

organes sexuels lors de la venue des Monimiacées, c'est-à-dire une concentration nouvelle des organes de reproduction éminemment favorable dans la lutte pour l'existence.

Ainsi, messieurs, se développe, des Algues unicellulaires et des Protophytes jusqu'aux magnifiques Corolliflores et Composées actuelles, en passant par les élégantes Fougères, les bizarres Cycadées ou Conifères, les Amentacées et les Ulliacées gigantesques, les arbres fleuris dont les orangers, les camélias, les rhododendrons et sapotilliers sont quelques-uns des plus beaux représentants, une série immense, innombrable, ininterrompue d'individus, d'espèces et de familles, nées les unes des autres dans le cours des âges terrestres, familles dont les descendants actuels, frères, cousins ou parents à tous les degrés, vivent en paix ou en guerre, courent la planète et la parent à nos yeux. Ce prodigieux élan, ce flot montant de vie végétale qui a de plus en plus inondé le sol émergé jusque dans ses plus hauts sommets, cette impulsion créatrice qui accumule forme sur forme pour donner à chaque coin de terre des êtres à nourrir, et pour utiliser chaque rayon de soleil, tout cela est bien fait pour étonner l'esprit et séduire l'imagination. N'est-ce pas en effet un spectacle sublime et de haute poésie, que de contempler cette nature vivante, constamment en état de gestation, pour qui la procréation d'individus et d'espèces est la chose sacro-sainte? Les Grecs, le peuple du monde qui a eu le sentiment le plus vif et le plus profond des choses et des agents naturels, avaient mille fois raison, s'il leur fallait des dieux et s'ils voulaient adorer quelque chose, de déifier la nature terrestre, qui produit et nourrit tant d'êtres divers, la *terra alma mater parens rerum*, la Cybèle antique toujours féconde et inépuisable.

D^r J. GUILLAUD,

Professeur d'histoire naturelle à la Faculté de médecine de Bordeaux.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE

UNIVERSITÉ DE LIÈGE

COURS DE M. LÉON FREDERICQ

La coagulation du sang.

Le sang soustrait à l'organisme ne tarde pas à se coaguler spontanément par suite de la prise en masse d'une substance qui, depuis Fourcroy, porte le nom de *fibrine*. La lymphe, le chyle, un grand nombre d'exsudats pathologiques partagent cette propriété. Des changements analogues s'observent dans plusieurs solides de l'organisme : c'est ainsi que les muscles, les cartilages, certains parenchymes glandulaires, le foie par exemple, éprouvent après la mort une augmentation de résistance à laquelle on a donné le nom de *rigidité cadavérique*.

Nous laissons pour le moment de côté les phénomènes de ce genre qui se produisent dans les tissus solides de notre

corps. Toutes les expériences que nous allons exécuter devant vous auront trait à la *coagulation du sang* et seront applicables également à celle de la lymphe et du chyle.

Le chien que vous voyez ici a été narcotisé avant la leçon par une injection hypodermique de 40 centigrammes de chlorhydrate de morphine : on le maintient dans un état d'insensibilité complète en lui faisant respirer de temps en temps quelques gouttes de chloroforme. Nous avons introduit une canule dans l'artère crurale et fait une légère saignée il y a une dizaine de minutes. Il nous suffit, comme vous le voyez, de desserrer la petite pince à pression qui comprime l'artère pour obtenir un jet de sang rutilant, vigoureux et saccadé. Ce sang parfaitement liquide au moment où nous le tirons ne tardera pas à se transformer en une gelée cohérente. L'échantillon que nous avons recueilli dans ce gobelet quelques minutes avant la leçon est déjà si bien pris, si bien coagulé que nous pouvons retourner ce vase sans qu'il s'en échappe une goutte.

