

DICTIONNAIRE ENCycLOPÉDIQUE

DES

SCIENCES MÉDICALES

COLLABORATEURS : MM. LES DOCTEURS

ARCHAMBAULT, ARNOULD (J.), AXENFELD, BAILLARGER, BAILLON, BALDIANI, BALL, BARTH, DAZIN, BEAUGRAND, BÉCLARD, BÉHIER, VAN BENEDEN, BERGER, BERNHEIM, BERTILLON, BERTIN, ERNEST BESNIER, BLACHE, BLACHEZ, BOINET, BOISSEAU, BORDIER, BORIUS, BOUGHACOURT, CH. BOUGHARD, DOUSSION, BOULAND (P.), BOULET (H.), BOUREL-RONGIÈRE, BOUVIER, BOYER, BROCA, BROCHIN, BROUARDEL, BROWN-SÉQUARD, BURCKER, CALMEIL, CAMPANA, CARLET (G.), GERISE, CHARCOT, CHARVOT, CHASSAIGNAC, CHAUVEAU, CHAUVEL, CHÉREAU, CHRÉTIEN, COLIN (L.), CORNIL, COULIER, COURTY, COYNE, DALLY, DAYAINE, DECHAMBRE (A.), DELENS, DELIOUX DE SAVIGNAC, DELORE, DELPECH, DEMANGE, DENONVILLIERS, DEPAUL, DIDAY, DOLBEAU, DUCLAU, DUGUET, DUPLAY (S.), DUREAU, DUTROULAU, DUWEZ, ELY, FAHNET (J.), FARABEUF, FÉLIZET, FERRAND, FOLLIN, FONSSAGRIVES, FRANÇOIS FRANK, GALTIER-BOISSIÈRE, GABRIEL, GAYET, GAVARRET, GÉRY (P.), GILLETTE, GIRAUD-TEULON, GORLEY, GODELIER, GREENHILL, GRISOLLE, GUBLER, GUÉNIOT, GUÉRARD, GUILLARD, GUILLAUME, GUILLEMIN, GUYON (F.), HAHN (L.), HAMELIN, HAYEM, HECHT, HÉNOCQUE, ISAMBERT, JACQUEMIER, KELSCH, KRISHABER, LABBÉ (LÉON), LABDÉE, LABORDE, LABOULBÈNE, LACASSAGNE, LAGNEAU (G.), LANCEREAUX, LARCHER (O.), LAVERAN, LAVERAN (A.), LAYET, LECLERC (L.), LECORCHÉ, LEFÈVRE (ED.), LE FORT (LÉON), LEGOUËST, LEGROS, LEGROUX, LEREBOLLET, LE ROY DE MÉRICOURT, LETOURNEAU, LEVEN, LÉVY (MICHEL), LIÉGEOIS, LIÉTARD, LINAS, LIOUVILLE, LITTRÉ, LUTZ, MAGITOT (E.), MAHÉ, MALAGUTI, MARCHAND, MAREY, MARTINS, MICHEL (DE NANCY), MILLARD, DANIEL MOLLIÈRE, MONOD (CH.), MONTANIER, MORACHE, MOREL (B. A.), NICAISE, NUEL, OLLIER, ONIMUS, ORFILA (L.), OUSTALET, PAJOT, PARCHAPPE, PARROT, PASTEUR, PAULET, PERRIN (MAURICE), PETER (M.), PETIT (L.-H.), PEYROT, PINARD, PINGAUD, PLANCHON, POLAILLON, POTAIN, POZZI, RAYMOND, REGNARD, REGNAULT, RENAUD (J.), RENDU, REYNAL, ROBIN (ALBERT), ROBIN (CH.), DE ROCHAS, ROGER (H.), ROLLET, ROTUREAU, ROUGET, SAINTE-CLAIRE DEVILLE (H.), SANNÉ, SCHÜTZENBERGER (CH.), SCHÜTZENBERGER (P.), SÉDILLOT, SÉE (MARC), SERVIER, DE SEYNES, SOUBEIRAN (L.), E. SPILLMANN, TARTIVEL, TESTELIN, TILIAUX (P.), TOURDES, TRÉLAT (G.), TRIPIER (LÉON), TROISIER, VALLIN, VELPEAU, VERNEUIL, VIDAL (ÉN.), VIDAU, VILLENIN, VOILLENIER, VULPIAN, WARLONMONT, WIDAL, WILLM, WORMS (J.), WURTZ, ZUBER.

DIRECTEUR : A. DECHAMBRE

QUATRIÈME SÉRIE

TOME SIXIÈME

FRAN — GAST

PARIS

G. MASSON

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain, en face de l'École de Médecine.

P. ASSELIN

LIBRAIRE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
Place de l'École-de-Médecine.

MDCCCLXXX

pour chaque point entre la température actuelle observée et la température moyenne du mois correspondant. Ces courbes donneraient des indications générales parce que les causes locales seraient éliminées, ces causes agissant à la fois et sur la température actuelle et sur la température moyenne. C'est par des considérations de ce genre que Kaemtz a découvert l'existence d'une distribution anormale de la température du 29 janvier au 4 février 1837, et correspondant à un *pôle temporaire* de froid dans les environs de Königsberg; autour de ce pôle, les différences de température étaient assez régulièrement disposées par zone. La comparaison de courbes de ce genre avec les courbes d'égale pression et avec la distribution des vents fournirait, croyons-nous, d'intéressantes relations.

Nous devons nous borner à ces considérations générales, et nous terminerons cet exposé rapide par une indication des froids observés en un certain nombre de points du globe en nous bornant à signaler les températures inférieures à -20° .

LIEUX.	LATITUDES.	TEMPÉRATURES MINIMA.	OBSERVATEURS ET DATES.
Fort Reliance.	62°16	— 56°,7	Back, 1835.
Port Elisabeth	69°59	— 50°,8	Ross.
Fort Entreprise.	64°30	— 49°,7	Franklin.
Ile Ingloolik	69°20	— 42°,8	Parry.
Cumberland-House	54°00	— 42°,2	Franklin.
Moscou.	55°45	— 58°,8	Striter.
Winter-Island.	66°11	— 58°,6	Parry.
Montréal	45°30	— 37°,2	
Petersbourg	59°56	— 53°,75	1733.
Prague.	50°5	— 27°,5	Strandt.
Stockholm	59°20	— 26°,9	Nicander.
Washington	38°33	— 26°,6	
Bosekop-Laponie	69°58	— 23°,5	

Enfin nous donnons également pour Paris, depuis 1770, les températures inférieures à -15° .

DATES.	TEMPÉRATURE.	DATES.	TEMPÉRATURE.
29 janvier 1776.	— 19°,1	16 janvier 1802.	— 15°,5
30 décembre 1784.	— 19°,1	12 février 1805.	— 15°,4
31 décembre 1788.	— 21°,5	21 janvier 1829.	— 17°,0
4 janvier 1790.	— 15°,1	17 janvier 1850.	— 17°,2
25 janvier 1793.	— 25°,5	20 janvier 1858.	— 19°,0
26 janvier 1798.	— 17°,6	9 décembre 1871.	— 21°,3

Le mois de décembre 1879 a été exceptionnellement froid en France : à Paris la moyenne générale du mois a été de $-12^{\circ},1$ et la température s'est abaissée jusqu'à $-25^{\circ},6$ (Observatoire de Saint-Maur).

C. M. GARIEL.

§ II. **Physiologie.** Le mot froid est employé tantôt pour désigner une sensation particulière trop bien connue pour qu'elle ait besoin d'être définie, tantôt pour exprimer la cause habituelle de cette sensation, la *soustraction*

de calorique au corps humain qui peut être la cause d'accidents directs (congelations, mort par le froid) ou indirects (maladies à frigore).

L'étude de la sensation du froid sera faite à propos des effets de l'abaissement de température sur le système nerveux, bien que cette sensation ne s'accompagne pas toujours, ainsi que nous le verrons, d'une soustraction de calorique, et qu'elle puisse être purement subjective.

Nous étudierons successivement :

- I. *L'action du refroidissement sur l'économie à l'état physiologique.*
- II. *Les accidents directs produits par le froid.*
- III. *Le rôle du froid dans l'étiologie des maladies.*
- IV. *L'action thérapeutique du froid en général.*

ACTION PHYSIOLOGIQUE DU FROID. 1° *Sur l'appareil de la circulation.* C'est sur l'appareil circulatoire que les effets du froid ont été étudiés avec le plus de soin.

La chaleur accélère le pouls, le froid le ralentit; c'est là une observation qui a été faite il y a longtemps : *in hieme pulsus duriores et paulo vehementiores, tardiores fiunt*, dit Galien; d'après Blumenbach, le pouls ne bat que trente ou quarante fois par minute chez les Groënländais.

Hales a fait une série d'expériences pour démontrer que les liquides se meuvent d'autant plus rapidement dans les vaisseaux que leur température est plus élevée.

