il peut être bien plus considérable, comme nous le montre un cas du Dr Schröeder (1), qui trouva chez un nouveau-né une température de 37 $^{\circ}$ ,88, laquelle, après le bain, 4 heures après la naissance, descendit à 33 $^{\circ}$ ,87, soit de 4 $^{\circ}$ , et cela sans que l'enfant présentât aucun signe de collapsus.

Comme cet exemple nous le fait voir, les variations de la température du jeune enfant les premiers jours de sa vie sont beaucoup plus grandes que plus tard. Ceci est une remarque générale qui s'applique à tous les jeunes animaux à sang chaud chez lesquels le refroidissement est extrêmement rapide (2). Chez l'homme, dans les dix premiers jours après la naissance, la température monte un peu ; elle se tient entre 37,25 et 37,6, donc un peu plus haut que chez l'adulte. D'après Bærensprung, on peut déjà constater une oscillation diurne dès les premiers jours de la vie. Depuis ce moment jusqu'à l'époque de la puberté la température tombe environ de  $\frac{1}{10}$  à  $\frac{2}{10}$  ; un abaissement semblable a lieu insensiblement depuis la puberté jusqu'à l'âge de cinquante à soixante ans ; à cette époque alors on voit la température remon-

(1) *Virchow's Archiv.* XXXV Bd. p. 261 ; 1866.

(2) Voir W. Edwards : *De l'influence des agents physiques sur la vie.* Paris, 1821.

ter pour atteindre à 80 ans de nouveau la moyenne qu'elle possédait dans l'enfance. Ce fait est extrêmement curieux si l'on pense que chez les jeunes gens l'acide carbonique expiré est en plus grande quantité que chez les vieillards. Nous reviendrons sur ce fait pour en chercher l'explication lorsque nous nous occuperons des théories de la chaleur animale. Qu'il nous suffise pour le moment de le signaler, en faisant remarquer que ce ne sont pas les déductions à priori du professeur Longet qui peuvent l'ébranler. Longet admet en effet que, puisque la puissance respiratoire va toujours en diminuant dans la vieillesse, la chaleur propre doit subir par conséquent une décroissance correspondante.

Toutes les observations thermométriques qui ont été faites pour constater l'influence de l'âge sur la température moyenne de l'homme, permettent de conclure que cette température est sensiblement la même aux différents âges. En effet, les plus grandes variations dépassent à peine 1° C.

On n'a pas pu constater jusqu'à présent de différences dans la température quant au sexe. Les assertions des divers auteurs sont ici des plus contradictoires, et dans tous les cas ces différences, si elles existent, sont extrêmement minimes.

Il en est probablement de même pour les différentes *races* d'hommes qui présentent toutes la même moyenne de chaleur animale. Livingstone, dans sa traversée d'Afrique, dit avoir observé que tandis que sa propre température était de 100° F., celle des indigènes était de 98°.

Cette dernière observation de Livingstone n'a probablement pas la signification qu'on a voulu lui donner. Elle n'indique pas une différence de température entre les races, elle trahit bien plutôt une *influence extérieure*. Ceci nous amène à parler de l'effet de la température atmosphérique et du climat sur la chaleur animale. En été, la chaleur propre de l'homme est un peu plus élevée qu'en hiver, cependant la différence ne dépasse pas un ou deux dixièmes. J. Davy (<sup>1</sup>) a observé que les mêmes hommes, en passant dans des contrées plus chaudes, prenaient une température un peu plus élevée et qu'il estime à 1° F. à peu

(<sup>1</sup>) *Philosoph. Transact of the Royal Society of London*, 1814, t. CIV.

près. Eydoux et Souleyet (<sup>1</sup>) ont fait une observation analogue : pour une différence de 40° C. dans l'air atmosphérique, ils ont trouvé que la température de l'homme s'était élevée de 1° C., et cela comme moyenne de 4000 observations environ. Brown-Séquard, dans un voyage de Nantes à l'équateur, a trouvé chez huit personnes une augmentation moyenne de la température de 1°,27 C., tandis que la température atmosphérique avait augmenté de 22° C. Dans un voyage depuis l'équateur à la zone tempérée il trouva une diminution de 0°,67 C.

Le milieu ambiant se trouve donc exercer une certaine influence sur la température de l'homme. Si nous passons directement d'un milieu chaud dans un froid, la température de notre corps peut descendre. Cependant cela est loin d'être constant ; bien plus, dans certains cas, elle peut au contraire s'élever. Davy, Virchow et d'autres auteurs ont remarqué qu'après un court séjour dans un air à 0° la température propre tombait un peu. Cependant les froids les plus rigoureux peuvent être supportés sans que la chaleur propre en subisse l'influence. Parry et Back ont observé dans un hiver au pôle, où la température de l'air était descendue à — 30° et — 35°, des mammifères de ces régions dont la chaleur animale était de + 40°. Il n'en est plus ainsi lorsque l'alimentation nécessaire et le mouvement sont supprimés.

Si la température extérieure égale celle de notre sang ou même la dépasse, les suites en sont très graves, surtout si l'air ambiant est saturé de vapeurs. Nous possédons dans la science plusieurs expériences où des hommes se sont exposés à des températures très élevées. Berger s'est exposé entièrement nu à une température de 109°,4 ; il en subit l'influence pendant 7 minutes et perdit 220 grammes d'eau par la perspiration pulmonaire et cutanée ; trois quarts d'heure après sa sortie, il se trouvait dans son état naturel. Le même observateur resta 12 minutes dans une étuve remplie de vapeurs aqueuses. Quand il y entra, la température était de 41,25, après 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> minutes elle avait atteint 53,75, et à la fin de l'expérience elle était redescendue à 52,50. L'expérimentateur eut à souffrir de la sensation de brûlures dans

(<sup>1</sup>) *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris*, t. VI, p. 456.

diverses parties du corps; au bout de dix minutes, il éprouva un léger malaise qui augmenta rapidement et l'obligea à sortir; sa chaleur propre sous la langue était montée jusqu'à  $4^{\circ}$  au-dessus de la normale. Après l'expérience, il dut se mettre au lit et resta souffrant le reste de la journée. Il avait perdu 310 grammes de son poids pendant son séjour dans l'étuve.

