Essai sur l'application de la chimie a l'étude physiologique du sang de l'homme : et a l'étude physiologico-pathologique, hygiénique et thérapeutique des maladies de cette humeur / par P.S. Denis.

Contributors

Denis Prosper Sylvain, 1799-1863.
Royal College of Physicians of Edinburgh

Publication/Creation

Paris : Béchet jeune, 1838.

Persistent URL

https://wellcomecollection.org/works/sqdxv7y4

Provider

Royal College of Physicians Edinburgh

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by the Royal College of Physicians of Edinburgh. The original may be consulted at the Royal College of Physicians of Edinburgh. where the originals may be consulted.
This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.

wellcome collection

Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
https://wellcomecollection.org

F. 5. 26.

R53118

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b2172698x

M 5/26

ESSAI

SUR

L'APPLICATION DE LA CHIMIE

A L'ÉTUDE

DU

SANG DE L'HOMME.

IMPRIMERIE ET FONDERIE DE FÉLIX LOCQUIN ET COMPAGNIE,
16, rue Notre-Dame des Victoires.

ESSAI

SUR

L'APPLICATION DE LA CHIMIE

A L'ÉTUDE PHYSIOLOGIQUE

DU

SANG DE L'HOMME,

ET A L'ÉTUDE PHYSIOLOGICO-PATHOLOGIQUE, HYGIÉNIQUE ET THÉRAPEUTIQUE

DES MALADIES

DE CETTE HUMEUR.

PAR P. S. DENIS, D. M. P.,

Médecin des épidémies du deuxième arrondissement de la Meuse, et de l'hôpital civil et militaire de Commercy; membre correspondant de l'académie royale de Médecine, des sociétés de pharmacie et de chimie médicale de Paris, et des sociétés littéraires, scientifiques ou médicales de Strasbourg, Metz, Nancy, Epinal, Verdun, Evreux, Caen, etc.

OUVRAGE PRÉSENTÉ A L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

LE 2 JANVIER 1838.

BIBLIOTH. COLL. REG. MED. EDIN.

. . . Je ne veux pas renouveler ici les rêveries des anciens chimiâtres, ou suivre les principes erronés de quelques médecins chimistes modernes; personne, plus que moi, ne redoute l'introduction en physiologie et en médecine des explications qui ne ressortent pas d'observations exactes ou d'expériences concluantes

(*Préface*, page 4.)

PARIS

BÉCHET JEUNE,

LIBRAIRE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,

Place de l'Ecole de Médecine, 4.

1838

MED. EDIV. BIBLIOTHEQUE COLLEGE

A MM.

Dumas,

BRESCHET,

Magendie,

Membres de l'Institut, Académie des Sciences, etc.

Hommage

Du plus profond respect,

Prosper-Sylvain *Denis.*

PRÉFACE.

La marche imprimée à la médecine est désormais progressive, grace aux perfectionnemens récens de la méthode d'observer les faits qui lui appartiennent, et à ceux plus récens encore des sciences accessoires appliquées à son étude expérimentale. Les esprits se sont dégagés pour toujours, il faut l'espérer, des entraves imposées naguère par quelques hommes de génie qui, en la systématisant, avaient cru fixer définitivement ses limites. Afin de la rétablir dans ses justes proportions, on l'a ramenée à ses seules bases solides, les résultats tant de l'observation que de l'expérimentation, et les inductions positives qu'ils peuvent fournir. Aussi reconnaît-on aujourd'hui qu'elle est moins avancée qu'on ne l'a proclamé pendant bien des années, même que les connaissances qui la constituent doivent subir une révision sévère et faire de nombreuses acquisitions, avant de pouvoir être coordonnées en un corps de doctrine capable de soutenir une discussion approfondie ou l'épreuve du temps.

Il est sans doute pénible d'être forcé à cet aveu. Cependant un bien est résulté de la fausse voie dans laquelle on était entré. Maintenant, au lieu de féconder par les efforts de l'imagination une conception ingénieuse, en y ralliant ce que les auteurs ont publié, on s'attache généralement à multiplier des observations exemptes d'erreurs autant qu'il est possible, et des expériences convenablement conduites; on se borne à enregistrer les faits déjà connus et ceux qu'on découvre chaque jour, à estimer leur valeur, à les interpréter après les avoir vérifiés, nombrés, pesés, en procédant à cette opération importante avec une rigueur mathématique. Accumuler de cette manière toute philosophique des matériaux destinés à construire plus tard l'édifice d'une science exacte, telle est l'œuvre que notre époque commence avec succès, mais qu'il ne sera donné qu'à nos neveux d'accomplir.

Lorsque j'entrepris autrefois d'expérimenter ur le sang, c'était pour coopérer à cette œuvre mmense; je me suis alors conformé religieusement au programme que je viens d'exposer. On en peut juger par les recherches sur cette humeur que j'ai fait imprimer en 1830, et que j'avais présentées d'abord, en 1828, à l'Institut, qui les a mentionnées honorablement en 1829.

La faveur avec laquelle on a paru accueillir ce mémoire m'a engagé à le continuer dans le même esprit, et à le rendre, en outre, utile à l'art de guérir, en me livrant dans ce but à l'examen du sang malade. Une telle direction donnée à mes études m'a semblé d'autant plus opportune que l'humorisme vient, à l'applaudissement général, se réunir peu à peu au solidisme qui a régné trop long-temps en médecine d'une manière exclusive.

J'écrivais, en 1830, qu'on négligeait de faire des recherches chimiques sur l'organisation; que la composition même de la plupart des pièces diverses de la machine animée restait encore un mystère, et qu'on s'occupait à peine de faire profiter du peu de faits que nous possédons déjà, la science de l'homme sain et de l'homme souffrant. Depuis, sept années se sont écoulées, et les recherches chimiques se sont multipliées; elles ont donné beaucoup de résultats remarquables. On comprend enfin aussi la nécessité de l'enseignement de la chimie organique dans nos Facultés. Pour répondre à ce besoin, une chaire, destinée à la propagation de cette science, vient d'être annexée à celle de pharmacie de l'Ecole de médecine de Paris. Tout témoigne qu'on reconnaît que l'application de la chimie à l'art de gué-

rir n'a été nuisible, à différentes époques, que parce qu'on l'avait tentée avant le temps et lorsqu'elle n'était qu'au berceau.

On voit donc, ce que j'écrivais encore, que, pour obtenir des données progressives en physiologie et en médecine, il faut insister maintenant autant sur cette application que sur des travaux anatomiques et sur des expériences physico-organiques, non seulement dans l'étude de l'organisation en repos, mais aussi dans celle des phénomènes de la vie. En effet, les explorations qui sont du ressort de l'anatomie pure et de ce qu'on a appelé physiologie expérimentale, poussées fort loin depuis un demi-siècle, ont certainement élevé la science de l'homme bien portant et de l'homme malade au point où elle est parvenue; mais leur influence s'épuise, du moins elle se fait moins sentir. Elles ont en grande partie appris tout ce qu'on peut découvrir par leur moyen; l'influence de la chimie doit avoir son tour, et il est facile de prévoir qu'elle pourra hâter la marche future de cette science. J'ose même avancer que son application est spécialement destinée à révéler tout ce qu'il nous sera donné de connaître touchant le jeu secret des organes. Je ne veux pas cependant renouveler ici les rêveries des anciens chimiatres, ou suivre

les principes erronés de quelques médecins chimistes modernes; personne plus que moi ne redoute l'introduction en physiologie et en médecine des explications chimiques qui ne ressortent pas d'observations exactes ou d'expériences concluantes. La chimie offre incontestablement des ressources au physiologiste; l'art de guérir en réclame lui-même l'appui; aujourd'hui personne, je crois, n'en doute : il faut donc y recourir; mais dans une juste mesure, pour qu'elle ne devienne plus, comme déjà elle l'a été malheureusement, un auxiliaire plus dangereux qu'utile.

Je me suis étendu dans mes premières recherches sur le rapport fort restreint que je croyais alors convenable d'établir entre la chimie et la physiologie, au profit de cette dernière science. J'admettais que les faits chimiques seuls devaient contribuer à augmenter les connaissances physiologiques, et j'entendais par ces faits les données analytiques, les produits matériels, pratiques, fournis par les expériences de laboratoire que je comparais à celles de la dissection. Je pensais néanmoins que les théories elles-mêmes pourraient y contribuer un jour également, mais je les regardais comme étant trop peu avancées pour donner déjà des résultats satisfaisans. Ce

n'était pas sans raison, puisque, en ce moment même où elles ont fait beaucoup d'acquisitions, il y aurait de la témérité à tenter leur application complète. Aussi, en essayant de m'élever au delà des simples inductions auxquelles je me suis borné dans mon premier mémoire, je me garderai bien, en remontant des effets aux causes et en descendant des causes aux effets, de recourir, pour y parvenir, à des systèmes hasardés qui pourraient être démentis plus tard par les faits, ou à des hypothèses, plausibles sans doute, mais qui n'offriraient pas encore assez de garanties pour conduire à la vérité.

Je m'étais livré, pour ce même mémoire, à des travaux accessoires propres à me diriger dans l'exploration physiologico-chimique du sang, et, en faisant la part des faits que je croyais alors vitaux, et de ceux que je regardais comme identiques aux faits inorganiques, j'en avais déduit une suite de principes dont le développement occupe tout le discours préliminaire de l'ouvrage où j'ai consigné mes recherches. La marche naturelle des sciences, l'opinion de critiques éclairés et bienveillans, m'ont conduit depuis à les modifier considérablement avant de m'en servir de nouveau. J'avais en même temps employé plusieurs expressions inusitées ou tombées en désuétude,

afin de rendre plus clairement ma pensée; elles ont embarrassé les lecteurs privés du loisir nécessaire pour se familiariser avec elles. J'éviterai d'y avoir recours. Quand des études du genre de celles-ci seront multipliées, qu'il faudra les coordonner et les rattacher à la science, les besoins de l'époque décideront si l'on pourra conserver les dénominations reçues, quoique souvent vicieuses, ou si l'on devra en adopter de nouvelles. J'aurais pu sans doute m'appuyer sur des données extraites de mes premières recherches; mais depuis qu'ont paru les travaux de MM. Engelhart, Le Canu, Berzelius, F. Boudet, Donné, Muller et Sanson (de Calais), on est en droit d'exiger des corrections aux procédés que j'avais mis en usage, et partant, des expériences plus rigoureuses. Mes résultats n'étaient pas cependant très défectueux pour l'époque où je les obtins, puisqu'ils se sont trouvés, dans leurs principaux points au moins, semblables à ceux qui ont été publiés récemment; aussi conservent-ils en partie leur valeur, et même la plupart ont-ils acquis plus de portée par les faits nouvellement découverts.

Si plusieurs des expériences que je pense m'être propres, et si quelques uns des résultats que je crois avoir signalés le premier, ont déjà été

cités dans plusieurs ouvrages, je dois dire, pour éviter de paraître plagiaire, que la moitié de cet *Essai* a été déposée en février 1835 à l'Académie de médecine, et que depuis j'y ai seulement changé le titre et rectifié plusieurs paragraphes. L'Académie avait nommé MM. Bussi, Bouillaud et Louis, commissaires pour l'examiner. Leur rapport ne m'est pas parvenu, je ne sais conséquemment s'il a été fait. Quoi qu'il en soit, bien qu'imprimé en 1838, il y a cependant plusieurs années que cet *Essai* existe en portefeuille; et comme il a été communiqué publiquement, en partie, à une société savante, la priorité des résultats qu'on pourrait me contester m'est ainsi assurée, puisqu'une communication de ce genre équivaut à une publication.

J'étais sur le point d'envoyer à Paris mon manuscrit enfin complet, pour le publier, quand des amis m'ont vivement engagé à venir moi-même dans la capitale, afin d'y rendre compte personnellement des faits nouveaux que j'ai pu obtenir de mes expériences. J'ai cédé à leurs sollicitations. Un grand nombre de savans, appartenant la plupart à l'Institut et aux Facultés, MM. Magendie, Dumas, Double, Breschet, Orfila, Marjolin, Le Canu, Donné, etc., m'ont accueilli avec une obligeance dont je garderai tou-

jours le précieux souvenir. Ils m'ont excité ou encouragé à développer publiquement la série de mes idées sur le sang, et autant que je le pourrais, à les appuyer publiquement aussi d'expériences probantes. Je me suis rendu à leur désir, et je crois être parvenu à convaincre les personnes qui ont bien voulu assister à mes démonstrations, de la réalité des résultats sur lesquels est basé cet *Essai*.

J'ai même eu l'avantage, le 5 janvier, de suppléer dans sa chaire au Collège de France, M. Magendie, dont je m'honore d'avoir été le disciple. La leçon que j'ai alors donnée à sa place sur le sang a dû certainement faire regretter l'illustre professeur; mais on a été fort indulgent envers un homme qui est plus au fait des travaux de laboratoire et de cabinet, que de l'éloquence nécessaire à un cours professé devant un auditoire choisi, composé d'élèves instruits et de médecins consommés.

Parmi les hommes versés dans les sciences médicales, et pour qui l'avenir réserve de brillans succès, je peux citer M. Chassaignac, professeur agrégé à la faculté de médecine. L'an dernier il s'est distingué d'une manière éclatante dans le concours ouvert pour nommer à la chaire d'ana-

tomie de l'école de Paris. Une nouvelle circonstance certainement devra lui faire prendre rang parmi nos professeurs en titre. Ce sera justice. Qu'il reçoive ici mes remercîmens pour les soins bienveillans et éclairés qu'il a donnés à la publication de cet *Essai*.

ESSAI

SUR L'APPLICATION

DE LA CHIMIE

A L'ÉTUDE PHYSIOLOGIQUE

DU SANG DE L'HOMME,

ET A L'ÉTUDE PHYSIOLOGICO-PATHOLOGIQUE, HYGIÉNIQUE ET THÉRAPEUTIQUE

DES ALTÉRATIONS MORBIDES

DE CETTE HUMEUR.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR L'APPLICATION DES SCIENCES PHYSICO-CHIMIQUES A L'ÉTUDE PHYSIOLOGIQUE ET MÉDICALE DE L'HOMME, ET SUR LA VALEUR DES INDUCTIONS QU'IL EST POSSIBLE D'EN OBTENIR.

Comme il est nécessaire, avant de procéder à l'exposition d'une étude quelconque, d'indiquer l'anneau que ses résultats doivent contribuer à former dans l'immense chaîne des faits qui composent le domaine de la science; comme, pour cela, il faut indiquer sommairement les connaissances acquises déjà, et près desquelles ils doivent se grouper, faire voir le genre de liaison

qu'ils peuvent entretenir avec elles, traiter enfin du mode convenable pour les obtenir, il est par conséquent important de classer ici, comme introduction à mon Essai, l'ensemble des résultats que j'ai pu y réunir, de les rapporter à leur degré de l'échelle des faits scientifiques, de montrer l'affinité qu'ils ont avec plusieurs de ces derniers, et d'exposer la méthode employée pour les produire. Cet examen succinct me conduit à considérer d'abord, d'une manière générale, l'application des sciences physico-chimiques à la physiologie et à la médecine, comme le seul moyen de faire connaître l'organisation, et comme la source des faits et des inductions que j'ai obtenus sur le sang.

En premier lieu, qu'est-ce que l'organisation?

Ici, j'emprunterai quelques unes des vues de mon savant et justement célèbre professeur M. Breschet, qui autrefois a daigné guider mes pas en anatomie pathologique, quand j'étudiais près de lui les maladies de l'enfance, et que, sous ses yeux, je publiais un résumé de mes recherches sur leur nature et leur traitement.

L'organisation est l'arrangement des matières solides et liquides qui constituent les animaux et les végétaux. Elles sont groupées en corps consistans qu'on nomme organes, dans les régions de l'individu où elles dominent à l'état solide; et là où elles se trouvent amassées à l'état liquide elles forment ce qu'on appelle humeurs. Ces matières sont liées entre elles par deux modes d'union. Le premier mode les associe par juxta-position, et le second par combinaison. On nomme structure ou bien organisation physique le produit de l'association

établie par le premier, et composition, ou si l'on veut organisation chimique, le produit de l'association que détermine le dernier. Le mot structure exprime donc l'arrangement massif des matières constituantes des êtres organisés, et celui de composition indique leur arrangement moléculaire. Ces deux modes d'union s'observent constamment ensemble dans les organes; celui par simple combinaison existe d'ordinaire seul dans les humeurs.

La physique organique, qu'on peut appeler la science de l'organisation par juxta-position, s'occupe de la structure et des lois qui la régissent. Dans le but d'étudier l'organisation, elle isole, par l'analyse anatomique ou dissection, chacune des matières constituantes juxtaposées; elle explore leurs caractères physiques; elle tient compte des réactions présumables de leurs masses, tant entre elles-mêmes qu'entre elles et les corps inorganiques. Quand elle opère, elle sépare les organes les uns des autres et des humeurs qu'ils reçoivent; elle examine alors leur assemblage ou appareils; elle arrive ensuite aux divers tissus dont le feutrage forme les organes, puis aux fibres qui, par leur entrecroisement, donnent naissance aux tissus, enfin aux simples globules de la réunion variée desquels résultent les fibres, les tissus, les organes et les appareils. Pendant cette suite d'opérations, elle ne reconnaît dans l'organisation qu'elle analyse que les effets des forces physiques. Elle étudie aussi expérimentalement les êtres vivans, et en tire des données pour confirmer ou modifier celles qu'elle a obtenues sur le cadavre.

La composition, et les réactions moléculaires qui la déterminent dans les parties animales et végétales dont l'anatomie a développé la structure, est l'objet de la chimie organique, ou science de l'organisation chimique. Le but de cette science est de séparer les unes des autres, par l'analyse moléculaire ou décomposition, les matières constituantes, qui ne sont plus alors considérées dans leur juxta-position, mais dans leur combinaison; puis d'étudier leurs caractères chimiques, ensuite les propriétés réactives et les lois d'union de leurs molécules, tant entre elles-mêmes qu'entre elles et les corps inorganiques. La chimie organique opère aussi quelquefois sur le vif, et joint les résultats qu'elle en retire à ceux qui sont la suite de ses travaux sur l'individu mort.

L'analyse chimique, appliquée à un organe ou à une humeur, y rencontre d'abord souvent deux parties caractérisées par leur consistance; l'une, liquide, a pour base constante l'eau, en certains cas cependant une huile, véhicules dissolvans de corps divers qui sont alors fluidifiés; l'autre, solide, est formée par un ensemble de matériaux qui restent cohérens. Cette analyse désunit ensuite chacune des substances particulières de l'organe ou de l'humeur, qu'on a nommées *immédiates*, espèces organiques simples, bases de l'organisation. On remarque bientôt que ces substances appartienent par leur nature et par leurs caractères à plusieurs genres tranchés, et que celles qui ont de l'affinité entre elles, ou dont la nature et les caractères ont de la conformité, sont groupées, dans les corps organisés, de manière à y consti-

tuer des sortes de substances immédiates complexes. Mais ces substances immédiates, ou simples, ou complexes, sont elles-mêmes encore susceptibles de divisions. Cependant, comme leurs fractions, leurs composans immédiats, qu'on pourrait, pour les rapporter à leur origine, nommer substances fractionnaires organiques, n'existent peut-être jamais d'une manière durable isolées dans l'économie, qu'elles n'y sont réellement qu'une forme transitoire sous laquelle elles ont à peine un moment de liberté, on ne peut les regarder comme des bases organiques. L'analyse doit donc s'arrêter avant leur production. Néanmoins, quoiqu'elles paraissent et disparaissent en général avec promptitude pendant les réactions moléculaires, leur importance n'en est pas moins grande. Le chlorure de sodium, par exemple, est une substance immédiate qui, à l'aide de l'eau, se résout facilement dâns les animaux en deux fractions à propriétés chimiques opposées puissantes, l'une alcaline et l'autre acide; mais ces fractions ne tardent pas à être éliminées comme inutiles, ou à rentrer dans la composition d'autres substances immédiates pour les compléter.

On peut encore pousser ces divisions à leur point extrême, détruire alors l'organe ou l'humeur soumis à l'analyse, le réduire à ses substances médiates, à ses corps simples et primitifs. Ce qui vient d'être dit des fractions des substances immédiates est encore applicable à ces corps. Ils ne sont plus des constituans organiques à proprement parler. Quand ils s'échappent des substances immédiates, c'est pour se joindre à d'autres corps simples ou pour quitter l'économie. Ainsi, lorsque

l'eau citée précédemment est décomposée par le chlorure de sodium, son hydrogène s'unit rapidement au chlore mis en liberté, pour donner de l'acide chlorhydrique qui d'ordinaire est chassé du corps, et son oxigène se combine au sodium, afin de fournir l'alcali dont l'organisation peut avoir besoin.

Les substances immédiates forment deux classes distinctes. Celles qui appartiennent à la première ont une composition élémentaire assez compliquée; elles n'ont point d'analogues dans les corps bruts et inanimés; on les regarde, quoique mal à propos, comme spécialement organiques. Au contraire, celles de la seconde classe ont une composition simple et définie; elles se retrouvent parmi les corps bruts et inanimés, et on les a considérées, à tort certainement, comme nullement organiques : car ce qui prouve qu'elles méritent ce titre aussi bien que les précédentes, c'est que, sans elles, il n'y a point d'organisation possible. Qu'elles soient de l'une ou de l'autre classe, elles présentent des propriétés physiques qu'elles communiquent aux organes et aux humeurs où elles se trouvent en combinaison, telles que la pesanteur, la consistance, l'odeur, la couleur, etc. Toutes doivent désormais prendre rang parmi les pièces essentielles de l'organisation, et se placer parallèlement aux globules, fibres et tissus. Vues sous ce rapport, on pourrait, comme je l'ai proposé autrefois, leur donner le nom de principes ou élémens ou rudimens organiques. Elles existent dans les fluides comme dans les solides; aussi l'analyse anatomique, qui n'a aucune prise sur les premiers, a, dans l'analyse

chimique, un moyen de suppléer à son impuissance.

La chimie organique ne reconnaît, ainsi que la physique organique, dans les matières qu'elle étudie, comme causes productrices des phénomènes pendant la vie ou après la mort, que les forces qui régissent tous les corps de la nature et dont l'activité ne se déploie qu'à une courte distance. Il n'y a pas cependant encore unanimité parmi les chimistes, et surtout parmi les physiologistes, pour adopter cette proposition. Beaucoup de savans veulent toujours, comme autrefois, que les forces qui déterminent l'union dans le laboratoire, entre l'acide sulfurique, par exemple, et l'oxide de sodium, ne soient pas les mêmes qui ont associé l'oxigène, l'hydrogène, le carbone et l'azote en diverses proportions, pour constituer la gélatine, l'albumine, le caséum, etc. A la vérité, à leur aide, nous ne pouvons pas composer de toutes pièces ces dernières substances; mais pouvons-nous imiter tous les produits naturels minéraux dont l'origine est certes due à ces seules forces? Cependant on est déjà parvenu à obtenir des sortes de corps gras par une réaction convenable de l'hydrogène et du carbone; on opère la mutation de plusieurs substances immédiates les unes dans les autres, etc. Lorsque la chimie organique sera plus avancée, il est à croire qu'elle possédera des moyens de former à volonté toutes les matières spéciales des corps organisés, comme maintenant la chimie minérale commence, à l'aide de dispositions particulières qui mettent en jeu l'électricité, à faire quelques minéraux compliqués. D'ailleurs, si la gélatine, l'albumine, le ca-

séum, etc., avaient été formés par des forces différentes de celles qui unissent les principes des pierres ou des terres diverses du sol, pour citer des cas vulgaires, ces substances organiques ne se résoudraient-elles pas immédiatement après la mort en produits chimiques inorganiques? Leur cause formatrice spéciale cessant d'agir, les principes qui les constituent devraient se séparer nécessairement, puisqu'ils rentreraient sous l'empire d'autres lois. Ces substances s'altèrent bien alors peu à peu, mais comme on l'observe dans tous les composés inorganiques compliqués; du reste, quand elles sont à l'abri de l'humidité, de la chaleur, de la lumière, de l'air, elles tendent à demeurer un temps fort long avec leur composition première. En résumé, les forces électro-chimiques et catalytiques doivent déterminer seules, à l'époque actuelle de nos connaissances du moins, les combinaisons organiques comme les combinaisons inorganiques, et les maintenir telles qu'elles sont, soit dans les êtres animés, soit dans les corps bruts. Ce sont elles encore qui, seules aussi, doivent les modifier par l'intervention de la chaleur, de la lumière, ainsi que cela a lieu dans les corps inorganiques. C'est donc, pour le physiologiste positif, par l'effet de leurs propriétés purement chimiques que les substances immédiates s'unissent entre elles ou qu'elles refusent de s'allier; qu'elles se trouvent en dissolution ou qu'elles ont une consistance solide; qu'elles sont acides, ou alcalines ou indifférentes; qu'elles ressentent la présence des corps étrangers; qu'elles en sont modifiées, etc., et cela, soit pendant la vie, soit après la mort.

Vouloir à toute force reconnaître des causes distinctes de celles de la nature inorganique dans les mouvemens moléculaires des matières organiques soumises aux procédés de nos laboratoires, ce serait aujourd'hui, de l'avis de tout le monde, multiplier sans nécessité, et contre la raison, les moyens simples et peu nombreux dont use la nature dans ses actes. Alors, si nous admettons qu'il n'y a que des mouvemens chimiques, par exemple, dans le changement qu'il est si facile d'effectuer de l'amidon en sucre, du sucre en acide oxalique, de l'amidon en une sorte de gomme, etc., pourquoi n'admettrions-nous pas aussi que toutes les combinaisons, mutations, éliminations, qui ont lieu incessamment dans les corps vivans, ne puissent s'y effectuer en vertu des mêmes lois?

Non seulement il résulte de cette discussion qu'aucun fait n'engage à inventer des forces nouvelles pour expliquer les actions moléculaires de la matière qui fait partie des organes, mais il en découle encore qu'il serait dangereux pour l'avenir de la science d'imaginer d'autres forces, abstraction faite de la cause occulte de l'animation.

Il faut, conséquemment, considérer les appareils organiques comme des appareils physico-chimiques, opérant des effets nécessairement physico-chimiques eux-mêmes, qui s'enchaînent les uns aux autres, et dont l'ensemble entretient les phénomènes de la vie. Chaque organe, chaque tissu, chaque fibre, chaque globule, les vaisseaux, les nerfs, les glandes, les muscles, les os, sont ainsi autant d'instrumens de physique ou de chimie plus ingénieux que les nôtres sans

doute, et dans lesquels ont lieu soit des mouvemens mécaniques de solides et de fluides qui se resserrent, s'alongent, des actions capillaires d'endosmose et d'exosmose, des frottemens et autres effets physiques, où la forme, la pesanteur, la consistance, la porosité, etc., jouent à la fois ou séparément un rôle; soit des mouvemens moléculaires d'analyse et de catalyse, facilités par la disposition mécanique et électro-chimique intérieure des organes, mouvemens qui se passent principalement dans le sang et dans ses produits. En ces derniers cas, les organes doivent agir le plus souvent par la nature catalysante de leurs propres substances, et séparer alors des produits provenant de l'humeur sanguine; aussi M. Berzelius pense-t-il que le mode d'action de la catalyse répandra une lumière toute nouvelle sur les réactions organiques. En partant des idées qu'il a déduites des effets qui ont lieu dans le monde inorganique (1), et en étudiant les réactions chimiques que présentent les corps organisés, il a reconnu que, dans les organes de ces derniers, les substances les plus diverses étaient élaborées, tandis que la matière brute dont elles provenaient ne consistait en général qu'en un seul et même liquide circulant avec plus ou moins de vitesse dans les vaisseaux. Ainsi ces vaisseaux pompent du sang à leur origine sans interruption, et sécrètent néanmoins à leurs extrémités le lait, la bile, l'urine, etc., sans admettre aucun autre liquide capable d'opérer par une double affinité une

(1) *Journal de Chimie médicale*, t. 3, 2e série, p, 425. 1837.

décomposition quelconque. La catalyse seule peut rendre compte de ces phénomènes. Autour de l'œil de la pomme de terre, par exemple, se trouve accumulée de la diastase qui, par contre, manque dans le tubercule et dans le germe développé; nous reconnaîtrons en ce point un centre d'action catalytique où l'amidon insoluble du tubercule est transformé en gomme et en sucre, et cette partie de la pomme de terre deviendra l'organe sécrétoire des substances solubles qui doivent former les sucs, nourriture du germe naissant. Il est peu probable que l'action mentionnée soit, dans la vie végétale, la seule en ce genre, et, conséquemment aussi, dans la vie animale.

L'organisation est donc, pendant la vie, ce qu'elle se laisse voir quand l'existence a cessé, telle que l'anatomie et la chimie organique peuvent la faire connaître. Les connexions de la structure et de la composition, les appareils physico-chimiques qui en résultent, et les fluides qui font fonctionner ceux-ci, sont semblables, que les individus soient animés ou qu'ils aient perdu la vie; les propriétés physiques et chimiques des parties se trouvent également les mêmes. Pourquoi ces connexions se relâchent-elles si promptement après la mort; pourquoi les propriétés ne se manifestent-elles plus aussi avec la même énergie; pourquoi les appareils et leurs fluides discontinuent-ils alors de réagir? Il est impossible de se refuser à admettre ici la présence, puis l'absence d'une cause occulte d'animation qui, tant qu'elle siège dans l'organisation, sollicite à son gré les forces physiques et chimiques, et intervient ainsi constamment dans

la manifestation des effets qu'elles déterminent. La structure, la composition et les réactions sont incessamment dominées par ce principe. Aussi les philosophes qui ont essayé de rendre compte de la vie par les seules forces qui régissent la matière, ont-ils échoué. Tout examen impartial des corps doués d'un mouvement spontané d'accroissement, de décroissement et de reproduction, arrive toujours à ce principe spécial qui, de concert avec les forces naturelles, dirige la matière d'une façon particulière au profit d'un ordre nouveau, qui est l'organisation et l'individu qu'elle constitue. Alors, et pour en faire seulement mention, car on ne peut connaître ses lois, on le nommera convenablement influence vitale, puissance vitale, ou si l'on veut vitalité. C'est l'obscurité impénétrable qui l'environne, et la complication prodigieuse des réactions physiques et chimiques opérées à sa sollicitation, qui rendent la plupart des faits physiologiques si difficiles à saisir.

Mais l'intervention de l'influence vitale ne domine pas tellement les effets physiques et chimiques de l'organisation, qu'elle puisse, comme quelques personnes l'ont cru, les changer, les renverser totalement, en suspendant toutes les lois de leur production. Rien ne prouve qu'il en soit ainsi; il est au contraire facile de démontrer qu'elle ne fait qu'exalter ces effets, sans qu'ils dérogent à leurs lois; elle n'est qu'un excitant général et incessant de toutes les propriétés physiques et chimiques des principes immédiats organiques, et des appareils qu'ils constituent ou des humeurs qu'ils composent. Elle ne fait pas que des acides propres à l'organisation restent isolés

en présence d'alcalis libres, sans entrer immédiatement en combinaison; que des acides et des alcalis introduits dans le corps y demeurent sans action; que les humeurs et les solides n'obéissent plus à la pesanteur, etc. On donne, à la vérité, ordinairement comme une preuve que ses résultats sont opposés aux lois chimiques, la différence qu'on remarque dans l'arrangement et la proportion des divers matériaux de l'organisation comparativement à ceux de la nature inanimée. Ainsi, on sait qu'il est une harmonie fort remarquable, soit dans les formes, soit dans la disp osition intérieure des substances organiques, et qu'elle est établie d'après des lois mathématiques. Les solides cristallisent; leurs principes sont unis suivant des règles assujetties au calcul. Une harmonie se fait sans doute voir aussi dans l'extérieur des corps organisés, dans leur structure, dans leur composition; mais alors, dit-on, elle n'est plus régie par les mêmes lois, elle ne reconnaît plus de règles absolues ni d'ordre parfait; la nature y est capricieuse. Des contours mal arrondis y sont le type des formes diverses, etc., etc. La composition, dit-on encore, n'y est pas astreinte à des proportions définies et en rapport simple. Eh! pourquoi la nature, si prodigue envers l'organisation, l'aurait-elle déshéritée de principes fixes pour ses actes, et aurait-elle négligé d'assigner à ses matières tant une structure qu'une composition régulière et une configuration déterminée? Pourquoi les êtres vivans ne posséderaient-ils pas le cachet de perfection que portent les êtres bruts? Le raisonnement nous fait présumer que les animaux et les végétaux ont, dans chaque espèce du

moins, des organes de forme, de structure et de composition rigoureusement identiques, renfermant des parties disposées avec ordre; organes, de cette manière, modelés suivant des lois invariables nécessairement mathématiques. Leur configuration, en effet, ne peut-elle pas se résoudre en celle de plusieurs solides géométriques diversement groupés? Les substances immédiates dans leurs combinaisons ne tendent-elles pas, d'après les diverses analyses, à une fixité remarquable? leur nombre, leurs proportions, leur rapport, ne paraissent-ils pas être établis suivant un plan arrêté? N'ont-elles pas la plupart la faculté de cristalliser, ou de revêtir un aspect globulaire qui semble être le mode de cristallisation de l'albumine, de la gélatine, etc.? Enfin, l'ordre général de la nature étant mathématique, il doit demeurer tel dans les moindres détails; c'est une conclusion rationnelle qui certainement concordera avec les faits. Ceux-ci nous manquent encore, ou sont défectueux; c'est de s'occuper à les recueillir avec soin, et l'on s'en convaincra.

Il résulte de ce qui précède que la physiologie positive, celle qui est uniquement importante en médecine, embrasse la connaissance, tant de la structure et de la composition des matières constituantes des animaux et des végétaux, que des effets physiques et chimiques qu'on y observe, et qu'y entretient l'influence vitale pendant un temps limité. Sous ce double rapport, on peut la diviser en physique et en chimique. Il en résulte encore qu'on n'étudie utilement dans les phénomènes de la vie que les effets précédens; qu'on se perd en

remontant plus haut; qu'on doit simplement décrire les phénomènes de la vie encore inexplicables; qu'il ne faut considérer dans l'organisation aucune propriété vitale; qu'on n'y peut voir que des propriétés physiques et chimiques; que l'action organique est une opération physique et chimique, exécutée par un organe; enfin, que la fonction, comme il nous est donné de l'approfondir, n'est que l'ensemble de plusieurs de ces opérations physiques et chimiques dirigées vers un but commun.

Tout autre genre d'étude relatif à l'homme appartient à la psychologie et à la métaphysique, et ne dépend plus de l'ordre des faits du ressort de la physiologie. Voilà comme je conçois l'établissement de cette science. Bien qu'à plusieurs égards ma manière de voir diffère de celle de M. Magendie, c'est à son école que j'ai puisé la vraie méthode d'observer et d'étudier l'organisme; j'en remercie ici publiquement cet illustre et excellent professeur.

La philosophie organo-chimique, telle que je l'ai exposée, tend de jour en jour à prendre une nouvelle extension; mais il est impossible d'appliquer encore à la physiologie les données d'un ordre élevé qui la constitueront plus tard. Nous sommes, surtout relativement à l'organisation chimique animale, si peu avancés, qu'il faut bien ne marcher qu'avec la plus grande précaution pour ne pas s'égarer. M. Dumas, dont les grands et beaux travaux ont été si bien appréciés par les chimistes et par les physiologistes, prépare pour l'avenir une ère d'où datera la vraie science de l'homme. Je ne

puis mieux faire que de transcrire ici une partie du mémoire lu par ce savant à l'Académie des sciences, sur cet objet (1).

« Soixante ans, dit-il, se sont à peine écoulés depuis l'époque à jamais mémorable, où au sein de l'Académie des sciences, on vit paraître les premiers essais de la doctrine chimique si féconde que nous devons au génie de Lavoisier. Ce court espace de temps a suffi pour que les questions les plus délicates de la chimie minérale aient été examinées à fond, et chacun peut se convaincre facilement que cette branche de nos connaissances possède à peu près tout ce qu'il lui est possible d'acquérir avec les moyens d'observation dont elle dispose.