Bégin et Herpin ont bien analysé sur eux-mêmes les effets des bains très-froids. Bégin, qui prit plusieurs bains dans la Moselle, au mois d'octobre 1819, par une température de 2 à 6° R., analyse ainsi ses impressions : Au début de l'immersion on éprouve, dit-il, une sensation d'énergique refoulement des liquides vers les grandes cavités, la respiration est haletante, la peau décolorée, le pouls concentré, petit et dur; au bout de deux à trois minutes, la scène change, une vive rougeur couvre la surface du corps, une sensation très-agréable de chaleur se répand dans la peau, le pouls est plein, fort, régulier; ce nouvel état dure quinze à vingt minutes; puis surviennent de nouveau des malaises et des frissons (*voy. l'article BAINS FROIDS de ce Dictionnaire*).

Magendie et Poiseuille ont fait quelques expériences pour démontrer l'influence de la température sur la vitesse de la circulation et sur la tension du sang dans les vaisseaux; mais, il faut l'avouer, ces expériences sont bien imparfaites, bien peu démonstratives; Magendie et Poiseuille portaient de ce principe erroné, que le sang circulait dans les vaisseaux comme dans des canaux à peu près inertes ou seulement élastiques, et il est absolument nécessaire de faire intervenir l'action des muscles vasculaires pour comprendre quelque chose aux effets du froid et de la chaleur sur la circulation.

Dans son mémoire sur la circulation capillaire, Poiseuille montre que l'abaissement de la température suspend la marche du sang dans les capillaires; mais, d'après lui, les vaisseaux ne diminuent pas de calibre; les couches de sérosité et de globules blancs qui sont en rapport avec la paroi interne des vaisseaux augmentent d'épaisseur, et les globules sont immobilisés jusqu'à ce que par l'action de la chaleur ils reprennent leur mouvement progressif; cela est vrai pour les capillaires proprement dits, qui ne renferment pas de fibres musculaires lisses; mais l'action du froid sur les artérioles est bien différente.

Magendie a recherché à l'aide de l'hémodynamomètre quelle était la pression

du sang dans les veines d'un membre qui était refroidi d'abord, puis réchauffé; il a aussi injecté de l'eau froide dans les veines d'un chien et il a constaté que la pression était augmentée dans les vaisseaux.

Fleury a expérimenté sur lui-même les effets de douches froides plus ou moins prolongées : les résultats, quant à l'action du froid sur la circulation, sont analogues à ceux obtenus par Bégin.

H. Bence Jones et Dickinson résument ainsi qu'il suit les effets sur la circulation d'une douche froide prolongée : au premier contact de l'eau, à 17 ou 20° centigrades, le pouls devient petit et irrégulier; il peut être diminué de 50 *battements* par minute; après la première impression, le pouls se relève un peu, mais il reste petit jusqu'à ce que l'effet secondaire ou le frisson survienne; alors il est plus faible, intermittent, et peut devenir tout à fait imperceptible.

Une douche ordinaire suffisamment prolongée ne diminue guère le nombre des pulsations que de 6 à 9 par minute; si H. Bence Jones et Dickinson ont vu le pouls devenir faible, imperceptible, et diminuer dans quelques observations de 50 pulsations par minute, c'est, comme le fait remarquer Fleury, que ces expérimentateurs donnaient à la douche une durée de onze à quinze minutes; c'est en outre que la douche, ne tombant que sur le sommet de la tête et la partie postérieure du corps, produisait, outre le refroidissement, une espèce de sidération du système nerveux.

M. Marey a étudié avec plus de précision que les auteurs qui précèdent les effets du froid sur la circulation.

Si la température du sang qui circule dans un vaisseau s'élève ou s'abaisse, elle fait varier aussitôt l'état des parois et par conséquent le diamètre du vaisseau. Lorsqu'on examine à l'aide d'une forte loupe la membrane de l'aile d'une chauve-souris, on y voit une riche arborisation vasculaire; si l'on applique alors un morceau de glace sur un tronc artériel, on voit que ce vaisseau se resserre et, de plus, que les branches qui en émanent diminuent notablement de diamètre; M. Marey en conclut que le sang refroidi à son passage dans le vaisseau sur lequel la glace est appliquée produit secondairement la contraction des vaisseaux qu'il traverse ensuite. Une injection d'eau froide dans les veines élève la tension artérielle, une injection d'eau chaude la diminue (Marey, *Physiologie de la circulation du sang*. Paris, 1863, p. 318).

Lorsque la production de chaleur augmente dans l'organisme, sous l'influence de la digestion, par exemple, les vaisseaux périphériques recevant un sang plus chaud se dilatent, la déperdition de calorique augmente, et l'équilibre de température est maintenu; les boissons chaudes accélèrent la circulation, les boissons fraîches la ralentissent.

Quand l'air extérieur se refroidit, les vaisseaux périphériques se contractent, la déperdition de calorique est diminuée; si l'air s'échauffe, la circulation périphérique devient très-active, la transpiration et l'évaporation interviennent pour abaisser la température (Marey, *op. cit.*, p. 349); c'est grâce à l'action du froid et de la chaleur sur les vaisseaux que la température des parties centrales reste à peu près constante.

M. Marey s'est placé successivement dans les conditions suivantes pour étudier sur lui-même l'action de la température : 1° dans une chambre fortement chauffée, après s'être couvert de vêtements très-chauds; 2° il a fait sur tout le corps des lotions avec de l'eau à zéro, dans une chambre sans feu. Il a pris dans les deux cas son tracé sphymographique, et il a vu que le pouls avait, dans le

premier cas, les caractères d'une faible tension, et ceux d'une tension très-forte dans le second.

Ces différences s'expliquent facilement : lorsque l'écoulement du sang artériel est rendu plus facile par la dilatation des voies capillaires sous l'influence de la chaleur, la tension baisse ; inversement, elle s'élève quand les vaisseaux resserrés opposent un obstacle au mouvement du sang artériel (Marey).

M. Marey a vérifié ce fait déjà connu que la chaleur accélère les pulsations du cœur, tandis que le froid les ralentit, c'est ainsi que le pouls était à 108 dans un cas, le corps étant échauffé, à 52 dans l'autre cas, le corps étant refroidi ; cela rentre dans la règle générale posée par lui : la fréquence du pouls est d'autant plus grande, toutes choses égales d'ailleurs, que la tension artérielle est plus faible.

Les expériences de Brunton démontrent aussi qu'il y a ralentissement des battements du cœur sous l'influence du froid ; ce ralentissement peut aboutir à la mort par dilatation passive des parois du cœur.

Le froid n'agit donc pas sur la circulation en diminuant la fluidité du sang, ainsi que l'ont soutenu Poiseuille et Magendie ; son action est indirecte : elle dépend de la contraction des vaisseaux périphériques et de l'augmentation de tension intra-vasculaire, enfin, dans les refroidissements extrêmes, de la paralysie du cœur.

Nous avons vu qu'à la suite d'une impression très-vive de froid les vaisseaux d'abord contractés se dilataient et produisaient ce qu'on appelle la *réaction*. Il est impossible d'admettre qu'il s'agit d'un simple phénomène de paralysie vasculaire ; la réaction est d'autant plus facile, d'autant plus forte, que l'excitation est plus vive, que la température est plus basse, que la percussion de la douche est plus forte, que l'individu est plus jeune, plus vigoureux. Tout indique qu'il y a là un phénomène actif et non passif ; l'irritation de l'extrémité des nerfs est probablement la cause de l'afflux sanguin : *ubi irritatio, ibi fluxus*. C'est ainsi qu'on peut s'expliquer pourquoi les parties habituées au froid, comme la face et les mains, ne rougissent pas à la suite d'un bain froid, comme rougit la peau du tronc, par exemple. Les baigneurs qui passent dans l'eau de longues heures finissent par devenir à peu près insensibles au froid.

L'action du froid sur les vaisseaux est souvent indirecte ; elle a lieu par l'intermédiaire du système nerveux ; ceci nous amène à parler des expériences très-intéressantes de MM. Brown-Séquard et Tholozan, expériences qui démontrent que le froid appliqué sur une partie du corps peut modifier la circulation d'une partie éloignée, non soumise au refroidissement. Voici le résumé de ces recherches expérimentales qui sont fécondes en applications pathologiques.

L'exposition d'une main, seule ou avec une partie de l'avant-bras, à l'action d'une eau à basse température, peut faire perdre à la main de 10 à 18° dans un temps très-court. La température ne remonte ensuite que lentement, ce qui prouve que la contraction des vaisseaux est assez durable ; dans trois cas où la température d'une main avait été abaissée de 10, 11 et de 15° pour avoir séjourné dix minutes dans de l'eau à zéro, il fallut plus d'une heure pour que cette main reprît sa température première dans une atmosphère de 15 à 16° centigrades.

Contrairement à l'opinion d'Edwards, l'abaissement de la température d'une petite partie du corps humain n'a pas d'influence sensible sur la température générale, mais l'abaissement de température d'une main peut amener un abaissement considérable de la température de l'autre main, sans que la température

du corps diminue sensiblement ; c'est dans les cas où la douleur produite par l'impression de l'eau froide est à son maximum dans la main refroidie qu'on observe le plus fort abaissement de température dans l'autre main. Il y a là, comme le dit Brown-Séquard, un exemple évident d'action réflexe sur les vaisseaux sanguins.

Quelques expériences ont montré que pour les extrémités inférieures l'action réflexe portait également sur les parties homologues ; l'immersion d'un pied dans l'eau froide amène l'abaissement de température du pied non immergé (*Journal de physiologie* de Brown-Séquard, 1858, p. 499).