Blagden (<sup>1</sup>) a fait des observations encore plus rigoureuses. Entré tout nu dans son appareil avec la seule précaution d'interposer un morceau de toile entre lui et le poêle, afin de se soustraire à une intolérable sensation de brûlure, il supporta une température de  $104^{\circ},44$  sans éprouver autre chose qu'une grande fatigue. D'autres personnes firent la même expérience avec des résultats identiques, mais à une chaleur de  $126^{\circ},67$ . D'après ces observateurs anglais, la chaleur propre n'était montée que d'environ  $1^{\circ}$ .

Hoppe (<sup>2</sup>) qui a expérimenté sur des animaux, est arrivé à des résultats semblables. Cet auteur a suivi encore la marche de la température après que les animaux étaient sortis de l'étuve. Il trouve alors que non-seulement ils recouvrent bientôt leur chaleur normale, mais qu'au bout de 20 à 25 minutes environ leur température est plus basse qu'avant leur entrée dans l'espace chauffé. Ce chiffre était d'autant plus bas que le maximum avait été plus élevé, ce qui indique un travail de compensation régulatrice de la chaleur.

Le chiffre  $35^{\circ},6$  que j'ai donné plus haut comme étant l'expression de ma température après une marche d'une lieue environ, tient probablement à la même cause, car on a observé une augmentation de la chaleur pendant l'*activité musculaire*. J. Davy a trouvé sous la langue une augmentation de température de  $0^{\circ},7$  après un mouvement actif; cette augmentation était encore plus forte dans les contrées tropicales. Les recherches de Lehmann, qui prenait aussi la température sous la langue, l'ont conduit à admettre que pendant l'activité corporelle la température montait

(<sup>1</sup>) *Experiments and observations in a heated room (Philos. Transact. 1775, p. 111).*

(<sup>2</sup>) *Archiv. für pathol. Anatomie, XI, 456.*

un peu. Speck est arrivé à des résultats opposés. Pour lui la température baisse pendant la période de travail, tandis qu'il y a élévation avec la transpiration. Les expériences de Lehmann méritent cependant plus de confiance que celles de Speck, et maintenant il est hors de doute que la chaleur augmente par l'activité musculaire. J. Davy trouve aussi que le travail intellectuel provoque une élévation de température qu'il estime à  $0^{\circ},27$ , et qui était beaucoup plus forte sous les tropiques.

L'élévation de température qui accompagne l'activité musculaire se manifeste dans toutes les espèces animales. Newport et Dutrochet ont démontré que les insectes produisent plus de chaleur quand ils sont en mouvement que lorsqu'ils demeurent en repos. Huber a constaté que pendant le tumulte qui accompagne le jet d'un essaim, le thermomètre monte à  $+ 40^{\circ}$ , de  $33,75$  à  $36,25$  qu'il marque ordinairement dans une ruche bien peuplée, par un beau jour de printemps.

Quant à l'influence de l'alimentation sur la chaleur animale, voici comment Longet s'exprime dans son *Traité de physiologie*, p. 1109, tom I, 1861 : « L'ingestion des aliments augmente à la fois l'absorption de l'oxygène, et le dégagement de l'acide carbonique ; par conséquent la chaleur animale doit s'accroître par suite de cette ingestion. »

L'observation directe infirme complètement cette proposition de Longet, comme nous l'avons déjà prouvé plus haut. L'oscillation diurne de la température n'est en effet nullement modifiée par les repas, et nous avons toujours vu que le repas du soir n'était jamais suivi d'une élévation de chaleur. D'un autre côté, nous avons vu que l'alimentation exerce une certaine influence sur la chaleur animale, puisque d'après les expériences de Lichtenfels et Fröhlich, la moyenne des jours de diète est plus basse que celle des jours où les repas sont pris comme d'habitude. C. Martins (1) a fait des observations sur l'influence que l'alimentation exerce sur la chaleur animale des palmipèdes : « Le hasard, dit-il, m'a fourni un excellent exemple pour mettre cette influence en relief. A la première écluse de la rivière du Lez, près de Montpellier, se trouvaient deux troupeaux de canards,

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences et lettres de Montpellier*, 1856 t. III, p. 189 à 224.

vivant dans le même air, nageant pêle-mêle dans les mêmes eaux. L'un appartenait au moulin, et chaque matin en sortant de l'écurie et le soir en y rentrant, ces canards recevaient une copieuse ration de grains avariés et de maïs ; l'autre troupeau était la propriété du pauvre éclusier qui ne leur donnait rien : ces oiseaux étaient réduits à manger ce qu'ils trouvaient dans la rivière. La différence moyenne entre les oiseaux du moulin et ceux de l'écluse est de 0°,8. En examinant les températures individuelles, le contraste devient encore plus frappant. Ainsi c'est parmi les canards et les canes de l'écluse que se trouvent les températures les plus basses que j'ai observées, savoir : pour un canard 40°,82, pour une cane 40°,90. Après avoir fait cette remarque, il m'est arrivé souvent de pouvoir affirmer, par la connaissance seule de la température, si des oiseaux étaient bien ou mal nourris. »

Le *sommeil* n'a aucune influence sur la chaleur animale. Cela est prouvé par les recherches vraiment classiques de Bärensprung ; depuis lui un grand nombre d'observateurs ont pu vérifier l'exactitude de ce fait, et cependant le professeur Longet (<sup>4</sup>) dit : « Durant le sommeil, l'organisme animal tombe dans le repos le plus complet. Nous avons déjà fait connaître l'influence que cet état exerce en particulier sur les phénomènes respiratoires : une influence correspondante *doit se produire* et se produit en effet sur la chaleur animale. »

Nous terminons ici l'étude des causes qui amènent une variation dans la chaleur propre de l'homme. N'ommettons pas de rappeler que sous l'effet de toutes ces causes physiologiques, la plus grande variation dépasse à peine 1° C. Ce fait seul montre déjà la grande importance des mesures de température dans les maladies où les variations sont de plusieurs degrés, comme nous le verrons plus tard. Avant de passer à la discussion des théories sur les sources de la chaleur animale, il nous paraît nécessaire de traiter encore de la distribution de cette chaleur dans les diverses régions du corps.