» Non seulement c'est là un fait incontestable, mais c'est un fait que chacun peut s'expliquer. La chimie minérale s'occupe en effet de l'histoire des corps élémentaires, de celle de leurs combinaisons binaires et de celle de leurs combinaisons salines. Or, les corps élémentaires se divisent en quelques groupes très naturels ; de telle sorte que si l'on étudie attentivement les propriétés de l'une des espèces du groupe, on peut toujours prévoir, deviner les propriétés des espèces qui l'avoisinent. L'étude de l'oxigène nous apprend l'histoire du soufre ; celle du chlore suffit pour nous initier aux moindres détails des propriétés de l'iode ; ainsi cette tâche qui paraissait au dessus des forces humaines, car il ne s'agissait rien moins que d'analyser des milliers de sub-

(1) *Mémoire sur l'état actuel de la chimie organique*, lu le 23 octobre 1837, par M. Dumas, membre de l'Institut.

stances très diverses d'aspect et de propriétés, cette tâche s'est néanmoins accomplie en moins d'un demi-siècle, et il reste à peine çà et là quelques lacunes à remplir.

» Ainsi les chimistes ont reconnu que, dans les substances minérales, il existe des corps qui se comportent comme des élémens; que ces corps se combinent entre eux; que leurs combinaisons ne peuvent s'unir de nouveau; et, dans ces trois ordres de substances, ils ont trouvé moyen de former des groupes naturels qui en rendent l'étude simple, facile, et en même temps large et philosophique.

» Bien entendu que ce qu'ils ont appelé élémens, ou corps indécomposables, n'a été considéré comme tel qu'eu égard à l'état de l'expérience acquise. On n'a point voulu préjuger la question; mais on a cherché à construire l'édifice de la science de telle façon que si ces élémens étaient décomposés plus tard, rien n'en fût changé dans l'architecture du monument, quoique ces fondations fussent plus profondément creusées.

» On conçoit facilement qu'avec les cinquante-quatre élémens reconnus aujourd'hui on puisse, à l'aide d'un très petit nombre de combinaisons, et en formant tous les composés binaires ou tous les sels possibles, donner naissance non seulement à tous les composés connus dans le règne inorganique, mais faire naître en outre un très-grand nombre de composés analogues.

» Mais comment appliquer avec succès de telles notions à la chimie organique? Là, on ne rencontre pas moins d'espèces que dans la chimie minérale, et elles n'y sont pas moins diverses. Là pourtant, au lieu de

cinquante-quatre élémens, on n'en rencontre guère plus de trois ou de quatre dans le plus grand nombre des composés connus.

» En un mot, comment, à l'aide des lois de la chimie minérale, peut-on expliquer, classer les êtres si variés qu'on retire des corps organisés, et qui, presque tous, sont formés de charbon, d'hydrogène et d'oxigène, élémens auxquels l'azote vient s'ajouter quelquefois ?

» C'était là une grande et belle question de philosophie naturelle, une question bien faite pour exciter au plus haut degré l'émulation des chimistes; car, une fois résolue, les plus beaux triomphes étaient promis à la science. Les mystères de la végétation, ceux de la vie animale, allaient se dévoiler à nos yeux; nous allions saisir la clef de toutes les modifications de la matière, si promptes, si brusques, si singulières, qui se passent dans les animaux ou les plantes; bien plus, nous allions trouver le moyen de les imiter dans nos laboratoires.

» Eh bien! cette belle et grande question est aujourd'hui résolue; il reste seulement à dérouler toutes les conséquences que sa solution entraîne : et certes il eût été difficile d'imaginer rien qui fût digne d'être mis en comparaison avec ces lois simples, régulières et si belles, que l'expérience nous a dévoilées depuis quelques années.

» En effet, pour produire avec trois ou quatre élémens des combinaisons autant et peut-être plus variées que celles qui composent le règne minéral tout entier, la nature a pris une voie aussi simple qu'inattendue :

car avec les élémens elle a fait des composés qui jouissent de toutes les propriétés des corps élémentaires eux-mêmes ; et c'est là tout le secret de la chimie organique.

» Ainsi la chimie organique possède ses élémens à elle, qui tantôt jouent le rôle qui appartient à l'oxigène dans la chimie minérale, et qui tantôt au contraire jouent le rôle des métaux. Le cyanogène, l'amide, le benzoïle, les radicaux de l'ammoniaque, des alcools et des corps analogues, voilà les vrais élémens sur lesquels la chimie organique opère; et non point les élémens définitifs, charbon, hydrogène, oxigène, azote, élémens qui n'apparaissent qu'alors que toute trace d'origine organique a disparu.

» La chimie organique, au contraire, doit réunir tous les êtres formés par des corps fonctionnant comme le feraient des élémens.

» Dans la chimie minérale, les radicaux sont simples: dans la chimie organique, les élémens sont composés ; voilà toute la différence. Les lois de combinaison, les lois de réaction, sont d'ailleurs les mêmes dans les deux branches de la chimie. Peut-être pourrions-nous ajouter, par une de ces prévisions de l'avenir qui sont permises au point de vue philosophique, que la moins avancée des deux chimies n'est pas celle que l'on pense.

» En effet, si les radicaux de la chimie minérale, si l'oxigène, si le soufre, si les métaux sont des corps composés, nul ne saurait prévoir quand et comment leur décomposition pourra s'opérer. Si elle est possible, cette décomposition exige l'emploi de forces qui nous sont inconnues. Dans la chimie organique, la difficulté est

bien moindre, et elle est précisément inverse. Là, en effet, les radicaux sont composés, on le sait; tout l'art du chimiste consiste à les manier, en évitant leur destruction qui les ramène vers l'état minéral, c'est-à-dire à l'état d'élémens vraiment indécomposables. Ce passage des élémens organiques composés à leurs élémens inorganiques simples peut se prévoir, s'empêcher; car il a lieu d'après des lois faciles à saisir. Aussi est-il presque toujours possible de reconnaître un radical organique, et de le faire passer d'une combinaison dans une autre sans qu'il se résolve en ses élémens inorganiques.

» La chimie organique présente donc des radicaux qui jouent, les uns les rôles des métaux, les autres un rôle analogue à celui de l'oxigène, du chlore, du soufre, etc. Ces radicaux se combinent entre eux ou avec les élémens proprement dits, et donnent ainsi naissance, au moyen des lois les plus simples de la chimie minérale, à toutes les combinaisons organiques.

» Découvrir ces radicaux, les étudier, les caractériser, telle a été depuis dix ans, dit M. Dumas, notre étude de chaque jour à M. Liébig et à moi. Animés du même espoir....., nous avons compris que nous pouvions, réunis, entreprendre un ouvrage devant lequel nous aurions reculé chacun pris isolément : c'est la classification naturelle des matières organiques; c'est la discussion approfondie des radicaux qu'il faut y admettre, et l'exposition de leurs caractères directs ou secondaires; c'est, en un mot, la philosophie chimique des substances organiques.

» Toutes les substances organiques seront analysées

par nous, si déjà elles ne l'ont été. Nous soumettrons à une vérification attentive toutes les analyses publiées par les chimistes qui s'occupent de ces sortes de questions... Notre but principal étant de caractériser chaque corps, de bien établir à quelle sorte de radical il se rapporte, nous consacrerons tous nos soins à mettre en lumière les réactions propres à chaque substance que nous étudierons.

» Ainsi l'analyse élémentaire de chaque corps, la détermination de son poids atomique, l'étude de ses principales réactions, voilà les bases de notre travail. La discussion des caractères observés dans cette direction, et l'établissement des radicaux composés par lesquels ces caractères s'expliquent, voilà vers quelle fin ce travail est dirigé.

» Mais les personnes qui savent combien de substances on compte déjà dans la chimie organique, combien on en découvre de nouvelles chaque jour, ces personnes vont regarder notre projet comme entièrement chimérique, si elles connaissent les difficultés que les moindres recherches de chimie organique suscitent si souvent à ceux qui les entreprennent.

» Aussi, malgré toute notre ardeur au travail, malgré toute l'activité que nous sommes sûrs de déployer dans cette circonstance, aurions-nous jugé indispensable de restreindre grandement le plan général que nous venons d'exposer, si nous n'avions pris dès long-temps le soin de nous préparer des collaborateurs dont le zèle ne trompera pas notre attente. »

Les vues élevées de M. Dumas promettent un brillant

avenir à la chimie organique : le développement que leur généralisation, appuyée par l'expérience, donnera à cette science, ne peut tarder à s'opérer. L'activité de ce chimiste célèbre, la collaboration de M. Liébig, et l'aide d'une foule de disciples qui les entourent, doivent nous faire prévoir que, dans quelques années, la physiologie enfin aura des bases certaines. Mais d'ici à ce moment, il faut borner la chimie organique aux principes que j'ai exposés plus haut, et regarder nos substances immédiates comme les élémens organiques purs, autour desquels et par lesquels ont lieu tous les mouvemens réactifs moléculaires de l'organisation.

On a fait des recherches nombreuses sur la structure, et avec un grand avantage pour la physiologie physique ; il faut donc étudier maintenant la composition organique, pour fonder une physiologie chimique qui nous manque totalement. On y parviendra, en multipliant les travaux dont, comme nous venons de le voir, on sent enfin toute l'utilité, et qui ne devront plus rester stériles dans les traités de chimie. Alors, comme la privation de la vie est de nul effet sur le matériel de l'organisation, ce qui permet, ainsi que nous l'avons dit, de regarder le produit de la décomposition qu'on opère après sa cessation comme étant la donnée exacte de la composition pendant qu'elle avait lieu, et que la mort laisse aux organes et aux humeurs les propriétés physiques et chimiques qui étaient en exercice sous l'influence vitale, il s'ensuit que les recherches de chimie organique pourront révéler l'organisation intime et les réactions à courte distance qui s'y exécutent

durant l'existence. En suivant cette marche, voici les généralités que je puis déjà tirer de l'application de la chimie organique à la physiologie.

Les substances immédiates réagissent entre elles pendant la vie par les propriétés acides, alcalines, neutres et indifférentes qu'elles manifestent après la mort. Leur activité est en raison, alors, de leur quantité relative. Les combinaisons ont lieu, comme hors du corps, par l'union de celles de ces substances dont les propriétés sont contrastantes; union faible pour l'ordinaire; aussi la dissociation est-elle facile, et la composition peu stable. Les substances immédiates, qui ont des analogues dans les corps inorganiques, favorisent les combinaisons, en aidant le jeu des réactions des substances immédiates non analogues; elles s'emploient encore à leur séparation, à leurs modifications. En ces cas, le plus souvent elles s'altèrent. Aussi, il s'opère continuellement des transformations des unes dans les autres. Elles peuvent se développer de toutes pièces. L'action des acides et des alcalis concourt spécialement à ces altérations, transformations et développement. Quand des substances d'un même genre de propriétés sont groupées, leur ensemble conspire à un effet chimique semblable, qu'une seule en quantité suffisante atteindrait bien, mais sans pouvoir remplir les rôles secondaires que doivent jouer chacune d'elles séparément. En les suivant dans l'économie, on les aperçoit dès leur point d'origine, et souvent on peut déjà présumer comment elles se développent, on les voit dans les phases de leur évolution, on comprend les effets chimiques qu'elles

produisent alors, et on saisit le point de leur disparition, soit par transformation, soit par élimination. On acquiert la certitude que plusieurs sont d'abord immédiatement formées par l'altération des alimens; on pourrait les appeler primitives, parce qu'elles apparaissent les premières dans l'économie, ou génératrices, parce que, par leurs modifications, elles se transforment en d'autres qu'on nommerait convenablement secondaires ou dérivées, quoiqu'elles puissent reprendre, par un nouveau mouvement chimique, leur forme et leur nature premières. Il en est qui ne font jamais partie des tissus, et d'autres qui leur sont propres; quelques unes sont spéciales à des fluides. Les réactions chimiques s'y exercent continuellement à un degré varié, et les substances entre lesquelles elles ont lieu sont placées si convenablement les unes près des autres, leur enchaînement organique est si exact, que, dès que l'influence vitale sollicite une seule réaction, il n'y a pas de raison pour que de proche en proche chacune des autres ne soit excitée successivement. Il est concevable qu'elles continueraient ainsi à s'exercer pendant un temps illimité, si des circonstances étrangères à l'organisation n'occasionnaient des dérangemens inévitables dans des pièces aussi nombreuses et aussi compliquées, et si une modification lente, mais de tous les momens, ne faisait insensiblement passer ces pièces de l'accroissement au décroissement; d'où à la fin résulte la mort, arrêt de tous leurs mouvemens, retrait de l'influence vitale. Les réactions chimiques qui ont lieu pendant la vie sont plus actives dans la jeunesse que dans l'âge mûr; dans

la vieillesse, elles deviennent languissantes. Elles présentent, aussi selon l'âge, plus ou moins de développement dans tel ou tel organe. Les impulsions venues du dehors sont nécessaires à leur entretien; mais, si ces impressions ne sont point en harmonie avec elles, elles s'accélèrent, il y a sur-excitation, ou au contraire elles se suspendent en différens points de l'économie. En définitive, pour ne pas étendre ces généralités au delà des bornes que je dois me prescrire, les substances immédiates ont pour usage commun de constituer le matériel de l'organisation, puis pour usage spécial de concourir par la diversité de leur nature à la diversité des organes et des humeurs, et, par la différence de leurs réactions, à la différence des phénomènes de ces organes et humeurs. Ainsi elles sont par elles-mêmes la base des parties organisées, et par leurs réactions la base des fonctions que ces parties remplissent. Quand elles ont la forme fluide, ou elles circulent pour entretenir l'économie, nourrir les organes, favoriser leurs fonctions, ou elles sont sécrétées pour rentrer encore au sein de l'économie et y réagir de nouveau, ou elles la quittent tout à fait pour éliminer ce qui lui serait nuisible. Quand elles ont la forme solide, elles font la charpente, le soutien de l'organisation, composent des pièces pour établir ses relations extérieures et intérieures, tant dans le but de la conservation de l'individu que dans le but de la reproduction de son espèce.

Malheureusement l'organisation ne demeure pas constamment dans le même état, dans l'équilibre parfait de toutes ses parties, elle se dérange souvent par l'effet

même de ses relations dont l'harmonie se rompt si aisément. Alors la maladie apparaît. Il faut, dès ce moment, étudier l'organisation sous un nouveau point de vue. Cependant elle est toujours composée des mêmes pièces; leurs proportions sont simplement plus ou moins changées, et leurs réactions se trouvent ainsi nécessairement modifiées; de nouvelles substances se sont développées et réagissent à leur manière, ou des substances ont disparu et leurs réactions ont ainsi cessé. Il s'opère, par là, une succession d'effets chimiques insolites qui constituent, avec des effets physiques altérés, tous les phénomènes pathologiques. Par conséquent, se refuser à l'application des procédés et des théories de la chimie et de la physique, pour faire l'examen approfondi des affections qui surviennent dans l'économie, ce serait négliger le seul moyen rationnel et expérimental de les connaître. Prendre d'autres voies, ce serait aller de l'inconnu au plus inconnu encore, se fourvoyer, et se jeter, comme on le fait trop ordinairement, dans des subtilités, dans des disputes de mots, nuisibles aux progrès de la médecine. Pour celui qui a médité sur les faits naturels, et qui veut avoir l'intelligence de leur liaison réelle, clef de leurs phénomènes, la maladie est une lésion physique ou chimique, ou toutes deux ensemble, affectant le matériel de l'organisation. C'est un dérangement accidentel de sa structure ou de sa composition, ou de l'une et de l'autre à la fois, dans un point plus ou moins étendu. Elle ne peut être ce que l'ont voulu les médecins métaphysiciens, une sorte d'être en dehors des organes, qui existe dans le corps indépen-

damment du désordre des tissus ou des fluides, ou une perversion du principe vital précédant toute altération de l'organisation, comme le veulent les vitalistes. On ne peut imaginer un seul phénomène pathologique sans qu'il se résolve en un ou plusieurs effets physiques et chimiques, se rattachant à une lésion de tissu ou de fluide appréciable ou concevable. Toute autre définition de la maladie n'est alors point établie sur l'observation; elle repose sur les données du roman de la science, et devient funeste à l'humanité par ses fausses conséquences qui se reproduisent aussitôt dans la thérapeutique. La considération du principe vital, dont l'intervention doit certainement être admise en pathogénie comme en physiologie, ne peut entrer dans cette définition; d'abord parce qu'il est impossible de séparer son action de celle des forces physiques et chimiques, puisqu'on ne suppose son existence, ou puisqu'on n'est amené à l'admettre qu'à cause du peu d'activité qu'auraient ces forces si elles n'étaient constamment sollicitées; ensuite parce que tout mouvement organique morbide qui semble s'y rapporter le plus immédiatement ne saurait être compris sans les lois de la chimie et de la physique, et qu'il est impossible de l'étudier autrement, sous peine de bâtir des systèmes monstrueux tels que nous en avons déjà tant vus; enfin parce que le médecin vitaliste pur, le moins disposé à réduire ce qu'il y a de positif dans la physiologie à des effets physiques et chimiques, prouve lui-même, par sa thérapeutique, qu'il ne voit que des altérations de substance quand il veut remédier à une maladie. Si toutefois il y a

des phénomènes physiologiques et pathologiques directement fomentés par l'influence inconnue de la vie, sans l'intermédiaire des forces générales et particulières de la matière, ils resteront pour toujours ignorés, hors de la portée de nos moyens et de notre entendement. Ne considérons donc, dans l'intérêt de la vérité, de la science et des malades; que des effets sensibles se rattachant à la vie par une suite de phénomènes physico-chimiques. Conséquemment, suivant le mode d'induction que j'ai déjà employé pour éclairer les actions organiques de l'état sain, les désordres pathologiques ne seront aux yeux du médecin que des effets physiques et chimiques augmentés, diminués, détruits, mais nullement masqués, changés ou dénaturés par le principe vital attaqué primitivement. On ne devra plus voir de ces perturbations vitales que nous ne pouvons concevoir, de ces lésions de propriétés vitales que nous ne concevons pas mieux; il faudra, au contraire, considérer uniquement les modifications des propriétés physiques et chimiques des organes altérés dans leur composition, montrant cependant par leur activité particulière que la cause secrète de la vie y appose son cachet. Les effets morbides se traduiront ainsi en effets chimiques et physiques d'une altération matérielle. Alors la maladie aura un sens clair, précis et naturel.

Un organe ou une humeur prend donc nécessairement un nouvel état, l'état opposé à la régularité des réactions diverses qui doivent s'y opérer pour maintenir l'état sain, quand une substance solide, liquide ou gazeuse, ou un corps impondérable, ou un simple choc

est venu l'attaquer contre l'ordre ordinaire de son mouvement de composition et de décomposition, d'extension et de raccourcissement, etc., et changer par là sa structure ou sa composition. Il y a nécessairement ainsi deux classes de maladies : les unes sont physiques de prime abord, et les autres sont immédiatement chimiques ; mais elles passent souvent des unes aux autres, ou elles se confondent. C'est des dernières, des chimiques seules que je dois m'occuper. Les affections qui ne rentrent pas encore en apparence dans l'une ou dans l'autre de ces classes constituent des inconnues. Il est fâcheux qu'elles soient en grand nombre; il en résulte que, ne pouvant appliquer à leur connaissance aucune des lois de la chimie ou de la physique, leur étude n'est qu'un chaos que le temps et la persévérance dans des recherches assidues pourront seuls débrouiller. En attendant, le praticien, guidé par une expérience éclairée, consistant en données de l'observation, mais ignorant la nature des phénomènes qui les constituent, marchera, comme il l'a toujours fait, en suivant, soit la ligne tracée par la création systématique surgie dans une forte tête, soit l'hypothèse entraînante qu'un homme de génie aura fondée, ce qu'on nomme des doctrines. Or, je le répète encore, il n'y a d'avenir en médecine, elle ne trouvera de bases solides que dans la détermination rigoureuse de la composition et de la structure du corps humain sain et malade, et que dans l'appréciation exacte des réactions physiques et chimiques des parties organiques pendant la vie, à l'état normal et à l'état irrégulier. Jusque-là le vague et l'incertitude règneront en

hygiène, en physiologie, en pathologie et en thérapeutique. Le médecin ne pourra dans son diagnostic que signaler le lieu malade; mais il ne fera que conjecturer plus ou moins heureusement sur la cause prochaine du mal, et il tâtonnera sans cesse pour asseoir un traitement convenable, adoptant pendant un temps tel médicament, puis ensuite tel autre, selon les inductions mal fondées qu'il tirera de ses observations incomplètes.

La maladie étant ramenée à des effets physiques et chimiques accidentellement dérangés, parce que les matières organiques qui les produisent sont elles-mêmes accidentellement altérées, les remèdes à y apporter ne peuvent qu'être de même ordre. Et, pour ne considérer que les derniers de ces effets, les moyens propres à les combattre, leurs médicamens, ne peuvent être que des agens chimiques plus ou moins puissans, dont les effets sont artificiellement opposés par l'homme de l'art à ceux désordonnés des organes. Les effets chimiques des médicamens se manifestent, soit sur le lieu même où ils sont d'abord déposés, soit sur des régions éloignées de ce lieu, et alors, par suite de leur transport direct ou d'une succession de réactions moléculaires, de proche en proche. Mais nous sommes encore dans la première enfance, relativement à cette application de la chimie à la thérapeutique. Tout est à faire ici, comme pour l'étude des organes malades. L'action des médicamens n'a été observée que dans un pur esprit d'empirisme; on s'est borné à noter les phénomènes dits physiologiques, locaux et généraux, qu'ils déterminent, à les examiner à leur surface, sans avoir cherché à saisir les effets mo-

léculaires dont ils dépendent. Il faudra, pour apprécier ces effets, expérimenter autrement qu'on ne l'a fait jusqu'à présent. Ce sera d'abord de reconnaître quelles sont les réactions chimiques que peuvent faire naître les médicamens dans chacune des substances immédiates étudiées au laboratoire; puis celles qu'en éprouvent les organes étudiés de même. Alors on devra soumettre les mêmes organes vivans à leur action chez des animaux dont l'organisation est rapprochée de celle de l'homme, et voir l'état physique et chimique appréciable que l'autopsie laissera signaler, soit dans le lieu qui a reçu les médicamens, soit dans les points où ils auront étendu leur action. Les observations faites sur l'homme sain et sur l'homme malade, relativement à l'usage de ces médicamens, viendront ensuite comme complément, et l'on prononcera expérimentalement, autant que l'état actuel de la chimie pourra le permettre, sur l'effet réel de leur administration. En attendant que ces immenses travaux de pathologie et de thérapeutique chimiques soient exécutés, des siècles se passeront peut-être; de tels travaux sont trop contraires au genre des études préparatoires des médecins, et trop opposés à leur habitude d'étudier et de voir les objets de leur profession. L'art de guérir, exercé selon l'état incertain et variable de la science, n'en est pas moins digne d'estime; mais, quand il sera possible de le tirer du labyrinthe sans issue où il est perdu, il faudra le tenter, car alors seulement il aura bien mérité de l'humanité, et il cessera d'être l'objet des sarcasmes que lui attirent les reviremens continuels de ses systèmes.

On m'a accordé que mes principes d'application avaient quelque chose de séduisant; qu'ils étaient établis dans des vues d'utilité, et que la science ne pourrait qu'en profiter; c'est du moins le sentiment que m'ont manifesté toutes les personnes instruites auxquelles j'ai communiqué ma manière de voir en physiologie et en médecine. L'essai que j'en vais faire à l'étude du sang convaincra, je l'espère, que je n'ai pas fait un rêve qui ne se réalisera pas.

Avant de passer à cet essai, je crois à propos de signaler quel est le rang que doit occuper le sang dans l'organisation. On s'accorde généralement à admettre que les tissus offrent toutes les conditions de la vie, mais que les humeurs en sont dépourvues; qu'elles ne sont point organisées; qu'elles ne présentent, à proprement dire, qu'une dissolution inerte de matériaux destinés à l'accroissement et à l'entretien du corps ou rejetés par lui; qu'elles ne se trouvent point soumises à l'influence vitale, et qu'elles sont placées immédiatement sous l'empire des seules causes chimiques et physiques. Si l'on n'attribue l'organisation qu'aux parties qui présentent de la structure, les fluides n'en offrent point; mais nous avons vu que la composition était un élément, aussi, de l'arrangement des matières organiques; ils peuvent donc être organisés. Quant à la vie, sans doute ils ressentent moins l'effet du principe vital que les solides; mais il est des solides, comme les cheveux, les ongles et l'épiderme, qui l'éprouvent encore bien moins. Si l'on examine l'urine, on reconnaîtra aisément qu'elle est une humeur qui échappe à la vie, et dont les substances rentrent dans

la catégorie des corps bruts. Pour le sang, il n'en est plus de même. Il a le caractère de ce qui a vie ; ses réactions intestines sont dans un exercice continuel, et il est, ainsi que les organes les plus vivans, agité d'un mouvement moléculaire comme spontané, par lequel il augmente sa substance, ou la diminue et la renouvelle ; il offre les trois grands phénomènes des corps vivans qui sont les effets physico-chimiques de ce mouvement, savoir : l'absorption, l'assimilation et la sécrétion. Le sang absorbe comme le doit faire un fluide, c'est-à-dire qu'il appelle à lui les élémens réparateurs, qu'il s'en nourrit, puis les abandonne et les élimine. Le même caractère de vitalité apparaît aussi dans les autres humeurs en circulation, destinées à se précipiter dans la masse sanguine ; mais il y est moins évident. Il est fort obscur dans les humeurs excrémento-récrémentitielles. Le sang est ainsi le liquide capital de l'animal qui en est pourvu. Le rôle qu'un tel liquide doit jouer dans l'état de santé et dans l'état de maladie ne peut être conséquemment que fort important, si l'on mesure l'importance des réactions à leur multiplicité, à leur énergie et à leur liaison avec celles des organes voisins. Son étude jusqu'ici a été fort négligée, surtout sous le rapport pathologique, dans la croyance qu'elle était peu utile: et, quand on a pensé la faire, on l'a établie sur des faits imaginaires.

On doit, d'après les considérations générales qui précèdent, juger quel est l'aide que le physiologiste et le médecin peuvent exiger de la chimie pour étudier le sang. Ils lui demandent : 1° des recherches analytiques

sur cette humeur; 2° les connaissances qu'elle possède sur les réactions de ses parties. Alors, munis de ces données, ils se les approprieront et les transporteront dans le corps vivant, par une induction fort simple qui tiendra compte néanmoins de l'influence vitale.

Faute de données chimiques suffisantes sur cette humeur, ils devront se livrer à des expériences préparatoires pour rechercher les substances immédiates qui entrent dans sa composition, en même temps explorer leurs propriétés, leur nature, leurs caractères, si la science est encore arriérée à cet égard : alors ils pourront essayer d'opérer une analyse détaillée, et la réitérer sur un grand nombre de variétés de sang. Il leur sera permis, après cela, de tenter d'expliquer le jeu secret de ses phénomènes physiologiques, et de faire profiter la médecine du fruit de leurs recherches, en appliquant encore la chimie à l'étude du sang malade.

Il ne faut pas perdre de vue, dans ces divers travaux, qu'il est surtout essentiel de s'assurer, avant tout, qu'une substance est ou non immédiate; sans cela, il est non seulement impossible de lui assigner un rang durable entre les matières organiques, mais aussi de lui reconnaître une valeur réelle en physiologie et en pathologie. La manière équivoque selon laquelle elle se comportera dans le laboratoire deviendra une source d'erreurs en chimie. Si l'on ne détermine pas positivement sa nature simple ou complexe, elle produira alors nécessairement autant d'interprétations en physiologie et en pathologie que ses propriétés et sa nature mal étudiées pourront être diversement considérées. Il existe malheureusement

encore beaucoup de substances qu'on n'a point définies, ou auxquelles on reconnaît trop légèrement une nature et des propriétés qu'elles ne possèdent pas. Il faut aussi, avant d'appliquer les résultats des recherches chimiques consignés dans les livres, vérifier si la substance qu'on y signale comme immédiate, l'est dans l'acception rigoureuse du mot. Si l'on trouve positivement qu'elle est une espèce organique simple, il faut s'attacher à en recueillir des preuves même surabondantes; si l'on remarque qu'elle est complexe, il devient urgent de bien s'en convaincre, et de caractériser ses composans. Comme on s'est livré d'ordinaire à des analyses d'organes ou d'humeurs sans but arrêté, on a singulièrement négligé de mettre de l'exactitude dans les procédés et dans l'expression de leurs résultats. Aussi voit-on citées avec un vague nuisible à la science, comme substances constituantes de l'organisation, tantôt une matière résinoïde, une substance qui se rapproche des graisses, une fibrine modifiée, un corps azoté, un fluide d'apparence albumineuse, tantôt un extrait, un corps indéterminé, un résidu coloré, un principe amer, une matière *sui generis*, etc. Il résulte de là de graves défauts qu'on n'a pas à reprocher à la chimie minérale, et qui ont contribué au peu d'importance accordée à la chimie organique, malgré la bonne volonté qu'ont pu avoir les physiologistes et les médecins de faire usage de ses résultats.

La marche que j'ai dû suivre dans mon essai se trouve tracée d'après ce que je viens d'exposer. Je le partage en deux parties. La première comprend les

recherches de chimie sur le sang, et la seconde renferme les applications que j'en ai faites à l'étude physiologique, pathologique et thérapeutique de cette humeur.

PREMIÈRE PARTIE.

RECHERCHES DE CHIMIE ORGANIQUE SUR LE SANG DE L'HOMME.

Des recherches chimiques sont nécessairement une suite d'études pratiques toutes de laboratoire; il faut conséquemment moins s'attacher à en produire les résultats selon leur liaison exactement scientifique, que d'une manière artificielle qui devienne favorable à leur exposition méthodique, et surtout à l'enchaînement naturel des opérations qu'elles ont pour base. Aussi, je divise assez arbitrairement cette partie. J'y fais, dans une section, l'examen des matériaux constituans qu'on a signalés jusqu'ici dans le sang, et je les groupe en sept genres : 1° substances fluides; 2° substances albumineuses; 3° substances colorantes; 4° substances grasses; 5° substances odorantes; 6° substances salines; 7° corps impondérables. Je réunis dans une autre section ce qui est relatif à la séparation de chacun de ces matériaux du sang ou à son analyse.

SECTION PREMIÈRE.

Examen des substances qui entrent dans la composition du sang, et des procédés employés pour extraire, ou seulement pour estimer dans l'analyse celles qui doivent être considérées comme immédiates.

Quand j'ai voulu procéder à l'examen d'une substance appartenant au sang, je l'ai d'abord soumise à une révision critique sous le rapport de la nature et des propriétés qu'on lui a accordées, que sa découverte fût ancienne ou qu'elle fût récente, et alors que cette substance eût été proposée par divers chimistes ou par moi-même. On conçoit qu'il m'a fallu, pour cela, répéter toutes les expériences dont elle a pu être l'objet jusqu'ici, et en tenter beaucoup de nouvelles. En même temps, je me suis attaché à reconnaître ses propriétés réelles, et à en déduire sa véritable nature. Puis j'ai déterminé, en suivant les préceptes de M. Chevreul (1), si elle est ou n'est pas immédiate. Après avoir fixé ses caractères physiques et chimiques, j'ai étudié l'action qu'elle exerce sur les susbtances qui, conjointement avec elle, constituent le sang, évalué les données qu'on peut obtenir sur son origine, sur ses usages dans l'organisation, et j'ai terminé son examen par l'établissement d'un procédé convenable pour l'extraire ou seulement pour en faire l'estimation calculée.

(1) Considérations générales sur l'analyse organique et sur ses applications.

1° *Substances fluides.*

L'eau est-elle la seule substance fluide que renferme le sang? Le gaz acide carbonique est-il étranger à cette humeur? L'azote en fait-il partie? On est partagé d'opinion sur la solution de ces questions, souvent discutées cependant depuis plusieurs années. Comme il importe beaucoup de trancher tout doute, je tâcherai de ne rien négliger pour y arriver, en choisissant des voies expérimentales différentes de celles suivies jusqu'à présent.

Eau. — Il est évident que l'eau existe dans le sang avec ses propriétés et ses caractères si connus. Elle s'introduit dans le torrent circulatoire directement par les absorptions veineuses intestinales, et en même temps par les chylifères, avec les différentes substances immédiates qu'ils charrient. Elle donne la liquidité aux corps qu'elle y tient en dissolution, et elle sert de milieu à ceux qui n'y sont point solubles. Comme les diverses questions qui se rattachent à l'eau vont se représenter sans cesse dans les recherches suivantes, je n'examinerai ses relations particulières qu'en traitant des autres matériaux du sang à leurs articles particuliers.

Je n'ai donc ici qu'à vérifier l'exactitude des moyens employés pour l'extraire ou l'estimer dans l'analyse, et qu'à exposer le procédé qui me paraît devoir être préféré. Au premier abord, on croirait que c'est une chose fort simple d'apprécier la quantité de l'eau renfermée dans

le sang, et cependant un sujet d'apparence aussi minime offre des difficultés de plus d'un genre dont la solution importe à toute méthode analytique.

On conçoit que l'eau étant facilement évaporable, on puisse, sans avoir besoin de l'obtenir à part, en calculer aisément la quantité. La seule dessiccation suffit alors. Le déchet éprouvé donne le chiffre de l'eau. C'est donc sur le mode de dessiccation que portent toutes les difficultés de l'opération.

Le procédé qu'on a pratiqué jusqu'ici pour dessécher le sang ou le sérum, celui auquel j'ai eu recours aussi dans mes premières expériences, consiste à chauffer d'abord le sang ou le sérum à 100° cent., à l'agiter continuellement et à écraser en même temps ses grumeaux, puis à arrêter le feu lorsque le tout a acquis de la solidité, ensuite à pulvériser le résidu pour le soumettre encore, pendant une heure, en couche mince, sur un vase large et plat fixé dans un bain d'eau bouillante. Mais il se fait alors une déperdition de substances, et il en résulte une erreur inévitable dans le calcul de l'eau.

Pour reconnaître cette déperdition, et juger de la nature du corps chassé par la chaleur en même temps que l'eau, j'ai distillé du sang au bain-marie dans trois cornues. Ce fluide était pur et sans mélange dans l'une, acidulé avec de l'acide sulfurique étendu dans la seconde; mêlé d'eau aiguisée de soude dans la troisième. Il fallut, dans tous les cas, un temps très long pour épuiser toute l'eau du sang de ces cornues et l'obtenir dans les récipiens. C'était alors un liquide incolore, limpide, d'odeur

peu prononcée de sueur humaine ou de rance, pour celui qui provenait du sang acidulé; d'une odeur savonneuse, grasse, un peu rance, pour celui résultant du sang alcalisé; quant au liquide donné par le sang pur, il avait une odeur fade, mélange des précédentes, telle que cette humeur en répand lorsqu'on la dessèche à l'air libre. L'intérieur des récipiens et du col des cornues paraissait comme s'il eût été frotté avec un corps gras; l'eau y glissait à la manière du mercure, en y laissant des gouttelettes nombreuses, adhérentes au verre. Un lavage à l'eau de potasse, à l'alcool ou à l'éther, détruisait promptement cette propriété. Elle provenait donc réellement de la présence d'un corps gras. Aussi, en agitant de l'éther avec ces liquides, se chargeait-il d'un peu d'une graisse, dont la petite quantité ne put me permettre d'en étudier suffisamment tous les caractères particuliers. Le sous-acétate de plomb formait un précipité blanc dans ces mêmes liquides; l'eau de baryte ne les troublait pas sensiblement. Le papier bleu de tournesol y inclinait faiblement au rouge. Abandonnés à eux-mêmes pendant plusieurs semaines, ils ont fini par se troubler, exhaler une odeur de matière peu animalisée, et se couvrir de byssus. M. Matteucci (1) a déjà remarqué que le sang soumis à l'action de l'acide sulfurique peut donner un corps gras volatil, analogue à l'acide caproïque de M. Chevreul, mêlé, dit-il, d'un peu d'acide lactique. L'intervention de l'acide sulfurique est peu utile pour l'obtenir, puisque la simple distillation du sang

(1) *Ann. de phys. et de chimie*, t. LII, p. 137.

peut le développer. Je reviendrai sur la nature de ce corps en examinant les substances grasses.