En examinant tout à l'heure au microscope un fragment de la masse coagulée, vous pourrez constater que cette masse n'est pas homogène, vous y distinguerez un réseau d'une substance filamenteuse emprisonnant dans ses mailles les globules rouges et la partie liquide du sang. Le caillot subit bientôt une rétraction spontanée qui a pour effet d'exprimer peu à peu au dehors la plus grande partie du liquide et de faire diminuer d'autant son propre volume. Ce liquide, comme nous le verrons, n'est autre chose que le *plasma* moins la *fibrine* et porte le nom de *sérum*. Avant la coagulation, le sang se compose donc de globules et de plasma : après la coagulation, de globules, de sérum et de fibrine. La preuve que c'est bien à cette fibrine qu'il faut attribuer la prise en masse du liquide, c'est que le sang privé de cette substance ne se coagule plus. Si nous battons le sang à sa sortie du vaisseau, à l'aide d'une baguette de baleine, la fibrine, au lieu de former corps avec les autres éléments du sang, se dépose en masses fibreuses à la surface de la baguette et le reste du sang, le sérum tenant en suspension les globules, reste parfaitement liquide. C'est le procédé que vous verrez employer dans tous les abattoirs pour empêcher le sang de porc de se coaguler et permettre d'en faire des boudins.

D'où vient cette fibrine? quel est l'agent qui la fait passer à l'état solide? Il semble assez naturel d'attribuer la cause de cette coagulation à l'une des circonstances nouvelles dans lesquelles se trouve placé le sang au moment de la saignée. Soustrait à l'organisme, il se refroidit, il subit le contact de l'air, il n'est plus animé du mouvement de la circulation. Nous allons vous montrer qu'aucune de ces conditions nouvelles, le froid, l'air, le repos, ne peut être considérée comme cause de la coagulation et que la réunion de ces trois agents est elle-même impuissante à expliquer le phénomène.

Loin d'accélérer la séparation de la fibrine, le refroidissement exerce une action défavorable sur sa production et peut même suspendre la coagulation. Nous recevons ici trois échantillons de sang dans trois tubes à paroi mince ; l'un entouré de glace, le second d'eau chaude, le troisième à

la température ambiante. Le sang où l'on empêche le refroidissement sera coagulé bien avant les autres; celui dont la température aura brusquement été abaissée à 0° pourra rester liquide pendant des heures entières. Nous utiliserons cette action suspensive du froid pour laisser aux globules le temps de se déposer au fond du vase et pour recueillir séparément la couche de plasma surnageante. La coagulation n'est pas abolie ici, il suffit d'une élévation d'un petit nombre de degrés pour que le phénomène apparaisse de nouveau.

Le battage du sang qui accélère le dépôt de fibrine nous montre que ce n'est pas le mouvement de la circulation qui empêche le sang de se coaguler à l'intérieur des vaisseaux. On ne saurait non plus invoquer le contact de l'air comme condition de la coagulation. Nous recevons directement sur la cuve à mercure, dans cette petite cloche, une certaine quantité de sang, qui n'a pas subi le contact de l'air et qui ne s'en coagulera pas moins. Le garçon de laboratoire va prendre une autre cloche à moitié remplie de sang sur la cuve à mercure; il va la boucher exactement avec le doigt et la maintenir dans de l'eau à + 39° en ayant soin de l'agiter continuellement. Le sang dans cette expérience n'est soumis ni au froid, ni au repos, ni au contact de l'air, et cependant la fibrine se déposera rapidement.

On peut faire une expérience pour ainsi dire inverse de la précédente. Le gros vaisseau, lié à son extrémité inférieure, que vous voyez suspendu à ces crochets, est une veine jugulaire qui a été extraite ce matin à l'abattoir sur un cheval récemment assommé. La veine est encore remplie à moitié de sang qui reste liquide, quoiqu'il soit soumis à la fois au repos, au refroidissement et au contact de l'air par sa partie supérieure.