La température moyenne du corps de l'homme, avons-nous dit, est de 37° prise sous l'aisselle. Mais cette température n'est pas égale dans toutes les parties du corps. Ce sont ces différences

(<sup>4</sup>) Loc. cit, pag. 117.

dans les divers organes du corps humain que nous allons maintenant étudier, soit la *topographie de la chaleur animale*.

La température d'un organe est dépendante : 1<sup>o</sup> de la quantité de chaleur qui lui arrive, 2<sup>o</sup> de la quantité de chaleur produite sur place, 3<sup>o</sup> de la perte locale de chaleur. Ces différentes conditions varient avec les diverses régions du corps, ce qui cause les variations dans la hauteur de la température. Un grand nombre d'observations ont été faites sur la température du sang veineux et artériel. Le sang veineux qui revient de la peau, a été trouvé en général moins chaud que le sang artériel correspondant (G. von Liebig, Cl. Bernard, Bischoff), et les observations de Becquerel tendent à faire croire que c'est là un fait général ; le sang artériel serait donc plus chaud que le sang veineux dans les extrémités. Cl. Bernard (<sup>1</sup>) a fait de nombreuses observations sur le sang de la veine porte et sur celui des veines hépatiques. L'état de digestion ou de jeûne de l'animal n'a pas paru avoir une influence sensible sur la température. L'observateur trouva toujours le sang de la veine porte plus froid que celui des veines hépatiques. Il en conclut que le foie est un des foyers principaux de chaleur animale. Il est facile de démontrer l'erreur de cette conclusion, qui est basée sur la croyance que quand on observe une température plus élevée dans un endroit, cela vient de ce qu'il s'y produit plus de chaleur.

En effet, comme Fick le fait très bien remarquer, la perte de chaleur dans le foie est très peu sensible en comparaison de celle qui a lieu à la surface intestinale où la veine porte prend ses racines. Gavarret, qui a eu l'occasion d'utiliser en partie les observations de Cl. Bernard avant leur publication, est aussi de l'avis que la température plus élevée du sang qui sort du foie, a pour cause les conditions défavorables à son refroidissement qu'il trouve dans le passage à travers cet organe. Hoppe s'élève aussi contre la conclusion de Cl. Bernard, en tant que la production du sucre dans le foie serait la source principale de chaleur, car la quantité de chaleur qu'un poids déterminé de sucre dégage en se formant dans le foie par la décomposition d'une substance albumineuse, est beaucoup moins grande que celle qui devient libre

(<sup>1</sup>) *L'Union médicale*, 108, 117 ; 1856.

lorsque le même poids de sucre se change en acide carbonique et en eau par l'oxydation. Quoi qu'il en soit, le sang de la veine cave inférieure, qui reçoit celui des veines hépatiques, est toujours plus chaud que celui qui arrive au cœur par la veine cave supérieure. Le sang du ventricule droit varie donc dans sa température, suivant que le courant de l'une ou l'autre veine cave prédomine; mais toujours on a trouvé dans les expériences comparatives que le sang du ventricule droit était plus chaud que celui du gauche. Liebig estime cette différence à  $0^{\circ},04$  comme minimum, et  $0^{\circ},4$  comme maximum. Cl. Bernard la trouve plus forte; elle varie pour lui de  $0^{\circ},20$  à  $0^{\circ},25$ . Il en tire immédiatement la conclusion qu'il ne se forme point de chaleur dans les poumons, puisque le sang qui revient de ces organes est plus froid que celui qui y entré. Ici s'applique la même remarque que nous avons faite plus haut à propos du foie. Il est possible que les poumons ne soient point une source spéciale de chaleur, mais cette différence de température toute seule ne prouve rien, car les conditions de refroidissement sont ici tout autres que dans le foie.

Liebig (<sup>1</sup>) avait trouvé que le sang du cœur droit offrait une différence de température pendant l'inspiration et l'expiration. Fick fait remarquer que de pareilles différences ne peuvent plus s'apprécier au thermomètre pendant un si court espace de temps. Würlitzer (<sup>2</sup>), qui a repris les expériences de Liebig, croit que la remarque de Fick n'est pas fondée. Il arrive en effet aux mêmes résultats que Liebig, et ce fait ne peut rien avoir d'étonnant puisque, à la fin de l'inspiration, le cœur droit reçoit son sang surtout de la veine cave inférieure qui, comme nous venons de le dire, est toujours plus chaud que celui de la veine cave supérieure.

Nous ne nous arrêterons pas plus longtemps sur ces différences de température dans les organes internes qui n'ont qu'un intérêt purement théorique. Les régions du corps humain où le thermo-

(<sup>1</sup>) *Ueber die Temperaturunterschiede des venösen und arteriellen Blutes*, G. v. Liebig. Giessen 1853.

(<sup>2</sup>) *De temperatura sanguinis arteriosi et venosi adjectis quibusdam experimentis*. Dissertatio. Greifswald 1858.

mètre est applicable, ont été comparées avec soin, et les différences qu'on y a trouvées sont presque insignifiantes. On comprend l'importance de ces mesures pour la pratique. Nous ne ferons qu'indiquer brièvement les différences principales, résultats d'observations sérieuses.