Si l'on emploie du sang ou du sérum qui ne soit plus frais, la déperdition est encore plus considérable pendant la dessiccation. La réaction intestine de ses parties ne tarde pas à s'opérer dès qu'il est abandonné à lui-même, pour peu que la température dépasse + 10° cent. Il en résulte des produits volatils de nouvelle formation, comme je le prouverai en traitant des substances comprises dans le groupe suivant.

Le sang n'éprouve pas seulement une perte de substance en se desséchant; ses parties constituantes s'altèrent alors aussi plus ou moins profondément. Quoique ce ne soit peut-être pas le lieu de parler des phénomènes déterminés par une chaleur qui semblerait ne devoir pas être désorganisante, il n'est pas hors de propos de s'en occuper ici, parce qu'on destine ordinairement les substances desséchées du sang à des expériences ultérieures importantes pour lesquelles elles peuvent devenir ainsi impropres. Comme on observe mieux les diverses phases de ces phénomènes quand on agit sur du sérum, matière peu colorée où l'on peut suivre à la vue beaucoup de modifications physiques et chimiques, c'est cette partie du sang qui m'a servi à obtenir les résultats que je vais relater. On les appliquera aisément au sang entier. Alors deux sortes d'altération se manifestent successivement, selon le degré de la dessiccation.

La première se produit dès que l'albumine du sérum est coagulée à l'air libre ou dans un vase fermé. Il se

développe, à cette époque de l'opération, outre un corps nouveau, que j'étudierai en examinant les substances albumineuses, une odeur faible, moitié savonneuse, moitié sulfhydrique, qui devient de plus en plus évidente, si la cuisson à 100° cent. est prolongée. C'est l'odeur bien connue des œufs durs, mais moins prononcée. Elle ne préexiste pas à la coction, car le sang ne renferme pas d'acide sulfhydrique, ni de soufre libre. Elle doit nécessairement se constituer sous l'influence de la chaleur, aux dépens des principes du sang qui contiennent du soufre en combinaison. La graisse sulfophosphorée de cette humeur, la cérébrine, offre seule ce corps simple parmi ses composans. C'est donc elle qui, se détruisant alors, malgré sa résistance bien connue à l'action de la plupart des réactifs chimiques, fournit l'odeur remarquée. On peut prouver cette assertion, car on parvient à diminuer sensiblement la cérébrine du sérum en alcalisant assez fortement ce liquide avec de la soude ou de la potasse caustique, puis en sursaturant cet oxide quelques heures après avec un acide faible tel que l'acétique. Il se fait, lors de cette sursaturation, un dégagement notable d'acide sulfhydrique. L'analyse permet ensuite de vérifier qu'il ne reste plus la quantité de cérébrine que devait avoir le sérum. Il en est de même du sérum qu'on a abandonné à lui-même : il s'y forme de l'ammoniaque, et il répand des vapeurs de sulfhydrate d'ammoniaque aux dépens de la cérébrine.

Quand on coagule du sérum par la chaleur, après avoir d'abord neutralisé son alcali naturel, il ne s'en exhale plus d'odeur sulfureuse, même en acidifiant le

coagulum. La chaleur seule ne peut donc décomposer le corps gras sulfuré du sang ; la soude elle-même n'a pas non plus cette vertu, puisque la graisse cérébrale tenue dans une lessive alcaline bouillante ne se dénature point ; l'albumine également, même aidée par la chaleur, n'a aucune action sur elle, comme nous l'avons vu tout à l'heure. Le concours de l'albumine, de la soude et de la chaleur, ou de la putréfaction, est ainsi indispensable pour que la décomposition de la cérébrine ait lieu, et qu'il en résulte un développement sulfhydrique.

La seconde espèce d'altération que peut éprouver le sang chauffé à 100° cent. s'observe à la fin de sa dessiccation, quand il est assez privé d'humidité pour être mis en poudre et être tenu sur le bain d'eau bouillante, afin d'en enlever les dernières portions d'eau. Si l'on fait usage de sérum pour mieux voir ce qui se passe alors, on remarque qu'il jaunit, qu'il devient orangé foncé, et qu'il répand une forte odeur de graisse cérébrale. Le refroidissement ne restitue pas au sérum sec sa couleur jaune-verdâtre. La nouvelle altération qui s'est produite a porté sur la cérébrine en partie vaporisée ou partiellement décomposée, sur la séroline qui a jauni, et sur les matières jaunes et bleues elles-mêmes, comme on peut s'en assurer en les extrayant, à l'aide de l'alcool et de l'éther, quand la dessiccation sera accomplie.

Il faut, en conséquence, quand on veut opérer avec exactitude, et ne perdre aucune des substances qui constituent le sang ni les altérer, renoncer à dessécher ce fluide ainsi que le sérum à 100° cent., pour en sépa-

rer l'eau et en estimer la quantité dans l'analyse. Il faut en outre procéder peu après la saignée, et bien éviter l'action de l'air dans les vases où il a été reçu, puisqu'il s'y produit promptement un mouvement de fermentation putride

La dessiccation opérée par le vide sec, comme l'a proposée M. Chevreul, n'a aucun des inconvéniens que je viens de signaler ; aussi est-ce à son moyen que j'ai constamment eu recours dans mes recherches, et avec un avantage marqué.

Lorsque j'ai à dessécher une forte quantité de sang ou de sérum, j'évapore cependant son eau à l'air libre et par une douce chaleur, qui ne peut altérer ni volatiliser aucune de ses parties solides ; mais la matière sèche retient encore de l'eau. Voici comme j'opère : J'extrais du vase d'abord le sérum, en le versant lentement, puis le caillot, en le partageant en plusieurs parcelles ; j'enlève minutieusement par des lavages le peu de sang demeuré au fond et sur les parois du vase, pour le joindre au reste. Le tout est reçu dans une assiette de porcelaine d'un grand diamètre, afin de lui faire présenter une vaste surface ; j'écrase le caillot, je le divise au moyen d'une fourchette d'argent, de manière à avoir le moins possible de lambeaux de fibrine, et à faire répandre également la matière colorante au milieu du sérum ; je maintiens l'assiette à une température constante de $+40°$ cent., ce que m'indique un petit thermomètre dont la boule repose sur le bord du vase évaporatoire et permet d'en surveiller le degré. Ce vase est placé sur une caisse de tôle au dedans de laquelle brûle une lampe qui

donne une chaleur égale. La substance soumise à l'opération est préservée par une gaze fine des insectes et des corpuscules légers qui pourraient y arriver latéralement, tandis qu'une large feuille de carton, placée à un décimètre de distance, empêche la poussière d'y descendre perpendiculairement. L'appareil ainsi disposé fonctionne dans un cabinet fermé de façon à y supprimer les grands courans d'air. La dessiccation terminée, je détache avec lenteur et précaution la substance qui se trouve alors plus ou moins adhérente au vase. Le sérum, si c'est cette matière qui a servi à l'expérience, s'enlève plus difficilement que le sang; son adhérence au corps sur lequel il s'est desséché est extrême : en le détachant, il faut éviter que ses écailles se projettent au loin. Je lave et je ramollis avec un peu d'eau distillée les portions qui n'ont pu être séparées, et qui, par leur peu d'épaisseur, échappent à l'action du couteau à tranchant convexe, qui est fort utile en ce cas. J'évapore la solution et je joins son résidu à la masse sèche; alors je pèse le tout, et je l'emploie immédiatement ou je le conserve dans un flacon bouché à l'émeri.

Mais quand il s'agit de déterminer rigoureusement la quantité de l'eau, soit du sang, soit du sérum, je soumets au vide desséché par l'acide sulfurique environ 15 grammes de sang ou 15 grammes de sérum; je les pulvérise quand la dessiccation est assez avancée pour le permettre, et je maintiens encore un jour entier dans le vide le résidu en poudre. L'appareil fonctionne dans un lieu à 15° cent.; j'ai soin de tenir compte de la perte inévitable qui a lieu pendant la pulvérisation, tant par

les molécules échappées du mortier que par les particules qui restent fixées aux parois de cet instrument, en pesant la matière avant et après la pulvérisation. La différence du poids donné par le sang ou le sérum liquide, et par ces substances sèches, indique la quantité de l'eau qu'elles contenaient.

J'ai dû, dans mes premières expériences sur le sang, publiées en 1830, me tromper en supputant cette quantité, non seulement parce que j'ai mis en usage le procédé généralement employé jusqu'ici, mais aussi parce que ma dessiccation n'a pas été généralement poussée assez loin. Il en est résulté que j'ai moins obtenu d'eau que cette humeur n'en renferme, et que les parties fixes ont profité de ce défaut grave ; tandis que les autres expérimentateurs ont signalé plus d'eau, et nécessairement moins de parties fixes qu'elle n'en contient. MM. Prévost et Dumas, ainsi que M. Le Canu, sont tombés également dans quelques erreurs en desséchant le sang, erreurs rendues encore plus sensibles par leur manière d'opérer. Ces habiles chimistes n'ont expérimenté que sur le sang réuni dans un seul vase : ils ont, pour en évaluer l'eau, séparé d'abord son sérum en grande partie, puis divisé son caillot en deux moitiés, afin de dessécher l'une et de réserver l'autre pour diverses recherches..... Or, pour procéder alors avec rigueur, il faudrait que le caillot fût toujours homogène; que tous ses points fussent également pénétrés de sérum, de manière qu'en le partageant chacune de ses moitiés se trouvât chargée du même poids de matière solide et d'eau : mais cela ne peut être, comme l'expérience le démon-

tre. L'humidité proportionnelle varie quelquefois de plusieurs millièmes entre les deux portions d'un caillot ainsi partagé. Il reste, en outre, sous le caillot un peu de sérum souillé de matière colorante, qu'on ne peut répartir convenablement entre ses portions, ou ajouter au sérum pur sans inconvénient.

Gaz. — Il y a des chimistes et des physiologistes qui admettent et d'autres qui nient que le sang puisse renfermer un ou plusieurs gaz, soit à l'état de liberté et circulant avec lui, soit engagés dans une combinaison faible et entrant ainsi dans sa composition. Comme l'acide carbonique jouerait alors un rôle assez important, s'il existait de l'une ou de l'autre manière au sein de cette humeur, c'est surtout relativement à lui que les opinions se sont partagées, et qu'on a multiplié les expériences pour ou contre sa présence parmi les principes constituans de cette même humeur. Plusieurs physiologistes ont récemment appuyé de recherches remarquables sur la respiration, l'opinion favorable à sa circulation avec le sang, mais réuni à un peu d'azote; aussi aujourd'hui elle prévaut sur toutes les autres. Quoique j'aie déjà résolu ce point essentiel de physiologie chimique d'une manière négative dans mes premières recherches sur le sang, je l'ai repris de nouveau avec soin à cause de l'intérêt qu'on paraît y prendre.

M. Edwards a remarqué que le sang exhale, pendant son passage dans les poumons, de l'acide carbonique et même de l'azote (1). Ce phénomène, observé également

(1) *De l'influence des agens physiques sur la vie*, p. 465.

par d'autres expérimentateurs dignes d'avoir autorité dans les sciences, paraît être constant. Mais est-il une preuve convaincante que ces gaz aient dû circuler avec le sang avant de s'échapper par les voies bronchiques? Outre l'acide carbonique formé lors du contact de cette humeur avec l'oxigène de l'air, ne peut-il pas s'en être fait dont la production immédiate, ayant lieu sans le concours du gaz atmosphérique, n'aurait pas besoin de parcourir les artères et les veines pour avoir une issue au dehors ? L'élaboration que subit le sang dans les poumons, abstraction faite de l'action de l'air, ne doit-elle pas produire instantanément des gaz qui se développent aux dépens des substances immédiates du sang, modifiées nécessairement pour la formation de l'hématosine ? Il est ainsi possible de rendre compte de l'origine de l'acide carbonique et de l'azote qu'exhale le sang, sans la trouver dans l'état libre ou faiblement combiné de ces gaz au sein de ce fluide. Les gaz ainsi exhalés seraient du carbone, de l'oxigène et de l'azote, éliminés pendant la conversion de l'albumine et peut-être d'autres substances du sang en matière colorante. Quoi qu'il en soit, il faudrait, pour prouver la présence directe de ces gaz dans le sang, des expériences autrement concluantes que celles que possède la science.

On a bien dit que Vauquelin avait observé que du sang placé dans de l'hydrogène dégageait de l'acide carbonique. Mais ce dégagement a-t-il été prompt, ou s'est-t il opéré à la longue par l'effet de la réaction naturelle des parties de cette humeur qui s'altèrent si rapidement ? Ce sang était-il récent, ou avait-il été exposé

à l'air avant l'expérience ? L'action de l'air y détermine si vite un commencement de décomposition avec émission d'acide carbonique, que cette circonstance était importante à signaler. L'expérience de Vauquelin, manquant des conditions essentielles qui la rendraient probante, ne peut être invoquée par les partisans de la circulation de l'acide carbonique. D'ailleurs je l'ai repétée sans succès avec du sang frais tenu une heure dans de l'hydrogène à 20° cent.

M. Vogel a, dit-on aussi, aperçu des *torrens de carbonate de chaux* se former au haut d'une cloche pleine de sang et d'eau de chaux. Ce chimiste a certainement pris pour du carbonate calcaire un albuminate de chaux insoluble, formé par l'union de la chaux et des noyaux centraux des globules. Une telle expérience n'a donc aucune portée.

Le sang, au lieu d'avoir de la disposition à perdre de l'acide carbonique, s'il en renfermait de libre, a la faculté de l'absorber et de le retenir dans le vide. Il réagit alors sur l'albumine, et donne un composé neutre avec elle, pendant qu'il tend aussi à saturer la soude excédante du sérum. Si, d'ailleurs, le sang contenait de l'acide carbonique, sa soude serait au moins sous-carbonatée; or c'est positivement sous forme caustique qu'elle existe dans cette humeur, comme nous le verrons plus loin.

Quant aux bulles qu'on voit quelquefois dans le caillot ou à sa surface, elles n'ont ici aucun intérêt. Il est évident, pour celui qui pratique souvent la phlébotomie, qu'elles sont un effet mécanique du jet sanguin qui

a fait mousser le sang lancé avec force dans la palette. Elles ne consistent donc qu'en de l'air emprisonné, et doivent en avoir la composition.

Pour décider enfin ce point important, j'ai renouvelé les expériences que j'avais faites lors de mes premières recherches. Elles sont fort simples. Pour cela j'ai rempli à demi trois capsules de verre d'un sang pur, recueilli exprès d'un homme robuste saigné dans le laboratoire même. J'ai recouvert aussitôt le sang contenu dans deux de ces capsules, d'une couche épaisse d'huile d'olives d'abord bouillie, et je n'ai répandu de cette huile sur la troisième que le lendemain ou le surlendemain. La température était alors de 20 à 22 ° cent. A l'instant j'ai soumis l'une des premières au vide prolongé pendant quelques heures. Il ne s'est manifesté aucune bulle gazeuse. La seconde capsule n'y a été soumise que plusieurs jours après; des bulles s'y sont bientôt montrées, et sont venues éclater à la surface de l'huile. Enfin la troisième, laissée quelque temps à l'air avant d'être privée de son contact, a fourni beaucoup de bulles, qui toutes consistaient probablement en acide carbonique et en produits azotés gazeux. Je ferai remarquer que je tenais à côté des capsules, sous le récipient de la machine pneumatique, un verre à moitié plein d'eau distillée, bouillie récemment et recouverte d'huile aussi bouillie, afin d'arrêter le vide au moment où cette eau aurait manifesté de la tendance à s'évaporer et à donner des bulles de vapeur aqueuse.

J'ai soumis aussi au vide du sang au moment où il venait d'être tiré de la veine, comparativement à du

sang obtenu l'avant-veille, et laissé exposé à l'air dans une assiette à 20° cent. Le dernier a donné de l'acide carbonique que n'a nullement fourni le premier. J'avais placé ces deux espèces du même fluide dans des flacons qu'ils remplissaient presque exactement; un tube bien luté partait de chacun d'eux, et plongeait dans des vases ouverts pleins d'eau de chaux par un bout, tandis que l'autre bout ne plongeait pas tout à fait dans le sang. Il suit de là, je pense : 1° que le sang qui circule dans les veines ne contient point de gaz libres ou faiblement combinés; 2° qu'il s'en développe promptement par suite de l'action de l'air; 3° que la réaction de ses parties, seule, sollicitée simplement par la température ambiante, suffit pour y en déterminer; 4° que les gaz fournis par le sang à son passage dans les poumons sont dus, en partie, comme personne n'en doute, à l'action de l'air qui enlève des corps simples de cette humeur, et, en partie, à des résidus de l'élaboration que cette même humeur subit pendant l'hématose, plutôt qu'à de l'acide carbonique et à de l'azote préexistans.

Depuis que j'ai posé ces conclusions, M. G. Magnus a publié un mémoire sur les gaz contenus dans le sang (1). Ce chimiste a fait, à ce sujet, des expériences fort curieuses, desquelles il induit que les gaz circulent avec cette humeur. Je vais extraire un résumé de son travail qui ne détruit nullement la valeur des faits que j'ai exposés plus haut, et, par conséquent, ne peut modifier mon opinion.

En faisant passer un courant continu de gaz hydro-

(1) *Journal de chimie médicale*, t. 3, 2e série, p. 537.

gène à travers du sang veineux pendant six heures, il obtint environ un cinquième du volume du liquide employé, en acide carbonique mêlé d'un peu d'oxigène et d'azote. En substituant à l'hydrogène de l'azote, même de l'oxigène, le résultat a été semblable. La même expérience, tentée avec le sang artériel, a fourni encore un résultat analogue ; mais l'acide carbonique dégagé a été en moindre quantité, et l'oxigène s'est montré en proportion notable. L'auteur essaya ensuite d'extraire ces gaz directemeut à l'aide de la machine pneumatique, sans l'intervention d'un gaz étranger quelconque. Il fit partir d'un vase plein de sang un tube qui plongeait dans l'eau de chaux, et de celui-ci un second qui s'adaptait à la machine. Aucun phénomène ne s'est d'abord manifesté ; mais, quand le manomètre a baissé d'un pouce, l'eau de chaux s'est *troublée*, surtout quand on a eu soin de ne faire le vide que *lentement*. La plupart des expériences ont été faites sur du sang d'homme très sain, et sur celui de plusieurs animaux. M. Magnus pense que l'hydrogène et les autres gaz ont la propriété d'expulser l'acide carbonique et la faible quantité d'azote et d'oxigène que renferme le sang, par un phènomène analogue à celui qui se produit quand un liquide qui contient un gaz quelconque en absorbe un autre pour laisser dégager le premier. Alors de ses expériences il conclut qu'à l'acide carbonique libre du sang il a substitué une quantité correspondante d'hydrogène, tout à fait selon les lois que nous devons à M. Dalton sur l'absorption des gaz par les liquides.

Je n'ai pas eu le loisir nécessaire pour répéter ces expériences ; mon essai était terminé quand j'en ai eu connaissance. J'y ferai seulement les objections suivantes.

Avant d'affirmer que l'hydrogène déplace un gaz préexistant dans le sang, il faudrait prouver d'abord que ce liquide absorbe autant d'hydrogène qu'il exhale alors d'acide carbonique mêlé d'azote et d'oxigène. Mais, quand bien même cela serait prouvé, il serait encore nécessaire qu'on pût enlever directement ces derniers gaz par la seule suppression de la pression atmosphérique qui les maintiendrait dissous; or c'est ce que M. Magnus n'a pas obtenu ; car le *trouble* de l'eau de chaux qu'il a remarqué, en essayant d'enlever ainsi ces gaz, n'annonce que l'effet chimique d'un peu d'air sur la surface du sang pendant un vide opéré avec *lenteur*. En faisant bouillir du sang étendu d'eau dans une cornue, j'ai vu qu'il se dégageait de l'acide carbonique, mais il se produit en même temps une altération dans le liquide, qui dénote son origine. D'ailleurs, si la fonction de l'oxigène de l'air pendant la respiration se borne à chasser l'acide carbonique gazeux condensé par la pression atmosphérique dans le sang veineux, en s'y substituant, puisque l'hydrogène et l'azote peuvent remplir expérimentalement le même objet, pourquoi sont-ils irrespirables? Le sang est très altérable, la réaction de ses parties donne lieu à de l'acide gazeux en vingt-quatre heures à froid, ou immédiatement à 100° cent; il faut alors considérer celui qu'en extrait l'hydrogène comme simplement déterminé par l'agita-

tion très prolongée du liquide. Cette agitation multiplie et change les points de contact des parties altérables, ce qui hâte leur réaction. Quand on obtiendra des gaz du sang sortant de la veine et immédiatement, soit par le vide ou tout autre moyen expéditif qui ne puisse altérer cette humeur, je croirai à leur préexistence; jusque-là je garderai une opinion contraire.

2. *Substances albumineuses.*

Les principes organiques que M. Berzelius a compris sous les noms de matières albumineuses du sang sont l'albumine, la fibrine et l'hématosine. Il est certain aujourd'hui que cette dernière n'appartient par aucun de ses caractères au même genre que l'albumine. Restent donc la fibrine et l'albumine, auxquelles il faut ajouter, comme nous le verrons, la substance blanche des globules et deux substances extractives.

Fibrine. — J'ai admis, le premier (en 1828), que la fibrine est liquide dans le sang qui circule, et qu'elle ne se solidifie qu'au moment de la coagulation; conséquemment, que ce dernier phénomène est le simple résultat de la solidité qu'elle prend alors (1). Aujourd'hui M. Berzelius pense aussi qu'elle se trouve en solution dans le sérum (2). MM. Piorry et Mondézert (3) ainsi que M. Muller (4) s'en sont convaincus depuis. Cepen-

(1) *Recherches expérimentales sur le sang*, p. 76 et suiv. 1830.

(2) *Traité de chimie*, t. 7, p. 32.

(3) Recherches sur le sérum du sang et sur la formation de quelques productions accidentelles. *Journal hebdomadaire.*

(4) *Ann. des sciences naturelles*, oct. 1832, p. 222.

dant, comme il est encore des chimistes et des physiologistes qui, continuant à admettre que la solidité de la fibrine du caillot, préexiste à la coagulation, considèrent cette substance comme faisant partie des globules, et MM. Le Canu (1), Richerand et Bérard (2) sont de ce nombre, j'ai dû citer des autorités pour fortifier la mienne, si toutefois on se refusait aux preuves convaincantes que j'ai déjà données, et à celles plus convaincantes encore que je fournirai ici. Il est résulté de la fausse idée qu'on s'est faite de la fibrine une cause d'erreur facile à remarquer dans les analyses de MM. Prevost, Dumas (3) et Le Canu (4). Au lieu de faire entrer le poids de la fibrine du caillot dans celui du sérum, ils l'ont compris dans celui des globules. Une autre erreur dans laquelle est tombé M. Le Canu (5) a été d'adopter l'opinion de M. Chevreul, qui suppose que la fibrine perd toujours en se desséchant les 4/5 de son poids. M. Berzelius, lui, dit qu'elle ne diminue alors que des 3/4. Quant à moi, après avoir fait des recherches suivies sur ce point, j'ai pu constater que la proportion de l'eau s'y trouve toujours trop peu fixe pour pouvoir être ainsi calculée; elle y est variable, et ne peut servir de base pour estimer la quantité de la fibrine sèche, d'après le poids de cette substance humide.

(1) *Nouvelles recherches sur le sang*, p. 19. *Journal de pharmacie*, t. 9 et 10, 1831.

(2) *Nouveaux élémens de physiologie*, 10e édition, t. 1er, p. 447.

(3) *Annales de chimie et de physique*, t. XVIII, p. 281.

(4) *Nouvelles recherches sur le sang*, p. 17.

(5) *Idem*, p. 18.

La fibrine a, de tous temps, beaucoup exercé la curiosité des chimistes ; elle a surtout attiré l'attention des physiologistes et même basé des théories médicales. Son état particulier dans le sang, sa présence dans les muscles où elle semble jouer un rôle remarquable, ses propriétés physiques fort singulières, l'arrangement de ses parties sous la forme d'une masse feutrée, comme organisée, dès que le sang est coagulé, etc., sont bien propres à frapper l'esprit. Elle a beaucoup des caractères spéciaux de l'albumine coagulée; aussi quelques personnes ont-elles présumé qu'elles pourraient bien être identiques : cependant on l'a considérée jusqu'ici comme un principe immédiat suffisamment défini, et on l'a décrite comme tel dans les traités de chimie.

« A l'état de coagulation, dit M. Berzelius (1), l'albumine possède si complètement toutes les propriétés de la fibrine, que je ne pourrais citer une seule des propriétés dont j'ai parlé à l'occasion de cette dernière, qui ne s'applique tout aussi exactement à l'albumine.... Il serait difficile de concevoir une similitude aussi parfaite dans la manière de se comporter, autrement qu'en admettant que les deux substances n'en constituent qu'une seule sous le point de vue chimique, et ne diffèrent l'une de l'autre que par quelques circonstances accessoires peu importantes, mais encore inconnues. »

Sans doute l'albumine coagulée par la chaleur ou par l'alcool, et essayée par les réactifs concurremment avec la fibrine, se comporte absolument comme cette sub-

(1) *Traité de chimie*, t. 7, p. 72.

stance dans la majorité des cas ; mais il ne faut pas dire dans tous les cas, ainsi que l'a avancé l'illustre chimiste suédois.

L'incertitude dans laquelle on est sur la nature de la fibrine, son analogie avec l'albumine, le petit nombre des caractères physiques et chimiques qui l'en distinguent, m'ont vivement excité à l'étudier de manière à dissiper, s'il était possible, toute l'obscurité qui l'environne. Pour y parvenir, je l'ai soumise à l'action des acides, des alcalis, des sels et de plusieurs substances organiques neutres. Il en est résulté des effets dont quelques uns ont été très bien décrits par M. Berzelius, surtout ceux qui sont relatifs à l'action des acides et des alcalis, mais dont les autres ne se trouvent cités nulle part, et qui cependant peuvent seuls jeter le plus grand jour sur la fibrine. Je ne parlerai conséquemment que de ces derniers.

J'avais observé, comme la plupart des chimistes, que la solution de plusieurs sels métalliques semblait se décomposer partiellement quand on y tenait plongée de la fibrine, ou bien que celle-ci se colorait ou durcissait simplement, tandis que la solution ne subissait aucune décomposition. Les sels basiques alors tendent en effet à abandonner à la fibrine de leur oxide qui s'y combine. Quant aux sels qui colorent ou durcissent cette substance sans se décomposer préalablement, c'est qu'ils s'y unissent directement, et forment avec elle un composé insoluble. Partant de la connaissance de ces faits, j'ai voulu voir quelle serait la réaction qui s'établirait entre la fibrine et les sels alcalins neutres. Après avoir laissé dans

la solution de plusieurs d'entre eux des lambeaux de fibrine fraîche pendant quelques heures, et ne remarquant aucun changement très apparent, j'abandonnai à elles-mêmes ces solutions et la matière organique que j'y avais plongée : je ne songeais plus à l'expérience que j'avais inutilement tentée, quand, quelques jours après, mon étonnement fut grand de voir la fibrine dissoute dans la plupart des solutions salines. Je répétai aussitôt l'expérience avec plusieurs autres sels neutres; elle réussit également, mais après un temps plus ou moins long. Elle resta incomplète avec quelques uns cependant, et même elle n'eut aucun succès avec certains d'entre eux.

Il faut, comme condition essentielle, pour obtenir une dissolution saline de fibrine, que cette substance organique se trouve divisée le plus qu'il est possible, afin de multiplier ses points de contact avec la solution du sel. Ainsi, qu'on mette de la fibrine bien hachée, encore humide, ou desséchée à une douce température et pulvérisée, dans un flacon renfermant une solution concentrée d'azotate de potasse par exemple, on observera les phénomènes suivans. La fibrine fraîche ne tardera pas à perdre sa blancheur; celle qui est sèche se gonflera peu à peu et deviendra translucide. La première n'acquerra de la translucidité qu'après un temps plus ou moins long. Si l'on a soin d'agiter souvent le vase afin de renouveler les points de contact, et si la température n'est pas trop basse, toutes les parties fibrineuses auront disparu en quarante-huit ou cinquante heures; alors le liquide pourra être passé à travers un linge, et même, s'il n'est pas trop chargé, filtré au papier gris. Il

sera limpide dans ce dernier cas, et un peu louche dans le premier. Il n'aura aucune odeur et restera incolore, il conservera la saveur du sel qui est l'agent de la dissolution. Quand on a employé beaucoup de fibrine et qu'on a surchargé de sel l'eau employée comme intermédiaire, au lieu d'un liquide on obtiendra une masse épaisse, gélatineuse, néanmoins sans glutinosité semblable à celle de la gélatine.

La singulière combinaison soluble dans l'eau, que la fibrine contracte de cette manière avec les sels à bases alcalines, se conserve quelque temps sans éprouver de changement dans sa composition ; ensuite elle se putréfie comme le fait le sérum abandonné à lui-même. Si elle est bien fournie de sel, on peut y ajouter une certaine quantité d'eau sans y opérer de changement; autrement, et même en tout cas, lorsqu'on y verse beaucoup de ce liquide, elle se trouble, blanchit, et des flocons plus ou moins fins, plus ou moins nombreux de fibrine se précipitent. Si l'on cesse de l'étendre d'eau aussitôt qu'elle s'est fortement troublée, la fibrine prend quelquefois l'aspect d'une sorte de coagulum peu consistant, qui vient gagner le haut du vase et occupe la surface du liquide. La fibrine ainsi reproduite et bien lavée n'est nullement altérée ; elle peut être redissoute par les sels neutres, et, comme elle se trouve fort divisée, la redissolution a lieu avec une grande facilité. Quel que soit le sel employé, la dissolution reste neutre. Quand on l'aiguise d'un peu de soude caustique, et que le sel n'a pas une base précipitable par cet alcali, alors l'eau n'a plus la propriété d'en séparer la fibrine.

Sans doute la fibrine doit jouer dans la combinaison faible qu'elle contracte avec les sels neutres le rôle d'une base. Ainsi M. Lassaigne, qui vient d'étudier le composé que forment le bichlorure de mercure et la fibrine(1), pense qu'on peut le désigner sous le nom de *chlorhydrargirate de fibrine*, en se conformant à la nomenclature déjà usitée par M. Dumas pour dénommer les combinaisons de ce bichlorure avec certains composés inorganiques. Ici, on pourrait donc regarder le sel comme fonctionnant à la manière d'un acide, et donnant, par exemple, quand il est de l'azotate de potasse, un *azotatopotassate de fibrine*. Les solutions salines qui ne dissolvent pas la fibrine ne laissent pas d'y déposer une partie de leur sel qui s'y combine, et de donner lieu à un composé inattaquable par l'eau, mais soluble en tout ou en partie dans les solutions aqueuses de sels neutres alcalins ou alcalino-terreux. M. Lassaigne a cité cette circonstance pour les composés de fibrine et d'albumine avec le sublimé corrosif (2); mais il n'a pas vu qu'il n'y avait alors que substitution de sels, et non une combinaison triple, parce qu'il ignorait la faculté singulière qu'ont les sels neutres d'attaquer et de dissoudre la fibrine.

L'eau de potasse ou de soude caustique assez concentrée, versée en quantité convenable dans une solution salino-fibrineuse, en précipite un coagulum de fibrinate

(1) Recherches sur la nature et sur les propriétés d'un composé que forme l'albumine avec le bichlorure de mercure. *Journal de chimie médicale*, t. II, 2e série, 1836, p. 458.

(2) Mêmes Recherches.

alcalin. Les acides y produisent également un précipité caillebotté ; alors la fibrine est basique. Si les acides et les alcalis sont fort étendus, les précipités sont à flocons très fins. Certains acides, cependant, ne la troublent point. En général, si l'on n'ajoute que peu d'acides ou d'alcalis, il ne s'y opère aucun changement appréciable.

En soumettant à la chaleur une solution salino-fibrineuse très chargée ou modérément faible, elle se coagule comme le feraient le blanc de l'œuf et le sérum du sang purs ou étendus, quand la chaleur arrive à 74° cent.

Le mode d'action des sels neutres sur la fibrine m'a rappelé l'effet bien connu des mêmes sels sur la coagulation du sang, qu'ils ont la propriété d'empêcher quand on en a mis en poudre ou en solution aqueuse au fond du vase lors de la saignée. Il est désormais facile d'expliquer ce qui se passe dans cette circonstance. La fibrine, liquide dans le sang qui circule, tend à se solidifier après la saignée, pour former le réseau du caillot ; elle rencontre le sel, elle s'y unit, et conserve ainsi sa liquidité. Cela est si positif, qu'en étendant d'eau le sang devenu incoagulable de cette manière, il ne tarde pas à s'y produire des flocons de fibrine, et même quelquefois, quand le sel n'a été ajouté qu'en quantité médiocre, une sorte de coagulum se forme à la surface du sang étendu d'eau.

Valmont de Bomare (1), et d'autres auteurs avant lui, citent les effets des sels neutres sur le sang, et la faculté

(1) Première édition de son *Dict. d'hist. nat.*, art. SANG.

qu'a ensuite l'eau de lui rendre sa concrescibilité. Eux, comme les modernes, n'ont pu concevoir la production d'un phénomène aussi extraordinaire que la coagulation elle-même. Aujourd'hui on pourra l'expliquer parfaitement.

On a remarqué aussi que le sucre à haute dose agit sur la coagulation du sang comme les sels neutres ; c'est que cette substance jouit aussi de la faculté de se combiner à la fibrine comme eux en certains cas que je spécifierai plus loin. Il doit en être de même de tous les corps qui peuvent contracter une union avec elle, et donnent lieu à un composé soluble dans l'eau.

Il paraît qu'un chimiste avait entrevu l'action des sels sur la fibrine, car M. Berzelius dit : « Suivant Arnold, la fibrine encore humide se dissout dans une solution concentrée de chlorure ammonique. Je n'ai pu réussir à opérer cette solution (1). » Mais Arnold avait malheureusement essayé un sel dont l'action dissolvante est lente, faible, incomplète; il est par conséquent concevable que M. Berzelius n'ait pas pu réussir à y dissoudre la fibrine.

Le chlorure de baryum, l'azotate de potasse, le sulfate de potasse, le sulfate de soude, sont les sels qui agissent le mieux sur cette substance. Les chlorures de potassium, de sodium, de calcium, viennent ensuite. L'azotate de soude, le sulfate d'ammoniaque, le sulfate de zinc, le phosphate de soude, l'acétate neutre de plomb, l'azotate de strontiane, le chlorure d'ammoniaque,

(1) *Traité de chimie*, t. 7, p. 44.

le sulfate d'alumine et d'ammoniaque, ont un effet très faible qui ne se prononce que partiellement, et qui ne détermine qu'une combinaison en plus ou moins grande partie insoluble. L'azotate mercureux, le bichlorure de mercure, le sous-acétate de plomb, le chlorure de fer, s'unissent à la fibrine, mais donnent un composé insoluble.

Si l'on soumet de la fibrine fraîche ou sèche, mais ramollie dans l'eau, à l'action de l'alcool pendant quelques heures, elle se racornit et devient insoluble dans les sels neutres. Il y a alors combinaison des deux corps. De nombreux lavages peuvent enlever une partie de l'alcool, mais ils ne détruisent pas complètement la combinaison. La fibrine reste durcie et inattaquable aux sels neutres. Aussi l'alcool précipite-t-il la fibrine de ses solutions salines en flocons plus ou moins fins.

Du sucre ajouté à l'une de ces solutions y produit aussitôt un changement remarquable, à mesure qu'il s'y fond. Le tout s'épaissit, devient glaireux, dense, et ressemble à du mucilage. Le sucre s'est uni à la fibrine. Si l'on y mêle de l'eau, on voit qu'elle éprouve de la difficulté à agir. Quand on en verse sept à huit fois le volume de la masse sucrée, la fibrine semble reparaître à l'état filamenteux et exempte de sucre.