L'expérience de Brown-Séquard et de Tholozan a été vérifiée par M. Franck à l'aide du *plethysmographe* de Mosso. Cet instrument se compose d'une boîte remplie d'eau et munie de tubes indicateurs, dans lesquels le niveau du liquide change dès que la partie renfermée dans la boîte, et plongée dans l'eau, subit des variations de volume qui sont indiquées par des appareils enregistreurs. La main gauche de l'expérimentateur étant placée dans l'appareil, on voit la pulsation s'inscrire régulièrement. Si l'on vient alors à appliquer un morceau de glace sur la main droite, au bout de deux secondes et demie le tracé accuse une diminution de volume de la main gauche ; cette diminution s'accroît peu à peu, atteint un certain niveau, puis, après un temps d'arrêt, s'atténue progressivement. Au bout d'une minute, la main a repris son volume initial.

L'expérience suivante de Waller montre également l'influence que le froid peut exercer sur la circulation par l'intermédiaire des nerfs ; mais, dans ce cas, il s'agit d'une action directe et non plus d'un phénomène réflexe ; Waller expérimentant sur lui-même appliqua de la glace sur le trajet du cubital au niveau du coude ; il remarqua que, en même temps que les muscles de l'éminence hypothénar se paralysaient, les deux derniers doigts (annulaire et auriculaire) devenaient rouges et présentaient une augmentation de température, tandis que les trois premiers doigts de la main étaient le siège d'un abaissement de température. Comme le dit Waller, il est probable que ces phénomènes doivent s'expliquer de la façon suivante : le nerf cubital est paralysé par le froid, ainsi que les fibres vaso-motrices : d'où la dilatation des vaisseaux correspondants, la dérivation du sang dans ces vaisseaux largement dilatés et par conséquent l'anémie relative des autres vaisseaux de l'avant-bras et de la main.

Winternitz a fait les expériences suivantes :

1° Il applique un morceau de glace au niveau du coude ; presque aussitôt il se produit un retrait des vaisseaux du membre. Le tracé sphymographique de l'artère radiale pris avant et après l'application de la glace indique nettement les changements survenus dans la tension artérielle, la ligne d'ascension du tracé diminue des deux tiers de sa hauteur. Cet effet ne disparaît ensuite que lentement après l'enlèvement de la glace ;

2° Une application de glace sur la région sus-claviculaire au niveau du plexus brachial détermine une contraction rapide des vaisseaux du membre correspondant, facile à constater comme dans l'expérience précédente à l'aide du sphymographe. Winternitz s'est également servi du plethysmographe de Mosso pour contrôler ces résultats ;

3° Lorsqu'on place de la glace ou des compresses glacées sur la partie antéro-latérale du cou, on peut observer un abaissement allant jusqu'à un demi-degré sur un thermomètre placé dans le conduit auditif externe.

Action du froid sur la rate. Il résulte des expériences de Mosler que, sous

l'influence d'une douche froide ou d'une vessie de glace appliquée directement sur la rate d'un chien éventré, le volume de cet organe diminue notablement en même temps que le tissu splénique prend une coloration d'un rouge grisâtre : cet effet est moins marqué quand le froid est simplement mis en contact avec la paroi abdominale dans la région qui correspond à la rate (Mosler, *Erfahrung. üb. die Wirkung des Wassers auf die Milz*. In *Virchow's Arch. f. path. Anat.*, 1873). Cette action du froid sur la rate s'explique par la contraction des nombreux vaisseaux et des fibres musculaires lisses qui existent dans cet organe.

2. *Action du froid sur le sang et sur la lymphe.* Il est facile d'étudier l'action du froid et de la chaleur sur les leucocytes. On fait une préparation de lymphes de grenouille, que l'on borde à la paraffine, et dont on peut abaisser ou élever la température. Si l'on met, par exemple, cette préparation sur la platine chauffante du microscope, on voit que les mouvements amiboïdes, très-lents à 15°, deviennent très-actifs vers 30 à 35°; si au contraire on refroidit la préparation, on constate que les mouvements des cellules deviennent de plus en plus lents et difficiles à constater; en d'autres termes, que la vitalité des cellules diminue à mesure qu'elles se refroidissent.

Les expériences faites sur la lymphe des animaux à sang chaud ont fourni des résultats analogues, mais plus difficiles à constater; les leucocytes de ces animaux, qui n'ont pas de mouvements à la température de 12 ou 15°, commencent à 20° à pousser des prolongements amiboïdes; vers 36 ou 37°, les mouvements sont assez rapides pour qu'on puisse s'en rendre compte sans quitter des yeux les cellules, sans avoir besoin de les dessiner dans leurs différentes formes (Schultze, *Arch. für microsc. Anat.*, t. I, p. 4. — Ranvier, *Traité technique d'histologie*, p. 162-170).

On n'a pas noté exactement la limite inférieure de température à laquelle les mouvements amiboïdes cessent de se manifester chez les animaux à sang froid.

Ces faits ont une grande importance au point de vue de l'étude de l'action antiphlogistique du froid. « L'influence de la chaleur sur l'activité des cellules explique, dit Ranvier (*op. cit.*, p. 177), comment on peut prévenir des accumulations de leucocytes sur certains points de l'économie, en abaissant la température de ces points. Au-dessous de 20°, ces cellules ne poussent plus de prolongements, ne changent plus de forme, ne s'appliquent plus sur les parois du vaisseau ou des cavités qui les contiennent, et ce n'est qu'à une température supérieure à 35 ou 36° que leurs mouvements sont assez énergiques pour les faire sortir des vaisseaux et cheminer à travers les tissus. Ces données nous font comprendre comment l'application de la glace, connue depuis longtemps des chirurgiens, exerce une action salutaire contre la suppuration. »

Nous aurons à revenir sur ce sujet quand nous traiterons des applications thérapeutiques du froid, mais nous tenions à montrer tout de suite par un exemple que l'étude de l'action du froid sur les éléments mêmes de nos tissus était d'une grande importance, et qu'elle intéressait le médecin tout autant que le physiologiste.

L'action du froid sur les leucocytes n'est pas un fait isolé; il est bien probable que la vitalité de tous les éléments anatomiques est excitée de même par la chaleur et engourdie par le froid; les cellules épithéliales à cils vibratiles nous fournissent un nouvel exemple de ce fait, car ces cellules se comportent à peu près comme les leucocytes sous l'influence de la chaleur; le froid retarde

leurs mouvements, la chaleur les accélère ; à 30°, leur activité est au maximum ; à 40° les mouvements des cils cessent tout à fait (Ranvier, *op. cit.*, p. 236).

Pouchet a étudié les altérations que subissent les globules rouges du sang sous l'influence de la congélation ; il a même fait jouer, comme nous le verrons plus loin, un très-grand rôle à cette altération des globules dans la pathogénie des accidents généraux de congélation. D'après ses recherches, les globules rouges subissent trois sortes d'altérations : tantôt le nucléus sort de son enveloppe et nage en liberté dans le plasma (il s'agit évidemment des corpuscules sanguins des batraciens) ; tantôt le nucléus est altéré, opaque, et plus ou moins excentriquement situé ; tantôt enfin les globules sanguins sont simplement plus ou moins crénelés sur leurs bords et plus foncés en couleur.

Si l'on fait geler une préparation de sang bordée à la paraffine en la mettant pendant quelques minutes dans une glacière artificielle, lorsqu'on la fait ensuite dégeler, le liquide de la préparation se trouve coloré en jaune, tandis que la plupart des globules sont sphériques et décolorés. Si l'on fait geler et dégeler plusieurs fois de suite la même préparation, tous les globules finissent par être sphériques et décolorés (Rollett, *Stricker's Handbuch*, p. 284. — Ranvier, *op. cit.*, p. 236).

Crecchio résume dans les propositions suivantes ses recherches relatives à l'action du froid sur le sang : le sang se prend entre — 0,5 et — 1°, il devient rouge vif. Lors de la fonte, le sang des mammifères se colore en rouge foncé. Le sang caillé perd par le froid la propriété de se coaguler. Les modifications du sang ne sont pas la conséquence immédiate du froid, mais plutôt de la fonte consécutive. Le sang sorti des vaisseaux chez les animaux vivants subit, lorsqu'il gèle, des modifications au bout de quelques secondes ; le sang contenu dans les vaisseaux, que l'animal soit mort ou encore vivant, n'est modifié qu'au bout d'une demi-heure au moins. Si l'on prend deux animaux, l'un mort, l'autre vivant, et qu'on les expose au froid pendant un espace de temps égal, on trouvera les modifications du sang plus accentuées chez l'animal mort que chez l'animal vivant. Les globules sanguins semblent être protégés par les parois des vaisseaux contre l'influence du froid ; si l'on prend un glaçon dans les vaisseaux et qu'on l'examine pendant qu'il fond, on trouve que les globules sanguins ne sont pas altérés. Que le refroidissement et la fonte surviennent graduellement ou soudainement, cela n'a aucune influence sur le mode et sur le degré de modification du sang. La réfrigération partielle peut être suivie de mort, si la partie gelée ne peut pas être séparée des parties saines ; la mort n'est pas la conséquence de la présence, dans la circulation, d'un sang corrompu, mais plutôt de la résorption de matières gangréneuses.