C'est dans le vagin et le rectum que les températures ont été trouvées le plus hautes, elles dépassent de  $0^{\circ},4$  à  $0^{\circ},5$  les chiffres obtenus dans l'aisselle, soit en moyenne  $37^{\circ},5$ . Dans la bouche on peut admettre comme moyenne  $37,25$ , tandis que pour l'aisselle on a  $37$ . La température des extrémités est plus basse que celle de ces cavités. Voici une mesure comparative que j'ai pratiquée sous l'aisselle, dans la cavité buccale et dans la paume de la main.

Température sous l'aisselle	$37^{\circ}$
» dans la bouche	$37^{\circ}$
» dans la main	$35,4$

Breschet et Becquerel, en se servant des aiguilles thermoelectriques qui leur permettaient d'opérer dans des conditions peu différentes de l'état physiologique, ont reconnu que le tissu cellulaire sous-cutanné était de  $1^{\circ},38$  à  $1^{\circ},83$  moins chaud que les muscles plus profondément situés. Ce fait n'est qu'une conséquence de la marche que suit le refroidissement du corps. J. Hunter avait déjà fait plusieurs expériences destinées à mettre en évidence la facilité avec laquelle sont affectées, par le froid extérieur, les parties plus ou moins saillantes comme les orteils, les doigts, le nez, les oreilles. Renzi conclut de ses expériences que les extrémités supérieures sont plus chaudes que les inférieures. Les expériences du Dr Levier<sup>(4)</sup> parlent contre cette assertion. Il institua des mesures thermométriques comparatives dans l'aisselle et l'aine chez 60 individus, qui permettent de voir qu'il n'y a pas de différence dans la température de ces régions.

Nous voyons donc que la température de l'homme est partout et dans toutes les circonstances à peu près la même, et cependant la production de chaleur est sans aucun doute très différente. Nous voici arrivé au moment de rechercher quelles sont les sources où se puise cette chaleur, et comment il se fait qu'elle reste constante dans les conditions les plus diverses.

(4) *Rückenmarks Apoplexic*, Dissertation. Bern, 1864.

Personne ne doute maintenant que la seule source de chaleur animale ne se trouve dans les combinaisons chimiques qui ont lieu incessamment au sein de l'organisme, et cependant une preuve certaine de ce fait manque encore à l'heure qu'il est. Toutefois on doit l'admettre à cause de la loi générale qui règne dans la nature de la *constance des forces*. Nous n'en sommes plus au temps où les savants se contentaient de créer un mot pour expliquer un phénomène. L'expression *force vitale* dont on s'est servi si longtemps pour expliquer les phénomènes de la vie, n'est qu'un mot que chacun doit considérer maintenant comme représentant l'*inconnue*, et non pas comme donnant la solution du problème de la vie. Par là même que de pareils mots expliquent tout, ils n'expliquent au fond rien du tout ; leur grand inconvénient c'est de faire croire que l'on sait quelque chose lorsque en réalité tout est à découvrir. L'étude de la chaleur animale que l'on citait surtout pour démontrer l'existence d'une force vitale, est devenue de nos jours un des plus puissants arguments contre elle.

Pour mesurer la chaleur que dépense l'animal, il faut tenir compte des trois espèces de grandeurs suivantes :

1<sup>o</sup> La *chaleur libre*. Celle qui rayonne de la surface extérieure de l'être vivant et celle que les déjections emportent. Les aliments pris froids sortent de l'organisme avec une température plus élevée. Cette chaleur se mesure directement par le calorimètre ;

2<sup>o</sup> La *chaleur latente*. Le corps rend en vapeur une masse d'eau qu'il a absorbée liquide. La mesure de cette espèce pourra se faire dès qu'on connaîtra la masse de vapeur rendue, car on sait qu'une quantité de chaleur de 500 unités est nécessaire pour changer un gramme d'eau en vapeur ;

3<sup>o</sup> Le *travail mécanique*. On l'apprécie en kilogrammètres. Ces kilogrammètres ne peuvent pas être ajoutés directement aux unités de chaleur. Mais on a déterminé par l'expérience et le calcul l'équivalent mécanique de la chaleur. Le Dr Meyer de Heilbronn se servit de la différence entre la chaleur spécifique de l'air à volume constant et celle de l'air à volume variable. Il trouva par le calcul une quantité de chaleur correspondant à une

quantité de travail mécanique. Il eut pour résultat que 1 calorie<sup>(1)</sup> équivaut à 0,424 kilogrammètres. Joule<sup>(2)</sup> suivit la voie purement expérimentale. Il comprima l'air dans un réservoir et mesura exactement le travail qui fut nécessaire et la chaleur produite. Il trouva pour l'équivalent mécanique de la chaleur 0,425 kilogrammètres. *Clausius*<sup>(3)</sup> obtint, d'après la théorie des vapeurs et par voie spéculative, le chiffre de 0,421. *Kupffer*<sup>(4)</sup> est arrivé, par une méthode toute différente, à un chiffre analogue. Il mesure la force de la chaleur qui dilate un fil métallique, et la compare à la force d'un poids qui produit le même effet. Bien d'autres auteurs ont aussi calculé cet équivalent, et leurs résultats obtenus par ces voies diverses se rapprochent d'une manière si frappante qu'on ne peut plus douter d'un équivalent mécanique constant de la chaleur.