La fibrine tenue long-temps dans le sirop de sucre finit aussi par se pénétrer de cette matière, et par s'y unir à la longue. La gélatine, la gomme, l'empois et d'autres substances organiques solubles dans l'eau, peuvent elles-mêmes former des combinaisons analogues avec la fibrine en solution saline.

Soumise à l'eau bouillante, la fibrine se contracte, se racornit, et devient insoluble dans les sels neutres ; elle offre alors toutes les propriétés de l'albumine coagulée au feu.

Je ne sais si l'eau oxigénée aurait une action spéciale sur la solution saline de fibrine comme elle en manifeste sur cette substance pure.

Si l'on additionne la solution saline très chargée de fibrine de quelques gouttes d'eau de potasse ou de soude caustique, de manière à équivaloir à peu prés au treizième du sel employé, elle conserve la faculté de se coaguler par la chaleur, mais elle ne précipite plus par les alcalis ni par les acides, à moins d'employer de ces réactifs à fortes doses, et on peut l'étendre d'eau, comme je l'ai déjà dit, sans la troubler. Mais, au lieu d'alcaliser la solution, si l'on mélange douze parties d'un sel neutre à base de potasse ou de soude et une partie de ces alcalis, qu'on les dissolve dans l'eau, on aura un liquide qui attaquera rapidement la fibrine, en produisant une solution en tout semblable au sérum du sang; cependant cette expérience ne réussit pas toujours bien.

Je pense qu'on devra tirer parti de cette faculté dissolvante de la fibrine, qu'on trouve dans les sels neutres alcalisés, pour analyser les parties animales qui renferment de la fibrine, comme les muscles par exemple. Aussi l'ai-je essayée alors avec succès. Les tissus blancs dont l'ébullition dans l'eau fournit de la gélatine ne sontque gonflés et ramollis par les sels alcalisés.

Quel que soit le résultat théorique de cet examen dont

je remets la discussion au paragraphe suivant, il sera toujours essentiel de connaître combien le sang soumis à l'analyse peut présenter de fibrine. Le procédé suivi jusqu'ici me semble convenable pour la séparer et en estimer la quantité. Il consiste à laver le caillot dans un nouet de linge jusqu'à décoloration complète, puis à faire bouillir le résidu dans de l'alcool à 40°, et à le dessécher ensuite; enfin, à le brûler et à défalquer de son poids primitif celui des cendres qui se sont formées.

Albumine. — Cette substance qui, à l'égal de la fibrine, a toujours exercé la sagacité des chimistes, et a été regardée comme importante par les physiologistes et par les médecins, existe non seulement dans le sérum du sang, mais aussi dans beaucoup d'autres liquides de l'économie animale, et même dans des solides organiques. Elle se montre constamment sous la forme liquide, mais elle devient si facilement insoluble dans l'eau, qu'on a pensé qu'elle pouvait se trouver sous les deux états fluide et solide, sans altération et sans l'intervention d'une matière étrangère. Cependant, comme dans son état fluide elle est toujours accompagnée d'un peu de soude, on a présumé que cet alcali pourrait bien être pour quelque chose dans la cause de sa liquidité. « La soude forme dans le sérum du sang, dit M. Berzelius, ce qu'on pourrait appeler un *albuminate sodique* (1). » Néanmoins, je ferai observer que l'albumine coagulée ne peut être ramenée à l'état liquide avec toutes les propriétés du sérum, en la traitant par l'eau alca-

(1) *Traité de chimie*, t. 7, p. 68.

lisée, et que l'alcali du sérum exactement saturé ne détermine pas la précipitation de l'albumine qu'il serait chargé de tenir en dissolution. Je vais, comme je l'ai fait pour la fibrine, exposer toutes les recherches auxquelles je me suis livré pour résoudre ce problème.

Les acides minéraux et végétaux étant versés dans le sérum donnent lieu à un précipité, qui se redissout promptement quand ces acides sont étendus. Si l'on se sert d'acides concentrés, et que le sérum soit surtout épaissi par une évaporation convenable, le tout se prend en masse. La combinaison qui se fait alors est semblable à celle que contracte la fibrine dans le même cas.

L'ammoniaque ne produit aucun effet sensible sur le sérum; il n'en est pas de même des alcalis fixes. De la potasse ou de la soude ajoutée à du sérum, même à faible dose, le fait prendre en masse après quelques heures, surtout s'il est épaissi par l'évaporation, et que l'alcali soit pur, bien caustique. La combinaison est encore exactement comparable à celle qu'on obtient en faisant réagir les alcalis sur la fibrine.

Un courant électrique maintenu dans une certaine quantité de sérum détermine la formation d'un coagulum, sur le fil positif principalement.

La chaleur coagule ce liquide à 74° cent. Le produit solide qui en résulte est doué des propriétés qu'offre la fibrine bouillie dans l'eau, ou seulement tenue dans ce liquide à 74° cent.

Les sels qui dissolvent aisément la fibrine, ou qui l'attaquent lentement et faiblement, ne troublent pas le

sérum. Ceux qui, loin de la dissoudre, tendent au contraire à la resserrer, précipitent ce fluide. Certains sels ajoutés en excès redissolvent le précipité qui généralement peut être attaqué, en partie cependant, par l'action des sels neutres. En tous cas de précipitation, le liquide surnageant retient toujours un peu d'albumine en solution dans l'eau saline.

L'alcool à 30°, même à un degré alcoométrique moindre, versé en abondance sur le sérum, en précipite toute l'albumine en flocons très fins, qui, vus au microscope, sont globuliformes. Si l'on précipite ce sérum avec un volume égal d'alcool à 33°, et qu'on ajoute aussitôt une solution d'un sel neutre, ou mieux une solution de ce sel additionnée d'un treizième de soude ou de potasse, le précipité disparaît et le sérum semble reconstitué. Souvent même, quand on n'a versé que peu d'alcool, et que néanmoins il s'est opéré un grand trouble, il suffit d'agiter le tout pour voir disparaître le précipité et s'éclaircir le liquide. Quand on mêle du sérum et de l'alcool à 30 ou 32°, à parties égales, qu'on porte le mélange à l'ébullition, qu'on le filtre bouillant à travers un linge fin, le liquide passe en entier, il ne s'est pas opéré de coagulation, mais le tout est trouble. Le trouble augmente lorsque la masse se refroidit, il s'y fait des pellicules à sa surface et il se dépose à son fond quelques flocons. Le reste de l'albumine demeure liquide.

Tous ces faits semblent annoncer entre la fibrine et l'albumine du sérum une identité de nature facile à reconnaître. Cependant, si cette identité est réelle, pourquoi l'une est-elle solide et l'autre liquide?

La soude seule ne peut être la cause de cet état liquide.

L'oxigène, comme on l'a pensé autrefois, n'a aucune influence sur la coagulation du sang, et par conséquent sur la solidification de la fibrine.

Un acide quelconque qu'on pourrait supposer dans le sang, et qui, après la sortie des vaisseaux, en précipiterait de l'albumine sous forme de fibrine, n'est pas admissible, car le sang ne renferme jamais un acide libre.

Mais nous avons vu que les solutions salino-alcalines de fibrine ressemblaient tout à fait au sérum; or, le sérum renferme, lui aussi, des sels neutres et un alcali. Leur concours ne serait-il pas la seule cause de sa liquidité? L'albumine liquide, par conséquent, ne serait-elle qu'une dissolution naturelle salino-alcaline de fibrine, et la fibrine du sang qu'une portion de cette fibrine précipitée pendant la coagulation?

Je vais rechercher tous les faits qui peuvent avoir rapport avec ce point essentiel de chimie organique.

Nous avons remarqué déjà que, pour dissoudre exactement la fibrine, il fallait qu'un treizième du sel employé fût de l'alcali; or, la soude du sang fait assez exactement le treizième de ses sels propres. Mille parties d'eau chargée d'un centième d'azotate de potasse et d'un millième de soude, dissolvent environ sept centièmes de fibrine, et il en résulte un sérum artificiel qui jouit de toutes les propriétés du sérum naturel. Le rapport des sels alcalisés et de la fibrine dissoute est alors le même que celui des sels et de l'albumine du sérum

naturel, à l'exception d'un excédant de fibrine qui reste souvent indissous à l'état glaireux.

J'ai tenté de dissoudre de la fibrine dans des sels solubles imités de ceux du sang, et d'y ajouter d'abord une portion convenable de soude. Le résultat a été variable. Si l'eau est très chargée de ce mélange, dès qu'on y répand la fibrine, c'est d'abord l'alcali qui l'attaque, et alors qui la modifie au point d'en gêner et même d'en empêcher la dissolution. Il faut donc ne pas trop charger l'eau de ces sels imités de ceux du sang et alcalisés, et, au contraire, soumettre à leur solutum une grande proportion de fibrine humide, hachée menue, et souvent remuée dans le vase où se passe l'expérience. Quelquefois j'ai vu la dissolution s'opérer à vue d'œil, d'autres fois du jour au lendemain.

Pour rendre la formation du sérum artificiel plus frappante, j'ai extrait directement du sang ses sels solubles et son alcali, par sa carbonisation, puis par son incinération et une lixiviation convenable des résidus. Ici, la soude est en excès sans doute, car on a, outre celle qui doit aider avec les sels solubles à maintenir l'albumine liquide, la portion qui était unie aux acides gras. Malgré cette circonstance, l'eau chargée convenablement de ces matières salino-alcalines attaque bien la fibrine et la convertit en sérum artificiel.

Quand ce sérum, fait par l'un de ces procédés, n'est pas trop abondamment pourvu de sels alcalisés, que ce qu'il en renferme a agi un à deux jours sur une grande quantité de fibrine, la chaleur le coagule à + 74° cent. en blanc d'œuf, et il offre toutes les propriétés du sé-

rum naturel ou de l'albumine liquide; mais, si le mélange contient un peu trop de soude, cet excès d'alcali réagit sur le produit, et le rend sinon incoagulable, du moins gêne sa coagulation par le feu, et laisse à son résultat la faculté de se redissoudre en partie à chaud dans l'eau. Il en est alors comme du sérum naturel additionné d'alcali.

Il est de remarque que la fibrine n'a pas toujours le même degré de solubilité dans les agens que je viens de signaler. Celle qui provient de la couenne du sang est plus lente à s'y fondre; celle qui peut être extraite des globules y disparaît promptement, quand même on n'a point alcalisé le sel neutre. Il en est de même encore de la fibrine précipitée par l'eau d'une solution dans un sel non alcalisé. On ne peut voir ici que des effets de cohésion.

J'aurais désiré procéder de nouveau à l'analyse élémentaire de la fibrine et de l'albumine, pour en joindre ici les résultats à mes expériences sur l'identité de ces deux substances; mais il m'a été, faute d'instrumens convenables, impossible d'y procéder moi-même, et je n'ai rencontré aucun chimiste connu qui voulût s'en charger. Je suis persuadé à l'avance que ses résultats compléteront ma démonstration.

Maintenant, qu'on sature exactement l'alcali, tant du sérum naturel que du sérum artificiel, avec un acide quelconque, de l'acétique par exemple, puis qu'on étende d'eau la masse entière, ou qu'on commence à l'étendre d'eau avant de procéder à la saturation; il se précipite aussitôt des flocons très fins avec lenteur. Ils

sont formés de fibrine, accompagnée à la vérité de corps gras. Qu'on verse alors un excès d'acide, ou mieux une solution de sel neutre, cette fibrine moléculaire est aussitôt redissoute.

J'ai fait voir comment le sucre s'unissait instantanément à une solution de fibrine dans un sel neutre, et formait alors une matière épaisse, gluante, difficile à dissoudre dans l'eau, etc. ; on peut encore la produire avec du sérum. Si l'on fait fondre du sucre dans ce fluide, et qu'on abandonne le tout dans une bouteille ouverte, peu à peu il s'établira une union intime entre le sucre et l'albumine du liquide, et il en résultera une masse visqueuse semblable au composé instantané de sucre et de fibrine décrit dans le paragraphe précédent. Je ferai remarquer que plusieurs conditions sont nécessaires pour que cette expérience réussisse. Les plus indispensables sont une température de 10 à 15° cent., le contact de l'air et le repos pendant un temps plus ou moins long. Il s'établit en ce cas une vraie fermentation qui a lieu néanmoins sans tumulte, mais pendant laquelle il se développe un acide dont s'empare la soude du sérum, de l'acide carbonique probablement. Il se dégage en même temps une odeur alcoolique. Le sucre alors finit par se trouver en contact avec une simple solution saline d'albumine, et il s'y unit.

Je crois inutile de rapporter d'autres expériences pour prouver que l'albumine et la fibrine ne forment qu'une seule et même substance, et que c'est aux sels neutres du sérum, ainsi qu'à son alcali, qu'est due sa liquidité. Aussi, on admettra avec moi l'explication

suivante, maintenant très naturelle, des effets souvent cités de l'alcool et de l'électricité sur le sérum.

L'alcool froid ajouté à du sérum tend à la fois à lui enlever son eau et son chlorure de sodium, lequel forme la plus grande partie de ses sels, en même temps qu'il a lui-même de la disposition à s'unir avec l'albumine, et à faire avec elle une combinaison insoluble dans les sels neutres. De toute nécessité, cette albumine rendue à son premier état se précipite.

Quant à l'action de l'électricité, un courant voltaïque détermine simplement le transport de la soude du sérum au pôle négatif; il décompose les sels neutres, en réunit les alcalis à la soude, pendant qu'il refoule les acides au pôle positif. L'albumine est mise ainsi en liberté de toute nécessité, tant vers l'un que vers l'autre pôle, à cause du double rôle d'acide et de base qu'elle joue.

Ce serait ici le lieu d'examiner un autre problème fort important à résoudre pour l'étude complète du sang, celui du phénomène de sa coagulation naturelle dès qu'il est tiré des vaisseaux, ou de la précipitation qui a lieu alors sous forme de fibrine d'une portion de l'albumine du sérum; mais, comme ce problème se lie à la solution de la question de l'existence et de la formation des globules, je n'en traiterai qu'en m'occupant de la matière blanche remarquée dans ces mêmes globules.

On connaît l'effet de la chaleur sur le sérum, et, en général, sur l'albumine liquide; à quelle cause le rapporter? Les sels et l'alcali ici sont de nul intérêt, car la fibrine pure, bouillie, se durcit, devient cassante et prend elle-même l'aspect de l'albumine coagulée. Pour

rendre compte du phénomène, on doit admettre nécessairement qu'il s'opère alors une modification moléculaire qui commence à avoir lieu à + 74° cent., et qui détermine une augmentation de cohésion entre les parties chauffées, cohésion qui devient telle, qu'elle surmonte tout obstacle, qu'il s'ensuit la solidification de la substance dissoute et l'accroissement de sa consistance, d'une manière progressive, à mesure que la température continue d'agir. On observe un semblable effet dans certains corps inorganiques; aussi n'est-il pas extraordinaire ici. L'alumine, par exemple, quand elle est à l'état de gelée, est très sensible à l'action de la potasse et à celle des acides; qu'on la soumette quelque temps à la chaleur rouge, elle perdra son eau interposée, elle se contractera; ses parties resserrées deviendront réfractaires aux acides et à la potasse, par la voie humide, bien entendu.

Le blanc de l'œuf, examiné comparativement avec le sérum, se comporte de la même manière; il n'est ainsi qu'une solution salino-alcaline d'albumine.

Il résulte de ce qui précède que l'albumine peut se montrer sous plusieurs formes : 1° liquide, tenue à cet état par des substances salines et un alcali existant avec elle dans l'eau qui l'a dissoute; 2° solide; alors en corpuscules très fins, arrondis, globuliformes, qui paraissent être le mode de l'arrangement de ses molécules; 3° solide encore, mais en flocons volumineux, feutrés, réunion de ces corpuscules. Ces trois formes constituent l'albumine liquide, l'albumine globulaire et l'albumine fibrineuse ou fibrine. Ces deux dernières,

on l'a vu, ne diffèrent entre elles qu'accidentellement; elles ne sont qu'une seule et même substance, type de la substance immédiate qui devra conserver la dénomination d'albumine. La première, au contraire, n'est qu'un composé qui sera rayé du nombre des principes organiques simples.

Le caractère chimique le plus saillant de l'albumine, celui qu'elle possède peut-être seule à un haut degré parmi les substances immédiates, c'est de pouvoir tenir lieu, tantôt d'un acide, tantôt d'une base, et de jouer l'un ou l'autre de ces rôles avec presque tous les corps solubles, d'une manière très prononcée; aussi est-elle douée d'une facilité prodigieuse d'entrer en combinaison. Elle peut se saturer d'acide carbonique, et le retenir dans le vide. Elle s'unit à des sels sulfatés que la baryte ne peut ensuite signaler. Elle s'empare du fer qu'elle dérobe aux réactifs les plus sensibles. C'est ainsi qu'elle enveloppe dans le sang les corps étrangers qui s'y introduisent, et qu'elle les conduit vers les émonctoires, entraînée qu'elle est par le torrent de la circulation. Mais c'est aussi par cette affinité étonnante qu'elle possède que les poisons désorganisent le sang ou sont portés dans les viscères essentiels à la vie, et que ceux-ci reçoivent une atteinte mortelle. Cette grande facilité de combinaison l'établit dans le sérum comme un lien chimique entre ses diverses parties. Elle entraîne dans sa solution saline les graisses du sang naturellement insolubles dans l'eau, et les sels insolubles qu'il contient. La matière rouge des globules y est elle-même un peu soluble; car il suffit de remuer le sang dans

le vase qui le reçoit pendant la saignée, pour que le sérum se colore en rouge, et reste coloré quand il se sépare ensuite du caillot.

La gélatine, si abondante dans tous les tissus, n'existe pas dans le sang. Il renferme seulement une grande quantité d'albumine. N'est-ce pas cette dernière qui se transforme dans la première pour en fournir les organes? En traitant par l'acide azotique de l'albumine, on obtient une sorte de gélatine; l'action des alcalis puissans la rend aussi gélatiniforme: il n'y a conséquemment à opérer qu'une légère modification, pour déterminer le passage de l'une à l'autre. Si l'on examine un tissu pendant son développement, il est toujours albumineux d'abord, avant de présenter de la gélatine. Mais cette gélatine elle-même n'est en partie qu'un produit de laboratoire; elle n'est point telle dans la nature. Peut-être trouvera-t-on plus tard qu'elle n'est que l'une des formes de l'albumine. J'en dirai autant du mucus. Ou il dérive de sa substance, ou il n'en est qu'une forme, ou enfin il résulte de l'union d'un acide et d'albumine. Je ne donne pas ces considérations pour fondées; mais elles doivent exciter à diriger des recherches que la physiologie attend impatiemment.

L'état chimique de l'albumine dans le corps pendant la vie doit, d'après ces faits, être d'une haute importance; cette substance ne peut qu'occuper un degré élevé dans l'échelle soit des instrumens physiologiques, soit des corps qui leur sont soumis.

On la trouve déjà dans le canal intestinal pendant l'acte de la chylification. Les organes qui entrent dans

la composition du corps en donnent en outre à leurs lymphatiques. De ces deux voies, elle pénètre dans le sang. L'enfant semble en être primitivement formé; elle compose du moins le canevas de l'organisation, pendant le développement de l'embryon. Elle existe et se renouvelle ensuite dans cette organisation, durant le reste de la vie. Une partie est-elle divisée, c'est elle qui arrive pour y commencer un travail de réparation. Elle est tout intérieure dans l'économie; elle ne s'épanche jamais au dehors en nature, à moins de maladie. Ce n'est pas seulement à l'état liquide et de fibrine qu'elle se trouve dans le sang, elle s'y rencontre encore sous forme globulaire. J'examinerai plus loin ce point de mes recherches.

L'albumine, qui existe dans le sang à l'état liquide, est facile à obtenir à part, sous forme solide. Il suffit pour cela de verser dans du sérum assez d'alcool froid pour qu'il soit complètement décomposé, et de tenir ensuite le précipité formé dans de nouvel alcool bouillant ou dans de l'éther. On a ainsi une substance qui, traitée par de l'eau chaude d'abord, et ensuite desséchée à l'étuve, a les caractères suivans : elle ressemble à du carbonate de chaux pulvérulent. Mise dans de l'eau, elle s'y gonfle, donne des grumeaux mous, grisâtres, translucides, élastiques. Elle ne bleuit pas, quand on la soumet à l'action de l'acide chlorhydrique ou de l'acide acétique.

Lorsqu'il s'agit d'estimer la quantité de l'albumine qui se trouve à l'état liquide dans le sang, il faut opérer sur deux portions de cette humeur recueillies succes-

sivement pendant la saignée. On dessèche l'une, pour évaluer l'eau du sang lui-même. On isole le sérum de l'autre, afin d'en dessécher d'abord la première moitié, pour en évaluer aussi l'eau, et afin de précipiter ensuite l'albumine de la seconde par l'alcool froid. Il faut alors tenir le précipité dans l'alcool bouillant, le peser, le brûler, et en défalquer le résidu ; on a le poids de la quantité de l'albumine que contenait le sang. Car, comme on a commencé à prendre connaissance du rapport existant entre l'eau du sérum et celle du sang, l'albumine du sérum et celle du sang étant dans le même rapport, il s'ensuit qu'on obtient immédiatement l'évaluation de sa quantité réelle dans le sang analysé, en estimant celle du seul sérum.

Substance blanche des globules. — Il est démontré aujourd'hui que les globules rouges qui flottent au milieu du sérum dans le sang en circulation, et qui se trouvent emprisonnés par l'albumine fibrineuse dans le sang coagulé, sont formés d'un noyau central, solide, incolore, transparent, environné d'une couche de matière rouge et peut-être pénétré par la substance de cette couche. La perforation que quelques personnes ont cru y remarquer n'est l'effet que d'une illusion d'optique. Pour la structure vésiculaire que certains expérimentateurs leur ont trouvée, rien ne la démontre, et tout annonce au contraire qu'ils sont dépourvus de vide. Après avoir répété le peu d'expériences chimiques auxquelles on les a soumis, et avoir étudié les diverses particularités décrites par les micrographes, il m'a été facile de voir que M. Raspail s'est trompé quand il dit

qu'ils sont solubles dans l'eau seule (1); ils ne sont certainement susceptibles que de s'y gonfler, ainsi que l'ont remarqué MM. Donné (2) et Muller (3). Leur forme et leur volume m'ont paru tels qu'on les indique dans les traités de physiologie. M. Donné semble leur reconnaître une texture qu'aucun procédé ne peut rendre évidente; ils n'en présentent réellement pas dans l'acception de ce mot. M. Raspail les considère comme le résultat d'un précipité albumineux, tandis que M. Donné les regarde comme composés de fibrine; ce qui revient à la même opinion, que du reste j'ai corroborée par de nouveaux faits.

Le caillot du sang étant pressé dans un linge disposé en nouet, fournit un liquide épais qui ne consiste qu'en sérum très chargé de globules rouges, mais mêlé de lambeaux de matière colorante, de cette même matière dissoute, de globules décolorés et de molécules graisseuses. Les globules décolorés se sont probablement séparés de leur hématosine dans le froissement éprouvé pendant la saignée, et pendant la pression opérée par le linge. Il suffit d'étendre d'eau le liquide épais ainsi obtenu, pour déterminer la dissolution de toute la matière colorante, et ensuite de filtrer, pour avoir les globules blancs ou la matière blanche des globules. Tel est le procédé de M. Donné. La réunion de ces globules sur le filtre ressemble à de la gelée de groseilles, parce

(1) *Nouveau Système de chimie organique*, p. 368.

(2) *Journal de chimie médicale*, 1830, t. 6, p. 477, et Thèse soutenue à la Faculté de médecine de Paris, 1831.

(3) *Ann. des sc. nat.* Octobre 1832, p. 222.

qu'ils retiennent toujours de la matière colorante. Ils sont transparens et susceptibles de se suspendre dans l'eau, où ils acquièrent de l'opacité, surtout si on y ajoute un sel neutre. L'acide acétique les dissout bien; la solution des sels neutres alcalisée les attaque bientôt et les fait promptement disparaître. En les soumettant rassemblés, et ayant la forme de gelée de groseilles, à + 74° cent., ils se coagulent comme de l'albumine, deviennent opaques, mais sans se grouper en un seul caillot; chaque globule s'est gonflé, a blanchi, est devenu en tout semblable à de la fibrine bouillie ou à du sérum coagulé.

Ces globules décolorés, ou matière blanche des globules, ne sont donc que de l'albumine globulaire, l'une des formes sous lesquelles l'albumine peut se montrer à l'état solide. Ce qui le démontre, c'est qu'il est facile de lui faire prendre la forme fibrineuse, en mettant les globules qui les composent dans une situation convenable à leur agrégation.

L'eau seule, avons-nous vu, gonfle les corpuscules de la matière blanche des globules; elle les rend plus transparens encore, au point de devenir peu visibles : l'addition d'un sel neutre, du sulfate de soude par exemple, les gonfle encore plus et les ramollit, comme cela a lieu pour l'albumine fibrineuse ou fibrine. Si l'on agit sur le liquide épais écoulé d'un caillot pressé dans un linge, le gonflement des globules rouges se fait également, dès que la solution concentrée du sel y est ajoutée. La matière colorante qui peut y adhérer se sépare et se dissout en grande partie; les noyaux centraux prennent

une teinte blanche, parce qu'ils deviennent opaques, ce qui donne à toute la masse une apparence vermeille. A ce moment ces noyaux sont visqueux, ils s'accolent, et déterminent par leur agglutination la formation d'une masse distincte ou de plusieurs masses au milieu de l'eau très colorée qui l'environne, mais peu consistantes et rosées, lesquelles tendent à gagner tantôt le fond, tantôt la surface du vase. Qu'alors on étende d'eau le tout, une partie se dissoudra à la faveur du sel neutre, et la plus grande partie demeurera indissoute, sous forme de franges, de lanières, de feutre, vraie fibrine, et sous forme aussi de globules innombrables nageant près d'elle; ou mieux, qu'on sépare quelques masses avec une spatule, pour les laver avec soin. Cette obtention de fibrine est difficile à exécuter. En jetant le liquide sur un linge, on la recueillera en partie. Elle se comportera avec les réactifs comme la fibrine obtenue par le lavage du caillot.

Cette expérience semblerait devoir confirmer l'opinion des chimistes qui pensent que la fibrine du sang coagulé provient des globules et non du sérum. Mais, d'abord, on voit très manifestement la fibrine liquide se solidifier à la surface du sang couennenx, et il y a, après cette solidification, autant d'albumine en moins dans le sérum que le caillot renferme de fibrine en plus; puis, la fibrine du caillot est toujours, dans le sang sain, en rapport de quantité avec la masse du sérum, et non avec celle des globules. Ensuite, pourquoi quelques globules abandonneraient-ils, seuls, leur fibrine, tandis que d'autres la retiendraient si fortement? Enfin les sels

neutres mettent un temps assez long pour dissoudre les globules ; ces sels, ajoutés au sang pendant la saignée, ne devraient donc pas les dissoudre immédiatement, de manière à rendre le sang incoagulable, comme ils le font. Le sang au contraire devrait encore se coaguler, mais peu à peu, se ramollir ensuite, et ne se fluidifier qu'après un ou deux jours; tandis qu'il est facile de voir que les sels neutres empêchent le sang de se coaguler immédiatement, en s'opposant à la solidification d'une portion de l'albumine liquide, en même temps qu'ils gonflent et rendent seulement opaques les globules blancs restés entiers, non fluidifiés. Aussi ne trouve-t-on plus de fibrine dans ce cas, et voit-on très bien les globules rouges, avec leurs noyaux devenus blancs-mats.

Divers observateurs, et tout récemment M. Lhéritier (1), ont attribué la formation de la fibrine du caillot à des globules incolores que renfermerait le sérum, et qu'ils nomment globules séreux. Il fallait d'abord démontrer dans le sang la présence de semblables globules; mais l'examen microscopique du sang en circulation n'y laisse apercevoir, outre quelques globules froissés et ainsi rendus à peine rouges, rien autre que des corpuscules colorés, et M. Muller (2), en filtrant du sang de grenouille, a très bien remarqué que les globules rouges restaient sur le filtre, tandis que le liquide limpide écoulé ne tardait pas à se coaguler, bien qu'il ne contînt point de globules séreux. J'ai aussi noté que le

(1) Recherches sur le sang humain. *Bulletin clinique*, 1835, t. 1, p. 151.

(2) *Ann. des sc. natur.* Octobre 1832, p. 222.

sérum du sang couenneux ne contient aucun globule blanc, avant de se prendre en masse (1). Le sang extrait par la lancette ne fournit jamais non plus, comme on l'a avancé, un sérum avec globules incolores, quand il a été laissé en repos pour le débarrasser des parties étrangères qui se détachent quelquefois du caillot, et restent dans le liquide surnageant. A la vérité, si l'on soumet au microscope des gouttes de certain sérum, on y aperçoit encore des corpuscules nombreux globuliformes qui consistent en corps gras que l'éther peut enlever immédiatement, et qui même se dissolvent à une température de + 36 ° cent. Quand on examine le sérum dans une saison chaude ou dans un lieu à température élevée, la goutte placée sur le porte-objet ne tarde pas à abandonner de l'humidité; il se fait de l'évaporation à sa surface: de là ces stries en apparence ségrégées, tout à fait accidentelles, qui en ont imposé, et qu'on peut faire disparaître avec un peu d'eau. Ce sont ces diverses circonstances mal étudiées qui ont fait admettre, dans le sang extrait des vaisseaux, des globules blancs dont la réunion peu après la saignée aurait été la cause de sa coagulation et de la formation de la fibrine.

Le diamètre, la forme, le volume des globules incolores centraux des globules colorés sont, à peu de chose près, ceux de ces derniers. Leur dimension est donc de $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{150}$ de millimètre. Ils sont pour la plupart circu-

(1) *Voyez* plus loin dans les inductions sur les altérations du sang, à l'article du SANG COUENNEUX.

laires et aplatis. L'aspect sous lequel l'albumine solide qui les constitue se montre, n'a rien d'extraordinaire; il ne peut dériver que des lois très naturelles de la précipitation chimique de ce corps qui, comme on le sait, prend alors toujours la forme globulaire, et que de son passage forcé dans la filière des vaisseaux où chacun des globules se trouve nécessairement pressé contre son voisin et contre les parois vasculaires elles-mêmes, ce qui occasionne leur aplatissement.

D'où provient cette albumine solide, base des globules? Le chyle et la lymphe ne renferment aucune substance globuliforme albumineuse qui pourrait s'introduire directement dans le sang, et s'y couvrir de matière colorante. Le chyle donne bien un sérum où nagent des corpuscules blancs, mais ils consistent en corps gras; le lavage de son caillot n'en produit même pas d'autres. Ces fluides sont cependant déjà susceptibles de se coaguler et de fournir de la fibrine. L'albumine solide qui nous occupe doit donc avoir son origine dans le sang lui-même qui en renferme une si grande quantité à l'état liquide, et elle ne peut provenir que de cette dernière, laquelle a, comme nous l'avons vu, une disposition continuelle à solidifier de sa substance; aussi, que le sang soit tiré des veines, avons-nous vu, de l'albumine solide se sépare bientôt; elle se précipite en globules qui s'agrègent; de là la fibrine du caillot. Maintenant, qu'on considère le sang, agité, poussé dans une foule de pertuis étroits, cette albumine ne se déposera pas moins; cependant, ses particules ne parviendront pas à s'agglutiner, à cause du mouvement qui les entraî-

nera en tous sens, elles s'isoleront les unes des autres ; ne pouvant prendre la forme de fibrine, il faudra bien qu'elles revêtent celle de globules. Quoique le sang ne précipite pas sans cesse de l'albumine à l'état solide, comme je l'ai démontré plus haut, il doit, selon ce qui vient d'être dit, aisément en précipiter ainsi dans les vaisseaux des poumons pour la confection des globules rouges, et dans les organes pour satisfaire aux besoins de la nutrition. Dans ce phénomène, en même temps qu'un globule se dépose, le sérum acquiert nécessairement une nouvelle quantité d'albumine, qui prend la forme liquide pour remplacer la substance abandonnée sous forme solide. Ce ne peut être qu'aux dépens du chyle et de la lymphe que le sérum se recharge ainsi. Conséquemment, les globules séreux des auteurs auraient de la réalité, mais non dans le sang circulant dans les gros vaisseaux ou reçu dans un vase à la saignée. Selon les inductions que j'ai données, ils ne voyageraient pas, ils se formeraient seulement là où leur usage est nécessaire. Je crois m'être tenu ici dans les faits, et n'avoir nullement émis d'idées systématiques. D'après ces faits, l'eau salino-alcalisée du sérum sursaturée d'albumine jouerait un grand rôle dans la coagulation du sang, dans la nutrition et dans l'hématose elle-même. Je ne pense pas m'être trop avancé en établissant cette conclusion. Pourquoi, dira-t-on, le sérum a-t-il seulement la propriété de se sursaturer d'albumine, pendant que le sang circule ? Quand nous posséderons des instrumens chimiques analogues à l'action des organes, sans doute nous pourrons alors maintenir

cette sursaturation après que le sang sera extrait des vaisseaux, ou l'opérer artificiellement ; en même temps, nous pourrons produire aussi beaucoup de phénomènes moléculaires organiques, aujourd'hui au dessus de nos moyens, faute d'appareils convenables.

Revenons à l'examen de la matière blanche des globules, indépendamment de sa forme, de son origine et de son usage dans l'organisation.

Si l'on abandonne un caillot bien écrasé sur un vase large, à une évaporation lente conduite par une chaleur de 36° cent., et qu'on le lave lorsqu'il sera sec, la fibrine obtenue se trouvera être en quantité plus considérable qu'en procédant à son extraction par le lavage du caillot encore humide.

En n'employant que le liquide épais extrait du caillot pressé dans un linge, et séparé conséquemment de la fibrine du sang, son lavage, après une dessiccation à 36° cent., laisse encore une substance qui a les propriétés de la fibrine. C'est certainement cette substance qui, se surajoutant à la fibrine du caillot, en augmentait la quantité dans l'expérience précédente. Elle ne peut qu'être de la matière blanche des globules.

Lorsqu'on se sert de sérum au lieu de caillot, on en retire aussi, après sa dessiccation et par son lavage, un peu d'une matière albumineuse solide mêlée de graisses, abandonnée probablement à cause de la neutralisation accidentelle de la soude du sérum pendant la dessiccation, neutralisation qui ne peut avoir lieu que par l'action de l'acide carbonique de l'air, mais la quantité de matière albumineuse est alors des plus minimes; elle est à peu

près nulle quand, avant la dessiccation, on a ajouté un peu d'un sel neutre à base d'alcali au liquide organique.

Cependant, dans ces cas, on est loin d'avoir toute l'albumine solide des globules; l'eau de lavage la trouve en corpuscules tellement fins qu'ils passent à travers les filtres. M. Le Canu, seul, est parvenu à séparer complétement cette albumine.

C'est elle, unie avec l'albumine liquide du sérum, qui reste à l'état de sulfate dans le résidu blanc du traitement du sang par l'acide sulfurique et l'alcool, que j'ai indiqué d'après cet ingénieux chimiste, pour obtenir l'hématosine. Il suffit donc, pour en évaluer la quantité dans l'analyse, d'estimer celle des globules et d'en défalquer le poids de la matière colorante.

M. Le Canu, qui conserve, à tort selon moi, l'opinion que la coagulation du sang est opérée par la fibrine des globules, pense qu'au lieu d'être enveloppée dans ces corpuscules par la matière colorante, la fibrine, elle, au contraire l'enveloppe, unie à l'albumine; de telle sorte qu'en définitive les globules ne seraient que des sphéroïdes formés extérieurement d'une pellicule fibrineuse transparente, intérieurement d'albumine et d'hématosine.

Si j'ai pu démontrer que l'albumine et la fibrine sont identiques, une partie de ce système tombe. Quant au lieu qu'occupe dans les globules leur matière colorante, rien n'est positif à cet égard ; mais, pour la fibrine feutrée du caillot, elle provient certainement du sérum.

D'abord, dans le sang sain, la proportion de la fibrine feutrée est toujours en rapport avec celle du sérum, et jamais avec celle du caillot. Aussi les personnes dont le

sang est très-riche en globules, ne sont pas celles qui ont un sang riche en fibrine.