Ces expériences, dont plusieurs datent du siècle dernier, nous portent à admettre que le sang tire de lui-même tous les éléments de sa coagulation: celle-ci ne s'explique ni par addition, ni par soustraction de quelque chose de matériel. Les théories de Richardson et de Scudamore attribuant la coagulation à la volatilisation de l'ammoniaque du sang ou au départ de l'acide carbonique n'ont donc pas plus de valeur que celles qui font jouer un rôle à l'un des gaz de l'air (Hewson, Eichwald, Mathieu et Urbain).

Si le principe de la coagulation ne vient pas de dehors, pourquoi le sang reste-t-il fluide chez l'animal vivant? Quel est ici l'agent qui s'oppose à la coagulation à l'intérieur des vaisseaux? On sait depuis longtemps que le sang ne se coagule qu'imparfaitement dans les cadavres. Hewson montra le premier que le sang compris entre deux ligatures dans un segment vasculaire ne se coagule qu'au bout d'un temps fort long. Vous avez vu que le sang reste parfaitement liquide dans cette veine de cheval, quoiqu'elle ait été extraite depuis plusieurs heures. Déversons une partie de ce sang dans ce gobelet, il ne tardera pas à s'y coaguler. La nature du vase dans lequel il est contenu ne paraît donc pas indifférente.

Brücke appela le premier l'attention sur les faits de cet ordre. Il montra que le sang reste fluide tant qu'il est en contact avec la paroi vasculaire vivante et intacte, qu'il se coagule dans tous les cas où on le soustrait à cette influence.

Brücke admettait une action anticoagulante de la paroi vasculaire. Nous formulerons ces faits un peu différemment et nous dirons: le sang reste liquide dans les vaisseaux, non parce que la paroi de ces derniers l'empêche de se coaguler, mais parce qu'il n'y subit pas le contact avec un corps étranger autre que cette paroi.

Ce contact avec un corps étranger est, en effet, suffisant pour provoquer la coagulation du sang, que ce liquide soit ou non contenu dans un vaisseau vivant. Notre veine de cheval contient encore un peu de sang liquide, projetons-y quelques gouttelettes de mercure, un fragment de verre, et nous verrons avant la fin de la séance ces corps étrangers devenir le point de départ de la coagulation qui envahira de proche en proche le reste du liquide, malgré la présence de la paroi vasculaire.

Voici l'autre veine jugulaire du cheval abattu ce matin. Immédiatement après l'avoir liée et extraite, on l'a subdivisée en quatre segments à l'aide de trois nouvelles ligatures. Dans deux de ces segments nous avons introduit avec précaution à travers la paroi de minces stylets de verre bien aigus, étirés dans la flamme: les deux autres segments servent de témoins. Nous ouvrons successivement ces quatre segments. Vous constatez qu'autour de chacun des stylets faisant office de corps étrangers s'est formé un caillot fibrineux, tandis que le sang est resté liquide dans les deux segments témoins. La même expérience peut se faire chez l'animal vivant: tout corps étranger introduit dans le système circulatoire sanguin, même des fragments de tissus vivants, os, tendons, etc., ne tarde pas à s'y recouvrir de caillots. La paroi vasculaire elle-même, lorsqu'elle s'altère, peut faire office de corps étrangers et devenir un centre de coagulation.

Si l'on cherche à suivre au microscope ce phénomène de la coagulation à la surface des corps étrangers, on trouve que le dépôt de fibrine a toujours pour point de départ des amas de globules blancs qui viennent s'y agglutiner. Nous reviendrons bientôt sur ce fait.

La seule conclusion que l'on puisse tirer de tout ce qui précède, c'est que le sang reste liquide tant qu'il est contenu à l'intérieur des vaisseaux, qu'il se coagule, au contraire, dès qu'il en sort et qu'il est mis en contact avec des corps étrangers. Les procédés physiques d'investigation nous apprennent donc fort peu de chose sur ce phénomène en lui-même. Tout garçon d'abattoir intelligent aurait pu nous donner des renseignements analogues.