Voici maintenant comment *Helmholtz* calcule la chaleur animale de l'homme. Un homme de 82 kilogrammes expire, d'après *Scharling*, 36,6 grammes d'acide carbonique par les poumons et la peau en une heure, ce qui correspond à une formation de chaleur de 72,115 calories (en prenant pour base les chiffres de *Lavoisier*). D'après les expériences de *Valentin*, à chaque gramme d'acide carbonique correspond 0,1243 d'oxygène servant à la formation de l'eau, au moyen de 0,5673 d'hydrogène, ce qui donne 13,275 calories : soit, au total, d'après les produits de la respiration, 85,390 calories. Si maintenant on admet, d'après les expériences de *Dulong*, que ces produits représentent en moyenne le 75% de toute la chaleur produite par l'échange des matières, on trouvera que l'homme fournit par heure 113,853 calories, ce qui porte dans les 24 heures le chiffre des calories à 2,700,000.

Comment s'emploie cette chaleur? — Voici la réponse à cette question, d'après *Helmholtz*.

1<sup>o</sup> L'homme consomme pendant le jour 1,5 kilogramme d'eau

(1) La *calorie* est ici la quantité de chaleur nécessaire pour éléver 1 gramme d'eau de 1° c.

(2) *Philos. Magaz.* Vol. XXVII, p. 205.

(3) *Poggendorf's Annalen*, III<sup>e</sup> série, vol. 19, p. 368 et 500.

(4) *Poggendorf's Annalen*, tome 86, p. 310.

à + 12° C., température moyenne. Pour chauffer cette eau de 12° à 37°, il faut 70,157 calories, ce qui fait 2,6% de leur chiffre total, sans toutefois oublier que cette valeur est un peu trop forte ;

2° En combinant le chiffre que Valentin a trouvé pour l'acide carbonique contenu dans le gaz de l'expiration, et le chiffre absolu qu'Andral et Gavarret donnent pour l'acide carbonique expiré par l'homme, on trouve que celui-ci inspire en 24 heures tout au plus 16,400 grammes d'air. Or, pour chauffer cet air qui, d'après Valentin, depuis 0° ne monte qu'à + 32°, il faut 140,064 calories, soit un maximum de 5,2% de toute la chaleur dépensée par l'homme dans les vingt-quatre heures ; tandis que pour monter de + 21° à 37°, il ne faut que 70,032 calories, soit 2,6% de cette chaleur ;

3° L'air expiré est chargé de plus de vapeur d'eau que l'air inspiré. A supposer que ce dernier soit tout à fait sec, il faudra que pour sortir complètement saturé à + 37° il emporte 0,04 gramme de son poids d'eau. Cela correspond à la vaporisation de 656 grammes d'eau, ce qui, à 37°, coûte 397,536 calories ou 14,7% de toute la chaleur.

#### Récapitulons :

Pour chauffer les aliments il faut moins que 2,6%

Pour chauffer l'air respiratoire » 5,2%

Pour la vaporisation par les poumons » 14,7%

Somme totale, moins que 22,5%

Il resterait donc plus de 75,5% pour le refroidissement et l'évaporation par la peau. Mais il est évident qu'une partie de ce reste de chaleur est employé en travail mécanique.

Etudions maintenant de plus près ce refroidissement par la peau. C'est surtout à la *Physique médicale* du professeur Fick que nous empruntons les considérations suivantes :

Le refroidissement par la peau est proportionnel à la température de la peau et à celle du milieu ambiant, ainsi qu'au degré

de conductibilité de chaleur que possède ce dernier. La température de la peau varie de  $32^{\circ}$  à  $37^{\circ}$ , et, d'après Bergmann (<sup>4</sup>), cette variation dans l'état de congestion de la peau est le principal moyen utilisé par l'organisme pour s'accommoder aux différentes conditions de la température ambiante, sans que la chaleur animale subisse de variations.

On connaît la capacité calorique de l'air, la chaleur latente de l'évaporation de l'eau à  $+ 37^{\circ}$ , et la quantité de vapeur qu'un volume d'air saturé à  $37^{\circ}$  doit contenir ; il n'est donc pas difficile de calculer combien la peau perd de chaleur par la transpiration. Mais, si la peau ne transpire pas, les choses se passent tout autrement. L'eau est retenue à l'épiderme par une certaine force hygroscopique, de sorte que la tension de vapeur d'eau dans l'air n'a pas besoin d'être très forte pour se trouver en équilibre avec l'humidité de la peau.

Une peau sèche perd donc à température égale moins de chaleur qu'une peau humide. Rappelons à ce sujet ce fait, que la température des vieillards est plus élevée que celle de l'homme adulte : c'est qu'avec l'âge, la peau devenant plus sèche, il y a une diminution dans l'évaporation par cet organe, ce qui donne une moindre perte de chaleur. Telle est la raison qui fait que, malgré l'expiration d'une quantité moindre d'acide carbonique, la température du vieillard est supérieure à celle du jeune homme.

La table suivante permet de voir la force refroidissante de l'air à différentes températures et degrés d'humidité. Les chiffres représentant la perte de chaleur sont rapportés en calories, à 1 gramme d'air sous une pression de 0,760 millimètres, la peau ayant une température de  $+ 37^{\circ}$  C.

(<sup>4</sup>) *Müller's Archiv*, 1854, p. 300.

Température de l'air.	PEAU HUMIDE.				PEAU SÈCHE. Point de vaporisation.	
	Humidité en % du maximum de la quantité de vapeur.					
	50 %	70	90	100		
35	11,6	8,0	4,3	2,4	0,5	
30	15,0	12,1	9,3	7,9	1,7	
25	17,9	15,8	13,6	12,5	2,9	
20	20,5	18,9	17,3	16,5	4,2	
15	22,9	21,7	20,5	19,9	5,6	
10	25,1	24,2	23,3	22,9	6,9	
5	27,2	26,5	25,9	25,5	7,4	
0	29,1	28,6	28,2	28,0	9,9	

Un exemple suffira pour expliquer ce tableau. Un gramme d'air à une température de + 15°, chargé de 90% de la quantité de vapeur d'eau qui serait suffisante pour le saturer à cette température, fait perdre à une peau de + 37°; — quand elle transpire : 20,5 calories; — et quand elle est sèche : seulement 5,6.