Puis, dans le sang couenneux, plus il y a de fibrine sous forme de couenne, plus le sérum est appauvri d'albumine. Cette observation peut être jointe encore à mes faits constatant l'identité de l'albumine et de la fibrine; enfin, l'addition des sels neutres dans le sang, à la saignée, empêche le sérum de déposer de la fibrine; elle ramollit alors seulement la fibrine des globules, mais ne la dissout pas; il faudrait plusieurs jours pour cette dissolution.

Extrait aqueux ou cruorine. — L'action peu prolongée de l'eau bouillante sur la fibrine, sur le caillot, et même sur le sérum coagulé, en sépare une substance qui, desséchée, puis lavée avec de l'alcool, constitue ce que j'ai appelé cruorine dans mes recherches sur le sang; c'est la matière muco-extractive de M. Marcet et l'extrait aqueux de M. Berzelius.

M. Le Canu dit qu'il peut paraître étonnant qu'une substance si soluble dans l'eau qu'elle est déliquescente, ne s'obtienne de la fibrine que par l'eau bouillante, qu'il serait possible d'en inférer jusqu'à un certain point la non-préexistence de la cruorine, si l'analyse organique ne fournissait une foule d'exemples de ces anomalies (1). Ce même chimiste est cependant persuadé qu'elle se trouve dans le sang, puisqu'on peut l'en séparer sans l'intermédiaire de l'eau, en précipitant la fibrine, l'albumine et l'hématosine par l'alcool. Il pense

(1) *Journal de pharmacie de Paris*, n° 9, 1831; Rapport sur les recherches sur le sang, du docteur Denis.

qu'elle consiste en un composé de soude et d'albumine. M. Boudet est porté à la rejeter comme substance immédiate (1). Enfin M. Berzelius la considère comme un produit de l'altération des parties albumineuses du sang, déterminée par l'eau bouillante (2).

La chair musculaire a fourni à M. Berzelius et à M. Chevreul deux matières analogues à cette substance. Ainsi le premier de ces chimistes dit, en décrivant l'extrait aqueux de viande, qu'on peut en séparer un extrait brun qui, lorsqu'on le dessèche, durcit, et ne change point à l'air; qu'il a une saveur forte et agréable de bouillon, surtout sentie dans l'arrière-bouche, et ressemblant parfaitement à la saveur de la substance en laquelle la fibrine du sang se convertit par la coction. Il propose de la nommer zoomidine (3). M. Chevreul, lui, a aussi obtenu de l'extrait de viande une matière qu'il regarde comme étant particulière. Elle a les propriétés précitées, mais elle cristallise; il l'a nommée créatine (4). J'avais vu aussi, autrefois, que la chair musculaire pouvait fournir un corps analogue à la cruorine (5).

Pour fixer définitivement l'opinion sur cette matière, j'ai soumis successivement de la fibrine bien lavée et du sérum coagulé, également bien lavé, à un traitement à chaud par l'eau aiguisée de soude caustique. J'ai filtré les liquides après quelques minutes d'ébullition, et j'ai

(1) *Essai critique et expérimental sur le sang*, p. 11.
(2) *Traité de chimie*, t. 7, p. 36, 53 et 67.
(3) *Traité de chimie*, t. 7, p. 511.
(4) *Journal de chimie médicale*, t. 8, p. 548.
(5) *Recherches expérimentales sur le sang*, p. 270.

fait évaporer à siccité. Le produit livra un peu d'osmazome, à l'alcool froid; mais il consistait en presque totalité dans une forte proportion de cruorine artificielle identique à la naturelle.

Ayant pris une nouvelle quantité de fibrine et d'albumine coagulée, séparément, je les ai lavées à froid un jour entier à grande eau. L'eau bouillante n'en a ensuite extrait aucune trace de cruorine.

Enfin j'ai neutralisé une grande quantité de sérum avec de l'acide acétique, avant de le coaguler, puis je l'ai traité par l'eau bouillante. Il n'y a eu aucune trace d'extrait formé.

Ces expériences prouvent que cette matière n'est, comme l'a pensé M. Le Canu, qu'un composé de soude et d'albumine. On doit donc la rayer de la liste des substances organiques immédiates. Il sera intéressant d'étudier la zoomidine et la créatine, pour vérifier si leur nature est simple, ou si elles ne seraient pas aussi des albuminates.

Extrait alcoolique ou osmazome. — L'extrait alcoolique de viande, a écrit M. Berzelius, est mêlé d'acide lactique et de lactates, réunion que M. Thénard, et la plupart des chimistes d'après lui, appellent osmazome, dénomination qui a été donnée indistinctement à plusieurs matières extractiformes du règne animal et du règne végétal.. ..; il faut y renoncer tout à fait, et n'y attacher d'autre idée, sinon qu'elle a servi long-temps dans la science à désigner toutes les matières extractives nitrogénées qui sont solubles dans l'alcool (1).

(1) *Traité de Chimie*, t. 7, p. 502.

Cette opinion de la part d'un chimiste aussi illustre est d'un trop grand poids pour que j'aie négligé de soumettre à un examen rigoureux l'extrait alcoolique du sang. Il a été considéré comme un principe immédiat par plusieurs expérimentateurs, et par moi-même dans mes recherches. M. Le Canu ensuite a contesté son état simple. Il a remarqué qu'il précipitait toujours par les acides, et qu'il n'avait ni la saveur ni l'odeur de l'extrait alcoolique de viande (1). M. Berzelius y voit du lactate de soude et un peu d'extrait de viande (2). Ce chimiste s'exprime ainsi : Si l'on traite, dit-il, la matière sèche du sérum par l'eau bouillante, qu'on évapore le liquide au bain-marie, et qu'on épuise le résidu de l'évaporation par l'alcool froid à plusieurs reprises, celui-ci enlève du chlorure potassique et du chlorure sodique, qui, après l'évaporation de l'alcool, restent cristallisés et entourés d'une masse extractive jaunâtre, transparente, composée de lactate sodique et d'extrait de viande.

J'ai répété ce traitement. Le résidu alcoolique était composé des sels solubles du sang, de traces de la matière jaune qui colore le sérum, d'une faible quantité d'oléo-margarate de soude, d'un peu de cérébrine et d'un albuminate de soude en quantité minime. J'ai varié l'expérience, en neutralisant d'abord la soude du sérum avec de l'acide acétique; le résidu du traitement par l'eau n'a plus donné de parties organiques solubles dans

(1) *Nouvelles Recherches sur le sang*, p. 10 et 11; et *Rapport sur les Recherches du docteur Denis*.

(2) *Traité de Chimie*, t. 7, p. 67.

l'alcool. Je conclus de là que l'extrait alcoolique du sang est un produit complexe ; en conséquence, qu'il ne doit plus figurer dans une analyse régulière.

3° *Substances colorantes.*

Le sang renferme trois substances douées de la propriété de colorer, soit l'eau, soit l'alcool, soit l'éther, en rouge, en jaune ou en bleu, selon leur espèce, à tel point qu'il suffit d'une quantité très-faible de l'une d'elles pour teindre une grande masse de l'un de ces liquides. Leur étude a fait d'immenses progrès depuis mes premières recherches ; aussi vais-je les examiner attentivement. Elles sont l'hématosine, la substance jaune biliaire et la substance bleue.

Hématosine. — On a proposé, pour désigner la matière colorante rouge du sang, les noms d'hémochroïne, de zoohématine, d'hématosine ; c'est ce dernier qu'elle semble devoir conserver. Cependant M. Le Canu, ayant émis l'opinion qu'elle n'est à proprement parler qu'une combinaison d'albumine et d'un corps rouge qu'il a appelé globuline, voulait réserver la dénomination d'hématosine à ce composé seul (1). M. Berzelius n'a pas partagé la manière de voir de M. Le Canu (2), laquelle ne paraît point non plus avoir été goûtée en France; aussi a-t-elle été critiquée par M. F. Boudet (3). Des travaux récens, dus à M. Le Canu lui-même, ont enfin confirmé

(1) *Journal de Pharmacie*, t. 16, p. 745. 1830.

(2) *Traité de Chimie*, t. 7, p. 55.

(3) *Examen critique expérimental sur le sang*, p. 50.

qu'on n'avait connu jusqu'ici que des combinaisons d'hématosine et d'albumine, et non l'hématosine réelle; néanmoins cette dernière paraît devoir conserver son nom.

M. Le Canu avait décrit deux procédés pour se procurer l'hématosine pure selon lui, et qu'il désignait sous le nom de globuline. Le meilleur consiste à triturer (1) un chlorhydrate sec donné par la réaction de l'acide chlorhydrique sur le caillot du sang avec la magnésie calcinée, et à faire bouillir le mélange dans de l'alcool. Il en résulte une solution neutre d'hématosine, et un résidu blanchâtre insoluble dans l'alcool. Le produit est très-ferrugineux, et cette particularité a fait penser à M. Le Canu qu'il devait être exempt de substances étrangères. En le brûlant, il en a extrait 1,74, pour 100, de phosphate et de peroxide de fer; tandis que par le procédé de M. Berzelius, qui évidemment fournit un produit fort albumineux, on n'a que 0,50 pour 100 de résidu de ce métal oxidé. La substance recueillie par M. Le Canu est insoluble dans l'eau, dans l'éther et même dans l'alcool, quoique ce dernier ait servi à l'extraire; mais les alcalis l'attaquent avec facilité. Gmelin et Tiedemann avaient déjà remarqué qu'on pouvait dissoudre l'hématosine impure dans l'alcool absolu, en opérant simplement sur le caillot du

(1) Même ouvrage, p. 50; *Annales de Chimie et de Physique*, t. 45; et *Journal de Pharmacie*, t. 16. Aujourd'hui, M. Le Canu, cet ingénieux expérimentateur, a singulièrement perfectionné son travail, et il est arrivé à de nouveaux résultats, que j'exposerai plus loin.

sang, et en lui faisant subir des traitemens multipliés (1).

Les travaux de M. Le Canu, en prouvant que l'hématosine, telle qu'on la connaissait avant lui, renfermait beaucoup d'albumine, et qu'on pouvait en obtenir une plus pure, ayant des caractères spéciaux, a fait faire un pas à l'étude de cette substance. Il a appelé ainsi de nouveau l'attention des chimistes sur ce point intéressant.

Cependant beaucoup d'expérimentateurs, malgré les travaux de M. Le Canu, n'en ont pas moins persisté à regarder le fer comme étranger à l'hématosine, et à penser que l'expérience de Vauquelin était décisive. M. Boudet a affirmé néanmoins qu'elle a été faite légèrement, qu'on ne peut compter sur son résultat. Je l'avais répétée autrefois, j'ose croire avec succès. Pour M. Berzelius, il l'a trouvée fautive et nullement concluante ; il considère toujours l'hématosine comme ayant le fer au nombre de ses élémens. Un jeune pharmacien de Calais, M. Sanson, a essayé de résoudre la question en faveur de Vauquelin. J'ai suivi le procédé(2) qu'il a décrit, et l'incinération du produit ne m'a réellement fourni que peu d'oxide de fer. Voici ce procédé:

Il soumet du sang de bœuf desséché et pulvérisé à l'action de l'alcool à 18° bouillant ; ce qui le débarrasse d'une portion de ses matières grasses et de tous ses sels. Il le lave à l'eau distillée et le dessèche de nouveau. Alors,

(1) *Traité de Chimie*, t. 7, p. 58.

(2) Thèse sur les matières colorantes du sang, soutenue à Paris à l'Ecole de Pharmacie, 1835, p. 15.

après avoir versé de l'acide sulfurique dans une capsule, il en saupoudre la surface avec le sang. Ce dernier ne tarde pas à s'imbiber, puis à se prendre en une pellicule rosée qu'il enlève. Il continue ainsi à traiter toute la poudre. C'est pour éviter l'élévation de la température qu'il procède de cette manière. Il jette ensuite les pellicules dans une grande quantité d'eau, et, pour que l'accroissement de chaleur qu'occasionne la combinaison de l'eau et de l'acide soit faible, il tient le vase dans un mélange réfrigérant. Le sang acide se contracte, durcit, noircit. Il le lave jusqu'à ce que les liqueurs deviennent roses, et alors il le comprime entre des feuilles de papier joseph, pour lui ôter la plus grande partie de son eau; il le met, après cette opération, digérer dans l'alcool à 36° pendant 24 heures. La filtration donne ensuite une liqueur colorée d'un rose foncé. Une nouvelle digestion dans l'alcool froid procure encore de cette même liqueur colorée. Il traite enfin le résidu plusieurs fois avec de l'alcool bouillant, jusqu'à épuisement. Les liqueurs étant réunies, il les sature avec de l'ammoniaque, et il les évapore jusqu'à ce que le tout ne soit plus qu'une solution aqueuse de sulfate d'ammoniaque, dans laquelle nage une matière noire brunâtre. Il filtre, lave la matière brunâtre sur le papier avec de l'eau distillée, et verse sur elle, dans le filtre même, de l'alcool à 36°. Aussitôt il passe une liqueur d'un beau rouge de sang. Une masse insoluble dans l'alcool froid reste sur le filtre; elle consiste en matière colorante altérée. Il évapore la teinture alcoolique à siccité, et il soumet le résidu à l'action de l'acide chlorhydrique étendu de six

parties d'eau. Cet acide prend une teinte rose foncée, et laisse une substance brune, qui n'est rien autre chose encore que de la matière colorante altérée, qui avait été dissoute sans doute à l'aide de la matière rouge. En saturant la solution acide avec de l'ammoniaque, il se dépose des flocons qui, vus entre l'œil et la lumière, sont transparens; c'est là l'hématosine pure.

Par cette suite d'opérations, M. Sanson est parvenu à séparer de l'albumine, qui y adhère avec force, l'hématosine, peut-être plus complétement encore que ne l'avait fait d'abord M. Le Canu; car elle donne à peine lieu à des réactions albumineuses. Elle est en outre presque dépouillée de fer; circonstance importante: sa couleur est rouge vif. On ne peut la dissoudre dans l'eau; elle est soluble au contraire dans l'alcool, l'éther, les alcalis, les acides. L'infusion de noix de galles, le cyanhydrate ferruré de potasse, l'iodhydrate de potasse, le chlore, n'occasionnent aucun précipité dans sa solution alcoolique acidulée.

On voit dans ce qui précède, et surtout dans la difficulté de bien isoler l'hématosine de l'albumine, que c'est avec cette dernière substance organique, et en vertu de sa grande tendance à la combinaison, qu'elle contracte l'union la plus intime et la plus prompte. J'ai déjà recherché autrefois à quels phénomènes chimiques donnaient lieu les combinaisons à proportions variées de ces deux corps, qu'on peut appeler des albuminates d'hématosine (1). Comme on n'a obtenu jusqu'en novem-

(1) *Recherches experimentales sur le sangs*, p. 92.

bre dernier que de ces albuminates, et non de l'hématosine pure, il est convenable de les examiner, et de voir en quoi ils diffèrent de l'hématosine elle-même ou de l'albumine liquide. J'ai fait voir dans mes recherches que, quand l'hématosine domine, la chaleur détermine aisément la coagulation de sa solution aqueuse en une masse cassante, brune, puis noire, tandis que dans le cas contraire, quand l'albumine est en excès, il n'en résulte qu'une concrétion grumeleuse, une demi-coagulation, couleur café au lait, plus ou moins claire, qui prend une teinte brune par la dessiccation. L'un de ces albuminates présente une propriété encore plus singulière, car il est soluble dans l'alcool aqueux bouillant employé en grande quantité, et insoluble dans le même alcool froid. Il est à observer néanmoins que l'albumine liquide partage cette propriété, mais qu'elle ne se précipite pas de l'alcool refroidi, et qu'elle y reste dissoute en presque totalité. Il suffit, pour obtenir une teinture alcoolique d'albuminate d'hématosine, de soumettre un caillot écrasé à l'action de l'eau de vie du commerce, de tenir le vase sur le feu jusqu'à ébullition, et de filtrer bien bouillant à travers un linge fin. On voit alors passer un liquide brun-rouge, limpide, qui bientôt se décolore et dépose des flocons abondans d'un albuminate prenant une couleur de brique lorsqu'il est sec. Cette substance, dont les composans sont à proportions variées, fournit des cendres ferrugineuses, mais d'autant moins chargées de fer que l'albumine s'y trouve en plus grande quantité. M. O'Shaughnessy (1) a donc commis une erreur grave,

(1) *Journal de Chimie médicale*, t. 1, 2e série, 1835, p. 254.

en la considérant comme un nouveau principe immédiat auquel il a proposé de donner le nom de subrubrine. La globuline de M. Le Canu produit aussi quelques-unes des réactions de l'albumine; elle est, si l'on peut le dire, un sous-albuminate d'hématosine; elle contient en outre tout le fer du sang qui l'a suivie pendant sa préparation. Pour l'hématosine de M. Berzelius, elle se comporte comme un albuminate avec excès d'albumine; aussi ses propriétés, à l'exception de sa couleur, sont-elles celles de cette dernière substance.

M. Le Canu a repris nouvellement son travail sur la matière colorante rouge du sang, et il en a exposé les beaux résultats dans son excellente thèse. Je saisis avec empressement l'occasion de lui témoigner publiquement ici l'estime que je fais de ses recherches, en les employant dans les miennes comme il a naguère agi envers moi en se servant des faits que j'ai obtenus. Ce concert des hommes voués à la science ne peut qu'être utile à ses progrès (1).

Pour séparer l'hématosine, il verse dans du sang privé de fibrine, de l'acide sulfurique, jusqu'à ce que ce mélange, que l'addition de l'acide colore en brun, se prenne en masse. Il délaie dans l'alcool le magma formé, uniquement pour lui faire éprouver une sorte de retrait qui permette de le comprimer; il l'enferme dans un tissu serré, et l'y comprime de manière à faire couler avec l'alcool de lavage toute l'eau primitivement con-

(1) *Études chimiques sur le sang humain*, thèse soutenue à la Faculté de médecine de Paris, 1837, par M. Le Canu, professeur de pharmacie, etc.

tenue dans le sang. Le résidu de couleur brune est détaché du linge, divisé et traité par l'alcool bouillant, avec le soin d'aciduler légèrement les dernières liqueurs, jusqu'à ce que l'alcool cesse de se colorer.

De là, 1° un abondant résidu blanc; 2° des solutions acides alcooliques d'un brun noirâtre, chargées, entre autres substances, du principe colorant rouge. Il abandonne ces solutions à elles-mêmes; il les filtre après leur entier refroidissement qui détermine la séparation d'un léger dépôt albumineux; les sursature par l'ammoniaque; les filtre de nouveau, pour isoler la majeure partie du sulfate d'ammoniaque formé, et quelque peu encore d'albumine; enfin, il les distille à siccité.

Le résidu est essentiellement composé de matière colorante, de matières salines, extractives et grasses. Il l'épuise successivement, par l'eau, l'alcool et l'éther, de toutes les parties solubles dans ces trois véhicules, le reprend de nouveau par l'alcool, mais contenant environ cinq pour cent d'ammoniaque. Il filtre pour la troisième fois, distille ou évapore les solutions, et le dernier résidu, lavé à l'eau distillée, puis séché, constitue la matière colorante pure.

L'hématosine ainsi isolée est solide, sans odeur ni saveur, terne et de couleur brune; mais elle a un éclat métallique et un noir rougeâtre qui rappelle celui de l'argent rouge des minéralogistes, quand elle a été obtenue par l'évaporation au bain-marie de la solution alcoolique ammoniacale. L'eau, l'alcool faible, l'alcool concentré, l'éther sulfurique, l'acide acétique, l'huile

essentielle de térébenthine, ne la dissolvent ni à froid ni à chaud.

L'eau, l'alcool et l'éther acétique, chargés d'une très minime quantité d'ammoniaque, de potasse ou de soude caustique, la dissolvent aisément, et se colorent en rouge de sang, mais sans saturation.

L'alcool, légèrement aiguisé d'acide chlorhydrique ou sulfurique, la dissout également avec une grande facilité, mais se colore en brun, pour redevenir rouge de sang par la saturation de l'acide.

L'alcool à 36°, et bien mieux encore l'alcool à 22°, la dissolvent à la faveur du sulfate de soude.

Ce sel, au contraire, ne paraît pas la rendre soluble dans l'eau; cependant on peut penser que les sels naturellement contenus dans le sang peuvent avoir quelque action sur elle, comme je l'exprimerai plus loin.

L'eau la précipite en totalité de ses dissolutions alcooliques acides, et le dépôt, parfaitement lavé, présente toutes les propriétés de la matière mise en expérience sans retenir d'acide.

L'eau ne la précipite pas de sa dissolution alcoolique ammoniacale. Si l'on emploie beaucoup d'eau, et si l'on évapore, on voit que, sous l'influence prolongée de l'alcali, et surtout de l'eau bouillante, l'hématosine a subi une altération. Elle est devenue insoluble dans l'alcool ammoniacal; elle a perdu sa teinte primitive pour en prendre une verdâtre; elle est du moins à l'état d'hydrate, en sorte qu'elle ressemble alors tout à fait à ces flocons verdâtres que le sang très étendu d'eau laisse déposer lorsqu'on le chauffe, etc., etc.

M. Le Canu a soumis l'hématosine à l'action des acides puissans ; ils lui enlèvent plus ou moins de son fer, et l'altèrent profondément, ce qui fait voir que la matière obtenue par M. Sanson ne doit pas être considérée comme pure, mais comme un produit de réaction, dont la formation, selon M. Le Canu, rend raison de son peu de fer.

Ses cendres traitées par l'eau ne lui communiquent pas la propriété de ramener au bleu le papier rouge de tournesol ; elles laissent un résidu rougeâtre, soluble dans l'acide chlorhydrique pur, qu'elles colorent en jaune. La dissolution acide précipite en bleu par le prussiate ferrugineux de potasse, en noir par le sulfhydrate d'ammoniaque et la noix de galle.

On peut ainsi considérer ces cendres comme du peroxide de fer.

L'hématosine d'homme en a toujours fourni un dixième (représentant 7,1 de métal pour 10,0 d'oxide).

A quel état existe, dans l'hématosine, le fer qu'on y découvre si aisément et en si grande proportion ?

A cet égard, dit M. Le Canu, il me semble, avec l'illustre auteur de l'*Essai de la théorie des proportions chimiques*, que l'idée la plus rationnelle est d'admettre que le fer s'y trouve à l'état métallique, qu'il constitue un de ses élémens, de même que le phosphore, aussi bien que l'oxigène, l'hydrogène et le carbone, constitue l'un des élémens de la matière grasse du cerveau.

Autrement concevrait-on que ni l'ammoniaque, ni les acides chlorhydrique et sulfurique, ne pussent, sans l'altérer profondément, isoler le fer qu'elle contient? dit encore M. Le Canu.

Ce très habile expérimentateur continue à argumenter dans le même sens et ajoute : Concevrait-on que des réactifs aussi sensibles que la noix de galle et le prussiate ferrugineux de potasse ne pussent dénoter la présence de ce métal dans les dissolutions ammoniacales ou acides de l'hématosine? Que les acides ne pussent, comme le fait voir M. Berzelius, séparer le fer du résidu charbonneux de sa calcination ? A tort, certes, on objecterait que, d'après M. Henry Rose (*Annales de chimie et de physique*, t. XXXIV, p. 268), un grand nombre de matières organiques ont la propriété, lorsqu'on mêle leur solution aqueuse avec une certaine quantité d'un sel ferrique, de le dérober aux réactifs. M. Berzelius a démontré le contraire..... etc.

Le travail que je viens d'extraire fournit des preuves, selon moi, suffisantes de l'excellence du procédé de M. Le Canu pour obtenir l'hématosine. Qu'elle soit alors altérée, que le dépôt blanc en conserve encore dans un état d'altération inconnu, toujours est-il qu'à l'époque actuelle de la science, nous pouvions difficilement espérer de séparer cette matière colorante dans un tel degré de conservation, et surtout dépouillée d'albumine.

Aussi, est-ce à ce procédé, que j'ai employé avec succès, que j'accorde le plus de confiance. Je le regarde comme devant dorénavant faire partie d'une méthode complète d'analyser le sang. Quant au fer, je tiens pour indécise la question de son état dans le sang; jusqu'à nouvelles preuves, je le considérerai provisoirement comme y étant à l'état de peroxide.

On ne peut, avons-nous vu, obtenir l'hématosine

pure, sans qu'elle perde la faculté de se dissoudre dans l'eau. Cela est-il dû aux moyens de l'isoler, ou bien est-elle naturellement insoluble dans ce liquide? Il est d'observation que les globules colorés du sang, et conséquemment que leur hématosine aussi, sont inattaquables par le sérum frais. Qu'on agite un fragment de caillot bien écrasé, dans du sérum nouvellement exsudé, le liquide deviendra tout à coup très rouge; mais, abandonné à lui-même, il se décolorera peu à peu, et les globules gagneront le fond du vase. Elle ne paraît acquérir de la solubilité dans l'eau que par suite de sa combinaison avec l'albumine liquide. Cette combinaison s'effectue aisément. Ainsi, en agitant fortement le sérum chauffé au dessous de 60° cent., avec des globules, ou même en agitant cette humeur pendant la saignée, ou en étendant d'eau du sérum et le faisant réagir sur le caillot, on voit bientôt la matière colorante se dissoudre en plus ou moins grande partie. Si l'on pouvait enlever d'un caillot tout le sérum qu'il contient, et le réduire ainsi à de l'hématosine et à de l'albumine solide, celle-ci à cet état étant sans action sur la matière colorante, il est de toute probabilité que cette matière se montrerait insoluble dans l'eau, et présenterait quelques unes des propriétés de celle obtenue d'après le procédé de M. Le Canu. Elle n'est facilement attaquée par le sérum que parce qu'elle doit offrir peu de cohésion, quand elle enveloppe les globules; tandis qu'elle n'a pu qu'en prendre un degré plus marqué, lorsqu'on l'a précipitée de sa dissolution acide par l'ammoniaque; alors elle résiste davantage à l'action du

même sérum, quoiqu'elle n'y soit pas absolument tout-à-fait insoluble. En résumé, je crois que l'hématosine pure n'est réellement pas une substance coagulable par la chaleur, si elle est exempte d'albumine liquide, et je crois encore qu'elle est insoluble dans l'eau.

L'hématosine possède toutes les conditions caractéristiques d'un principe organique simple. Elle est particulière au sang; c'est peut-être la seule substance immédiate qui offre cette singularité. Aussi, on ne la trouve, à l'état sain, dans aucune autre humeur, ni dans aucun solide, comme partie constituante. Le tissu musculaire, où l'on a paru la rencontrer, n'est point coloré par une combinaison d'hématosine avec sa fibrine, ainsi que beaucoup de physiologistes le pensent; il ne doit sa nuance qu'à l'innombrable quantité de vaisseaux qu'il contient. Aussi est-il d'autant plus pâle que l'individu a succombé à une perte de sang plus considérable; c'est ce que l'on voit fréquemment dans les boucheries. Le chyle même, qui renferme tous les élémens du sang, n'en donne aucune trace à l'analyse; cependant, quand ce fluide blanc reste exposé à l'air, il devient légèrement rosé; c'est un indice que l'air opère sur ses élémens à peu près comme il le fait dans les poumons, et que l'hématosine tend à s'y constituer. C'est donc seulement au milieu de la masse séreuse du sang formée du chyle et de la lymphe mêlés, et pendant sa circulation dans l'arbre artériel et veineux, que cette matière apparaît. Comme il ne se fait alors une élaboration capable d'y contribuer que dans les poumons où a lieu le contact de l'air, que déjà le chyle rougit lors de ce simple contact

quand il est extrait du corps, ce ne peut être que dans ces vastes organes, disposés merveilleusement pour cela, que se doit faire l'hématosine. L'action chimique des poumons caractérisée, comme nous l'avons déjà vu, par l'absorption d'une certaine quantité d'oxigène et l'émission d'acide carbonique et d'azote, ne peut avoir pour but unique le changement de couleur du sang. Une telle action ne semble être spéciale que pour confectionner l'hématosine, puisque les matériaux du sang existent tous, à son exception, dans le chyle et la lymphe, avant l'arrivée de ceux-ci autour des cellules bronchiques. Outre que cette action peut modifier l'hématosine brun-rouge du sang veineux, elle a donc, comme c'est du reste une opinion à peu près généralement admise, pour but principal de composer l'hématosine. On conçoit alors que des globules blancs puissent être incessamment déposés dans les vaisseaux des poumons, en vertu encore de l'action de ces organes ; c'est afin d'y rencontrer la nouvelle hématosine formée, et de s'en envelopper pour constituer des globules colorés, lesquels changent, en ce moment et tout à coup, l'aspect du chyle mêlé de lymphe, ou sérum, en sang. Quelles sont les substances immédiates de cette humeur dont l'altération produit l'hématosine? Une seule substance semble jusqu'ici y concourir, sans cependant qu'il soit possible d'en exclure les autres; c'est l'albumine encore. L'hématosine se fait avec rapidité et abondance; elle se reproduit aussi très promptement, quand des circonstances ont enlevé beaucoup de globules colorés au sang. Comment les diverses parties de cette humeur, qui s'y

trouvent en quantité minime, pourraient-elles suffire à cette création de tous les momens et qui exige tant de matière? Ainsi, l'induction la plus naturelle mène encore à attribuer à l'albumine un usage important; ce qui ajoute aux faits plus positifs sur le haut rang qu'elle occupe dans l'organisation.

Nous venons de remarquer que la couleur de l'hématosine n'était pas toujours la même, que de brun-rouge qu'elle est dans les veines, ou de presque noire qu'elle s'y présente, elle devenait rouge écarlate, soit à l'air hors des vaisseaux, soit dans les poumons aussi par l'effet de ce gaz. L'étude chimique de ce phénomène demande encore à être reprise, quoiqu'on s'en soit déjà bien occupé; mais elle offre tant de difficultés que bien des années se passeront encore avant qu'elle ait fourni des données satisfaisantes. Ce phénomène se lie tellement à celui de la formation de l'hématosine elle-même, qu'il sera peut-être difficile de saisir ce qui leur appartient isolément. On peut même le réduire pour le moment à ceci. L'hématosine a constamment une nuance rouge, d'autant plus sombre qu'elle est réunie en plus grande masse, ou que les globules sanguins sont groupés en plus grand nombre. Elle ne prend jamais une nuance différente qui lui soit propre; mais comme elle est transparente, quand le globule albumineux qu'elle enveloppe, transparent lui-même et incolore, devient opaque et blanc mat, elle doit paraître rouge vif; or, ce n'est pas seulement l'action de l'oxigène qui rougit et rend opaques les globules, celle des sels a le même effet; pour mieux dire, elles se prêtent un secours mutuel, proba-

blement dans le seul but de former de nouvelle hématosine. Ainsi, MM. Rayer et Young ont observé : 1° Qu'un caillot privé autant que possible de son humidité, absorbée par du papier brouillard, rougit moins fortement à l'air qu'un caillot resté intact; 2° que des morceaux de caillot bien lavés à l'eau ne rougissent pas autant que des morceaux non lavés de ce même caillot; 3° que ces morceaux retrempés dans le sérum deviennent plus rouges, mais moins que le morceau intact; 4° que les parties saillantes d'un caillot déchiré deviennent plus foncées par l'écoulement de leur sérum et par leur desséchement à l'air, même quand ce desséchement n'est pas considérable; 5° que le caillot ne rougit pas sensiblement sous une couche d'eau; 6° que les sels alcalins, le sucre, l'urée, ajoutés à l'eau, font rougir le caillot; 7° que, parmi les humeurs animales, celles qui sont le plus chargées de matières salines, possèdent la même propriété; 8° que la matière colorante rougie par les sels prend une teinte vermeille par son exposition à l'air. Ils concluent de là que la présence des matières salines dans le sérum est une condition nécessaire pour que le sang devienne écarlate à l'air et que les phénomènes chimiques de la respiration s'opèrent (1). Il faut ajouter encore à ces conclusions que la présence de l'albumine solide est une autre condition, comme je l'ai fait observer, essentielle à l'avivement de sa couleur.

Il est encore impossible de déterminer quel rôle chi-

(1) *Journal de Chimie médicale*, t. 8, 1832, p. 545.

mique joue l'hématosine dans le sang, non plus que dans les organes où elle s'introduit : agit-elle comme acide ou comme base? Le globule est-il un appareil chimique dont le seul contact sollicite des réactions? Sa composition est-elle stable dans les vaisseaux capillaires? On ignore les faits qui pourraient apprendre ce qu'il en est. On trouve déjà l'hématosine dès l'époque presque originelle de l'enfant; elle existe chez l'homme jusqu'à la mort. Une nouvelle organisation s'effectue-t-elle? Après un épanchement d'albumine liquide (lymphe coagulable) qui se solidifie probablement par le retrait de ses sels, apparaissent un ou plusieurs points rouges; c'est l'hématosine qui se présente là dans des conduits déjà vasculaires; bientôt l'albumine prend de la consistance, des fibres s'y voient, elles sont composées de gélatine : un tissu réellement formé de toutes pièces se surajoute à la masse des autres tissus, par une suite de réactions chimiques auxquelles les globules sanguins prennent une part aussi active que le sérum, et d'où résulte l'un des phénomènes physiologico-pathologiques les plus féconds en enseignemens sur la nature de beaucoup de transformations, de dégénérescences et de productions accidentelles.

L'hématosine est toujours la même à tous les âges et dans toutes les circonstances de la vie. Ses phénomènes doivent donc toujours être les mêmes aussi pendant l'existence. Certainement une substance que la nature a mis tant de soin à répandre dans le sang, et qui ne déborde jamais hors de ses vaisseaux, à moins de maladie, ne peut être que de premier ordre. Elle est cependant

de formation secondaire; mais il fallait sans doute trop de préparatifs, trop d'élaborations chimiques, pour la produire. Elle ne pouvait entrer toute faite par les chylifères, ou par d'autres voies. Comme la matière qui la constitue se reproduit continuellement, et que son accroissement en quantité est borné, il doit y avoir des points de l'économie où elle subit une décomposition, et où elle sert à des usages particuliers, soit pour fournir aux solides, soit pour se résoudre en liquides des sécrétions, en passant à travers le parenchyme organique, vaste appareil de chimie dont les modifications rendent les produits variés selon les besoins de l'organisation.

Son action directe observable, mais non explicable, est différente selon le degré de coloration des globules. Elle tue les organes, elle arrête les sécrétions, et amène promptement la mort générale, quand elle circule avec sa teinte rouge-brun; au contraire elle vivifie l'économie, elle stimule tous les appareils, elle anime, pour ainsi dire, toutes les fonctions, dès qu'elle est répandue dans la trame des tissus avec sa teinte écarlate. Aussi sa quantité est-elle en raison de la force musculaire, de la vigueur organique, surtout de l'énergie respiratoire d'où elle tire son origine. Elle est en un mot l'un des principes immédiats les plus puissans de l'activité physique et chimique de l'organisation. Il semble qu'il y ait entre elle et le système nerveux principalement un accord de réactions moléculaires dont le mode, la direction et la nature sont inconnus, mais sans lequel l'organisation succombe.

Substance jaune biliaire. — Le sérum du sang a une teinte jaune tirant sur le vert qui a peu attiré l'attention des chimistes et des physiologistes modernes, parce qu'elle a été généralement regardée comme propre à l'albumine, et communiquée ainsi à tout le liquide où elle est en dissolution. Les anciens la croyaient due à de la bile. M. Le Canu a récemment remarqué que quelquefois le sérum sain peut contenir un corps colorant particulier aussi bien que celui des personnes affectées d'ictère (1). M. Sanson a cru extraire ce même corps colorant du sang de bœuf (2). Dans le commencement des présentes recherches, j'ai aussi été frappé de la nuance du sérum, et j'ai fait plusieurs essais pour voir si elle était propre ou non à l'albumine. Je soupçonnais qu'elle était due à une substance spéciale, parce que j'avais observé que quelquefois le sérum est tout à fait incolore, quoique albumineux à l'ordinaire. Pour obtenir le corps colorant du sérum, s'il en existait un, j'ai précipité une masse considérable de ce liquide avec de l'alcool froid à 40° que j'ai continué à verser tant qu'il a occasionné du trouble. Il en est résulté un nouveau liquide à teinte jaune verdâtre bien prononcée, et d'un volume assez considérable. Ainsi une petite quantité de sérum eut la propriété de colorer une très grande quantité d'alcool. En évaporant la teinture, j'ai remarqué qu'elle a pris exactement la nuance du sérum employé, quand l'évaporation l'a amenée au volume qu'offrait primitivement cette humeur. Toute la matière colorante était donc en-

(1) *Nouvelles recherches sur le sang*, p. 15.