Les méthodes chimiques vont, au contraire, nous permettre d'isoler les générateurs de la fibrine. Dès que nous pouvons répéter le phénomène dans un verre à expérience, nous le dominons: il ne reste plus qu'à l'étudier par une analyse patiente.

On sait depuis la fin du siècle dernier que c'est dans la partie liquide du sang, dans le plasma et non dans les globules rouges, qu'il faut chercher les générateurs de la fibrine. (Hewson). On peut le démontrer de différentes façons. Il faut pour cela séparer les globules du plasma avant que la coagulation ait envahi ce dernier. On ne peut songer à la filtra-

Les globules rouges sont des corps tellement mous qu'ils se glissent à travers les pores du papier le plus fin. Il faut opérer par décantation, attendre que les globules se soient déposés, en vertu de leur poids spécifique plus élevé, se soient rassemblés au fond du vase. Tandis que le sang de bœuf, en attendant qu'on y suspende la coagulation, ne donnerait souvenir après plusieurs jours d'attente qu'une couche de liquide aqueux perceptible, le sang des solipèdes, celui du cheval en particulier, commence au bout de quelques minutes à se séparer en un liquide jaunâtre qui surnage (plasma) et en une bouillie de globules rouges gagnant les parties inférieures. Le sang de cheval présente, en outre, l'avantage de se coaguler plus lentement que celui d'aucun autre mammifère. Néanmoins la coagulation le saisit en général au moment où la stratification ne fait que commencer (*crusta phlogistica*), sorte qu'il est à peu près indispensable de suspendre la production de la fibrine en refroidissant rapidement le sang au moment de la saignée. On le reçoit dans un vase à large surface, mais de faible contenance, entouré de glace ou d'un mélange réfrigérant, comme vous l'avez vu faire tantôt. On peut alors recueillir séparément le plasma et les globules. Le plasma se coagule dès qu'on le soustrait à l'influence du froid. Les globules, au contraire, restent à l'état de bouillie. Si s'y produit une coagulation, on peut la rapporter à la petite quantité de plasma qui les baigne.

On peut également utiliser la propriété qu'offrent les veines traitées du corps de conserver fluide le sang qu'elles contiennent.

Enfin nous possédons un troisième moyen plus commode que les deux premiers. Les solutions salines neutres suffisamment concentrées, chlorure de sodium, sulfate de sodium et de magnésium, mélangées avec le sang au moment de la saignée, exercent sur lui une action analogue à celle du froid : elles suspendent le phénomène de la coagulation.

Nous laissons couler du sang de chien dans ce gobelet dont le tiers de la capacité est occupé par une solution saturée de sulfate de magnésium. Nous achevons de le remplir en ayant soin de bien opérer le mélange du liquide sanguin avec la solution saline. Le liquide ainsi obtenu ne se coagulera pas. Après quelques heures, les globules seront précipités et le plasma se trouvera en entier placé au-dessus de ces corpuscules. On pourra le recueillir à l'aide d'une pipette. Le plasma ainsi dilué contient les générateurs de la fibrine et va nous permettre de les isoler et de les étudier.

C'est à Denis que l'on doit le moyen de préparer la substance albuminoïde qui, dans la coagulation, se transforme en fibrine. Il réussit à l'extraire du plasma dilué en saturant le liquide à l'aide de chlorure de sodium en poudre.

Nous répétons devant vous cette expérience mémorable. Le chlorure de sodium produit un précipité floconneux que nous recueillons sur le filtre. La pâte molle, blanchâtre, ainsi obtenue, se redissout facilement dans l'eau en formant une solution parfaitement limpide après filtration. Vous verrez cette solution se prendre spontanément en gelée à la façon du sang. Comme le phénomène pourrait ne pas être terminé avant la fin de la séance, nous avons eu soin de pré-

parer la même solution il y a une couple d'heures. Vous voyez qu'elle est déjà entièrement prise et présente l'aspect d'une fort belle gelée hyaline. Le battage de cette solution aurait fourni la fibrine sous forme d'enduit fibreux recouvrant la baguette de baleine, comme cela a lieu pour le sang.