Il est évident qu'avec cette seule donnée, nous ne connaissons pas encore le chiffre total du refroidissement par la peau, car il faudrait encore connaître la valeur de la perte de chaleur pendant l'unité de temps. Ce second facteur est très variable, en tant qu'il dépend de l'état de conductibilité de l'air, de ses mouvements, etc. On ne peut donc pas le soumettre au calcul comme le précédent.

Nous arrivons maintenant aux expériences qui ont été faites pour déterminer la perte de chaleur d'un animal. Ces expériences consistent d'une manière générale, à renfermer un animal dans un calorimètre, en sorte que l'on puisse mesurer combien il donne de chaleur à l'extérieur. Comparant en même temps l'air inspiré à l'air expiré, on sait combien cet animal emprunte d'oxygène à l'atmosphère, et d'un autre côté combien il expire d'acide carbonique.

Les auteurs qui ont entrepris ces expériences supposent que l'oxygène absorbé est employé en partie à brûler le carbone pour produire de l'acide carbonique, et en partie à se combiner à l'hydrogène pour former de l'eau ; ils admettent de plus que tout l'acide carbonique qui se forme est expiré : d'après cette hypothèse, on trouve alors la portion de l'oxygène employée à former l'eau en retranchant celui qui est contenu dans l'acide carbonique expiré, de tout l'oxygène contenu dans l'air inspiré. (Remarquons dès à-présent que, par exception, l'oxygène absorbé peut être en moins grande quantité que celui qui est contenu dans l'acide carbonique expiré.) Ces auteurs croient enfin que pour la formation d'une certaine quantité d'acide carbonique et d'eau, la quantité de chaleur qui devient libre est toujours la même, que le carbone et l'hydrogène soient libres ou qu'ils soient renfermés dans des combinaisons plus ou moins compliquées. La quantité d'acide carbonique observée et celle d'eau calculée fournissent un chiffre de chaleur qu'il s'agit alors de comparer avec celle que l'animal fournit réellement : or cette dernière quantité est toujours plus grande que celle qu'on trouve par le calcul basé sur les produits de la respiration, ainsi qu'on le voit dans les expériences nombreuses et exactes de *Dulong* et *Despretz*. La chaleur donnée par l'animal étant représentée par 100, Dulong trouve que celle qui est calculée d'après les produits respiratoires, équivaudrait au chiffre 75,2 : Despretz trouve une moyenne un peu plus élevée, soit 81,4

*Liebig* fait deux remarques au sujet de ces méthodes, afin d'en mettre les résultats d'accord avec la théorie. Il dit d'abord que les deux observateurs ont adopté des chiffres trop bas pour la chaleur dégagée par la combustion du carbone et de l'hydrogène. Cette remarque s'applique en effet à Dulong qui s'est servi des chiffres de Lavoisier, soit 7237,5 pour le carbone et 22170 pour l'hydrogène. Despretz admet aussi seulement 7914,2 pour le carbone et 23640 pour l'hydrogène, mais il avait déterminé ces deux chiffres lui-même et au moyen du calorimètre dont il se servit aussi pour mesurer la chaleur animale, de sorte que la faute se retrouvant dans cette dernière, ne pouvait influencer le résultat définitif. Nous voyons en effet, que les chiffres de Dulong et de Despretz se rapprochent beaucoup, quand on les

calcule au moyen de la chaleur de combustion du carbone et de l'hydrogène, déterminée par Favre et Silbermann, à savoir: 8080 pour le carbone, et 34462 pour l'hydrogène. Nous trouvons alors:

Pour Dulong	Minimum. . .	79,2
	Maximum. . .	99,4
Pour Despretz	Minimum. . .	74,1
	Maximum. . .	90,4

La seconde remarque de Liebig se fonde sur ce que la température de l'animal lui-même n'est pas indiquée à la fin de l'expérience. Il pense que l'animal a pu se refroidir pendant la durée de celle-ci, et dès-lors la chaleur donnée par le calorimètre indiquerait, outre celle qui a été employée à la combustion du carbone et de l'hydrogène, une certaine quantité de la chaleur propre de l'animal; ce qui expliquerait l'excès trouvé par ces expérimentateurs. Dans les expériences de Dulong cela est peu probable; dans celles de Despretz, on peut y penser, car l'animal se trouvait exposé à un air relativement froid et était immobile, conditions dans lesquelles il y a refroidissement d'après les expériences de Legallois (1). Despretz explique l'excès de chaleur d'une autre manière. Il est disposé à croire qu'il tient à des causes mécaniques (frottement du sang dans les vaisseaux, etc.); mais maintenant que nous savons que chaleur et travail mécanique *quelconque* sont synonymes, il n'est plus permis de penser à une pareille explication.

D'après Fick, le résultat devait nécessairement être trop petit, parce que les principes sont faux. Les aliments offrent des combinaisons chimiques très diverses; à côté des aliments dits respiratoires, se trouvent les azotés, dont une partie du carbone et de l'hydrogène est aussi brûlée dans les poumons. Si l'on ne tient compte que de l'oxygène absorbé on se trompe, car il se passe dans l'organisme des combinaisons très intimes accompagnées de dégagement de chaleur. Voici un exemple que Fick donne pour prouver son raisonnement: un gramme de glycose fournit par la combustion 2973 calories; s'il vient à fermenter, il se forme de l'acide carbonique et de l'eau, et il reste de l'alcool qui brûle

(1) *Annales de chimie et de physique*, t. IV, p. 1.