L'étude des variations que subissent les gaz du sang sous l'influence de l'abaissement de température sera mieux placée dans le chapitre suivant.

3. *Action du froid sur la respiration et sur la chaleur animale.* Au point de vue de l'influence du froid sur la respiration et sur la chaleur animale, les animaux doivent être divisés en deux grandes classes : ceux dont la température est constante ou à peu près ; ceux dont la température suit de très-près les oscillations de température du milieu ambiant.

Chez l'homme et chez les animaux à température constante, le séjour dans un milieu froid a pour effet d'activer les phénomènes respiratoires. Lavoisier et Laplace ont établi que l'abaissement de la température extérieure déterminait

une plus forte consommation d'oxygène chez les animaux à sang chaud (*Mém. de l'Acad. des sciences*, 1789, p. 517). Letellier et Barral ont constaté que l'exhalation d'acide carbonique, et par conséquent les combustions intimes, augmentaient à mesure que la température ambiante s'abaissait; ces résultats ont été obtenus également par Regnault et Reiset et par M. Smith.

Liebermeister a constaté que le premier effet de l'immersion dans un bain froid était d'augmenter la production d'acide carbonique. Voici les chiffres qu'il a obtenus dans des expériences faites sur un homme de quarante-sept ans, du poids de 57 kilogrammes, qui était placé dans des bains à diverses températures :

TEMPÉRATURE DU BAIN.	ACIDE CARBONIQUE EXHALÉ	
	EN TOUT.	EN 50 MINUTES.
Hors du bain.	En 90', 59,6 grammes.	15,2 grammes.
A 52°.5.	0', 29,9 —	15 —
A 25°.5.	53', 39,7 —	22,5 —
A 19°.5.	30', 58,5 —	58,5 —
A 18°.	30', 59,1 —	59,1 —

MM. Urbain et Mathieu ont formulé la loi suivante : « Chez les animaux à température constante, la quantité d'oxygène absorbée par le sang varie en raison inverse de la température de l'air qu'ils respirent » (*Arch. de physiol.*, mai 1872).

La respiration tend à se ralentir par le froid extérieur, tandis qu'elle s'accélère dans la saison chaude; l'augmentation d'oxygène du sang en hiver n'est donc pas sous la dépendance de la fréquence des mouvements respiratoires. MM. Mathieu et Urbain pensent que la facilité plus ou moins grande de l'endosmose des gaz au travers de la membrane pulmonaire rend compte de ce phénomène purement physique d'après eux. L'endosmose du gaz au travers d'une membrane animale humide est proportionnelle à la solubilité des gaz mis en présence (Graham) : or la solubilité des gaz augmente à mesure que la température s'abaisse, il est donc naturel que les phénomènes d'endosmose pulmonaire soient d'autant plus lents que la température extérieure s'élève davantage, d'autant plus actifs qu'elle tombe plus bas.

Même en dehors de l'organisme la fixation de l'oxygène par le sang est en raison inverse de la température de l'air mis à son contact (Mathieu et Urbain, *loc. cit.*).

Un refroidissement trop considérable arrête les combustions dans l'intimité des tissus, le sang veineux coule alors rutilant comme du sang artériel (Cl. Bernard).

Les animaux inférieurs, qui ne peuvent pas lutter contre le refroidissement extérieur, s'endorment pendant l'hiver; au mois de septembre ou d'octobre, ils perdent de leur vivacité, ils se cachent dans les fentes des murs, dans les troncs d'arbre, ils s'ensevelissent dans la terre ou dans la vase, ils s'engourdissent et prennent à peu près la température du milieu ambiant.

Dans la classe même des mammifères, il y a des animaux qui ne peuvent pas maintenir leur température propre en hiver; tels sont : la chauve-souris, le hérisson, la marmotte, le loir, le lérot, le muscardin, le hamster. Buffon consi-

dérail à tort ces mammifères hibernants comme des animaux à sang froid : chez la marmotte éveillée on trouve une température de 32 à 35°, la température extérieure étant seulement de 10 à 15° (Regnault, Gavarret). Ce sont des animaux à température *variable*, non des animaux à sang froid.

Dès que le thermomètre tombe à 6 ou 7°, le hérisson, la chauve-souris, la marmotte, se cachent ou s'engourdissent ; les battements du cœur et les mouvements du thorax se ralentissent ; chez la marmotte, par exemple, il n'y a plus que 7 à 8 inspirations par minute, au lieu de 30, et 9 ou 10 pulsations, au lieu de 90. Les animaux sont immobiles, insensibles, pelotonnés sur eux-mêmes ; ils ne prennent aucune nourriture ; leur température s'abaisse considérablement, on peut observer des températures de 3, 4 ou 5°, même dans l'intérieur des cavités naturelles ; la température des animaux engourdis reste cependant toujours supérieure de quelques degrés à celle du milieu ambiant. La respiration devient plus active dès que la température extérieure remonte, la chaleur animale revient, et les animaux ne tardent pas à recouvrer toute leur vivacité.

Un froid trop vif produit chez les animaux hibernants une excitation capable d'interrompre leur engourdissement ; quand le thermomètre s'abaisse au-dessous de zéro, les animaux endormis donnent des signes de malaise, ils se réveillent, s'agitent, cherchent un abri plus chaud ; s'ils ne le trouvent pas, après avoir lutté quelque temps contre le refroidissement en accélérant leur respiration, ils tombent épuisés, la *léthargie par le froid* remplace l'engourdissement, la température du corps peut alors s'abaisser au-dessous de zéro, et les animaux succombent souvent dans cette léthargie, qui est un *état pathologique*, tandis que le sommeil hibernant est pour ces animaux un *état physiologique* (Mangili, Gavarret).

« Le sommeil hibernant, dit Gavarret, est la traduction de l'impuissance où se trouve l'animal de porter l'absorption de l'oxygène et la production de chaleur à un degré assez élevé pour rendre sa température indépendante de celle de l'atmosphère » (Gavarret. *De la chaleur produite par les êtres vivants*, Paris, 1855, p. 466. — Voyez aussi les articles : CHALEUR ANIMALE et HIBERNATION de ce Dictionnaire).

Chez les animaux à température constante, l'application du froid sous forme de douches froides ou de bains froids peut produire un abaissement temporaire de la température du corps ; chez l'homme une immersion de 25 minutes à une heure dans de l'eau à 10 ou 14° peut abaisser la température de 4°, mais on éprouve à ce moment une sensation si pénible qu'il est impossible de poursuivre plus loin l'expérience (Fleury).

On sait tout le parti qu'on a tiré de l'usage des bains froids dans les maladies fébriles qui s'accompagnent d'une élévation considérable de la température, comme la scarlatine et le rhumatisme hyperpyrétique.

Quand la température des animaux à température constante tombe au-dessous d'un certain degré, la mort ne tarde pas à survenir. Si l'on place des lapins ou des chiens dans un milieu réfrigérant à zéro, la température de ces animaux baisse de 3 à 4° au bout de 10', de 6° après 15' ; la mort arrive au bout de 40' environ, la température étant tombée de 20° (Magendie). Nous étudierons plus tard le mécanisme de la mort par le froid ; pour le moment il nous suffit de constater que la mort arrive lorsque la température est descendue à peu près à la moitié de son chiffre normal. Lorsqu'un animal placé dans un milieu réfrigérant est retiré de ce milieu et abandonné à lui-même, sa température continue à s'abaisser et il finit par succomber ; si, au contraire, on le réchauffe

par un procédé artificiel, il peut être ramené à la vie, pourvu que le refroidissement n'ait pas tout à fait atteint la moitié de la température normale (Magendie. *Union médicale*, 1850, p. 188).

4. *Action du froid sur le système nerveux.* La sensation du froid ne se rattache pas toujours à une déperdition de calorique; ainsi que nous l'avons déjà dit, elle peut être purement subjective. Pendant la période de frisson de la fièvre, les malades éprouvent une sensation de froid extrêmement désagréable: ils tremblent de tous leurs membres, leurs dents claquent; cependant, lorsqu'on prend la température dans l'aisselle, on trouve qu'elle est de beaucoup supérieure à la normale (Gavarret); l'élévation de la température précède même l'apparition du frisson.

Dans d'autres cas, malgré un refroidissement réel et progressif du corps, la sensation du froid ne se produit pas: dans l'accès pernicieux algide, les extrémités sont froides comme le marbre; cependant les malades restent impassibles, ils ne se plaignent pas, ne tremblent pas; c'est seulement en touchant leurs mains qu'on peut s'apercevoir de la gravité de leur état. Au sortir d'un bain froid on éprouve une sensation de chaleur très-vive quand la réaction se fait bien; cependant le thermomètre appliqué dans l'aisselle marque un degré de température inférieur à la température normale (Herpin).

Quelques maladies du système nerveux s'accompagnent de sensations de froid qui parcourent les membres; c'est là, comme on sait, une des formes les plus communes de l'aura épileptique.

Dans la myélite, l'application d'un morceau de glace sur la peau du tronc donne lieu quelquefois à une sensation de brûlure très-désagréable et non à une sensation de froid.