Denis avait donné le nom de *plasmine* à cette pâte blanchâtre que le chlorure de sodium précipite du plasma sanguin et qui se transforme en fibrine. Le phénomène de la coagulation consistait, d'après lui, en un dédoublement de la plasmine en *fibrine concrète*, d'une part, en *paraglobuline (fibrine dissoute de Denis)*, d'autre part. C'est là une erreur. La paraglobuline qu'on retrouve après la coagulation dans les solutions de plasmine y existait déjà avant la coagulation et n'est pas un produit de la plasmine. La plasmine n'est pas une substance pure, comme le croyait Denis, mais un mélange de deux substances albuminoïdes. L'une, qui se transforme en fibrine et qui disparaît par le fait de la coagulation, a reçu le nom de *fibrinogène*; l'autre, la *paraglobuline* (fibrine dissoute, albuminate alcalin, globuline du sérum, substance fibrinoplastique) sont des dénominations qu'on a tour à tour appliquées à la paraglobuline du sang), se retrouve après la coagulation.

Ces deux substances appartiennent au groupe des globulines de Hoppe-Seyler et, comme telles, offrent un grand nombre de propriétés communes. Elles sont insolubles dans l'eau distillée, mais se dissolvent à la faveur d'une petite quantité de sel à métal alcalin : c'est dans cet état qu'elles se trouvent dans le sang. La saturation par le chlorure de sodium, le sulfate de magnésium, etc., les précipite plus ou moins complètement de leurs solutions et permet de les extraire ensemble du plasma sanguin, d'extraire la paraglobuline seule du sérum sanguin. Cette similitude de propriété rend leur séparation fort difficile. Il faut, pour obtenir des solutions de fibrinogène plus ou moins exemptes de paraglobuline, recourir, comme l'a fait Hammarsten, à des précipitations fractionnées du plasma sanguin à l'aide d'une solution saturée de chlorure de sodium. Le fibrinogène se précipite avant la paraglobuline.

Les principaux caractères qui peuvent faire distinguer le fibrinogène de la paraglobuline sont la grande altérabilité du fibrinogène, sa facile transformation en fibrine et son point de coagulation par la chaleur $+ 56^{\circ}$, qui est très différent de celui de la paraglobuline ($+ 75^{\circ}$). Il est très probable aussi que son pouvoir rotatoire spécifique α_D pour le plan de la lumière polarisée est différent de celui de la paraglobuline qui est de $47^{\circ},8$. La coagulation par la chaleur permet de démontrer facilement que la plasmine est un mélange de deux substances albuminoïdes : si l'on chauffe graduellement une solution de plasmine, on obtient vers $+ 55^{\circ}$ des grumeaux de fibrinogène coagulé; le liquide filtré peut ensuite être porté jusque près de $+ 75^{\circ}$ avant que la paraglobuline ne se coagule à son tour.

Ces deux substances, le *fibrinogène* et la *paraglobuline*, ne sont pas des produits artificiels nés sous l'influence des réactifs employés à les préparer; elles préexistent à côté de l'albumine dans le plasma sanguin alors que celui-ci est

encore contenu dans la veine. Supposons une veine de cheval gonflée de sang, liée aux deux bouts et suspendue verticalement, de façon à permettre aux globules rouges de gagner les parties déclives. On peut bientôt isoler par une ligature le segment veineux supérieur qui ne contient que du plasma dont on constate la limpidité par transparence. Renfermons ce segment de veine dans un tube de verre que nous chauffons au bain d'eau. Nous pourrions atteindre la température de $+55^{\circ},5$ sans que le plasma perde sa limpidité et la propriété de se coaguler au sortir du vaisseau. Dès que nous atteignons $+56^{\circ}$, le liquide devient trouble, le fibrinogène se précipite sous forme de grumeaux nageant dans un liquide qui a irrévocablement perdu la propriété de se coaguler et de former de la fibrine. Ce liquide contient encore l'albumine et la paraglobuline et ressemble sous ce rapport au sérum sanguin.