à son tour, en donnant 3268 calories. On voit que le chiffre 2973 n'exprime donc pas la vérité. Fick accuse Dulong et Despretz d'avoir négligé la combustion des substances quaternaires. C'est en effet là surtout qu'est la source de l'excès de chaleur que ces savants ont trouvé ; aussi voyons-nous que, dans les expériences, les carnivores offrent toujours une différence bien plus grande que les autres animaux.

*Boussingault* (<sup>1</sup>) a suivi une autre méthode pour déterminer les sources de la chaleur animale. Il compare les aliments et les déjections d'un animal dont le poids est resté le même pendant toute la durée de l'observation. C'est la méthode qu'on a nommée indirecte.

L'analyse des aliments permet en général de constater que l'oxygène qu'ils renferment n'est pas suffisant pour changer leur hydrogène en eau. Cependant il est des cas où les choses se présentent autrement ; c'est ainsi que *Barral* (<sup>2</sup>) trouve dans les aliments d'un mouton les rapports suivants des quatre éléments dans trois expériences :

	<i>Azote.</i>	<i>Oxygène.</i>	<i>Hydrogène.</i>	<i>Carbone.</i>
1 <sup>re</sup> expérience	2,89 gr.	139,98 gr.	15,27 gr.	157,27 gr.
2 <sup>e</sup> »	9,38	195,58	23,09	225,18
3 <sup>e</sup> »	6,19	179,91	19,74	204,39

or pour brûler 15,27 — 23,09 — 19,74 grammes d'hydrogène, il suffit de 122,16 — 184,72 et 157,92 d'oxygène. Il reste donc un excès d'oxygène, et cet excès peut être employé à changer une certaine quantité de carbone en acide carbonique, de sorte que la quantité d'acide carbonique exhalée par les poumons n'est pas le simple résultat de l'oxygène provenant de l'air inspiré. Ce fait explique suffisamment le curieux phénomène que *Regnault* observa à plusieurs reprises (<sup>3</sup>). Dans ses expériences 50, 87, 92, ce savant trouva, en effet, que les animaux expiraient une quantité d'acide carbonique dont le contenu en oxygène était plus grand que toute la quantité d'oxygène absorbée par les poumons.

*Nous devons donc placer les sources de la chaleur animale,*

(<sup>1</sup>) *Annales de chimie et de physique*, 2<sup>e</sup> série, t. LXXI, p. 113.

(<sup>2</sup>) *Chimie statique*. Paris, 1850, p. 308.

(<sup>3</sup>) *Annales de chimie et de physique*, 3<sup>e</sup> série, t. XXVI, p. 299.

*non seulement dans la combustion respiratoire, mais aussi dans toutes les combinaisons chimiques qui ont lieu dans l'organisme, alimentées qu'elles sont aussi bien par l'air atmosphérique que par la nourriture.*

Maintenant que nous connaissons d'une manière générale les sources de la chaleur animale, étudions comment les différents organes se partagent la production et l'emploi de cette chaleur, domaine qui a été fort peu exploré jusqu'ici.

Parmi les organes qui produisent de la chaleur, il faut compter en première ligne les muscles. *Becquerel* et *Breschet* ont trouvé par des mesures thermo-électriques, que le muscle à l'état de contraction était de  $1/2^{\circ}$  à  $1^{\circ}$  plus chaud qu'à l'état de repos, fait qui a été vérifié par d'autres observateurs. La plupart des physiologistes s'expliquent cette élévation de température par l'activité que la contraction musculaire détermine dans la circulation du sang. Mais *Haidenhain* fait observer avec raison que le sang ne peut apporter de chaleur aux organes, puisque le sang artériel est plus froid que le sang veineux qui revient au cœur. En réalité le sang emporte donc presque toujours de la chaleur.

*J. Béclard* (<sup>1</sup>) a constaté que, chez l'homme, la quantité de chaleur développée par la contraction musculaire est moindre quand cette contraction est employée à produire un travail mécanique utile que quand elle reste à l'état statique, c'est-à-dire sans application à un effet mécanique. Il admet que la quantité de chaleur qui disparaît du muscle, quand il produit un travail mécanique extérieur, correspond à l'effet mécanique produit.

Mais c'est au professeur *Haidenhain* (<sup>2</sup>), de Breslau, que nous devons les travaux les plus considérables sur le développement de la chaleur dans la contraction musculaire. Cet auteur se sert d'un appareil thermo-électrique très sensible. Il établit d'abord que le muscle émet de la chaleur à chaque contraction, puis il montre qu'à mesure que le muscle se fatigue, l'émission de chaleur diminue plus rapidement que le travail utile. Le cadre de notre travail s'oppose à ce que nous nous arrêtons plus long-temps à ces recherches intéressantes.

(<sup>1</sup>) De la contraction musculaire dans ses rapports avec la température animale; dans les *Archives générales de médecine*, 1861, janv. et n° suiv.

(<sup>2</sup>) *Mechanische Leistung, Wärmeentwicklung und Stoffumsatz bei der Muskeltätigkeit.* Leipzig, 1864.

*Ludwig* et *Speiss* ont comparé la température de la glande sous-maxillaire et celle du sang de la carotide du même côté. Ils ont trouvé que chaque fois que la sécrétion salivaire était excitée par l'irritation des nerfs, la température montait en moyenne de 1° C. Les auteurs ne se sont pas prononcés sur les causes de ce curieux phénomène. Parmi les organes dans lesquels se produit une élévation de température, nous devons encore citer les viscères abdominaux et surtout le foie et la rate. N'avons-nous pas vu, en effet, que le sang de la veine cave ascendante est toujours plus chaud que le sang artériel, bien qu'elle reçoive le sang veineux plus froid des extrémités inférieures.