(2) *Études sur les matières colorantes du sang*, 1835, p. 11.

levée; et en effet, la dessiccation du précipité m'a fourni une poudre blanche composée d'albumine et de graisses neutres ; cette poudre gonflée par de l'eau resta également incolore. A mesure que j'ai évaporé la teinture alcoolique, son aspect verdâtre a diminué, et, à un certain moment, elle est devenue jaune dorée, puis le liquide s'est troublé et épaissi ; il s'y est formé des grumeaux opaques orangés foncés. Le tout a été presque brun, après l'évaporation achevée. Le résidu s'est trouvé assez abondant, ayant une saveur salée avec quelque chose de piquant et de désagréable ; son odeur fut savonneuse et assez aromatique. L'éther a pu le dissoudre et en séparer des sels inorganiques. L'eau l'a dissous aussi presqu'en entier, à l'exception d'un peu de graisse qui rendit la solution trouble. En soumettant ce résidu sec à la chaleur, il a fini par prendre une couleur rouge vive, comme du reste peut le faire l'ensemble des corps gras neutres du sang. En employant de l'alcool à 25° il est devenu possible d'en isoler une certaine quantité de ces corps qui sont insolubles dans ce liquide froid, mais cependant il en a retenu encore. Ainsi débarrassé de la plus grande partie des corps gras neutres, il était composé de sels inorganiques, d'oléate et de margarate de soude unis à une substance jaune particulière et à des traces d'une substance bleue particulière aussi.

Il m'a été impossible de dégager complètement la substance jaune des savons qui l'accompagnent, et qui nécessairement en modifient les propriétés. Les matières au moyen desquelles il est possible de précipiter

les acides gras en savons insolubles, ont entraîné avec eux le corps colorant; les acides qui peuvent enlever la soude des mêmes acides gras, les ont laissés libres, mais retenant encore une grande partie du même corps. Cependant il est facile de voir qu'il a les caractères de la substance signalée par MM. Chevreul (1), Lassaigne (2), Braconnot (3) et Le Canu (4), tant dans le sang que dans les tissus et le produit des sécrétions des ictériques. Il est à noter néanmoins que les résultats obtenus par ces habiles chimistes ne concordent pas exactement les uns avec les autres; mais il est facile de remarquer que la matière jaune qu'ils ont examinée n'a pu leur présenter que des réactions composées selon la combinaison dans laquelle elle se trouvait engagée. Quoi qu'il en soit, qu'on prenne, et je l'ai fait plusieurs fois, du sang d'un ictérique ou celui d'un sujet bien portant, l'alcool froid en sépare toujours un produit identique à la quantité près; seulement la proportion des sels gras est plus faible dans le sang des ictériques, relativement à celle de la substance jaune. Conséquemment, s'il est bien prouvé que c'est la substance jaune de la bile qui colore le sérum dans l'ictère, il est prouvé aussi qu'elle colore également le sérum des sujets sains.

Pour fixer mon opinion sur l'identité de nature du corps jaune du sérum et de la matière jaune de la bile,

(1) *Dictionnaire des Sciences naturelles*, t. 47, p. 198.
(2) *Journal de Chimie médicale*, 1826, t. 2, p. 264 et 267.
(3) *Journal de Chimie médicale*, 1827, t. 3, p. 480.
(4) *Nouvelles Recherches sur le sang*, p. 33.

j'ai comparé les faits publiés par les chimistes que j'ai cités, répété, varié même les expériences qu'ils ont faites, autant que les circonstances me l'ont permis. J'ai obtenu, à peu de choses près, les mêmes résultats qu'eux; mais comme ces résultats, si l'on ne tient compte des combinaisons qui retiennent diversement engagée la substance jaune, peuvent donner lieu à établir sur sa nature des inductions variables, je crois devoir entrer d'abord dans quelques détails.

Et, premièrement, quel est l'ensemble des caractères de la substance jaune de la bile? M. Thénard (1) dit qu'elle est insoluble dans l'eau, dans les huiles et dans l'alcool, mais qu'elle est soluble dans les alcalis, dont elle est précipitée par les acides en flocons bruns verdâtres. L'acide chlorhydrique ne l'attaque qu'avec peine; il ne la dissout point, ou n'en dissout que très peu; mais il la rend brun-vert. M. Braconnot pense qu'elle est probablement soluble dans l'eau et dans l'alcool, mais qu'elle est unie ordinairement à une matière animale ou à du mucus qui en masque les propriétés. Aussi, en examinant un calcul biliaire composé de matière jaune, M. Orfila a-t-il remarqué qu'elle était soluble en partie dans ces liquides (2).

Toutes les biles étudiées par M. Chevreul lui ont offert la matière orangée que lui a présentée le sérum du sang des enfans attaqués d'ictère. Il l'a trouvée insoluble dans l'éther, soluble dans l'eau de potasse, et il a vu que la solution qui en résulte, jaunit, puis verdit à

(1) *Annales de Chimie*, t. 64, p. 108.

(2) *Journal de Chimie médicale*, 1827, t. 3, p. 480.

l'air. L'acide nitrique la rend bleue, pourpre, rouge, puis jaune. L'acide sulfurique la jaunit, la rend verte et enfin bleue. Cette dissolution rappelle celle de l'indigo. M. Chevreul pense qu'une telle substance est un principe colorant à l'état de pureté (1).

Voici maintenant l'état de nos connaissances sur la substance jaune qui colore le sérum des ictériques.

M. Lassaigne, voyant qu'il ne pouvait la séparer des graisses qui l'accompagnent, a présumé qu'elle était d'une nature graisseuse. Il a trouvé que le résidu de la solution alcoolique est orangé, a une saveur salée, piquante, mais sans amertume, qu'il verdit au feu, et que dissous dans l'eau de potasse, il s'y fait un précipité vert foncé, en y versant de l'acide chlorhydrique, comme cela a lieu avec la matière jaune de la bile, avec laquelle elle a beaucoup de ressemblance. Il la considère, cependant, comme une dégénérescence de la matière colorante rouge du sang.

Après avoir opéré sur le liquide épanché dans le bas-ventre et sur l'urine d'un ictérique mort hydropique, M. Braconnot y a trouvé une matière jaune donnant des réactions un peu différentes. En agissant sur l'urine, l'acide chlorhydrique en a précipité des flocons verts qui, desséchés, ont bruni et ont pu ensuite se délayer dans l'eau, même s'y dissoudre. L'acide nitrique l'a rendue un peu violacée, puis rouge. L'acide sulfurique concentré l'a rougie immédiatement. Les flocons verts donnés par l'acide chlorhydrique se sont dissous faci-

(1) *Journal de Chimie médicale*, 1835, t. 1, p. 135.

lement dans l'eau alcalisée, d'où les acides l'ont précipitée. Traitée par l'eau chaude, celle-ci s'est colorée en jaune doré, sans contracter d'amertume. Le sous-acétate de plomb l'a précipitée en jaune foncé. L'éther et l'alcool ont pu la dissoudre. Le liquide abdominal a donné une matière jaune offrant avec les acides minéraux quelques légères différences de coloration qui paraissaient dues à un plus grand état de pureté. Il paraît démontré à M. Braconnot que l'urine et le liquide épanché provenant tous deux du cadavre de l'ictérique, étaient colorés par la matière jaune biliaire. Comme il a obtenu, pense-t-il, cette matière à un grand état de pureté, en traitant ce dernier liquide, et qu'il a pu l'examiner débarrassée des impuretés qui la souillent d'ordinaire, il a trouvé que ses propriétés la rapprochaient de la matière colorante du safran. En effet toutes deux sont aisément détruites par les rayons solaires; employées en petite quantité, elles teignent un grand volume d'eau et donnent par l'acide sulfurique des nuances bleues et vertes. L'eau et l'alcool sont leurs dissolvans. Elles sont peu solubles dans l'éther, et nullement dans les corps huileux (à moins d'être présentées conjointement avec des huiles à l'action de l'éther, puis ensuite obtenues à l'aide d'une évaporation spontanée). Elles se fixent sur les étoffes, en leur communiquant une couleur jaune. Le chlore les détruit. L'acide sulfurique peut servir de réactif pour les déceler.

Examinons les recherches de M. Sanson sur la substance jaune du sang normal. Ce jeune chimiste a séparé du sang de bœuf une matière à laquelle il a attribué la

couleur de son sérum ; mais elle diffère trop de celle que j'ai étudiée, et de celle du sang des ictériques observée par les auteurs dont j'ai cité les travaux, pour que je ne donne pas quelque attention au procédé employé par M. Sanson. Il dessèche du sang de bœuf, le pulvérise et le fait bouillir dans de l'alcool à 18°. Quand le tout est refroidi, il le jette sur un filtre ; la liqueur qui passe a une couleur brune ; elle tient en dissolution un peu de substances grasses et des sels, à la faveur desquels une certaine quantité d'albumine a été dissoute. Le sang qui reste sur le filtre est lavé ensuite avec de l'eau distillée ; l'évaporation des eaux de lavage produit un résidu couleur jaune foncée, et d'une saveur fortement salée, lequel, traité à froid par l'alcool à 18°, lui donne une belle couleur d'or, et laisse une matière brune insoluble. Ce liquide évaporé et traité par l'éther lui enlève enfin la substance jaune du sang ; elle a cependant une saveur alcaline due à la présence du sel que M. Berzelius a signalé comme étant du lactate de soude. Cette matière ainsi obtenue est soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther et les graisses : les alcalis concentrés et les acides ne lui font éprouver aucun changement à froid. Quand elle est sèche et en masse, sa couleur tire sur le rouge ; alors elle paraît d'un jaune orangé... J'ai répété avec succès cette série d'opérations, telle que M. Sanson l'a décrite, mais j'ai mis en expérience du sang humain. J'ai tenté de la répéter aussi sur du sérum, et alors elle n'a eu aucun résultat. Cependant, si c'est le sérum qui renferme la matière jaune séparée par M. Sanson, il devrait la livrer plus facilement encore que le sang.

Je pense que la soude joue ici un grand rôle en dissolvant une certaine quantité d'hématosine ; d'où il résulte, comme l'on sait, un composé jaune alcalin. La matière jaune particulière du sérum est sensible à l'action des acides qui font varier sa couleur, etc. ; celle de M. Sanson y reste indifférente, etc. Cet expérimentateur s'en est laissé imposer, selon moi, par la matière complexe, factice, qu'il a obtenue, pour celle qui doit colorer le sérum.

La substance jaune que j'ai extraite directement du sérum du sang sain, par l'alcool froid, peut être extraite aussi du sang lui-même ; mais alors elle est mêlée d'un peu d'hématosine unie à de l'alcali. Quand on a complètement précipité tout le sang par le liquide alcoolique, que ce liquide s'est chargé exactement de la totalité de la matière jaune biliaire, si l'on filtre, et qu'on arrose le coagulum avec de l'eau froide, elle se colore long-temps encore avec intensité en jaune, et elle se charge d'une substance semblable à celle qu'a décrite M. Sanson.

J'ai essayé d'obtenir à l'état de pureté une certaine quantité de la substance jaune que m'a donnée le sérum, en la débarrassant d'abord par l'éther de ses sels inorganiques et en la dissolvant dans de l'eau chaude que j'ai aussitôt acidulée avec de l'acide tartrique ; puis filtrant pour retenir les acides gras qui se séparent alors, saturant l'acide tartrique du liquide avec de la potasse sous-carbonatée, évaporant et enlevant du résidu la substance jaune qu'il contient, par l'alcool : j'ai répété deux fois ce traitement. Les acides gras, en se séparant, ont entraîné une grande partie de la substance jaune :

il ne s'en dissolvait dans l'eau acidulée qu'une faible portion encore unie à des graisses; cependant elle donnait tous les phénomènes de coloration cités par M. Braconnot, etc. Elle était soluble dans l'eau, dans l'alcool, l'éther, les alcalis; elle était précipitée en vert de ses dissolutions alcalines par l'acide chlorhydrique. Les rayons solaires finirent par décolorer un linge qui en était jauni.

Je conclus de ces faits que la substance jaune de la bile est encore trop peu connue, pour qu'on lui assigne des caractères chimiques très constans, mais que ceux qui paraissent lui être spéciaux, et qui dominent même dans ses combinaisons, se retrouvent dans la substance jaune du sérum de l'homme sain, de manière à témoigner de leur nature identique.

Il est singulier, pensera-t-on, que la substance jaune biliaire n'ait pas encore figuré dans les analyses du sang sain (1). L'une des meilleures, sans contredit, que nous ayons, est due à M. Le Canu. Il y indique comme matière huileuse l'ensemble de cette substance et des savons (2). Dans mes premières recherches, cet ensemble souillé de cérébrine, de séroline et d'albuminate de soude, divisé en outre en deux portions par l'effet des divers traitemens, donnait d'une part, comme je l'ai dit, ma graisse phosphorée blanche, et, d'une autre part, ce que j'ai appelé osmazome et graisse phosphorée rouge.

(1) M. Le Canu cite cependant cette substance dans l'analyse qui figure dans sa thèse; mais on ne voit pas qu'elle ait été jamais retirée du sang sain.

(2) *Nouvelles recherches sur le sang*, p. 9.

En tous cas, on concevra que cette substance a dû échapper aisément aux analystes, parce qu'ils n'ont pu la retirer qu'en très petite quantité, en suivant les procédés mis généralement en usage. En effet, on n'a agi jusqu'ici que sur le sang ou sur le sérum coagulé préalablement au feu, et ensuite réduit en poudre. Or, l'albumine se condense alors tellement, et continue encore à se resserrer avec tant de force sous l'influence, soit de l'alcool, soit de l'éther, qu'il leur est impossible d'écarter ses molécules rapprochées entre lesquelles elle emprisonne la substance biliaire, et de s'en emparer totalement. Elle a ainsi échappé, de toute nécessité, aux divers chimistes qui ont étudié le sang; ou bien, n'en ayant trouvé que des traces, ils ont cru devoir en négliger l'examen. Ainsi, M. Berzelius dit qu'après avoir traité par l'eau bouillante du sérum coagulé, desséché et pulvérisé, si l'on évapore la dissolution ainsi obtenue, et qu'on épuise le résidu par l'alcool froid, on lui enlève du chlorure potassique et du chlorure sodique, qui après l'évaporation de l'alcool restent cristallisés, mais entourés d'une masse extractive jaunâtre, transparente, composée de lactate de soude et d'extrait de viande. Cette masse obtenue par M. Berzelius est évidemment la réunion d'une faible quantité de substance jaune et d'oléo-margarate de soude.

Le sérum du chyle n'offre aucune trace de cette substance, il est incolore: le poumon, non plus que l'appareil de la chylose, ne doit pas être chargé de la produire; car, dans les cas où elle s'accroît accidentellement, le poumon n'est nullement troublé dans ses

fonctions, et jamais elle ne s'accumule dans le sang lors des maladies de ce même organe. Ne peut-elle pas avoir son origine dans cet appareil singulier situé dans l'abdomen, qui commence par des radicules veineuses partant et de la muqueuse gastro-intestinale où elles sont en rapport avec les alimens, comme s'y trouvent les radicules chylifères, et du milieu de la substance de la rate, ainsi que de quelques autres points moins importans, pour se rendre, en se réunissant successivement les unes aux autres, à un tronc commun appelé veine-porte; tronc qui se distribue bientôt lui-même au foie, où il s'abouche tant avec ses canaux excréteurs qu'avec les veines hépatiques; ces dernières le faisant communiquer avec l'arbre circulatoire? M. Magendie a prouvé que cet appareil est chargé de l'absorption de la plus grande partie des liquides des boissons; n'est-on pas naturellement conduit aussi à admettre qu'en même temps qu'il s'empare de ces liquides, il opère sur des molécules alimentaires préparées convenablement par la digestion, et en saisit un certain nombre pendant qu'il reçoit d'autres molécules particulières fournies par la rate? Alors il résulte, je pense, de la réunion des liquides bus, de certaines molécules des alimens et de celles de la rate, une humeur spéciale aussitôt entraînée dans le foie dont la fonction est d'en achever l'élaboration. Je nomme *spléno-hépatique* cette humeur qu'on ne peut concevoir que par induction, mais dont l'existence ne doit pas être révoquée en doute, comme je le ferai voir plus bas. Une portion sert à entretenir la sécrétion du foie qui en détourne de

la substance jaune qu'on voit dans la bile, et qui en retire ensuite les matières résineuses qu'on remarque dans ce fluide, lesquelles paraissent en effet n'être qu'un dérivé chimique de cette substance jaune. Une autre portion continue son trajet par les veines hépatiques, et se verse dans la veine-cave pour réparer les pertes de la même substance qu'a faites le sang. Enfin l'eau, qui est son véhicule, arrive aussi dans cette veine, et fournit à l'humeur sanguine la plus grande partie du fluide aqueux qu'elle consomme. Pendant qu'il reçoit de la substance jaune, le sang en donne à diverses sécrétions; ainsi, on en rencontre partout où le sérum s'épanche en nature, dans l'état de santé comme dans l'état de maladie; on en trouve aussi dans le lait, dans la graisse même, dans l'urine surtout. La plupart des tissus en offrent de déposée dans leur trame; et, lors même que leurs vaisseaux capillaires sont bien vides, l'alcool froid peut encore en extraire une certaine quantité de cette substance.

Cette hypothèse, que j'établis sur l'humeur spléno-hépatique qui concourrait avec le chyle à la formation du sérum, et sur la *spléno-hépatose*, fonction qui conséquemment expliquerait le mystère de l'appareil de la veine-porte, repose encore sur d'autres données que celles que j'ai exposées.

Le docteur Stocker, de Dublin (1), James Tackeroy (2) et le professeur Schultz (3) ont vu que le sang de la

(1) *Trans. of the assoc. phys.*, t. p. 163.
(2) *Mémoire lu à la société royale de Londres*, 1831.
(3) *Rut's magazin*, t. 44, 1re part.

veine-porte est brunâtre foncé, qu'il ne rougit pas par les sels neutres, par le contact de l'air atmosphérique ou de l'oxigène. Il est incoagulable ou donne un caillot mou. Il est plus aqueux que le sang des autres systèmes. Il paraîtrait contenir beaucoup de corps gras bruns, noirâtres, onctueux, etc. Ce sang, outre celui des artères abdominales devenu veineux, contient donc un fluide étranger, comme je l'ai dit. La nature, en donnant à ce fluide cette voie de circulation, a voulu sans doute se servir de l'impulsion reçue par le sang veineux de la part des capillaires, et de la part du cœur même, pour faire arriver l'humeur spléno-hépatique à son terme. Mais revenons à la substance jaune.

En traitant de l'albumine par l'acide sulfurique étendu d'eau (Colin), et faisant évaporer la liqueur en gelée, puis la jetant sur un filtre où on la tient assez long-temps en lavage, on obtient, comme avec la substance jaune isolée de l'albumine, des couleurs bleues, vertes et rouges. Enfin une solution aqueuse d'albumine précipitée par l'acide chlorhydrique, et laissée sur le filtre pour la laver, a présenté une substance d'un beau rouge. Avec l'acide sulfurique et l'albumine, on obtient à volonté cette nuance. Mais peut-être ici la cholestérine est principalement la cause de cette teinte rouge.

La substance jaune, isolée le mieux possible d'un sérum ictérique, est aisément modifiée par les acides et les alcalis. Elle se change, pour ainsi dire, alors en une matière résinoïde ou en tannin artificiel, en tous cas, en nouveaux corps analogues à ceux qui caractérisent la bile : ce qui fortifie l'opinion qu'on peut se faire

sur son usage relativement à la sécrétion de cette humeur. D'après ces données, fort hypothétiques cependant, le sang contiendrait bien l'élément essentiel de la bile, mais ce ne serait pas pour la confectionner; elle se formerait, contrairement à toutes les autres humeurs, par le mécanisme spécial que j'ai décrit; la substance jaune, cet élément répandu dans le sang, en serait néanmoins le principe générateur, mais seulement celle qui de l'appareil digestif arrive dans le foie et y subit des transformations, et non celle qui va directement dans la veine-cave. Ainsi, d'après cela, la présence du picromel serait inutile à rechercher dans le sang à l'état sain. J'ai, quoique cela, fait des expériences propres à l'y découvrir; je les exposerai plus loin.

Comment estimer dans l'analyse la quantité d'un corps qu'on ne peut obtenir que combiné à des graisses? Il est impossible en ce cas d'opérer rigoureusement, et conséquemment d'avoir des résultats exacts. Voici le moyen provisoire dont je me suis servi, réservant pour l'avenir l'emploi d'un procédé régulier par lequel on séparera complètement et facilement la substance jaune du sang. La physiologie et la médecine ont peu à perdre ou à gagner, heureusement, à ce qu'on ne commette ici aucune erreur ou à ce qu'il ne s'y englisse une légère. Il suffit de connaître approximativement la proportion qu'elle offre relativement à celle des autres substances près desquelles elle est placée.

J'ai préparé un gramme de substance jaune, en traitant, comme je l'ai dit, le produit sec du sérum soumis à froid à l'action de l'alcool, par l'eau chaude

aiguisée d'acide tartrique. J'ai coloré à son aide 333 grammes ou 3 hect. + 33 grammes d'alcool, et j'ai renfermé la teinture obtenue dans un flacon bien clos que j'ai conservé au frais et à l'ombre. L'intensité de la nuance qu'elle a offerte, m'a servi d'étalon dans mes diverses analyses, pour juger combien le sérum contenait de substance jaune en dissolution, par la comparaison de sa propre coloration avec celle de la teinture et par la comparaison de la nuance que le sérum donne à l'alcool froid avec celle de cette teinture aussi. J'ai, en outre, encore mis en usage un moyen cité plus loin.

Substance bleue.— Pendant que MM. Chevreul, Lassaigne et Le Canu étudiaient la substance jaune du sang des ictériques, ils y remarquaient, conjointement avec elle, le premier, une matière verte et peut-être aussi une bleue; le second, une matière verte seulement, pensant que la bleue n'était développée que par la chaleur; enfin, le dernier, une matière bleue bien caractérisée (1). M. Sanson l'a signalée ensuite dans le sang de bœuf, et j'en ai constamment trouvé des indices dans le sang humain à l'état sain. Je la regarde comme un principe constituant de cette humeur, jusqu'à ce qu'on ait prouvé, ou qu'elle n'est qu'une modification accidentelle de la substance jaune biliaire, ce qui est peut-être probable, ou qu'elle résulte de l'union de principes particuliers. Elle ne doit pas être une modification produite dans la substance jaune pendant le traitement alcoolique du sérum; car si le sérum n'était coloré que

(1) Ouvrages cités à l'occasion de la substance jaune.

par cette seule substance, il ne présenterait qu'une teinte jaune pure, tandis qu'il en offre une manifestement verdâtre, résultant de l'existence simultanée et d'une substance jaune et d'une substance bleue.

M. Sanson l'a obtenue en précipitant le sang de bœuf par le sous-acétate de plomb, desséchant le précipité, le pulvérisant, et le soumettant à de l'alcool bouillant à 36° (1). Ce liquide étant filtré resta bleu, mais il ne tarda pas à déposer de la graisse et à se décolorer. De nouvel alcool tenu en ébullition sur le précipité se teignit encore en bleu, et ne déposa plus. Pour isoler la substance, il lui suffit d'évaporer ensuite cet alcool et de laver le résidu avec de l'éther.

A l'état de pureté, elle parut insoluble dans l'alcool froid, l'éther et l'eau; elle se montra peu soluble dans l'alcool bouillant, et sembla s'en précipiter par refroidissement. Elle n'éprouva aucune altération de la part des acides concentrés; cependant l'acide sulfurique l'a décomposée quand on l'a employé à un haut degré de concentration. L'ammoniaque a été sans action sur elle. Elle a été très facilement décolorée par le chlore.

Selon M. Sanson, elle existe en si petite quantité dans le sang, qu'elle doit peu influer sur sa couleur. Néanmoins il pense qu'il peut s'en former, en certains cas, une plus grande quantité qui, venant à se déposer dans les tissus en combinaison avec la substance jaune, expliquerait la coloration que prend la peau de certaines personnes.

(1) *Études sur les matières colorantes du sang*, p. 17.

Je n'ai pas répété toutes les expériences de M. Sanson sur la substance bleue du sang; je n'ai pu m'en procurer assez pour la soumettre à un examen convenable.

Comme M. Le Canu l'a remarqué pour le sérum des ictériques (1), j'ai observé qu'il se précipite aussi de la teinture alcoolique du sérum sain, faite à froid, lorsque son évaporation est déjà avancée, des grumeaux bruns qui peuvent teindre en bleu de l'alcool bouillant. Alors la quantité qui s'en sépare est des plus minimes. On ne peut l'isoler en totalité, sans entraîner de la substance jaune; conséquemment il est impossible de l'estimer dans l'analyse. La lumière paraît avoir sur elle une influence marquée; aussi doit-elle jouer un rôle dans les modifications que les rayons solaires opèrent sur la coloration du sérum étendu d'eau ou sur la solution alcoolique de son corps colorant.

Le bleuissement plus ou moins violacé du sérum et de l'albumine de l'œuf est aujourd'hui un fait vulgaire. Serait-il déterminé par un simple changement de la couleur de la substance jaune qui, comme on l'a vu, tourne aisément au bleu après l'action des acides puissans; ou bien résulterait-il d'une réaction qui annihilerait tout à coup la substance jaune, et aviverait la nuance de la substance bleue? Quoi qu'il en soit, c'est ici le lieu d'étudier ce singulier phénomène chimique, tant parce qu'on a cru y trouver un caractère spécial de l'albumine, que parce que je peux démontrer qu'il

(1) *Nouvelles Recherches sur le sang*, p. 38.

n'appartient point à cette substance, mais qu'il est dû aux matières colorantes qui l'accompagnent.

C'est en 1828 qu'on a commencé à s'occuper du bleuissement de l'albumine par l'acide chlorhydrique; sa découverte, due à MM. Bourdois et Caventou, était alors récente. On a d'abord cherché à reproduire ce phénomène à volonté, mais il s'est montré des plus capricieux; aussi a-t-on multiplié ces essais. M. Caventou a prescrit d'employer le blanc de l'œuf à l'état glaireux, un autre expérimentateur l'a voulu coagulé, etc.; cependant on a eu beau faire, on obtint tantôt la teinte bleue, tantôt une teinte différente, en suivant tel ou tel procédé. Un jour, M. Soubeiran est parvenu à la développer, pendant qu'en exécutant le même procédé M. Chevalier essayait en vain de la déterminer. Les circonstances les plus convenables à la réussite sont, selon M. Robiquet, de verser beaucoup d'acide sur une fort petite quantité d'albumine, à la température de 0° cent. M. Bonnastre a vu qu'on pouvait bleuir ce corps en versant sur lui trois fois son poids d'acide. Par ce procédé, il a même coloré de l'albumine végétale et un cristallin cataracté. Bientôt après, M. Laugier a fait observer que l'albumine précipitée par l'alcool n'était plus susceptible d'être colorée, et cette circonstance a fait présumer à M. Robiquet que le bleuissement pourrait provenir d'une matière colorante unie à cette substance immédiate (1). Enfin, M. Orfila a remarqué que la fibrine devenait

(1) Les divers chimistes que j'ai cités ici, ont indiqué pour la plupart verbalement leurs expériences à l'Académie de médecine

légèrement violâtre en la plaçant dans les mêmes circonstances, et que cet effet n'avait plus lieu quand la fibrine avait été bien lavée avant d'être employée (1).

Ces faits auraient dû suffire pour prouver que l'albumine est passive dans le passage au bleu des parties où elle existe en grande quantité, et qu'on doit en trouver nécessairement la cause dans la présence de corps colorans auxquels elle peut être unie. Comme les substances jaune et bleue paraissent se trouver toujours avec elle, et que ces substances isolées bleuissent par les acides, tandis que l'albumine, dépouillée de tout corps étranger, demeure indifférente à leur action, il faut admettre comme démontrée la cause que j'indique; ce qu'il est facile de vérifier.

La substance bleue du sang est, on le voit, à peine connue; on ne possède pas de procédé qui permette même de l'estimer pour en calculer les proportions dans l'analyse. Conséquemment, elle ne doit actuellement y figurer que de nom, et sans l'expression de sa quantité, du reste infiniment minime. Il ne faut donc aujourd'hui que constater sa présence dans le sang, ou son absence de cette humeur, quand on la décompose: la teinte verdâtre seule du sérum l'annonce certainement.

La substance bleue se rencontre dans la bile de l'homme, d'après M. Chevreul; existe-t-elle encore dans d'autres humeurs? fait-elle partie de quelques tis-

en 1828 et 1829; plusieurs d'entre eux y ont lu cependant des notices sur le même sujet.

(1) *Journal de Chimie médicale*, t. 5, 1829, 116.

sus? On n'a entrepris aucune recherche pour s'en assurer. Est-elle constamment unie à la substance jaune et à des corps gras? On l'ignore. C'est toujours au moyen de cette union qu'elle est tenue en solution dans le sérum. Le chyle ne paraît en offrir aucune trace. Elle ne peut conséquemment être formée que dans l'humeur spléno-hépatique, en même temps que la substance jaune.

4° *Substances grasses.*

Les corps gras qu'on a reconnus dans le sang sont au nombre de six. Trois sont neutres et trois sont acides. Ce sont la cérébrine, la séroline, la cholestérine, l'acide oléique, l'acide margarique et un acide gras volatil. La petite quantité qu'on en obtient ne m'a pas permis de les étudier à fond. Leur affinité entre eux et celle des acides gras pour les substances colorantes sont trop intimes pour qu'on puisse déjà en fournir une analyse exacte; aussi cette partie de l'examen chimique du sang réclame-t-elle de nouvelles recherches afin d'être profitable à la science, et n'établirai-je leur quantité respective que provisoirement.

Cérébrine. — M. Berzelius avait remarqué, en 1807, qu'en faisant réagir de l'alcool ou de l'éther sur de la fibrine, on en extrayait un corps gras qu'il attribuait à une altération produite dans cette matière par les réactifs employés. M. Chevreul démontra dix ans plus tard que ce corps gras est réellement tout formé dans la fibrine, et que l'alcool ou l'éther ne fait que l'en

séparer. Il annonça en même temps que la matière nacrée cérébrale ou cérébrine s'y rencontrait telle qu'on l'a trouvée dans le cerveau. Un corps gras analogue a aussi été indiqué quelques années ensuite par Vauquelin dans le sérum; mais ce chimiste n'en a pas déterminé la nature. J'ai reconnu, en 1828, qu'il est le même que celui qui accompagne la fibrine; alors je l'ai encore signalé dans le caillot.

La matière nacrée cérébrale, graisse phosphorée blanche, myélocone, cérébrote ou cérébrine, substance qu'on a crue d'abord être propre au tissu encéphalique, existe non seulement dans le sang, mais aussi dans beaucoup de tissus et de fluides organiques. Elle ne présente pas toujours les mêmes réactions, parce qu'on ne l'a pas toujours obtenue pure; conséquemment elle offre des variétés, selon l'organe d'où elle est tirée et selon le procédé d'extraction employé. Celle que Vauquelin a séparée du cerveau est fusible, visqueuse, et tache le papier. M. Couërbe (1), qui pense l'avoir préparée dans son plus grand état de pureté, a remarqué qu'elle ne tache point le papier à la manière des huiles; qu'elle est infusible, insoluble dans l'éther, facilement soluble dans l'alcool bouillant, et peu soluble dans l'alcool froid; que, desséchée convenablement sur un feu doux, elle devient friable, et peut se réduire en poudre, et que la potasse et la soude, en dissolution même concentrée, ne la saponifient point; caractère assez singu-

(1) *Du cerveau considéré sous le point de vue chimique et physiologique*, 1833.

lier que Vauquelin n'avait point laissé échapper. La composition de cette substance comprend, comme on le sait, outre de l'oxigène, de l'hydrogène, du carbone et de l'azote, du phosphore et du soufre; elle est ainsi la plus complexe des substances immédiates. Elle a la propriété bien connue d'absorber l'eau, de s'y gonfler, puis de s'y suspendre sous forme d'émulsion; alors il s'en exhale une odeur désagréable. La chaleur à 100° continuée quelque temps l'altère et la colore en orangé, en en dissipant une portion.

Elle est unie dans le sang aux autres corps gras, et paraît dissoute ainsi qu'eux au moyen de l'albumine liquide du sérum. Il est facile de l'extraire, en faisant bouillir de l'alcool sur du sérum ou sur du sang desséché en poudre, et en renouvelant plusieurs fois l'alcool. Il suffit alors de laisser refroidir le liquide, de le filtrer ensuite et de l'évaporer à siccité, puis de laver le résidu avec de l'alcool froid à 35°. Quoiqu'en cet état la cérébrine soit comparable à la graisse du cerveau, ses propriétés sont sensiblement modifiées par des traces de cholestérine et de séroline, ainsi que par un peu de savon de soude, qu'elle retient opiniâtrément. Ce savon la rend sensiblement soluble dans l'alcool froid, et la séroline avec la cholestérine favorisent sa dissolution dans l'éther. Il résulte de là qu'on ne peut dans l'analyse, exprimer au juste sa quantité; cependant, l'erreur qui dépend de son impureté ne doit point être assez grande pour devenir trop préjudiciable à ce qu'exige actuellement la physiologie sur les corps gras du sang. Quand ils seront mieux connus, qu'on pourra les sé-

parer complètement les uns des autres avec rigueur, il faudra alors corriger le chiffre de leurs proportions provisoires, telles qu'elles sont fixées en ce moment.

Si l'on veut que toute la cérébrine du sang soit enlevée par l'alcool, on agit comme je l'ai prescrit pour les acides gras et pour la substance jaune, en traitant de cette dernière substance. Ainsi, on emploie d'abord l'alcool froid à 40°, qui précipite l'albumine, mais celle-ci entraîne la séroline, une grande partie de la cérébrine et une portion de la cholestérine; l'alcool dissout l'autre portion de cette cholestérine, un peu de séroline, de la cérébrine, des sels gras et la substance jaune. Il faut évaporer à siccité la dissolution, la traiter par l'alcool à 35° froid. Il restera de la cérébrine et un albuminate de soude, qu'on séparera à leur tour par de l'alcool bouillant à 40°. On soumettra alors le précipité albumineux, qu'on a jusqu'ici laissé de côté, à une autre dose de ce même alcool bouillant, qu'on renouvellera tant qu'il fournira un précipité en se refroidissant. On filtrera le liquide après quelques heures, et on l'évaporera lentement réuni à l'alcool qui a agi sur le mélange précédent de cérébrine et d'albuminate; quand le produit sera suffisamment desséché, on le lavera avec de l'alcool froid à 35°: on le desséchera de nouveau ; il constituera tout ce qu'il est possible d'obtenir de la cérébrine du sang. On traitera encore le précipité albumineux par l'éther bouillant, pour enlever ce qui a échappé à l'alcool. En opérant ainsi, le sérum fournit plus de graisse cérébrale que les analyses publiées jusqu'ici n'en ont indiqué. J'en ai moi-même noté fort peu, lors de mes premières ex-

périences, en 1828, parce que, comme les chimistes qui m'ont suivi, j'avais employé du sang coagulé, desséché et pulvérisé, lavé d'abord à l'eau bouillante. Une partie était devenue inaccessible au dissolvant, renfermée qu'elle était alors dans les molécules albumineuses agglutinées en grains pulvérulens, et une autre partie s'était dissipée pendant la dessiccation à 100° cent. Je procédais à cette époque selon la méthode suivie par Vauquelin pour l'étude du cerveau (1). Le peu de matière incolore que je retirais ainsi, mélange de cérébrine et de séroline surtout, formait ma graisse phosphorée blanche, et la quantité moins minime des autres corps gras unis à de la substance jaune, composait ma graisse phosphorée rouge. La couleur de celle-ci aurait dû être le jaune, la chaleur à 100° lui donnait sa teinte orangée.