Le plasma sanguin contient donc avant la coagulation trois substances albuminoïdes : le fibrinogène, qui disparaît en donnant naissance à la fibrine ; la paraglobuline et l'albumine, qui se retrouvent après la coagulation.

Le poids de la fibrine formée ainsi n'atteint jamais celui du fibrinogène qui existait en solution. Le rapport, entre la quantité de fibrine obtenue et la quantité de fibrinogène disparue, varie avec le degré d'alcalinité du liquide et différentes autres circonstances mal déterminées. Il reste là plusieurs points obscurs à éclaircir.

D'après Hammarsten, le fibrinogène disparu se serait transformé en paraglobuline. Il y aurait là un dédoublement analogue à celui que Denis admettait pour sa plasmine.

Sous quelle influence le fibrinogène se transforme-t-il en fibrine ? Pourquoi ce phénomène ne se passe-t-il pas dans le sang qui circule ? Les travaux d'Alexandre Schmidt ont fait faire un grand pas à cette question. L'illustre physiologiste de Dorpat a démontré que le fibrinogène seul était incapable de fournir de la fibrine. La présence simultanée de la paraglobuline serait indispensable ; aussi avait-il donné à cette substance le nom de fibrinoplastique. Cette partie de la théorie d'Alexandre Schmidt n'est rien moins que démontrée. Il paraît, au contraire, établi par les recherches de Hammarsten que des solutions de fibrinogène entièrement exemptes de paraglobuline sont aptes à fournir de la fibrine.

Alexandre Schmidt a été plus heureux quand il a démontré que la transformation du fibrinogène en fibrine pouvait être comparée à une fermentation, que le phénomène nécessitait la présence d'une substance qui se retrouve intacte après la coagulation et à laquelle il donna le nom de *ferment de la fibrine*.

Ce ferment n'existe pas encore dans le sang qui circule ; il se forme au moment où le sang, sortant des vaisseaux, vient subir le contact des corps étrangers. Ce ferment dérive des globules blancs.

Une foule de faits démontrent l'exactitude de cette théorie. La coagulation du sang est précédée d'une période latente de la coagulation pendant laquelle se produit le ferment de la fibrine. Dans la préparation de la plasmine de Denis, on

obtient un produit qui se coagule plus ou moins vite suivant qu'on a laissé s'écouler plus ou moins de temps entre le moment où le sang est tiré, et celui où il se mélange au sulfate de magnésium qui arrête la coagulation et la production du ferment. Si l'on reçoit directement le sang dans la solution saline, le ferment n'a guère le temps de se former, et le mélange de fibrinogène et de paraglobuline, obtenu en précipitant par le chlorure de sodium, fournit une solution qui montre fort peu de tendance à la coagulation. Au contraire, si l'on opère le mélange plusieurs minutes après la saignée, le sang est déjà riche en ferment, et la solution de plasmine qu'on en prépare se coagule spontanément au bout de fort peu de temps.

A l'exemple des ferments digestifs, le ferment de la fibrine se retrouve intact après que la coagulation est terminée : on peut l'extraire, soit du sérum, soit du sang coagulé par les procédés généraux qui servent à extraire les autres ferments : précipitation par l'alcool, puis traitement du résidu insoluble dans l'alcool par une petite quantité d'eau. Le ferment précipité par l'alcool se redissout et fournit un liquide très actif.

Il nous suffit d'ajouter quelques gouttes de ce liquide à cette solution de fibrinogène qui par elle-même offre peu de tendance à la coagulation, pour la trouver coagulée au bout de peu de temps.