Dans l'ataxie locomotrice, la sensibilité à la température peut survivre à la sensibilité au toucher et à la douleur, quelquefois même la sensibilité au froid est exagérée; certains ataxiques ne peuvent pas se laver avec de l'eau froide sans éprouver de vives douleurs suivies quelquefois de faiblesses. Cependant chez ces malades la sensibilité générale est le plus souvent diminuée non-seulement aux membres, mais au tronc et à la face.

A l'état de maladie la sensibilité au froid peut donc être abolie ou pervertie sans que nous sachions exactement la cause de ces changements.

A l'état sain la sensation du froid résulte de la comparaison instinctive de deux milieux, de deux corps inégalement chauds; le mot *froid* n'a jamais qu'une valeur relative; un milieu dont la température ne varie pas nous paraît tantôt chaud et tantôt froid. La température des caves, qui est à peu près invariable, nous semble chaude en hiver, froide en été; une température qui fait grelotter un nègre au Gabon paraîtra étouffante à un habitant des pays froids; un froid de -8° à -9° qui semble vif aux Parisiens est trouvé très-léger à Saint-Petersbourg. Ross raconte qu'après avoir eu à supporter un froid de -47° , ses compagnons éprouvaient une agréable sensation par une température de -29° à -24° .

Il est par suite très-difficile d'établir une échelle du froid, de dire où il commence; quelques auteurs ont voulu restreindre l'emploi médical du mot froid aux températures inférieures à 0° ; cela n'est pas admissible, le froid pouvant produire des accidents nombreux sans que la température extérieure descende à 0° .

La sensibilité au froid varie suivant un grand nombre de conditions que nous

aurons à étudier quand nous nous occuperons des causes qui modifient la puissance de résistance au froid ; nous signalerons seulement ici l'influence de l'état intellectuel : lorsque l'esprit est fortement préoccupé par une idée qui l'absorbe, le corps devient plus ou moins insensible à l'impression du froid ; sans même faire intervenir les grandes passions de l'âme, les grands efforts de l'intelligence, ne voit-on pas des femmes délicates oublier par coquetterie leur sensibilité habituelle au froid et découvrir leur gorge par les froids les plus rigoureux ? Ne voit-on pas le chasseur demeurer à l'affût les pieds dans l'eau pendant des heures entières ?

Les aliénés sont le plus souvent insensibles à l'action du froid : en plein hiver il leur arrive de se dépouiller de tous leurs vêtements.

La sensation de froid se produit seulement lorsque les corps froids agissent sur l'extrémité périphérique des nerfs ; lorsqu'un nerf est soumis sur un point de son trajet à un refroidissement considérable, on voit apparaître de la douleur et non la sensation de froid.

L'action du froid sur le système nerveux a été étudiée par Waller, Richardson, W. Mitchell et Horvath.

Voici les conclusions du travail de Richardson (*Med. Times and Gazette*, 1868) : 1° Le tissu nerveux des animaux vivants supporte un abaissement de température allant jusqu'à 16° F ; — 2° le froid amène d'abord une suractivité fonctionnelle ; puis survient une période d'inertie ou de mort temporaire ; enfin, au moment du retour à la température normale, on observe encore une exagération dans l'action des éléments nerveux ; — 3° quand le froid a fait perdre à la substance nerveuse la propriété de conduire les sensations, cette substance se laisse encore traverser par le courant électrique ; mais, quand le tissu nerveux est congelé dans toute sa masse, il cesse tout à fait de conduire l'électricité ; — 4° le cerveau d'un animal vivant peut être congelé ; dans cet état l'animal perd le sentiment, mais les fonctions de la vie organique persistent. L'animal est ainsi placé dans un état d'hibernation artificielle dont il peut revenir ; au retour, le cerveau semble n'avoir rien perdu de ses propriétés, l'animal paraît seulement sortir d'un profond sommeil ; — 5° le cervelet peut être congelé et reprendre ensuite toutes ses fonctions ; chez les oiseaux la congélation du cervelet amène le ralentissement des mouvements ; chez les lapins on observe des mouvements convulsifs ; — 6° la congélation complète du bulbe amène la mort par destruction du centre respiratoire ; — 7° la moelle épinière peut être congelée et revenir ensuite à son état normal. Lorsque chez les oiseaux on congèle la portion cervicale de la moelle, on observe un ralentissement dans les mouvements avec des intervalles de stupeur ; — 8° en détruisant par le froid une partie du système nerveux on peut amener des perturbations dans les fonctions d'une autre partie ; en suspendant l'action du cerveau on peut exalter les fonctions de la moelle épinière, et en agissant sur le cervelet on exaltera les fonctions du ganglion cérébral antérieur ou *vice versa*.

Il y a dans ces conclusions de Richardson bien des assertions discutables : il n'est pas admissible, en particulier, que le cerveau et le cervelet puissent reprendre leurs fonctions après avoir été entièrement congelés ; la congélation dont parle Richardson était évidemment une congélation fort imparfaite.

W. Mitchell a fait des expériences à Londres en 1867 en même temps que Richardson, pour étudier l'action du froid sur les nerfs périphériques ; il s'est servi de l'appareil de Richardson.

La conductibilité nerveuse est toujours diminuée dans le nerf refroidi, d'après W. Mitchell, et, lorsque le refroidissement a été poussé jusqu'à congélation, le nerf devient indifférent aux excitations de la volonté et du galvanisme ; toutes les parties auxquelles il se distribue sont paralysées. Lorsque l'action du froid a cessé, les vaisseaux se dilatent, le nerf se congestionne. W. Mitchell s'est même servi de ce procédé pour étudier la congestion des nerfs.

Quand la réfrigération a été de courte durée, la congestion consécutive disparaît bientôt ; lorsque le refroidissement s'est prolongé ou répété souvent, on observe des altérations des nerfs qui se montrent augmentés de volume et d'une couleur plus sombre qu'à l'état normal ; parfois même il se produit des ruptures vasculaires entre les fibres nerveuses. Cette altération peut avoir pour conséquence la dégénérescence d'un certain nombre de fibres nerveuses dans le bout périphérique.

Il est impossible d'étudier sur les animaux les désordres de la sensibilité qui sont la conséquence du refroidissement des nerfs. W. Mitchell a fait quelques expériences sur lui-même ; il appliquait de la glace ou un mélange réfrigérant sur le nerf cubital au niveau du coude. Le premier effet du refroidissement est, dit-il, une douleur très-vive qui se fait sentir plus particulièrement dans le petit doigt et au côté interne du médius, mais qui se répand aussi dans toute la main. « Lorsque le refroidissement a atteint un certain degré, la douleur cesse subitement, et il semble que le membre soit dans l'état normal. Alors commence un engourdissement qui s'étend à toutes les parties innervées par le cubital et qui s'accroît jusqu'à ce que les sensibilités générale, tactile et thermique, aient entièrement disparu. La motilité, qui est légèrement compromise dès le début, persiste la dernière ; elle diminue enfin et disparaît complètement. Bientôt après il se produit une sensation d'engourdissement qui va croissant ; la température s'élève lentement ; une sensation de chaleur se manifeste dans la région cubitale en même temps qu'une abondante sudation » (W. Mitchell, *Des lésions des nerfs*, p. 61.)

Dans les expériences faites par W. Mitchell sur lui-même la température du mélange réfrigérant était de -15° .

Au moment du réchauffement on voit se produire des phénomènes d'excitation qui s'expliquent par la congestion des nerfs ; le nerf cubital reste douloureux dans la région du coude, le plexus brachial devient plus sensible, on peut observer dans cette période un affaiblissement du cœur, voire même une syncope (Waller). « Des désordres se manifestent dans la sphère de distribution du nerf lorsque la réfrigération a été intense ; après plusieurs heures ou plusieurs jours il y a encore une hyperesthésie superficielle, de l'engourdissement, des picotements, une perte partielle des propriétés fonctionnelles en même temps qu'une légère tuméfaction... Lorsque la réfrigération a été moins intense, il subsiste pendant quelques heures un sentiment de malaise et des sensations variées qui échappent à toute description. Dans un cas de Waller ces symptômes se maintinrent pendant onze jours ; dans les expériences que j'ai faites sur moi-même, dit W. Mitchell, ils persistèrent ordinairement de dix à quatorze jours » (*op. cit.*, p. 62).

Weber a fait quelques expériences sur les modifications de la sensibilité à la suite du refroidissement des nerfs. M. Rosenthal a répété et complété ces expériences. Dans son *Traité clinique des maladies du système nerveux*, il résume ainsi qu'il suit les résultats qu'il a obtenus : « J'ai fait sur moi-même

des applications de glace (de deux à quatre minutes) sur les nerfs du bras et du pied ; le nerf cubital était celui qui se prêtait le mieux à l'observation des phénomènes. Les mensurations thermométriques étaient faites dans les deuxième et quatrième espaces interdigitaux, qui présentaient la même température avant l'expérience. Pour donner un résumé sommaire des phénomènes ainsi obtenus par la réfrigération des troncs nerveux, on peut les diviser en trois ordres correspondant aux signes fournis par la sensibilité, par la motilité et par la température.

« Le premier effet de la glace est une *exaltation douloureuse dans les fonctions des fibres nerveuses sensibles* ; si l'action de la glace se prolonge, le premier phénomène disparaît graduellement et à la fin se produit un *engourdissement* de l'excitabilité des fibres nerveuses.