M. Le Canu, qui a étudié peu après moi ces mêmes corps, y a trouvé une matière grasse cristallisable (ma graisse phosphorée blanche), et une matière huileuse (ma graisse phosphorée rouge). Ainsi que moi, il n'a obtenu ces produits qu'en petite quantité, et par les mêmes causes.

Séroline. — M. Boudet fils fit en 1833 une savante investigation des corps gras du sang; il a poussé assez loin leur analyse qualitative. Il y a remarqué une substance jusqu'alors confondue avec la cérébrine, et à laquelle il a donné le nom de séroline. C'est elle qui se sépare en flocons de l'alcool qui a bouilli sur le précipité albumineux du sérum, pendant son refroidissement.

(1) *Annales de Chimie*, t. 81, p. 65.

Vue au microscope, elle semble formée de filamens renflés de distance en distance par de petits globules blancs et opaques qui leur donnent l'apparence de chapelets. Elle se fond à 36° cent.; elle est blanche, légèrement nacrée, se montre sans action sur les papiers réactifs, et rougit, comme la cholestérine, au contact de l'acide sulfurique concentré. L'eau froide ne la gonfle point, et si l'on chauffe ce liquide, elle vient flotter à la surface sous forme d'huile incolore. L'éther la dissout aisément. L'alcool froid a moins d'action sur elle. L'alcool chaud l'attaque avec difficulté. J'ai remarqué cependant que son union avec la cérébrine facilitait cette action, au point qu'on peut dépouiller de séroline le précipité albumineux du sérum, avec de l'alcool à 33°, mais employé en grande quantité et bien bouillant. Elle est inattaquable par les alcalis. Les acides acétique et chlorhydrique ne lui font éprouver aucune altération. La chaleur la décompose, mais une partie paraît se volatiliser sans altération (1).

Je n'ai pas reconnu cette substance en procédant à mes premières recherches sur le sang, parce que, après l'action de l'alcool bouillant sur cette humeur desséchée et pulvérisée, je refroidissais la solution avant de la filtrer, ou parce que je ne la filtrais pas bouillante. Alors, comme la séroline est peu soluble dans l'alcool, la plus grande partie restait dans le sang, et le peu qui demeurait dans le liquide filtré se joignait à la cérébrine (2).

Les propriétés de ce corps gras singulier fournissent

(1) *Essai critique et expérimental sur le sang*, p. 35.

(2) *Recherches expérimentales sur le sang humain*, p. 103.

deux moyens de l'extraire, et les seuls auxquels on puisse avoir recours en ce moment pour en évaluer la quantité dans l'anayse. Le premier consiste à mettre sur un filtre tenu à 100°, dans un entonnoir environné d'un vase de tôle construit convenablement et contenant des charbons embrasés, l'albumine du sérum précipitée à froid par l'alcool, puis à l'arroser avec de l'alcool absolu bouillant, jusqu'à ce que les dernières parties filtrées ne déposent plus en refroidissant, et de terminer en employant de même de l'éther également bouillant. Après quelques heures, on filtre l'alcool sur un papier taré; on dessèche sur lui aussi la séroline, à 30° centigrades; on y ajoute le produit de l'évaporation spontanée de l'éther; l'augmentation en poids du filtre donne celui de la substance. Par le second procédé, il faut évaporer complètement le liquide éthéré et le liquide alcoolique obtenu à chaud; alors traiter le résidu par une chaleur de + 40° cent., et faire absorber la séroline devenue liquide par une feuille de papier-joseph; on l'en dégage ensuite avec l'alcool bouillant ou l'éther froid.

Cholestérine. — J'avais, dans mes premières recherches, admis provisoirement la cholestérine au nombre des substances immédiates du sang, pensant qu'elle n'était qu'un produit morbide. Aujourd'hui il est certain, par les expériences de M. F. Boudet, qu'elle s'y rencontre dans l'état sain, et qu'il faut la regarder comme l'un des principes constituans de cette humeur. Ce chimiste a pensé que j'avais dû être induit en erreur, quand j'ai cru trouver cette substance par le procédé que j'ai suivi autrefois. Je suis tout à fait de son avis;

aussi je lui abandonne une découverte qui est bien la sienne. Il a doublement mérité de la science, en signalant à la fois la séroline et la cholestérine dans le sang (1). Le corps gras, que j'ai regardé à tort comme de la cholestérine, consistait en une faible quantité de séroline qui ne restait pas, pendant le refroidissement de la teinture alcoolique du sang, dans ce sang pulvérulent, comme cela avait lieu d'ordinaire dans mes expériences.

Pour isoler la cholestérine, ce même chimiste livre à lui-même l'alcool froid qui a servi à laver le résidu de l'évaporation de l'acool bouilli sur le sérum sec et pulvérulent. Il se dépose spontanément au fond du vase, après un temps plus ou moins long, des paillettes de cholestérine retenant un peu de cérébrine et d'oléo-margarate de soude. Cette substance, très soluble dans l'alcool chaud, même fort aqueux, ne peut être attaquée par l'alcool froid quand elle n'est pas accompagnée d'un corps gras susceptible de la dissoudre. Les sels gras, ici, paraissent être les principaux agens qui l'entraînent dans l'alcool froid, comme ils la tiennent dissoute dans le sérum lui-même.

Elle se fond à 137° (2). L'acide sulfurique concentré la rougit. L'eau ne la gonfle pas. Elle n'est point modifiée par l'eau froide ou chaude ; on ne peut la saponifier ; l'acide nitrique la convertit en acide cholestérique, en lui donnant d'abord une couleur de sang. Quand elle est pure, elle fournit à l'aide de l'alcool de grands

(1) *Essai critique et expérimental*, p. 34.

(2) M. Couërbe fixe son point de fusion à 145°. — *Du cerveau considéré sous le point de vue chimique et physiologique*, p. 22.

cristaux aciculaires ; mais si elle contient de la cérébrine, les cristaux sont opaques et grenus.

Il est encore impossible maintenant d'estimer la quantité que le sang peut renfermer de cette substance ; on ne peut qu'y démontrer sa présence, soit en procédant comme l'a fait M. Boudet, mais alors en agissant sur une forte masse de sérum, soit en abandonnant à eux-mêmes les liquides alcooliques du lavage de la cérébrine réunis à la teinture alcoolique de sérum faite à froid. C'est de cette dernière manière que j'ai toujours opéré. M. Chevreul a séparé la cholestérine de la bile, en traitant son extrait alcoolique par l'éther, et laissant évaporer spontanément la teinture éthérée. On ne pourrait ici suivre cette marche, on en conçoit la raison (1).

Acides gras. — Les oléate et margarate de soude, signalés dans la bile, d'abord par M. Chevreul (2), puis par M. Braconnot (3), ont été ensuite découverts dans le sang, à peu près en même temps, par M. Berzelius et par M. F. Boudet. Ce dernier, après avoir séparé de l'extrait alcoolique de sérum fait à chaud la séroline, la cérébrine et la cholestérine, évapore à siccité le liquide restant, qui donne une matière visqueuse d'une saveur âcre et très soluble dans l'alcool ; il isole encore le peu de graisse cérébrale qu'elle contient, au moyen de l'alcool à 22° qui n'a pas d'action notable sur cette graisse, et enfin il la dissout dans l'éther qui abandonne au fond du vase quelques traces de sels inorga-

(1) *Journal de Chimie médicale*, t. 1, 1825, p. 135.

(2) Même journal, même page.

(3) *Annales de chimie et de physique*, t. 42.

niques. Ainsi purifié, ce nouveau produit était mou, sensiblement transparent, d'une saveur âcre et savonneuse, un peu altérée par celle de la graisse phosphorée; il était acide, etc., et constituait un véritable savon que M. F. Boudet crut formé des acides oléique et margarique unis à de la soude (1). En effet, en ajoutant quelques gouttes d'acide chlorhydrique dans la solution aqueuse chaude, d'abondans flocons se séparèrent d'un liquide transparent, et vinrent se fondre à sa surface sous l'apparence d'une huile. Cette huile, lavée abondamment avec de l'eau chaude, jusqu'à ce qu'elle ne présentât plus aucune trace d'acide chlorhydrique, rougissait fortement le tournesol humide et ne faisait point émulsion avec l'eau. Elle se dissolvait rapidement dans l'alcool et dans l'éther, qu'elle rendait acides; elle se combinait immédiatement avec la soude, et reproduisait une dissolution semblable à du savon naturel.

M. Berzelius, lui, a non seulement opéré sur le sérum quand il a étudié les acides gras et les savons du sang, mais il a aussi fait des recherches sur la graisse et les savons que renferme également la fibrine (2). La graisse qu'il a obtenue au moyen de l'alcool bouillant ou de l'éther tenu sur de la fibrine était cristallisée, d'un gris blanc, solide, soluble dans l'alcool même à froid; elle rougissait le tournesol, ce qui prouve qu'elle se trouvait au moins en grande partie dans le même état d'acidité qu'après la saponification. Elle donnait un charbon alcalin. Cette alcalinité tenait évidemment à ce

(1) *Essai critique et expérimental sur le sang*, p. 30.

(2) *Traité de Chimie*, t. 7, p. 47.

que la graisse avait été réellement saponifiée, et qu'elle était déposée avec la fibrine sous la forme d'un sel sursaturé d'acide gras. Digérée dans une lessive de potasse, elle s'y dissolvait, à l'exception d'une poudre blanche (laquelle, je pense, devait être de la séroline et de la cérébrine). La dissolution représentait un vrai savon. Voici à ce sujet les propres expressions de l'auteur : « Par la filtration, on obtient alors un liquide transparent qui traverse difficilement le papier sur lequel reste une graisse glissante. Celle-ci est cependant saponifiée; elle est très soluble dans l'éther, par l'évaporation duquel elle se dépose en cristaux déliés, qui brûlent comme de la graisse et laissent un charbon alcalin. Si l'on fait dissoudre ces cristaux dans l'alcool, qu'on verse ensuite de l'acide chlorhydrique dans la liqueur et qu'on évapore le tout, on obtient à part l'acide gras qui cristallise ensuite sous forme d'aiguilles quand on soumet la dissolution éthérée à l'évaporation. » Pour moi je regarde ce dernier produit, ainsi obtenu, comme de la séroline unie à fort peu de savon de soude.

« La portion de graisse saponifiée dissoute dans la potasse, dit encore M. Berzelius, donne, par l'acide chlorhydrique, un précipité blanc pulvérulent qui n'entre pas en fusion quand on chauffe la liqueur acide jusqu'au degré de l'ébullition. Après avoir été recueilli sur un filtre, il se dissout dans l'alcool ou l'éther par l'évaporation duquel, à l'aide de la chaleur, il reste sous la forme d'une huile jaune qui cristallise en se refroidissant. Il est encore liquide entre 36 et 40° ; et si à cette température on le mêle à un peu d'eau, il se gonfle et

prend l'aspect qu'il avait auparavant, celui d'une masse blanchâtre, pulvérulente, infusible dans l'eau bouillante. Il rougit fortement le papier de tournesol, et se dissout en assez grande quantité dans l'eau chaude, après l'évaporation de laquelle il reste adhérent au verre, sous forme de pellicules grasses. Dissous dans l'alcool ou l'éther, il donne par l'évaporation spontanée de petits groupes de cristaux. Sous ce rapport il ressemble beaucoup aux sur-sels que les acides stéarique et oléique forment avec la potasse, et dont M. Chevreul a donné la description; mais il en diffère par sa plus grande solubilité dans l'éther et l'alcool froid. »

Le sérum desséché a donné à M. Berzelius (1), outre la plupart des résultats précédens, un savon qui a fourni, en le décomposant avec l'acide chlorhydrique, un acide gras se fondant, bien que difficilement, en gouttes huileuses lorsqu'on fait bouillir la liqueur acide, lequel, d'après cela, paraît contenir positivement une certaine quantité d'acide oléique.

J'ai déjà, en traitant de l'eau, cité un corps gras volatil qu'une température de 100° cent. sépare du sang. J'ai, dans le même lieu, indiqué les caractères qu'on peut lui assigner, et surtout son acidité. Connu depuis très long-temps, on n'avait pas néanmoins soupçonné sa nature grasse. C'est cette substance qu'on a considérée autrefois comme fort importante à cause de sa volatilité, et qu'on a cherché à recueillir et concentrer dans différens liquides. En 1794, MM. Parmentier et Deyeux (2)

(1) *Traité de Chimie*, t. 7, p. 67.

(2) *Journal de Physique, etc.*, de Lamétherie, p. 384.

l'ont étudiée ; ils ont vu que l'eau et l'alcool pouvaient s'en charger pendant la distillation, et qu'elle peut fournir les produits ordinaires des matières animales en putréfaction. On l'obtient aussi en distillant avec de l'eau pure des tissus écrasés ou divers liquides extraits du cadavre humain. C'est elle, surtout, qui rend aromatique l'alcool du traitement à froid du sérum, principalement pendant l'évaporation de la teinture. Elle produit en partie l'odeur du sang qu'on évapore ; mais dans ces diverses circonstances, elle ne se volatilise certes pas seule ; la cérébrine doit faire des pertes en même temps : l'odeur vive de cette dernière graisse, manifestée dès qu'elle est gonflée d'eau, annonce qu'elle est susceptible de se dissiper à une certaine température, ou mieux de se laisser entraîner par l'eau pendant son évaporation. On pourrait en inférer que l'acide gras volatil est le résultat d'une altération de la cérébrine ; mais nous verrons dans le groupe suivant, où nous reviendrons sur ce point, que cet acide a une existence réelle. Il doit conséquemment être rangé au nombre des substances immédiates de l'organisation humaine. Ce qu'il offre de particulier, quand on le compare dans les animaux relativement à celui extrait du sang, des tissus ou des humeurs sécrétées de l'homme, c'est qu'il présente alors autant de différences d'odeur qu'il provient d'individus d'espèces diverses, comme nous aurons aussi occasion de le voir dans le groupe suivant.

L'analyse des corps gras acides est, on le conçoit, fort difficile. On a vu qu'ils sont unis à de la soude,

comme les auteurs l'ont tous indiqué: il est très facile de les en dégager; mais il ne l'est pas autant de les séparer de la substance jaune, et surtout de les obtenir en totalité, parce que l'un d'eux est volatil. La volatilité de l'un des corps gras acides, celle de l'un des neutres, et les divers traitemens qu'ils doivent subir, font, quoiqu'on opère avec soin et même qu'on évapore les liquides ou qu'on dessèche les graisses dans le vide, qu'il s'en perd toujours une forte portion, tant entraînée dans l'air que demeurée aux parois des vases. Aussi faut-il, après avoir estimé ce que le sérum renferme de matières dissoutes, peser ce qu'il peut fournir d'insoluble dans l'alcool froid et chaud, pour déterminer combien il contient, en groupe, de substances grasses neutres et acides, et de substances colorantes, en défalquant alors, bien entendu, la quantité des sels dits inorganiques calculés auparavant.

On ne pourrait isoler complètement ces corps gras acides d'après les procédés de MM. Berzelius et Boudet. Une partie des savons échapperait à l'action du véhicule, ainsi que je l'ai déjà exprimé plusieurs fois. Il vaut mieux agir sur le sérum, comme lorsqu'il s'agit d'avoir la substance jaune, c'est à dire précipiter l'albumine par l'alcool froid; distiller la teinture obtenue, aux 3/4 de sa masse, pour avoir dans le récipient la graisse acide volatile dissoute dans l'alcool; abandonner à lui-même pendant quelques jours le reste du liquide dans la cornue, pour laisser se cristalliser les traces de cholestérine et la cérébrine qu'il contient; évaporer ce liquide en entier, et le traiter alors par de l'eau acidulée chaude.

Les graisses, mélange d'acides oléique et margarique, viennent nager sur le liquide, mais unies à la substance jaune.

Si l'on veut avoir l'acide gras volatil à part, sans alcool, on peut aiguiser légèrement du sang récent avec de l'acide sulfurique très étendu d'eau, et distiller le tout au bain-marie, puis agiter le produit recueilli dans le récipient avec de l'éther à plusieurs reprises, et évaporer l'éther spontanément.

Dans une analyse régulière, après avoir séparé la séroline, la cérébrine, la cholestérine, il faut dessécher, après les avoir légèrement acidulés, les liquides alcooliques restans, puis traiter leur extrait sec par l'éther, évaporer de nouveau et peser. Alors on estimera la substance colorante approximativement d'après la nuance qu'elle donnera à une certaine masse d'alcool. On rejettera la perte à partie égale sur la cérébrine et sur l'acide gras volatil. On peut aussi peser le produit gras du sérum, le traiter par l'acide chlorhydrique, qui dissoudra presque toute la matière colorante et ne touchera pas aux graisses. On défalquera la perte éprouvée, qui donnera le poids des corps colorans, à l'exception d'un peu de soude facile à retrouver dans l'acide.

5° *Substances odorantes.*

Il n'était plus question de l'odeur du sang dans les travaux qu'on publiait sur cette humeur, quand le mémoire de M. Barruel est venu, il y a quelques années,

rappeler l'attention à son sujet (1). Alors MM. Soubeiran (2) et Couërbe (3) s'en sont occupés, et, dans le même temps, j'en ai fait un examen assez suivi que j'ai rapporté dans mes recherches sur le sang (4). On peut diviser en trois genres les substances qui communiquent de l'odeur à ce fluide : 1° les unes donnent une odeur alliacée; 2° les autres déterminent l'odeur signalée par M. Barruel; 3° enfin les dernières exhalent une odeur variable.

Substance odorante alliacée. — Dès que le sang vient d'être tiré de la veine, il donne, pendant qu'il conserve de la chaleur, une odeur désagréable ayant, comme on l'a écrit souvent, quelque chose de celle de l'ail. Après le refroidissement, elle devient moins vive, mais elle offre alors celle de la viande fraîche. Il suffit d'avoir senti une fois ces deux modifications de la même odeur, pour ne jamais les oublier. Si l'on chauffe le liquide, elle s'altère, surtout dès que l'albumine se coagule et se prend en masse avec l'hématosine; alors elle s'unit à une odeur légèrement savonneuse et quelquefois sulfhydrique. Il est facile de s'assurer que cette odeur diversement nuancée, selon les circonstances, est émanée par l'ensemble des corps gras du sang, et surtout par la cérébrine, concurremment avec l'acide gras volatil. Aussi peut-on aisément la développer en frottant l'intérieur d'un vase avec les corps gras du sang réunis,

(1) *Journal hebdomadaire de médecine*, mai 1829, n° 34.
(2) *Journal de chimie médicale*, t. 5, 1829, p. 506 et 616.
(3) Même journal et même volume, p. 509.
(4) *Recherches expérimentales sur le sang humain*, p. 82.

tels que l'alcool successivement froid et bouillant les extrait de cette humeur, et les mouillant avec fort peu d'eau. Ils se gonflent, absorbent de l'humidité, et, formant une grande surface d'évaporation, ils émettent d'une foule de points une odeur semblable à celle du sang frais, mais refroidi. Si l'on chauffe légèrement le vase, elle a la plus grande analogie avec celle du sang qui vient d'être fourni par la veine. C'est donc l'odeur de ces corps qu'on a désignée pendant long-temps sous les noms d'effluve du sang, d'*aura sanguinis*, odeur qui ne peut avoir d'importance médicale, comme on l'a cru très long-temps.

Substance odorante signalée par M. Barruel. — J'ai repris mes expériences faites en 1829 et 1830 sur la cause de cette odeur, et j'ai été amené à des conclusions différentes de celles que j'ai données dans mes recherches. On sait, d'après M. Barruel, que l'acide sulfurique répandu sur le sang y détermine promptement une odeur particulière, selon l'animal, laquelle est de bouverie pour le sang du bœuf, de sueur pour celui de l'homme, de crottin pour celui du cheval, de fiente pour celui de la volaille, etc. Ce qu'on ne sait pas, c'est qu'en flairant avec attention ces diverses espèces de sang quand l'humeur est refroidie, et sans y avoir ajouté d'acide, surtout en tenant dans la bouche une demi-cuillerée de leur sérum, on en distingue très bien l'odeur spéciale. La même odeur aussi est très sensible lorsqu'on dessèche le sang à 100° cent. Elle a donc réellement une cause préexistante à l'action de l'acide; il ne fait que l'aviver, en y joignant cepen-

dant une odeur toute factice qu'il occasionne en décomposant plusieurs des matériaux du sang. Autrefois j'ai désigné pour cette cause des molécules alimentaires habituellement introduites fortuitement sans altération préalable dans le torrent circulatoire. Mais le cheval et le bœuf, par exemple, sont tous deux nourris des mêmes fourrages ; ils devraient, s'il en était ainsi, avoir un sang à émanation d'odeur semblable, ce qui n'est pas. L'homme, dont la nourriture est si diversifiée, devrait avoir un sang variant d'odeur selon le mode de son alimentation journalière, ce qui n'est pas non plus. Elle dépend donc, comme M. Barruel l'a pensé, d'une matière propre. J'ai traité, dans le but de découvrir quelle était cette matière, une certaine quantité de sérum de bœuf par l'alcool froid, choisissant celui de cet animal parce qu'il a une odeur bien caractérisée ; j'ai ensuite filtré et évaporé le liquide. A mesure que l'évaporation touchait à sa fin, l'odeur devenait plus prononcée, et dominait celle de l'alcool; elle était en même temps musquée et comme urineuse. La simple distillation de ce sérum a fourni un liquide imprégné de la même odeur. Présumant qu'elle pourrait provenir de l'urée, que les expériences de MM. Prévost et Dumas (1) semblent annoncer dans le sang, peut-être aussi du picromel qu'on sait avoir une odeur musquée, et dont le sang offre déjà à l'analyse plusieurs des matériaux, j'ai alors dirigé mes recherches vers ces deux points. Dès que l'évaporation a été terminée, il est resté une forte proportion de

(1) *Annales de physique et de chimie*, t. 23, p. 90.

corps gras unis à des sels inorganiques et aux substances colorantes du sérum. La matière sèche ne répandait plus d'odeur, si ce n'est celle d'une graisse rance. Sa saveur était âcre, mais nullement amère, sans arrière-goût sucré. J'en ai traité moitié par l'acide sulfurique étendu d'eau, à chaud, à un degré inférieur à celui de l'ébullition pendant une heure. Il s'y est déposé des graisses entraînant la plus grande partie de la substance colorante, et le liquide est resté jaunâtre. Ce liquide séparé, je l'ai saturé, ainsi que les graisses, avec du carbonate de baryte. Il s'était formé une proportion notable de tannin artificiel, mais l'examen le plus minutieux n'a pu m'y faire découvrir de picromel. L'acide chlorhydrique a précipité des flocons verts, dans une solution aqueuse légèrement aiguisée de potasse, d'une portion de la matière sèche qui n'avait pas été soumise à l'acide. Mais, ici, c'est un indice bien trompeur de résine biliaire. En effet, dans ce cas, l'acide chlorhydrique met à nu les acides gras, ils composent les flocons; ceux-ci n'abandonnent pas la substance jaune à laquelle ils sont intimement unis; alors elle bleuit partiellement par l'action de l'acide: il s'ensuit naturellement que les flocons ont une couleur verdâtre, d'autant plus que la dose d'acide est augmentée. Le sang du bœuf ne renferme donc aucun des principes du picromel. Si jamais sang dut en contenir, ce serait cependant celui-là; car on sait que la bile du même animal est abondante, excessivement amère, et sucrée d'une manière sensible.

L'autre moitié de la matière sèche provenant de la

teinture alcoolique du sérum de bœuf m'a servi à rechercher l'urée. J'ai opéré comme si j'avais eu à soumettre à l'expérience de l'urine à l'état d'extrait sec. Comme les résultats ont été négatifs, je ne les rapporterai pas.

La cause de l'odeur signalée par M. Barruel est donc soluble dans l'alcool froid; elle n'est ni de l'urée ni du picromel. Les acides oléique et margarique sont loin d'être odorans, ou n'ont qu'une odeur rance; ils ne doivent pas fournir une émanation vive, et surtout passer à la distillation avec l'eau. Restent la cérébrine et l'acide gras volatil. Certainement cette odeur doit être, comme l'odeur alliacée, due à ces seules substances, mais principalement à la seconde; alors on conçoit que l'acide sulfurique puisse aider à son dégagement, en la débarrassant de la soude qui la retient dans le sang. Si elle diffère dans les espèces d'animaux, c'est que l'acide gras volatil y a pour chaque espèce des caractères spéciaux.

Pourquoi chaque espèce a-t-elle son acide gras volatil particulier? On ne peut pas plus répondre à cette question qu'à celle-ci: Pourquoi les corps volatils nommés huiles essentielles diffèrent-ils dans les diverses espèces végétales? Nécessairement le sang renfermant une substance odorante flagrante, la communique soit aux tissus qu'il baigne, soit aux humeurs qui proviennent de sa propre matière, et les déjections alvines doivent en entraîner d'autant plus qu'elles sont chargées d'une bile qui, elle-même, tient en dissolution ou en combinaison de l'acide gras volatil. On peut présumer

que cet acide, en caractérisant l'espèce, à distance, pour l'odorat si parfait des animaux, acquiert ainsi une grande importance, et que sa présence chez les individus a pour but évident de leur donner un moyen de se reconnaître de loin, afin de se fuir ou de se rapprocher dans l'intérêt de leur conservation.

Substance odorante variable. — Quoique le sang soit une humeur vivante, parcourant sans cesse toutes les parties du corps et pénétrant dans les viscères les plus délicats, les plus sensibles, les plus essentiels à la vie, il n'en charrie pas moins continuellement plusieurs corps étrangers à sa constitution, qui ne peuvent appartenir qu'à l'air introduit à tout moment dans les poumons, aux solides et aux liquides ingérés chaque jour dans l'estomac, aux produits des sécrétions et des excrétions plus ou moins retenus, même dans l'ordre naturel. Les particules de ces diverses matières arrivent alors dans le torrent circulatoire sans élaboration préalable. Lorsque l'individu fait usage d'alimens convenables, vit au milieu d'une atmosphère saine, et que les conduits excréteurs conduisent régulièrement au dehors les produits qui n'y doivent pas séjourner, les fonctions s'exécutent librement, le sang ne reçoit que quelques corps étrangers fort innocens. Mais si les alimens sont de mauvaise nature, ou si des substances nuisibles sont ingérées dans l'estomac, ou dans le rectum, ou dans l'épaisseur des tissus, ou si l'air est chargé de miasmes, le sang s'imprégnera de quelques molécules délétères qui dérangeront plus ou moins l'harmonie des fonctions. La nature en opère, dans l'un et l'autre cas, l'élimina-

tion d'une manière prompte, par toutes les voies de sécrétions ; aussi ne peut-on les extraire dans l'analyse. Il faut donc renoncer à rechercher ces corps étrangers dans le sang et à les estimer en poids, parce qu'ils y sont en quantités si minimes qu'ils échappent à tous les procédés : l'odorat seul les signale, quand ils sont plus ou moins volatils. Il est impossible de ne pas reconnaître l'alcool, le phosphore, l'ail, le camphre, dans le sang d'une saignée, par la simple application de ce sens ; mais ce serait en vain qu'on se livrerait à des opérations délicates pour les séparer.

6° *Substances salines.*

Ces substances se retrouvent dans les corps inorganiques, à l'exception des oléates et margarates. On peut procéder facilement à leur analyse. Cependant l'examen de celles qui existent dans le sang n'a point encore été fait avec soin, et l'on a négligé de rechercher quelles actions elles doivent avoir sur les matières avec lesquelles elles se rencontrent dans cette humeur. Je me suis déjà attaché dans les examens précédens à combler cette lacune ; ici je tâcherai encore d'élucider ce point important. Je ne vais considérer dans ce paragraphe que les substances salines fixes au feu rouge. J'y fais figurer comme telles : de la soude libre, mais qui, dans le sang, est unie aux acides gras et à l'albumine ; des oxides de calcium et de magnésium qui sont dans la même union ; et, enfin, de l'oxide de fer, qui n'est point non plus un sel, cependant qui demande d'être étudié avec eux,

parce que sa détermination est liée à la leur. On peut diviser les sels du sang, selon leur degré de solubilité dans l'eau, en deux groupes. Cette division a l'avantage de faciliter l'exposition de leurs propriétés, et, comme c'est principalement sur elle qu'est fondée en grande partie leur analyse, elle empêchera la confusion de se glisser dans la série des moyens opératoires. Je vais donc traiter successivement de l'alcali et des sels alcalins du sang, puis de l'oxide de fer et des sels terreux de cette humeur.

Alcalis et sels solubles. — De la soude libre ou sous-carbonatée, même de la potasse dans l'un de ces états, des chlorures de sodium et de potassium, des sulfates de potasse et de soude, des phosphates aussi des mêmes bases et du lactate de soude, tels sont les sels solubles généralement regardés comme existans dans le sang. Je ne citerai ici la singulière assertion de M. Raspail, qui voit prédominer sur ces sels ceux d'ammoniaque (1), que pour répéter avec tous les chimistes qu'il ne s'en trouve jamais dans le sang sain et frais, et qu'on n'y en rencontre qu'après un commencement de décomposition de ce fluide (2), ou dans l'état pathologique (3).

L'existence de la potasse libre ou sous-carbonatée est théoriquement impossible dans un liquide en présence du chlorure de sodium. A défaut de l'expérience, ce raisonnement prouverait que le sang ne contient pas cet

(1) Nouveau système de chimie.

(2) *Voyez* plus haut, au paragraphe relatif à l'eau, p. 54.

(3) *Voyez* plus loin, à l'article de la COMPOSITION DU SANG INCOAGULABLE.

alcali, si ce n'est combiné à un ou à plusieurs acides puissans.

Il est cependant d'usage de mettre le chlorure de potassium au nombre de ses sels, sans s'être assuré de la réalité de sa présence parmi eux; et quand on a cru l'avoir constatée analytiquement, on a suivi un procédé vicieux. Ce chlorure ne s'y présente jamais dans l'état sain; du moins, dans les nombreux cas que j'ai examinés, je ne l'ai pas rencontré. D'ailleurs le sang renferme plus d'acide sulfurique qu'il n'a de potasse à saturer, ce qui rend impossible l'existence de la potasse libre dans ce liquide, ou même à l'état de chlorure.

Quand j'ai fait mes premières recherches chimiques, j'ai attribué les phosphates et les sulfates, qu'il est facile de signaler dans le sang, aux effets de la réaction du soufre et du phosphore de la cérébrine de cette humeur sur l'oxigène de l'air pendant son incinération. En admettant de tels phénomènes, il se formerait alors des acides sulfurique et phosphorique, lesquels ensuite chasseraient le chlore du chlorure de potassium, et s'empareraient également d'une portion de la soude libre, pour composer de toutes pièces des phosphates et des sulfates de potasse et de soude (1). Aujourd'hui je me suis assuré que ces effets n'ont pas lieu. Ainsi le sérum coagulé par la chaleur, après avoir été neutralisé par l'acide acétique et épuisé de ses sels par des lavages à l'eau bouillante, abandonne à cette eau autant de sulfates et de phosphates de potasse et de

(1) *Recherches expérimentales*, p. 111.

soude qu'une autre portion du même sérum en fournit par l'incinération. Il est vrai que les réactifs, qui décèlent aisément l'acide sulfurique et l'acide phosphorique, manquent de puissance quand on les applique au sérum; mais ils restent également impuissans, quand on les fait réagir sur du sérum préalablement additionné de quelques gouttes d'une solution de ces sels. C'est une conséquence de la singulière propriété de l'albumine, que j'ai citée en son lieu. Il est résulté, de la persuasion erronée où j'ai été autrefois que la potasse du sang et une partie de sa soude n'étaient qu'accidentellement saturées par les acides en question, que j'ai eu soin, dans l'exposé de mes premières analyses, de restituer à ces bases le chlore que je pensais qu'elles avaient perdu. Voilà pourquoi j'ai admis dans le sang, à l'époque où je les ai publiées, du chlorure de potassium qu'il ne contient pas, et que j'ai omis d'y citer des sulfates et du phosphate alcalin qui y existent.

L'analyse qualitative prouve évidemment la présence de la soude dans cette humeur. On sait que Rouelle a le premier avancé ce fait, devenu vulgaire depuis ce chimiste; aussi n'est-ce pas un point à discuter. Il n'en est plus de même de l'état sous lequel elle se trouve alors. Les uns veulent qu'elle soit caustique, d'autres qu'elle soit totalement ou partiellement neutralisée par l'acide carbonique. Si l'on adopte la théorie que j'ai donnée de la liquidité du sérum, on ne restera pas en suspens entre ces deux opinions. Ainsi, quand on veut imiter les sels du sang, afin d'obtenir du sérum artificiel, et qu'on emploie de la soude pure pour attaquer

de la fibrine, concurremment avec un sel neutre, la substance animale est d'ordinaire totalement dissoute; le produit est, en ce cas, tout semblable au sérum naturel, tandis que, quand on se sert pour cet objet du sous-carbonate de soude, il faut une quantité beaucoup plus forte de ce sel que le sang ne renferme de soude, et encore la fibrine ne fait que devenir gélatineuse, sa dissolution ne s'opère nullement: quelquefois une partie cependant se dissout, mais le liquide n'est pas clair, ni très changé; il semble que la portion caustique seule du sous-carbonate ait agi indépendamment de la portion carbonatée. Si l'on emploie du bi-carbonate de soude, la dissolution est impossible. D'après ces expériences, et sans recourir à d'autres preuves, je conclus que la soude n'est pas carbonatée ou sous-carbonatée dans le sang. Elle n'y est point libre pour cela. Déjà nous avons vu qu'elle fournit aux acides gras ce qu'ils en peuvent exiger, pour être à l'état de sur-sels, probablement; car les oléate et margarate de soude qu'on extrait du sérum sont acides. Ce qui en reste est uni à une portion de l'albumine. Le sérum renferme donc ainsi une combinaison double, d'albumine et d'alcali formant un albuminate de soude, et de sels neutres avec de l'albumine aussi constituant une combinaison spéciale dont j'ai parlé déjà, l'albumine remplissant alors le rôle de base. L'albuminate de soude, et l'union des sels avec l'albumine, considérés séparément, sont solubles dans peu d'eau, et abandonnent, chacun, de leur substance animale, quand on ajoute une très grande quantité de ce liquide à leur solution concentrée. La disso-

lution d'albumine dans de la soude est incoagulable par la chaleur. Sa dissolution simplement saline se coagule aisément au feu. Toutes deux, confondues en une seule, se modifient mutuellement, et se partagent leurs propriétés. La composition acquiert plus de stabilité; on peut l'étendre d'eau sans en rien précipiter; elle se coagule en masse à 74° centig. Le sérum qu'on extrait du sang est alcalin, c'est-à-dire que le papier réactif y indique une réaction alcaline: mais dans le corps en est-il de même? Quoiqu'on l'admette généralement, je ne pense pas qu'il faille penser qu'il en soit ainsi. Aucune expérience directe ne démontre qu'en circulant le sang renferme une portion de soude indépendante de combinaison parfaite. Tant qu'il reste liquide, après sa sortie de la veine, comme lorsqu'il y est encore contenu, on doit donc, jusqu'à preuve contraire, le regarder comme neutre, c'est-à-dire comme un composé dont les principes basiques sont exactement saturés. Après la coagulation, il faut bien reconnaître qu'il devient sensiblement alcalin. Mais quand on réfléchit à la faiblesse de la combinaison de la soude avec l'albumine, à la décomposition partielle qui s'opère dans l'albuminate de soude pendant la coagulation naturelle du sang, aussi bien que dans l'union de l'albumine avec les sels neutres, pour solidifier plus d'un quarantième de cette même albumine sous forme de fibrine, ce qui rend nécessairement à la liberté une portion de soude d'abord neutralisée; quand, dis-je, on considère le peu de force avec laquelle la soude adhère à l'albumine, et cette mise à nu d'une petite quantité de

sa substance lors de la coagulation, on conçoit que le sérum ordinaire puisse ramener au bleu le papier de tournesol rougi par un acide ou rendre vineux le curcuma. Il faut, conséquemment, ranger l'état neutre du sang parmi ses caractères, jusqu'à ce que l'expérience ait décidé le contraire, et citer son alcalinité comme un fait accidentel.