Comme la pepsine et la diastase, le ferment de la fibrine se laisse facilement entraîner mécaniquement par tous les précipités qui se forment dans ses solutions : ceci nous explique pourquoi les précipités de plasmine obtenus par le chlorure de sodium contiennent généralement des quantités notables de ce ferment.

Le ferment de la fibrine, avons-nous dit, commence à se former dès que le sang sorti des vaisseaux arrive en contact avec des corps étrangers ; il ne préexiste pas dans le sang qui circule. En effet, si l'on cherche à préparer une solution de ferment en recevant directement dans l'alcool le sang au sortir de l'artère, on obtient une solution complètement inactive, — c'est lorsque la coagulation est terminée que le sang fournit les solutions de ferment les plus actives.

Enfin c'est aux dépens des globules blancs que paraît se former le ferment de la fibrine. Si l'on cherche à recueillir une certaine quantité de leucocytes par filtration, on réussit à en préparer des solutions de ferment fort actives. Ceci est en parfait accord avec le fait signalé tantôt, à savoir que la coagulation à la surface d'un corps étranger débute toujours par un dépôt de leucocytes. L'observation microscopique montre d'ailleurs dans certains cas la formation de fines fibrilles de fibrine à la surface des globules blancs.

Le phénomène de la coagulation du sang présente dans ses allures générales un grand nombre de points de ressemblance avec les autres fermentations connues.

A mesure que la température baisse, l'énergie de la coagulation diminue ; à 0° , elle est complètement suspendue. La température la plus favorable à sa production paraît être un peu supérieure à celle du corps. La limite supérieure est naturellement le point de précipitation du fibrinogène par la chaleur $+56^{\circ}$.

Le ferment de la fibrine a besoin, pour exercer convenablement son action, d'un milieu à composition chimique spéciale : une solution aqueuse de fibrinogène, ni trop riche ni trop pauvre en sels. Nous avons vu que l'addition de sels neutres Na Cl, Mg SO₄, Na₂ SO₄, etc., empêche le sang de se coaguler. La présence des acides ou des alcalis en quantité notable a la même action.

Quoique les globules rouges n'interviennent pas directement dans la production de la fibrine, la présence de l'hémoglobine exerce une action adjuvante très marquée : il en est de même de celle de la mousse de platine et en général de toutes les substances qui catalysent l'eau oxygénée.

Enfin la coagulation du sang est accompagnée d'un dégagement de chaleur assez marqué pour être sensible au thermomètre ordinaire.

En résumé, voici quelle nous semble être l'hypothèse la plus probable sur le phénomène de la coagulation du sang :

Tant que le sang circule, le fibrinogène du plasma sanguin reste en dissolution parce que l'élément de sa transformation en fibrine, le ferment, n'existe pas encore dans ce liquide. Le plasma contient-il d'ailleurs une certaine quantité de ferment, qu'une coagulation du fibrinogène n'en serait pas la conséquence fatale ; on a prouvé, en effet, que des solutions de ferment injectées chez l'animal vivant dans le torrent circulatoire y étaient promptement détruites. Ainsi s'explique peut-être ce fait que la transfusion de sang défibriné, contenant par conséquent du ferment, n'est pas nécessairement suivie de coagulation dans les vaisseaux.

Au moment où le sang sort des vaisseaux, il arrive en contact avec des corps étrangers qui semblent exercer sur les globules blancs une action irritante, sous l'influence de laquelle ces organismes élémentaires produisent le ferment de la fibrine. Ce ferment, se répandant dans le liquide ambiant, y provoque la transformation du fibrinogène en fibrine.

LÉON FREDERICQ,

Professeur à l'Université de Liège.