« Les fonctions motrices des muscles sont affectées par le froid, de telle sorte qu'au début on constate une *augmentation de leur excitabilité*, tandis que, si on prolonge l'expérience, la réaction des muscles s'affaiblit graduellement, *diminue d'une façon très-évidente* et se supprime enfin presque complètement (par suspension de la conductibilité nerveuse). Au début de l'expérience une excitation électrique, qui serait à peine ressentie dans les conditions normales, détermine déjà des contractions musculaires, tandis que, dans la seconde période, l'excitabilité et la motilité des muscles sont en voie de disparition ; ces faits s'observent très-bien sur les derniers doigts dans la réfrigération du nerf cubital.

« L'influence des applications de glace sur la température se manifeste ordinairement au début de l'expérience par un *abaissement de température* de 0°, 5 à 1° centigrade ; rarement cet abaissement est précédé d'une légère ascension thermique. *A mesure que la conductibilité nerveuse est plus profondément troublée, l'abaissement se transforme en une élévation de température.* Outre la paralysie de la motilité, on constate aux derniers doigts et à la main des symptômes d'hyperémie (rougeur, chaleur). Après qu'on a supprimé la source de froid il faut un temps assez long (quarante à cinquante minutes) pour que la température revienne à son degré normal.

« Nous avons vu que, le nerf cubital une fois paralysé, on observait une *élévation de température dans les derniers doigts* (de 34°,4 à 35°,6 centigrades) ; *en même temps la température des autres doigts présentait un abaissement considérable* (de 34°,4 à 27,7 centigrades) ; l'élévation de température tient à une action réflexe sur les nerfs vaso-moteurs et à une augmentation de l'afflux sanguin dans les vaisseaux dilatés. Cette *paralysie réflexe des nerfs sympathiques sous l'influence du froid* me semble présenter de grandes analogies avec les symptômes observés par Cl. Bernard et Budge dans la section du grand sympathique cervical » (Rosenthal, *Traité clinique des maladies du système nerveux*, traduct. de Lubanski. Paris, 1877, p. 664).

Ainsi le froid appliqué sur le trajet d'un nerf mixte comme le cubital donne lieu d'abord à des sensations douloureuses, puis à la paralysie et à l'anesthésie des parties auxquelles ce nerf se distribue ; enfin, lorsque le nerf se réchauffe, il est le siège d'une congestion plus ou moins violente, qui peut elle-même donner lieu à des symptômes morbides.

On sait tout le parti que l'on a tiré en chirurgie de l'action anesthésiante du froid ; lorsqu'on emploie les mélanges réfrigérants ou l'éther pulvérisé (appareil de Richardson), on observe, comme dans les expériences faites par W. Mitchell

sur lui-même, de la douleur d'abord, puis de l'engourdissement et enfin une anesthésie complète des parties superficielles, anesthésie qui démontre l'action paralysante du froid sur les extrémités des nerfs.

D'après Horvath, l'alcool et la glycérine refroidis à 0° ou au-dessous produiraient l'anesthésie sans douleur. Lorsqu'on place un doigt dans de l'alcool ou de la glycérine à 0°, on n'éprouve pas, dit Horvath (*Centralblatt*, 1873, p. 209), la douleur vive qui se fait sentir au contact de la glace ou de la neige. On peut laisser le doigt plongé pendant quelques instants dans l'alcool à —5°, tandis que dans du mercure à —5° on éprouve une sensation douloureuse si forte, qu'on est obligé de retirer aussitôt le doigt. Des piqûres faites sur le doigt plongé dans de l'alcool à —5° ne sont senties que comme de simples attouchements; en d'autres termes, l'alcool à —5° laisserait intact le sens du toucher en supprimant le sens de la douleur. Horvath insiste sur l'importance de ce fait au point de vue physiologique : il tend en effet à démontrer que les sens du toucher et de la douleur possèdent des appareils spéciaux de réception et de transmission. Comme le fait remarquer Horvath, il n'est pas sûr que le froid agisse seul dans cette expérience, il est possible que l'alcool intervienne soit physiquement en enlevant l'eau des tissus, soit chimiquement. Cette propriété de l'alcool refroidi a été utilisée par Horvath pour faire disparaître la douleur produite par des brûlures. Ce moyen d'obtenir l'anesthésie locale doit être préféré, dit-il, à la glace et à l'appareil de Richardson : la glace a l'inconvénient de produire des douleurs vives et par la vaporisation de l'éther on ne peut anesthésier que de très-petites surfaces, sans compter l'inconvénient des vapeurs d'éther.

MM. Letamendi et Cardenal ont signalé le fait suivant relatif à l'anesthésie locale : Quand on emploie l'appareil de Richardson rempli d'éther sulfurique très-pur pour déterminer l'anesthésie locale, on voit survenir au bout de quelques minutes de la rubéfaction de la peau et une sensation très-vive de froid; si à ce moment on fait à la peau soumise à l'irrigation de vapeur d'éther et devenue rouge une incision d'un centimètre environ intéressant seulement l'épiderme et le réseau superficiel du derme, aussitôt que l'incision a été faite, il se produit à partir du point entamé par le bistouri une zone anémique du tégument cutané qui va s'élargissant; si l'on prolonge quelques secondes encore l'irrigation d'éther, cette région devient exsangue et l'on a obtenu son anesthésie complète (*Archives de physiologie*, 1875). Il est probable que sous l'influence du froid l'irritabilité des nerfs vaso-moteurs augmente et qu'il suffit alors de l'excitation produite par le coup de bistouri pour déterminer la constriction vasculaire et l'ischémie consécutive.

D'après les expériences de M. Tarchanof, le refroidissement augmente l'action réflexe des nerfs chez la grenouille; M. Tarchanof explique ce phénomène par les modifications que le refroidissement fait subir à la composition des gaz du sang et principalement par la diminution de l'acide carbonique dissous dans le sang. On sait que chez une grenouille refroidie le sang veineux devient rutilant comme du sang artériel, ce qui tient à ce que les combustions diminuent très-notablement.

J'ai fait quelques expériences pour étudier les altérations que la congélation fait subir aux nerfs. Pour cela, j'ai congelé des nerfs sur l'animal vivant, à l'aide de l'appareil de Richardson, puis j'ai détaché les fragments congelés et je les ai plongés immédiatement dans l'acide osmique à 1/1000, afin de fixer les éléments

dans leur forme ; dans ces conditions j'ai observé constamment que la myéline, fortement granuleuse, ne formait plus une gaine régulière au cylindre d'axe, mais qu'elle était ramassée sur quelques points, ce qui rendait les contours des tubes nerveux très-irréguliers ; je n'ai pas noté d'altération du cylindre d'axe ni de la gaine de Schwann. Il est donc probable que le froid agit sur les nerfs en coagulant la myéline lorsque ses effets sont directs ; lorsqu'au contraire la réaction qui suit l'application du froid a le temps de se produire, il se passe dans le nerf des phénomènes inflammatoires qui peuvent conduire aussi à l'abolition des fonctions (névrite, périnévrite *a frigore*).

Nous nous sommes occupés jusqu'ici presque exclusivement de l'action du froid sur les nerfs, et c'est là en somme le point qu'il nous importait le plus d'approfondir ; la moelle et le cerveau sont bien mieux protégés contre le refroidissement direct que les nerfs périphériques : par suite les maladies *a frigore* des nerfs sont bien plus communes que celles des centres nerveux.

Il serait intéressant cependant de savoir quel est l'effet sur le cerveau et sur la moelle des applications de glace faites sur la tête ou le long du rachis ; il y a là des expériences intéressantes à faire.

Un froid modéré augmente l'énergie du système nerveux et favorise le travail intellectuel, mais un froid trop vif produit l'effet inverse, il paralyse, il engourdit les membres et l'intelligence (*voy.* plus loin la description de la mort par le froid).

A propos de l'influence du froid sur l'intelligence la plupart des auteurs font un parallèle entre les peuples du Nord et ceux du Midi, ils opposent volontiers le Gascon bruyant et bavard au Hollandais silencieux, réfléchi, mais quelque peu épais d'esprit et de corps ; c'est aller beaucoup trop loin que de voir dans ces différences des effets de la chaleur et du froid, il y a là des questions de races, de milieux, beaucoup plus complexes. L'action des climats froids a été du reste étudiée déjà dans ce Dictionnaire (*voy.* CLIMATS).

5. *Action du froid sur les muscles.* Le froid excite d'abord les contractions musculaires, ainsi que Muller l'a fait remarquer ; un muscle dans l'artère duquel on injecte de l'eau froide est pris sur-le-champ de contractions violentes qui ont lieu également quand on verse de l'eau froide à la surface du muscle. « La médecine pratique, dit Muller, a tiré parti de ce phénomène : car on injecte de l'eau froide dans les vaisseaux du placenta encore adhérent, afin de remédier à l'atonie de la matrice et aux pertes utérines après l'accouchement » (*Manuel de physiologie*, t. I, p. 533).