D'après tout ce que nous savons maintenant, les causes de refroidissement et d'élévation de température agissent d'une façon très inégale dans les divers organes du corps ; or la température de ces parties offre très peu de différence malgré que la conductibilité des tissus animaux soit très mauvaise. Il faut donc qu'il existe des appareils qui permettent la répartition égale de la chaleur dans tout le corps. Nous trouvons que c'est le mouvement circulatoire du sang et des autres liquides de l'économie qui remplit cette condition : plus le courant sanguin est rapide et fourni dans les parties les plus exposées au refroidissement, plus aussi leur température tend à se rapprocher de celle qu'on trouve dans le cœur.

Chacun ne connaît-il pas les recherches classiques de *Claude Bernard* sur la section du nerf grand sympathique au cou. Cette section étant faite, toute la partie correspondante du visage devient plus chaude que l'autre moitié, ce qui se perçoit d'une manière manifeste surtout à l'oreille. Cette élévation de température n'a pas une autre cause que la dilatation de tous les vaisseaux sanguins provoquée par la paralysie des nerfs vaso-moteurs. Un fait de ce genre semblait au premier abord donner raison aux auteurs qui plaçaient les sources de la chaleur animale dans le système nerveux, et en particulier à *Chossat* qui considère le nerf grand sympathique comme le principe producteur de la chaleur. De nombreuses expériences, parmi lesquelles nous citerons surtout celles de *Kussmaul* et *Tenner* (1), ont démontré que l'élévation de température avait lieu par simple congestion, lors même que

(1) *Moleschott's Untersuchungen*, t. I, 1856, p. 90.

le nerf grand sympathique n'était pas réséqué au cou, et que malgré cette résection il y avait abaissement dans le degré de chaleur quand on pratiquait la ligature des vaisseaux. En se basant sur leurs observations soigneuses, ces auteurs récusent avec Donders, Schiff et d'autres toute influence directe du nerf sympathique sur la production de chaleur, et ils regardent comme exacte l'opinion de Cl. Bernard, qui admet que ce phénomène a des causes purement mécaniques.

Nous n'abandonnerons pas ce sujet sans parler des belles recherches du professeur *Schiff*<sup>(4)</sup> sur l'influence de la paralysie des nerfs et l'élévation de chaleur animale qui en est la suite. Pour cet auteur il n'est pas exact de chercher le centre des nerfs vaso-moteurs dans le système ganglionnaire du nerf sympathique : ce sont le cerveau et la moelle épinière qui sont ici les organes centraux d'où rayonnent ces fibres aussi bien que les fibres motrices et sensibles qui passent à travers les ganglions du grand sympathique. Ce nerf lui-même n'est pas du tout le seul nerf vaso-moteur de la tête ; on se convainc en effet facilement que la section du grand auriculaire (plexus cervical) ou du trijumeau, ainsi que celle d'autres nerfs cérébraux, produisent une élévation de température dans les parties de la tête et de la face où ils se distribuent. La section du nerf sciatique provoque aussi une élévation de température dans l'extrémité inférieure correspondante, et le professeur de Florence est arrivé à prouver que *le centre de tous les nerfs vaso-moteurs du corps se trouve dans la moelle allongée*. On trouve jusqu'à présent peu de faits dans la pathologie qui confirment les résultats des expériences de Schiff. Comme nous reviendrons d'ailleurs sur ce sujet dans la partie pathologique de notre mémoire, nous nous contenterons pour le moment d'avoir attiré l'attention sur des phénomènes aussi remarquables.

Pour terminer l'étude de la chaleur animale, nous dirons encore quelques mots sur les moyens qui entretiennent la constance de la température normale. Nous avons vu, en effet, que toutes les causes qui agissent sur cette température, parviennent tout au plus à la faire varier de 1° C. à l'état physiologique. Les conditions organiques qui régissent cet équilibre sont en partie connues, tandis que leur mécanisme est encore entouré d'une

(4) *Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystems*. Francfort a/M.

profonde obscurité. Chez l'homme, nous pouvons compter les vêtements comme un des moyens artificiels les plus puissants pour régulariser la température du corps ; mais comme nous avons, ici surtout, en vue les moyens organiques, indépendants de notre volonté, qui agissent chez tous les individus, nous n'entrerons pas dans cette question d'hygiène.

Lorsque la production de chaleur est augmentée, les capillaires de la surface de la peau se dilatent en produisant une élévation de température de cet organe, ce qui augmente la perte de chaleur par la conductibilité et le rayonnement, car, ainsi que nous l'avons vu, cette perte est proportionnelle à la différence de température qui existe entre le corps animal et le milieu ambiant. La transpiration qui s'établit alors, produit un refroidissement considérable au moyen de l'évaporation. La formation de sueur n'apparaît pas sur tous les points dans la même proportion, et le nombre des glandes sudoripares est loin d'être partout le même ; ces dispositions restent jusqu'à présent inexpliquées. La respiration subit aussi des modifications par la production de chaleur ; le nombre et la profondeur des mouvements respiratoires augmentent, ce qui favorise beaucoup le refroidissement par la surface pulmonaire. Si, au contraire, la production de chaleur n'est pas en rapport avec le refroidissement, nous voyons que les petits muscles de la peau et des vaisseaux entrent en contraction, la surface cutanée est en *chair de poule* : le sang qui l'alimente devient moins abondant, la peau elle-même est plus sèche, sa température tombe et la perte de chaleur est en conséquence moins considérable.

Du côté des poumons se passent des phénomènes analogues. Si la perte de chaleur est augmentée pendant longtemps, l'homme ressent aussi le besoin d'en produire davantage, voilà pourquoi la quantité de nourriture absorbée doit être plus forte dans les climats froids. C'est aussi la raison pour laquelle les petits hommes et les petits animaux, qui se refroidissent davantage relativement au poids de leur corps, doivent manger aussi relativement plus que les grands. L'organisme a la propriété de s'accommoder à une élévation ou à une diminution brusque de température, et les moyens qui entretiennent un pareil équilibre de chaleur sont loin d'être tous connus.