A consulter : Hewson, *Experimental Inquiry into the properties of the blood*, 1770. — John Hunter, *Works on the blood*. — Brücke, *Virchow's Archiv*, XII, p. 81 et p. 172, 1857. — Denis, *Études chimiques*, 1842; *Mémoire sur le sang*, Paris, 1859. — Mantegazza, *Anali universali di medicina*, 1871. — Glénard, *Contributions*, etc., Paris, 1875. — Hoppe-Seyler, *Handbuch*, 1875. — Alex. Schmidt, *Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1861, p. 545 et 676; 1862, p. 428 et 533; *Arch. f. d. ges. Physiol.*, VI, p. 413; IX, p. 353; XI, p. 291 et 515; XIII, p. 93 et 146; *Die Lehre v. d. ferment. Gerinnungerssch. Dorpat*, 1876. — Hammarsten, *Nova Act. Reg. Soc. Upsal*, ser. 3, XI; *Upsala läkareförenings förhandlingar*, XI; *Arch. f. d. ges. Physiol.*, XIV, p. 211; XVII, p. 413; XVIII, p. 38; XIX, p. 563; XXII, p. 431, 1880. — Léon Fredericq, *Arch. Zool. exp.*, 1877, n° 1; *Bull. Acad. Belgique*, LXIV, n° 7, 1877; *Recherches*, etc., Gand, 1878; *Arch. Biologie*, I, 3, p. 457, 1880.

CONGRÈS SCIENTIFIQUES

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES
SESSION DE REIMS

Comptes rendus des travaux de la section de météorologie.

Les communications n'ont pas manqué cette année à la section de météorologie et un grand nombre d'entre elles ont certainement présenté de l'intérêt. M. A. Angot, météorologiste titulaire au bureau central, qui présidait cette section, était mieux que tout autre placé pour centraliser les travaux qui n'avaient pu être présentés par leurs auteurs et il y a lieu de le féliciter de la manière consciencieuse dont il a cherché à faire valoir les notes qui lui avaient été ainsi adressées.

Nous n'avons pas l'intention de donner ici un aperçu de toutes les communications faites à Reims. Trois mois sont déjà écoulés depuis le congrès, c'est assez par le temps qui court pour enlever à ce compte rendu son caractère d'actualité. Nous nous contenterons donc d'analyser rapidement les travaux qui nous ont paru présenter le plus d'importance.

M. H. Viguier, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier, avait exposé l'an dernier quelques considérations sur le phénomène encore si mystérieux de la grêle. Il a cherché à les compléter cette fois autant que cela était possible.

La vitesse des orages de grêle est en général supérieure à celle des orages de pluie. La vitesse que les grêlons peuvent acquérir suivant la verticale ne saurait, d'après M. Viguier, dépasser une valeur assez faible qui reste proportionnelle à la racine carrée de leur diamètre. C'est au bout de 4 à 5 secondes seulement qu'ils atteignent leur régime uniforme. Tandis que la vitesse du vent peut atteindre 40 ou 50 lieues à l'heure, celle de la chute des grêlons ne dépasse jamais 20 ou 25 lieues.

« La grêle, disait Monge en 1790, présente deux difficultés qui ont occupé les physiciens et qu'on n'a pas encore résolues d'une manière satisfaisante. La première est la formation même de ce météore; la seconde est qu'il n'ait jamais lieu pendant l'hiver, tandis qu'au premier abord cette saison paraîtrait la plus favorable à sa production. » En réalité, Monge est ici dans l'erreur, car on cite quelques exemples de grêle en hiver.

M. Viguier semble attribuer la formation de la grêle à l'action d'un vent froid et violent sur un nuage de pluie ordinaire.

M. Angot a remarqué que toutes les formules que l'on a proposées successivement pour la mesure des hauteurs au moyen des observations barométriques doivent être vérifiées en comparant les nombres qu'elles fournissent pour la différence de hauteur de deux stations, avec le résultat d'un nivellement direct. Pour se rapprocher autant que possible de la condition théorique d'équilibre statique de l'air, qui sert toujours de point de départ, il convient d'opérer cette vérification, non sur des observations isolées, mais sur des