Des faits très-nombreux et d'observation vulgaire démontrent l'action excitante du froid sur les fibres musculaires lisses : le phénomène de la chair de poule est dû à la contraction des fibres musculaires de la peau ; la pâleur des tissus qui succède à l'impression du froid s'explique par la contraction des artéριοles périphériques, contraction qui a aussi pour effet de diminuer le volume de toutes les parties refroidies ; on se chausse et on se gante plus aisément en hiver qu'en été, par un froid vif les bagues tombent facilement des doigts. Sous l'influence du froid le scrotum devient dur, rugueux, le crémaster entraîne le testicule vers l'anneau inguinal. L'injection d'eau froide dans la vessie est suivie d'une contraction énergique de cet organe, tandis que les liquides tièdes peuvent être conservés par les malades ; le froid peut aussi agir par action réflexe sur la vessie ; tout le monde sait qu'il suffit de

marcher sur des dalles froides pour provoquer l'envie d'uriner, et quelques malades dont la vessie est paresseuse se servent instinctivement de ce moyen pour faciliter la miction. Le froid modéré augmente la tonicité des muscles du rectum, l'usage des lavements froids est un des meilleurs moyens de combattre la constipation, tandis que l'habitude des lavements chauds augmente invariablement la paresse du rectum.

Mais, si l'action d'un froid modéré est tonique et excitante pour les muscles, il faut bien savoir qu'un froid excessif ou longtemps prolongé peut amener un effet inverse et déterminer une paralysie musculaire ; c'est là, à notre avis, une des propriétés les plus importantes du froid au point de vue de la pathogénie des accidents généraux de congélation.

Lorsqu'on a été exposé pendant quelque temps à un air très-froid, les muscles de la face et des extrémités, qui sont principalement soumis au refroidissement, paraissent engourdis et comme paralysés ; on ne peut que difficilement remuer les lèvres, d'où une gêne notable dans la parole ; les mains sont inhabiles et tout travail manuel exigeant un peu de précision dans les mouvements est devenu impossible. Cet engourdissement des mains est encore plus marqué lorsqu'on a manié pendant quelque temps de la neige ou de la glace.

Pendant la retraite de Russie il arrivait souvent que nos soldats, dont les mains étaient engourdies par le froid, ne pouvaient pas faire usage de leurs armes pour se défendre contre les Cosaques (Larrey, *Mémoires*, t. IV, p. 113).

Une impression de froid modérée fait contracter les petits vaisseaux sanguins et pâlir les tissus, une impression de froid trop forte détermine un épuisement de la contractilité des vaisseaux à la suite de laquelle ceux-ci se relâchent et cèdent à la tension intérieure (Marey, Thèse. Paris, 1859). Les enfants qui font des boules de neige ont d'abord une sensation vive de froid dans les mains, mais bientôt cette sensation de froid est remplacée par une sensation de chaleur cuisante, de fourmillements, et en même temps les mains se gonflent, la peau rougit.

La paralysie vasculaire produite par l'action du froid sur une partie du corps peut devenir permanente. Les blanchisseuses, qui ont presque toujours les mains dans l'eau froide, ont généralement les mains et les bras rouges par suite d'une véritable paralysie des vaisseaux cutanés ; Billroth raconte l'histoire d'un jeune homme qui, à la suite d'une congélation incomplète du nez, avait gardé, à son grand désespoir, une teinte violacée de cette partie du visage.

La physiologie expérimentale confirme les faits qui précèdent, elle conduit aux mêmes conclusions que la simple observation, mais avec une précision plus grande.

M. Marey a étudié à l'aide du myographe l'influence du froid sur la contraction musculaire. Le froid modifie rapidement la secousse musculaire et lui donne une durée beaucoup plus considérable qu'à l'état normal ; il agit à peu près comme la fatigue et comme la ligature de l'artère ; l'amplitude des secousses est légèrement accrue au début, mais elle ne tarde pas à décroître. L'analogie qui existe entre les effets du refroidissement du muscle et ceux de la fatigue ou de l'arrêt de la circulation s'explique, d'après M. Marey, par la disproportion qui existe dans ces trois états entre la circulation du sang à l'intérieur du muscle et les actions chimiques dont cette circulation doit fournir les matériaux et enlever les résidus. Dans la fatigue, c'est l'activité exagérée des combustions intra-musculaires qui gêne la contraction ; dans la ligature d'artère et à la suite de l'appli-

cation du froid, l'apport du sang est insuffisant, il y a épuisement rapide des matériaux nécessaires au fonctionnement du muscle.

Une chaleur modérée (30 à 35°) excite l'action musculaire, les secousses deviennent plus rapides, elles prennent plus d'amplitude, et cette action est surtout remarquable quand on a eu soin de refroidir le muscle au préalable (Marey, *Du mouvement dans les fonctions de la vie*. Paris, 1868, p. 345).

Le froid n'agit pas seulement sur les muscles en modifiant leur circulation : lorsqu'il est intense, il peut arrêter le fonctionnement de la fibre musculaire, de même qu'il s'oppose aux mouvements amiboïdes des globules blancs et aux mouvements des cils vibratiles.

D'après les recherches de Horvath, lorsque la température des muscles de la grenouille a été abaissée à -5° , ces muscles perdent complètement leurs propriétés et ne peuvent pas les reprendre quand on les réchauffe ; les résultats contradictoires obtenus par quelques auteurs (de Humboldt, Kuhn) tiennent sans doute à ce que dans leurs expériences les muscles ne s'étaient pas mis en équilibre avec le milieu ambiant.

Les muscles meurent toujours à la même température, alors même qu'on fait passer, au lieu de sang, un courant d'eau salée, ce qui semble prouver que l'altération du sang n'est pas en cause et que le froid agit directement sur le muscle ; pour la *rana esculenta*, l'*hyla arborea*, l'*hydrophylus piceus*, la température qui tue les muscles est la même que pour la *rana temporaria*.

D'après Horvath, la mort de la grenouille par le froid s'explique par la mort du système musculaire, la vie étant impossible lorsque tous les muscles sont paralysés.

Le cœur de la grenouille durci par congélation peut encore se contracter pendant quelque temps après avoir été réchauffé. L'iris de la grenouille congelée, puis réchauffée, se rétrécit par la réfrigération, et s'élargit par le réchauffement ; on peut répéter à plusieurs reprises cette expérience sur le même animal (Horvath, *Centralblatt*, 1873, p. 33 et suivantes).

Le cœur de la grenouille se prête très-bien à l'étude des effets du froid sur la contraction musculaire.

Lorsque, après avoir coupé le bulbe chez une grenouille, on ouvre la poitrine et qu'on dirige sur le cœur le jet d'éther de l'appareil de Richardson, on voit d'abord les mouvements du cœur s'accélérer, en même temps qu'ils deviennent plus énergiques et presque convulsifs, mais bientôt ils disparaissent complètement avant même qu'il y ait congélation véritable du cœur ; les battements reparaissent par le réchauffement.

D'après Cyon, quand on abaisse progressivement la température du milieu dans lequel se trouve placé un cœur de grenouille qui vient d'être extirpé, les contractions se ralentissent et disparaissent complètement, si la température descend au-dessous de zéro.

La congélation n'altère pas en apparence la structure de la fibre musculaire, les éléments discoïdes qui constituent les fibres se séparent seulement avec plus de facilité sur les muscles congelés que sur les muscles sains (Ranvier, *op. cit.*, p. 476). Toutefois Beck a constaté que, lorsqu'on soumet la patte d'un lapin à un froid de -3° durant douze ou quinze heures, les fibres musculaires subissent la dégénérescence granulo-graisseuse.

Brown-Séquard a constaté que la persistance de l'irritabilité musculaire est bien plus grande chez les animaux dont la température est basse au moment de la

mort que chez ceux dont la température est au degré normal. Si des deux membres postérieurs d'un animal tué par asphyxie l'un est placé dans l'air à zéro, l'autre dans une chambre dont la température est de 16 à 17° centigrades, l'irritabilité persistera plus longtemps (une heure de plus environ) dans le membre refroidi que dans l'autre.

L'irritabilité musculaire est conservée trois ou quatre fois plus longtemps chez les animaux refroidis avant la mort que chez ceux qui n'ont pas été refroidis. Plus la température est basse, plus en général la durée de l'irritabilité et des mouvements rythmiques du cœur est considérable. Le temps pendant lequel la contractilité de l'iris persiste est d'autant plus court que la température du milieu ambiant est plus élevée; l'iris du lapin peut rester contractile en hiver pendant plus de deux jours après la mort de l'animal (Brown-Séquard, *Journal de physiologie*, 1858, p. 356).

Chez les animaux tués pendant le sommeil hibernant, l'irritabilité persiste bien plus longtemps que chez les animaux tués à l'état de veille; ce fait constaté par Mangili vient à l'appui des conclusions de Brown-Séquard.

6° *Action du froid sur l'appareil digestif.* Il y a deux choses à considérer : 1° l'effet d'une température extérieure froide sur les fonctions digestives; 2° l'effet de l'application directe du froid sur les surfaces muqueuses du tube digestif.

Chacun sait par expérience que l'appétit est beaucoup plus vif par les temps froids que par les temps chauds, en hiver qu'en été; tous les physiologistes ont insisté sur la différence d'alimentation des peuples du Nord et des peuples du Midi. L'aliment joue le rôle d'un véritable combustible intérieur (Gavarret), et il est naturel que la quantité de combustible nécessaire à l'entretien de la chaleur animale soit plus grande lorsque la déperdition de chaleur est plus considérable (*voy.* l'article CHALEUR ANIMALE). Le froid sec accroît tellement l'activité des forces digestives qu'il porte la sensation de la faim jusqu'à la douleur quand on n'a aucun aliment à introduire dans l'estomac. Il va sans dire que ce n'est pas l'air froid qui produit cette sensation en agissant directement sur la muqueuse de l'estomac, comme l'ont avancé quelques auteurs; l'air froid du dehors n'arrive pas en contact avec la muqueuse gastrique; la faim est une sensation instinctive qui nous annonce que l'organisme a besoin d'aliments pour réparer ses pertes, et, comme sous l'influence du froid l'activité des combustions est notablement accrue, il est naturel que la faim se fasse vivement sentir.

Après l'ingestion d'une boisson glacée, on éprouve dans la bouche, le pharynx et l'œsophage, une sensation vive de froid qui s'étend jusqu'à l'épigastre; une réaction s'opère bientôt, et une sensation de chaleur, de brûlure, remplace la première impression. Ces phénomènes sont analogues à ceux qui se passent du côté des téguments externes à la suite de l'application du froid. Si la boisson glacée est prise en trop grande quantité, si l'estomac est faible, et hors d'état de réagir, la sensation devient pénible, on voit survenir de l'anxiété, de la pesanteur à l'épigastre, des nausées, des frissons, quelquefois des syncopes; des accidents très-graves ont été observés chez des personnes qui déjà affaiblies par le froid et l'inanition cherchaient à se désaltérer en mangeant de la neige.

La mort subite survient quelquefois après l'ingestion d'eau glacée par un temps très-chaud (Brown-Séquard, *Leçons sur les vaso-moteurs*, p. 40).

L'eau glacée peut aussi troubler les sécrétions gastro-intestinales, arrêter le travail de la digestion ou provoquer une diarrhée profuse.

Quand on injecte de l'eau à zéro dans l'estomac d'un chien, la pression san-

guine s'élève toujours dans les artères, ce qui n'a pas lieu après l'injection d'eau tiède : d'où l'on peut conclure que c'est bien l'action du froid et non l'accroissement de la masse sanguine qui donne lieu à l'augmentation de pression (Expériences d'Hermann et de Ganz. *Journal de médecine de Bruxelles*, 1871). Ce fait permet de comprendre pourquoi l'ingestion d'une boisson glacée peut être l'occasion de la rupture d'un anévrysme ou d'une hémorrhagie cérébrale.

7^o *Action du froid sur quelques sécrétions.* Sous l'influence du froid, les sueurs se suppriment plus ou moins complètement et la sécrétion urinaire augmente d'autant; la chaleur, comme on sait, produit l'effet inverse; il y a un balancement constant entre la sécrétion de la sueur et celle des urines. Chez les habitants du Nord, les fonctions de la peau diminuent, celles des reins augmentent : aussi les maladies de la peau sont rares, et celles des reins communes; chez les peuples du Midi les fonctions de la peau s'exagèrent aux dépens de celles des reins, d'où la fréquence des maladies cutanées. Le rapport fonctionnel entre les reins et la peau est analogue à celui qui existe entre les poumons et le foie; dans les pays froids, c'est le poumon qui travaille le plus et qui est par suite le plus exposé aux localisations morbides; dans les pays chauds, c'est le foie.

K. Muller a fait quelques expériences dans le but d'apprécier l'augmentation de la sécrétion urinaire produite par le froid; des compresses glacées étaient appliquées sur la peau d'un chien dont les deux urètres étaient mis en communication avec un appareil enregistreur. Il a ainsi constaté que l'accroissement de la sécrétion urinaire était, dix minutes après l'application du froid, de 23 à 50 pour 100 de la quantité normale (*U. d. Einfluss der Hautthätigkeit auf die Harnabsonderung*. In *Arch. f. exp. Path.*, 1873).

Sidney Ringer (*Med. Times and Gaz.*, 1868) rapporte l'observation d'un enfant de deux ans dont la peau se colorait en jaune sous l'influence du froid; pendant deux ans Sidney Ringer put observer ce petit malade et il constata maintes fois que la peau et les conjonctives prenaient une teinte de brique dès que l'enfant s'exposait au froid. Il n'y a rien à conclure de ce fait quant à l'abondance de la sécrétion biliaire, car il s'agissait bien évidemment d'un ictère hémaphéique. Les urines ne renfermaient pas de matière colorante biliaire.

Nous verrons plus loin que la plupart des auteurs s'accordent à faire jouer à la suppression de la sueur par le froid un rôle important dans la pathogénie de quelques maladies; c'est là surtout une croyance fortement enracinée dans le public, qui accuse volontiers les *sueurs rentrées* de produire le rhumatisme, la pneumonie, etc.

Les autres fonctions de la peau (exhalation d'acide carbonique, absorption d'une faible quantité d'oxygène) doivent aussi diminuer d'activité sous l'influence du froid qui entrave la circulation périphérique.

On a comparé les effets du froid à ceux qui résultent de la suppression de l'excrétion cutanée au moyen d'enduits imperméables appliqués sur la peau des animaux. Les expériences faites par Fourcault, Becquerel et Breschet, Gluge, Magendie, Gerlach, Valentin, Cl. Bernard, Edenhuizen, démontrent que la mort ne tarde pas à arriver lorsqu'on supprime ainsi les fonctions de la peau.

D'après Cl. Bernard, on produit le refroidissement chez les animaux à sang chaud aussi bien en les enduisant d'une couche de vernis imperméable qu'en les

refroidissant directement dans un milieu réfrigérant (*Revue des cours scientifiques*, 1871, p. 1067).

La comparaison entre les effets du froid et ceux de la suppression de l'excrétion cutanée par l'application d'un vernis à la surface du corps ne nous paraît pas entièrement justifiée. Dans les deux cas, il est vrai, il y a suppression de l'excrétion cutanée et abaissement de la température, mais là s'arrêtent les analogies; il est bien probable que l'application d'un enduit imperméable à la surface du corps agit surtout en entravant les réflexes et en mettant obstacle au jeu régulier de l'appareil respiratoire, ce qui n'a pas lieu au même degré sous l'influence du refroidissement.

En résumé, si l'impression d'un froid modéré est capable de produire une excitation sur certains éléments, sur la fibre musculaire en particulier, on peut dire d'une façon générale que l'action des températures voisines de zéro ou inférieures à ce degré est une action essentiellement paralysante qui diminue la vitalité de tous les éléments anatomiques et qui finit par amener leur mort. Les mouvements des leucocytes, ceux des cils vibratiles, disparaissent par le refroidissement, les nerfs deviennent mauvais conducteurs, puis cessent entièrement de fonctionner, les muscles se paralysent.

Après avoir étudié l'action du froid sur chacun des grands appareils de l'économie, autant du moins que l'état actuel de la physiologie nous permettait de le faire, nous devrions rechercher comment le froid agit sur l'ensemble des fonctions, sur l'individu qui lutte contre le froid et qui parfois est vaincu dans ce terrible combat; mais cette étude est inséparable des effets pathologiques du froid chez l'homme, qui seront exposés au chapitre suivant.

§ II. **Pathologie.** I. ACCIDENTS DIRECTS PRODUITS PAR LE FROID. RÉSISTANCE AU FROID. ACCIDENTS LOCAUX. ACCIDENTS GÉNÉRAUX. MORT PAR LE FROID. D'après les vitalistes, la chaleur occupe la première place parmi les excitants indispensables à l'entretien du *principe vital*; il n'y a pas de principe vital dans le sens que Van Helmont, Stahl et Barthez, attribuaient à ce mot ou aux mots analogues d'*archée* et d'*âme organique*; la vie n'est pas localisée dans telle ou telle partie du corps, elle est partout, chaque cellule en a sa petite part; mais, de ce que la science moderne nie l'existence du principe vital, il ne s'ensuit pas qu'elle méconnaisse la force spéciale et insaisissable dans son essence, comme toutes les autres forces, qui caractérise les corps vivants: or cette force, cette propriété biologique a besoin pour se manifester de certaines conditions de milieu parmi lesquelles figure en première ligne la chaleur. La chaleur favorise les manifestations de la vie, le froid les ralentit ou les arrête; ce sont là des faits d'observation vulgaire. Tous les poètes ont chanté le réveil de la nature au printemps, tous les auteurs de climatologie se sont complu à mettre en parallèle les déserts glacés des régions polaires avec les forêts des régions équatoriales où la vie déborde, pour ainsi dire. Il ne faut rien exagérer, une chaleur extrême n'est pas moins contraire à la vie qu'un froid extrême; aux décès produits par le froid on peut opposer ceux plus nombreux peut-être qui sont dus à la chaleur brûlante des tropiques; néanmoins le fait général subsiste, il est certain que la vie a besoin, pour se manifester dans tous les êtres, d'un certain degré de chaleur.

Les animaux à température variable suivent, à peu près comme les plantes, les oscillations de la température extérieure; pour vivre d'une vie active ils ont besoin d'emprunter au milieu ambiant une certaine quantité de calorique, ils