Le lactate de soude, signalé par M. Berzelius dans cette humeur, se trouve, selon ce grand chimiste, faire partie de la masse extractive jaune qui entoure ses sels, quand on a agi sur du sérum coagulé au moyen de l'eau bouillante, et qu'on a évaporé le liquide, puis repris le résidu avec de l'alcool pour évaporer encore ce nouveau liquide (1). Mais j'objecterai d'abord contre la présence d'un lactate, en ce cas, que la masse extractive renferme, outre les sels notés par M. Berzelius, des savons dont il ne parle pas, et de la substance jaune qu'il néglige de considérer, qui tous réunis peuvent bien en imposer pour un lactate. Ensuite j'objecterai aussi que l'acide lactique se forme si aisément au milieu des parties animales abandonnées à elles-mêmes, qu'il pourrait alors se montrer accidentellement dans les résultats de l'analyse, sans avoir existé dans le sang en circulation, et que tout traitement fait à chaud des matières animales par l'eau alcalisée (2) tend à les décomposer partiellement, à les transformer même en ammoniaque, en acides organiques nouveaux, en ma-

(1) *Traité de Chimie*, t. 7, p. 67.

(2) Recherches sur les substances organiques azotées, par MM. PLISSON et O. HENRY, *Journal de Pharmacie*, t. 16.

tières particulières, etc. Ces seules considérations rendent l'existence du lactate de soude dans le sang fort problématique, sinon nulle. Mais ce ne serait pas assez de baser une opinion sur des raisonnemens, si l'expérience ne prouvait qu'elle est fondée en faits faciles à vérifier. Ainsi, qu'on traite l'extrait alcoolique du sérum fait à froid par les moyens propres à signaler un lactate alcalin, on n'en découvre aucun indice.

Le chlorure de sodium, les sulfates de potasse et de soude, le phosphate de soude, sont donc, avec la soude, les seuls sels fixes au feu rouge à bases alcalines qui s'offrent à l'analyse du sang. On ne peut les obtenir en totalité, en les extrayant de cette humeur par l'eau bouillante, faisant évaporer le liquide filtré, et le brûlant pour le débarrasser de toute substance étrangère. Malgré l'action de l'eau bouillante, l'albumine surtout en retient une partie, ce qui occasionne une perte considérable dans les résultats. Il vaut mieux dessécher le sang lui-même ou le sérum, le brûler dans une capsule de platine, puis extraire des cendres produites, en les lessivant, les sels solubles qui s'y trouvent mêlés. Cette incinération doit être faite avec lenteur et précaution; car, pendant une partie de l'opération, la chaleur projette aisément des particules de la matière en expérience hors du vase. Quand le tout est bien carbonisé, on le pulvérise dans le vase même, afin que les points de contact avec l'air étant ainsi multipliés, l'incinération soit moins longue. Les auteurs prescrivent de laver le charbon à plusieurs époques de l'opération; mais ces lavages, loin de l'accélérer, prennent beaucoup de temps;

ils ne sont nécessaires qu'à deux époques, ainsi quand les molécules noires commencent à s'agglutiner et à devenir grises çà et là, et quand elles sont totalement converties en cendres blanchâtres si l'on s'est servi de sérum, ou rougeâtres si l'on a employé du sang. Pour y procéder, je mets d'abord de l'eau distillée goutte à goutte sur les molécules, dans la capsule préalablement refroidie, évitant par là de les disperser; ce qui aurait lieu inévitablement, si l'on en versait trop rapidement; puis j'en ajoute de manière à recouvrir le tout de six à sept centimètres. Après un repos suffisant, j'aspire le liquide au moyen d'une pipette. Je lave ainsi les molécules trois ou quatre fois avec de nouvelle eau.

Les sels solubles, ainsi dissous, sont aisément séparés par l'évaporation ménagée de l'eau qui leur sert de véhicule. Je donne une chaleur rouge au résidu et je le pèse. Mais alors la soude est passée à l'état de sous-carbonate; ce dont il faut se rappeler en écrivant les résultats de l'analyse.

Après avoir essayé plusieurs méthodes pour séparer et estimer la quantité respective des sels solubles du sang, dans le but d'arriver à des résultats constamment identiques et bien comparables, j'ai adopté la série des procédés suivans :

1° Je dissous dans de l'eau distillée la masse saline; je verse dans la solution un excès de solutum de bichlorure de mercure; il s'opère alors une précipitation d'un oxide mercuriel, qui, selon mes expériences, représente trois et demi de soude pour cinq de précipité en poids. Cette soude reste dans le liquide, convertie en chlorure

de sodium. Je détruis l'excès du bichlorure mercuriel, en tenant dans le liquide du plomb laminé en petits fragmens pendant plusieurs heures, et jusqu'à ce que de nouveaux fragmens n'y contractent plus de teinte grise.

2° J'ajoute au liquide, après l'avoir filtré, et avoir lavé convenablement le plomb sur le filtre, du chlorure de baryum en solution dans l'eau, goutte à goutte, jusqu'à cessation de précipité. Je filtre encore, mais à travers un papier taré, et je pèse l'ensemble des sulfate et phosphate de baryte qui sont restés sur ce papier, après les avoir convenablement desséchés. Je soumets ensuite ces sels, sur le filtre même, à un lavage à l'eau distillée aiguisée d'acide acétique. En desséchant de nouveau et pesant, la perte m'indique la quantité du phosphate de baryte, et j'évalue aussi, conséquemment d'une manière directe, celle du sulfate de même base. Je peux alors noter la proportion des acides sulfurique et phosphorique qui se trouvent dans les sels solubles du sang. Il ne demeure dans le liquide en expérience que du chlorure de sodium et du chlorure de potassium, ce dernier étranger tout à fait au sang quant à son chlore, et le premier en partie étranger encore à cette humeur par son chlore aussi.

3° J'évapore le tout jusqu'à consistance presque sirupeuse, et je le mêle avec trois fois trois quarts de son poids de chlorure platinico-sodique, selon le procédé de M. Berzelius, et je soumets le mélange à de l'alcool de 950,000 de densité, qui dissout le chlorure de sodium, ainsi que l'excès de chlorure platinico-sodique,

mais laisse intact, sous forme de poudre jaune, le chlorure de platine et de potasse. On déduit aisément de son poids celui de la potasse que renferment les sels du sang. On voit par la quantité de cet alcali, comparée avec celle des acides phosphorique et sulfurique, qu'il se trouve dans le sang à l'état de sulfate, saturé par une partie de ce dernier acide.

4° Le liquide ne contient plus que des chlorures de sodium et de platine, mais le premier y est en excès. Pour avoir l'évaluation du chlorure de sodium réel des sels du sang, il suffit, à cette époque de l'opération, de réfléchir qu'il ne reste plus qu'à estimer combien il faut de soude pour saturer la partie de l'acide sulfurique calculé qui est demeurée disponible, et ce qu'il en faut aussi pour convertir en phosphate la totalité de l'acide phosphorique calculé également plus haut. La soude libre, le sulfate de potasse, le sulfate de soude, le phosphate de soude, sont déterminés rigoureusement de cette manière; on n'a plus qu'à en additionner le poids total, et à le comparer au poids qu'avait la masse saline avant l'analyse, puis à prendre la différence de ces poids pour établir la quantité du chlorure de sodium cherchée en même temps.

Fer et sels terreux. — L'existence du fer dans le sang est incontestable; il est démontré aussi qu'il ne se trouve que dans les globules; mais on ne sait à quel état, surtout dans quelle combinaison il y est engagé, et quels sont ses rapports chimiques avec l'hématosine. Peut-on le considérer comme un élément formateur de cette hématosine? Il est fort possible qu'il contribue

à son développement, du moins il existe dans le sang avant elle, et il l'accompagne partout : comme elle, il ne paraît pas faire partie essentielle d'aucun tissu ; mais, néanmoins, il ne s'ensuit pas qu'il ne soit qu'un avec elle. Le meilleur parti à prendre aujourd'hui consiste à regarder le fer comme étant dans le sang à l'état d'oxide, jusqu'à ce que des circonstances heureuses viennent révéler qu'il y revêt une autre forme, ou qu'il y est uni à une substance encore ignorée.

Les sels terreux qu'on a admis dans le sang sont des phosphates et des carbonates, tant à bases de chaux que de magnésie, à l'état de sous-sels. On y a rencontré encore des traces de silice, de manganèse, et d'autres substances de nature métallique. Je ne pense pas que ces substances ni l'alumine non plus, qui peuvent se manifester pendant l'analyse par quelques indices, appartiennent au sang. Elles semblent provenir de corpuscules voltigeans dans l'air, ou détachés des vases, et mêlés à ce fluide pendant les opérations qu'il subit. Si le fluate de chaux a été réellement trouvé dans l'émail des dents, un jour peut-être le signalera-t-on lui-même parmi les composans de cette humeur.

Comme les sels insolubles et le fer du sang existent, les uns uniquement dans le sérum, et l'autre seulement dans les globules, il faut, quand on en veut faire l'analyse quantitative, s'assurer d'abord de la proportion relative des globules et du sérum de l'humeur, puis l'incinérer, et laver le produit rougeâtre de cette opération avec de l'eau distillée pour le débarrasser des sels solubles et de l'alcali libre. On obtient ainsi du peroxide de

fer, des sous-phosphates de chaux et de fer, du sous-carbonate de chaux, du sous-phosphate et du sous-carbonate de magnésie. Pour procéder à leur estimation, je les traite de la manière suivante :

1° Je dissous le tout à chaud dans de l'acide chlorhydrique; il reste quelquefois des molécules siliceuses insolubles au fond du vase. Je verse dans la liqueur de l'ammoniaque en excès. Je filtre, dessèche et pèse le résidu, qui consiste en peroxide de fer et en sous-phosphate de ce métal, en sous-phosphate de chaux et en un peu de sous-phosphate ammoniaco-magnésien.

2° Le liquide retient des chlorures de chaux et de magnésie. La quantité de magnésie est tellement minime qu'il est impossible de l'apprécier en poids. On précipite la chaux par l'oxalate d'ammoniaque, et l'on détermine aisément la quantité de sous-carbonate que représente le précipité.

3° Je lave le premier précipité, celui qui est ferrugineux, avec de l'eau distillée, acidulée par de l'acide acétique, jusqu'à ce que cet acide n'enlève plus rien à la matière placée pour ce traitement sur un filtre. Le peroxide de fer reste indissous. La liqueur conserve encore les sous-phosphates.

4° J'ajoute à cette liqueur une dissolution de carbonate d'ammoniaque jusqu'à saturation, et je la fais bouillir; il se précipite de l'oxide de fer; je sépare alors le sous-phosphate de chaux par l'ammoniaque en excès. L'addition de phosphate de soude dans le liquide restant y annonce la présence de la magnésie, qui est en trop petite quantité pour être notée.

Mais il est à remarquer que si l'on dissout à la fois dans de l'acide chlorhydrique autant de sous-phosphate de chaux que d'oxide de fer, l'ammoniaque en précipitera, outre du fer sur-oxidé, un sous-phosphate de cette base, et qu'il restera un peu de chaux en solution dans les acides employés. Si l'on a mis de la magnésie dans la dissolution, la liqueur renfermera aussi un phosphate de cette même base. Ainsi les phosphates de fer et de magnésie du sang ne font que représenter une portion de son peroxide de fer, et sa magnésie à l'état alcalin. En conséquence, le résultat brut de l'analyse doit être corrigé d'après ces données. Il en est de même du carbonate de chaux, qui ne prend cette forme que pendant la carbonisation; il remplace de la chaux pure, comme le sous-carbonate de soude fourni en même temps que les sels solubles ne représente que de la soude caustique.

De sorte que le sang contient du fer considéré provisoirement comme y étant à l'état de peroxide, du phosphate de chaux, de la chaux et de la magnésie. Jusqu'à preuve contraire, on doit ainsi regarder ces deux dernières substances comme des alcalis fonctionnant vis à vis de l'albumine à la manière de la soude, et le phosphate de chaux agissant en ce cas comme l'ensemble des sels neutres solubles. Le composé albumineux qui en résulte est dissous dans la masse du sérum, probablement à l'aide du composé albumineux formé par les sels neutres solubles et la soude; car de sa nature il ne serait peut-être pas suffisamment attaqué par l'eau seule. C'est ce qui explique pourquoi ces sels du sang, si faciles à signaler quand ils sont extraits de cette humeur, ne peu-

vent y être dénotés directement par les réactifs. Les nouveaux sels, même les insolubles qu'ils y déterminent, ne font que remplacer ou augmenter la quantité de ceux qui y existent, et fonctionnent comme eux, à moins d'employer ces réactifs en grande quantité.

7. *Substances impondérables.*

Je suis loin de considérer les substances impondérables comme des corps analogues aux précédens, qui leur seraient unis, et que l'analyse devrait inscrire dans ses résultats. Leur nom seul suffit pour préserver le plus ignorant d'une semblable méprise. Je ne veux simplement qu'examiner les effets de leur présence dans le sang, et indiquer le degré de leur action, s'il est possible.

Électricité. — Je dois avouer que je n'ai fait aucune expérience propre à mesurer le dégagement électrique qui peut s'opérer au sein de cette humeur, ou l'électricité que les organes voisins peuvent lui communiquer. Je crois qu'on n'est pas encore parvenu à signaler directement son état électrique, dont cependant il est question dans plusieurs ouvrages du jour. Mais, quand même le sang serait électrisé positivement pendant l'exercice normal des fonctions, ainsi que quelques savans l'induisent d'expériences indirectes, la science est trop peu avancée relativement aux effets électro-chimiques qui peuvent avoir lieu dans l'organisation, pour hasarder d'en baser l'explication des phénomènes de la vie. Il faut que ces effets soient complètement étudiés, avant

d'essayer de les coordonner en théorie applicable à la chimie organique, comme ils le sont à la chimie minérale.

Chaleur. — Certainement la présence de la cause de la chaleur est indispensable à l'état normal du sang, comme elle est une condition d'existence *sine quâ non* pour toutes les parties organiques. Elle y joue un premier rôle, aussi évident que celui des forces électriques y est encore problématique, quoique plus que probable; elle y balance la cohésion et la tendance qu'a l'affinité à augmenter sans cesse d'action. La mesure de son accumulation mérite donc d'être prise avec soin : on y parvient avec le thermomètre. J'ai tâché de saisir son degré dans le sang que j'ai reçu lors des nombreuses saignées que j'ai pratiquées, tant chez l'homme sain que chez l'homme malade. Je l'ai trouvé chez le premier, comme la plupart des expérimentateurs, de + 36° cent., terme moyen. Il a varié, ainsi que je l'indiquerai plus loin, dans le sang pathologique.

—

DEUXIÈME SECTION.

Méthode d'analyser le sang, et moyens accessoires propres à rendre ses résultats aussi exacts qu'il est possible dans l'état actuel de la science.

Si l'on se livre à l'analyse du sang, sans entourer la suite compliquée d'opérations difficiles qu'elle exige de

toutes les précautions nécessaires aux recherches sur les corps organisés, on n'obtient que des données incertaines, variables comme le mode d'investigation employé, et qui conséquemment ne comportent aucune rigueur. J'ai eu soin de ne rien négliger à cet égard dans mes nouvelles analyses, et, quoique je n'aie pas atteint la perfection, je pense, à l'aide des précautions minutieuses que j'ai prises, en être resté moins éloigné que mes prédécesseurs. Je vais donc, pour qu'on en juge, décrire d'abord les circonstances qui m'ont paru les plus essentielles à observer dans les recherches analytiques sur le sang; puis exposer, telles que je les ai appliquées, les règles de l'emploi des procédés donnés précédemment en traitant de chacune des substances immédiates de ce fluide.

Il faut, avant d'étudier une humeur ou un organe, faire en sorte de l'avoir entier, frais et exempt de mélange, ce qui n'est pas aussi facile qu'on le pense généralement, surtout quant aux liquides organiques. Il est important aussi de le recueillir convenablement, de le conserver sans altération et de ne pas en perdre la moindre portion. En outre, si l'on s'occupe d'une substance saine ou altérée, on ne doit pas l'extraire indifféremment de tout sujet. Le choix, en ce cas, exige un examen préalable minutieux de l'individu qui le fournit.

Afin de ne conserver aucun doute sur l'état du sang, quand j'ai voulu l'étudier tel qu'il doit être lors de l'exercice régulier des fonctions, j'en ai constamment pris à ces sujets parfaitement sains qui exigent cependant d'être saignés, sans qu'il y ait nécessité hygiénique ou

médicale de pratiquer cette petite opération. C'est en outre dans mon service de médecine et de chirurgie à l'hôpital civil et militaire de Commercy, et parmi les blessés des 8e cuirassiers, 2e et 9e dragons, que j'ai pu avoir des occasions multipliées de rencontrer des cas réclamant des émissions de sang sain et en fournissant selon le besoin de mes études. J'en ai aussi recueilli ailleurs non plus sur des individus toujours adultes, vigoureux, mais sur des hommes et sur des femmes, à toutes les époques et dans les circonstances diverses de la vie. On se procure ainsi les produits de plusieurs centaines de saignées, avec d'autant plus de facilité que, partout où l'on exerce la médecine, une grande partie des habitans, qui autrefois se purgeaient par mesure de précaution une ou deux fois l'année, se font aujourd'hui phlébotomiser dans le but de détourner de prétendus maux à venir. Ces saignées, faites néanmoins à des sujets d'une brillante santé, n'ont jamais des résultats fâcheux; elles confirment l'opinion qu'il n'est nullement dangereux de soustraire à l'homme bien portant, et à tout âge, une quantité notable de sang, mais en proportionnant son émission à la force individuelle. Quant au sang pathologique, j'ai eu soin de le prendre à des personnes offrant des symptômes incontestables de maladie.

On ne peut soumettre à un examen suivi que le sang des veines; il serait impossible d'opérer de même sur le sang artériel, le plus pur cependant; mais les occasions de s'en procurer sont trop rares pour permettre de faire sur lui des expériences nombreuses. C'est un in-

convénient sans doute, moins grand néanmoins qu'on ne peut le penser (1). En effet, l'examen attentif des deux espèces du sang n'y fait remarquer que de si faibles différences qu'elles ne peuvent influer sur leur composition d'une manière très marquée, surtout quand il s'agit de l'humeur tirée de la veine du pli du coude comparativement à celle des artères du bras. Cette dernière, pour devenir veineuse, n'a qu'à traverser les parties osseuses et charnues de la main et de l'avant-bras ; son trajet alors est si rapide, si court, il se fait avec tant de simplicité, sans rencontrer de glandes sécrétoires ni de tissus épais, qu'il est permis de croire que la modification éprouvée alors est légère, et ne porte que sur des quantités trop minimes pour être prise en considération. Il y a probablement, en ce cas, quelques molécules détachées du sang artériel au profit des organes, et aussi quelques particules fournies par ces mêmes organes au sang veineux; mais dans des proportions tellement petites, qu'on peut les négliger sans craindre d'obtenir des résultats infidèles. En conséquence c'est le sang des veines du bras que j'ai employé pour mes expériences, dans la conviction qu'on peut appliquer au sang artériel les produits qu'il donne.

Quand j'ai voulu l'extraire, j'ai toujours eu l'attention de faire ouvrir largement la veine qu'il m'a paru convenable d'attaquer, de manière à éviter un jet sanguin lent, fin, baveux, qui favoriserait de l'évaporation pendant la saignée. Crainte aussi d'évaporation,

(1) *Recherches expérimentales sur le sang humain*, p. 71.

cette petite opération a été constamment pratiquée dans un lieu à température basse, et j'ai fermé exactement le vase après y avoir reçu le sang. Avant d'user de ces précautions, je m'étais assuré directement combien, quoique futiles en apparence, elles sont importantes à observer. Pour cela, j'avais saigné en hiver, saison la plus habituelle de mes expériences, un homme robuste, en fractionnant son sang en trois parties. La première avait été obtenue, le sujet étant placé dans une chambre échauffée à + 17° cent. et le jet sanguin ralenti par une pression convenable de la veine, puis le sang reçu dans une capsule de verre et privé du contact de l'air seulement après sa coagulation. J'avais reçu la seconde dans un flacon tenu très près de l'ouverture de la veine, ensuite bouché aussitôt que rempli; mais, avant de la recevoir, j'avais interrompu quelques instans le cours du sang, et fait passer le sujet dans une salle voisine tenue à 0° cent.: là, le jet du sang étant rétabli, avait été accéléré par tous les moyens connus. Enfin la troisième partie avait été extraite après avoir ramené le même sujet dans la pièce échauffée à + 17° cent., et en suivant les précautions déjà prises pour obtenir la première. Le sang recueilli en premier et en dernier lieu avait perdu plusieurs millièmes de son eau, tant par l'influence de la chaleur que par l'effet du contact trop prolongé de l'air, ce que démontrait évidemment son examen comparatif fait avec celui extrait à basse température et promptement renfermé. La saignée, telle qu'on l'a opérée généralement dans les cas où jusqu'ici l'on a voulu soumettre son produit à l'analyse, par conséquent sans

observer ces précautions, a donc dû modifier les résultats donnés, et changer sensiblement les proportions réelles des composans du sang étudié.

Il serait possible, en maintes circonstances, d'obtenir d'un seul individu un kilogramme de sang, et d'opérer sur une aussi forte quantité; mais, lorsqu'on veut expérimenter de façon à rendre toutes les conditions égales, et, de cette manière, avoir des résultats comparables, il faut, autant qu'on le peut, employer constamment une même quantité de substance. Or, les personnes délicates, les enfans, les vieillards, ne supportent pas de fortes saignées impunément. Il convient donc, en tous cas, de se résoudre à n'opérer que sur quelques hectogrammes de sang, sur six à sept, qui sont le produit d'une saignée ordinaire, et même quelquefois sur moins. Il importe alors de le bien recueillir, et de le conserver frais pour l'usage, plutôt que d'en obtenir beaucoup, au détriment non seulement de la santé du patient, mais aussi peut-être de la constitution du fluide lui-même.

Ces diverses considérations m'ont déterminé à me servir, pour renfermer le sang, de cinq vases numérotés 1, 2, 3, 4, 5. Les trois premiers sont des flacons en cristal à large ouverture, clos à l'émeri, portant leur chiffre d'ordre sur le flanc et sur le bouchon, ayant chacun la contenance d'un peu plus de cent grammes d'eau. Quant au dernier, le vase n° 5, il n'est à proprement dire qu'un verre à boire, dont le bord est usé de manière à être exactement recouvert par un disque de cristal dépoli, sorte d'obturateur circulaire de quatre

lignes d'épaisseur, et d'un diamètre sensiblement plus grand que celui de l'ouverture à clore. A l'une des parois du vase, percée à quelques lignes de son bord d'un trou ovalaire de haut en bas, j'ai luté avec de la résine laque un petit thermomètre à mercure, qui indique par plusieurs traits à la lime les 33e, 34e, 35e, 36e, 37e, 38e, 39e, 40e degrés centig. au dessus de 0. Ce thermomètre se trouve placé de façon que sa boule occupant le milieu du tiers moyen du centre vide du vase, son tube passe par le trou, s'élève en se dirigeant obliquement en dehors, et y fait une saillie de six à sept centimètres au plus. J'ai donné au vase une contenance rigoureuse de 1000 décigrammes (un hectogramme) d'eau distillée à 34° cent., mais bouillie auparavant pour la purger d'air. Afin de parvenir à lui donner exactement cette contenance, j'ai, avant de le perforer, commencé par user son bord jusqu'à ce que le vase ne pût tenir que 1040 à 1050 décigrammes d'eau froide. Le volume de la boule et d'une partie de la tige du thermomètre, dès que cet instrument y a été fixé, en a ensuite diminué la capacité. Elle restait cependant encore trop grande. J'ai achevé de l'établir parfaitement, en chargeant plus ou moins de résine laque l'intérieur du vase même sur le point luté. Pour vérifier la justesse du degré de sa contenance de 1000 décigrammes, je l'ai rempli d'eau distillée bouillie peu auparavant, mais ayant repris la température ambiante, et de manière qu'elle y fût près de s'épancher, en faisant au dessus du niveau du bord une exubérance de forme convexe. Alors je l'ai mis avec soin et sans l'incliner dans une grande capsule de terre contenant de l'eau

commune à 100° cent. Le mercure s'est peu à peu élevé dans le thermomètre, et, quand il a atteint 40° cent., j'ai placé le vase, sur un meuble solide et de niveau, dans la situation où il était d'abord. Bientôt le mercure a baissé, et quand il a été à + 34° cent., j'ai glissé le disque dépoli sur le bord du vase, de manière à le recouvrir parfaitement. Ce disque a chassé devant lui l'excédant du liquide, sans emprisonner de l'air. Lorsque de l'eau s'est accidentellement écoulée avant ce temps de l'opération, j'en ai ajouté une certaine quantité à la température ordinaire, quand le mercure marquait encore 39° ou 40°, et de façon à rétablir la surface convexe près de déborder dont il a été question. Il est bon de remarquer qu'il faut, en glissant le disque, l'appuyer assez fortement sur le bord du vase, et ensuite enlever l'un et l'autre ainsi accolés, les saisissant de la main gauche, le pouce sur le disque et les autres doigts sous le vase, pour en essuyer tout l'extérieur avec un linge fin. J'ai ensuite pesé. Ce n'a été qu'en multipliant ces essais, et en ajoutant ou ôtant de la résine laque chaque fois que j'avais pesé, qu'enfin je suis parvenu au but. Je ferai encore remarquer qu'il est essentiel, pour bien saisir l'instant de clore l'instrument, et par conséquent pour être certain de retenir juste 1000 décig. d'eau à 34° cent., de ne placer le disque qu'au moment du passage du niveau du mercure vis à vis du trait de lime indiquant ce degré sur le thermomètre. Il faut, en ce cas, placer le vase devant soi, de manière à avoir le thermomètre de côté, afin que le rayon visuel puisse passer à la fois sur le trait indicateur et sur la surface

du mercure. Plus tard la température ayant considérablement baissé, de l'air se fait jour sous le disque par un ou plusieurs points; il n'en résulte aucun inconvénient, puisque c'est un effet inévitable et naturel de tout fluide d'abord dilaté qui se condense ensuite nécessairement.

Voici comment j'ai recueilli le sang dans mes vases, successivement, après avoir fait ouvrir la veine largement.

Je chauffe préalablement le vase n° 5, en le tenant fermé près d'un réchaud, jusqu'à ce que son thermomètre marque + 36; en même temps j'ai le soin aussi d'avoir les mains à peu près à la même température. Alors, approchant ce vase du bras le plus près possible, je commence à recevoir le sang dès le premier jet. J'ai l'attention de faire diriger le membre opéré convenablement, et de procéder dans une chambre à basse température. Il se forme dès lors ordinairement à la surface du liquide une foule de bulles qui s'amassent en mousse d'un beau rouge; je l'expulse du vase en l'inclinant quand il est presque plein, et je continue à recevoir le sang, jusqu'à ce qu'il offre une surface exempte de bulles, bien convexe et près de déborder. Ici, l'opération exige beaucoup de précaution, car un léger mouvement imprimé au vase en ferait aisément répandre une partie du contenu, et surtout détruirait immédiatement son relief dont dépend le succès de l'expérience. En cas d'écoulement d'un peu de sang, je remédie à cet accident aussitôt que le vase est posé sur un meuble bien de niveau, en ajoutant de ce liquide ce qu'il en faut pour

rétablir la convexité détruite, et cela, au moyen d'une cuiller à bouche remplie en la plaçant sous le jet sanguin. Alors je consulte le thermomètre avec soin, et je note son degré. Le mercure descend et arrive enfin à + 34° cent. A ce moment je glisse le disque, mais après l'avoir humecté légèrement avec le doigt mouillé d'un peu de sang, afin d'empêcher l'air d'adhérer aux aspérités microscopiques qui hérissent le verre dépoli, et qui viendrait former des bulles sur le fluide. Si des bulles, malgré ces soins, se voient dans le sang après sa clôture, ou qu'en y procédant la coagulation se soit déjà manifestée assez pour la gêner, ou que le point du thermomètre ait été mal saisi à l'instant de pousser le disque, l'opération est manquée, je discontinue la saignée, et je renonce à l'analyse du fluide que je voulais recueillir dans le but d'en rechercher la composition. Aussitôt le vase convenablement fermé, je lave son extérieur avec un linge fin.

Pendant que je surveille moi-même ces détails, dont j'ai cru nécessaire de donner la description minutieuse, parce qu'on ne peut les négliger sans compromettre le succès de toute l'analyse, l'aide rend au jet sanguin, suspendu un moment par l'application du doigt sur la plaie, et son cours et sa rapidité, afin de remplir en ma présence l'un après l'autre les divers vases. Je fais dans ce cas incliner fortement le bras saigné, en le tournant sur lui-même, pour diriger le sang presque perpendiculairement en bas, au fond des vases dont l'ouverture appuie alors le plus qu'il est possible sur le pourtour de la plaie. Chacun d'eux étant rempli jusqu'à quelques lignes

du col, j'essuie l'intérieur de ce col avec un linge, et je pose le bouchon. Il ne faut pas oublier cette circonstance, car s'il reste entre le col et le bouchon un peu de sang interposé, il peut bientôt les luter l'un à l'autre avec beaucoup de force, et s'opposer ainsi à l'ouverture du vase quand le moment sera venu d'employer son contenu.

Je dois prévenir que je n'ai pas pensé avoir la température exacte du sang, en prenant pour son degré le point le plus élevé où s'est arrêté le mercure dans le thermomètre annexé au vase n° 5 ; je n'ai compté qu'en obtenir une approximative.

Avant de transporter le sang dans le laboratoire, j'attends qu'il soit coagulé, et je saisis le moment où le sérum n'est pas encore dégagé de la masse concrétée. Si la coagulation n'était pas encore complète, le sang agité pendant le transport donnerait un sérum rougeâtre; car on sait qu'en troublant la coagulation par un mouvement continuel, il s'ensuit toujours une légère dissolution d'hématosine dans le sérum qui se sépare ensuite. Si au contraire la coagulation était opérée depuis long-temps, et le sérum répandu au dessus et autour du caillot, les secousses du transport tendraient à érailler ce caillot et à répandre les globules dans le liquide ; ce qui rendrait difficile d'enlever la totalité du sérum exsudé.

Il faut alors éloigner les vases pleins de sang de l'action de la chaleur et de la lumière, car il ne suffit pas, comme nous l'avons vu, de le tenir privé du contact de l'air pour qu'il ne s'altère pas. Le repos lui est aussi

nécessaire ; sans lui, la séparation du caillot et du sérum ne s'effectue pas convenablement. Je les mets donc dans un lieu obscur, à basse température, ne les déplaçant qu'à l'instant d'employer leur contenu. Je me hâte cependant de procéder aux opérations que doit subir le sang de ces divers vases, pour n'avoir pas à redouter la formation de nouvelles substances dans sa masse, par la seule fermentation intestine de ses parties.

Quand je vais en faire usage, je pèse le sang. Pour cela, je mets d'abord en équilibre l'un des vases remplis de cette humeur sur les plateaux d'une bonne balance très sensible, avec une suffisante quantité de plomb de chasse. Je soumets ensuite à la même balance le vase vidé, lavé, essuyé; mais l'équilibre se trouve rompu, le plomb de chasse l'emporte. Je rétablis cet équilibre par des poids que je substitue à la place même qu'occupait le sang dans le vase. J'ai toujours exécuté cette double pesée sans précipitation, et avec le soin le plus minutieux. J'y ai eu recours aussi dans toutes les circonstances où j'ai eu à évaluer une pesanteur quelconque. Avant d'adopter une pesée et d'en admettre définitivement le chiffre, j'ai vérifié d'abord ce chiffre par celui des diverses autres parties du sang en expérience. Lorsque les différences ont porté sur des quantités notables, que je n'ai pu en trouver les causes évidentes, j'ai regardé le chiffre comme erroné, impossible à corriger, et rejeté les résultats comme nuls. Mais lorsqu'elles n'ont été que minimes, prévues même, effets de toute opération sur les substances organiques, j'ai deviné leurs causes, et rétabli le chiffre légèrement

altéré. Ces corrections, qui se font dans la chimie inorganique, doivent se faire au même titre dans la chimie organique. Sans cela, en inscrivant toutes les pesées successivement, il serait impossible, même après une série d'opérations analytiques bien conduites, que leur somme totale ne fût pas affectée d'une perte légère, car il y a toujours des circonstances inévitables qui en déterminent une plus ou moins sensible. On pourrait en tenir note à la suite du total des pesées; mais, quand on veut des résultats comparables, elle leur nuirait. Le meilleur moyen de la faire disparaître, outre le précédent, est d'adopter les moyennes d'un grand nombre d'analyses pour chiffre absolu, ainsi de rectifier une analyse par l'autre. J'ai, de cette façon, supprimé toutes les variations infiniment petites trouvées dans les poids des substances constituantes du sang, et alors réparé les pertes éprouvées dans mes analyses. L'emploi de la pesanteur spécifique m'a beaucoup servi, en me permettant de préjuger sur la composition du sérum et des globules, comme on le verra plus loin.

Cette pesanteur spécifique doit être nécessairement représentée par le chiffre de la pesanteur absolue du sang contenu dans le vase n° 5, chiffre qui, ainsi, exprime la densité de ce fluide, ou le rapport de son volume à son poids.

Le sang déposé dans les flacons et coagulé ne tarde pas à se séparer en sérum et en caillot. Cette séparation est et sera toujours une circonstance essentielle qui basera toutes les méthodes qu'on pourra employer dans l'analyse de cette humeur. C'est un départ naturel qui

a l'avantage d'en donner immédiatement les parties liquide et solide. Il est inexact, il est vrai, car le caillot n'est pas la partie solide proprement dite, puisqu'il retient la fibrine du sérum unie à des graisses et, de plus, une forte proportion de ce fluide. Mais on rectifie aisément les résultats obtenus, comme je l'indiquerai, en restituant à la portion du sérum qui surnage le caillot, la portion de fibrine qui lui manque. Il faut vingt-quatre heures pour accomplir une exsudation suffisante. Il est nécessaire de favoriser cette opération d'un repos absolu, pour que tous les corpuscules étrangers au sérum aient le temps de se précipiter, et que le caillot puisse se contracter totalement. Je me sers ensuite de la pipette, afin de décanter le produit que j'emploie aussitôt, ou que je renferme dans un flacon bouché à l'émeri.

En pesant le sérum ordinaire extrait des vases nos 1, 2, 3 et 4 dans le vase n° 5, avec les précautions indiquées quand j'ai décrit la manière d'étalonner ce dernier avec de l'eau distillée, j'en détermine la densité. Je reprends ensuite la même expérience, mais en additionnant le sérum avec une quantité convenable de fibrine sèche en poudre, et j'ai alors la densité du sérum réel, tel qu'il existe dans le sang qui circule.

Je commence ensuite les opérations analytiques proprement dites. Pour cela, je dessèche à l'air le sang du vase n° 5; mais je soumets au vide le quart du produit de cette première évaporation. Le poids de ce quart multiplié par quatre donne, après l'évaporation définitive, le chiffre de l'ensemble des globules et du sérum sec du sang, ou de ses matières fixes à 100° cent., et

par conséquent aussi celui de son eau, qui est représentée par la perte éprouvée. Je répète la même opération sur 20 grammes de sérum ordinaire desséché d'abord à l'air, puis ensuite dans le vide, ou immédiatement dans le vide. J'évalue alors aisément les proportions de son eau et de son sérum sec, ou matières fixes, à 100° cent. Je conserve le sang et le sérum ainsi desséchés dans des capsules de verre bien closes, pour des expériences ultérieures.

Cette connaissance acquise, j'arrive aisément à la détermination de la quantité des globules, du sérum sec, du sérum liquide et de l'eau. Supposons qu'une portion du sérum additionné de sa fibrine ait été trouvée composée de 100 de sérum sec ou substances fixes, et de 900 d'eau, et que le sang entier ait donné sur 1060, 220 d'un mélange de globules et de sérum sec, ou substances fixes, et 840 d'eau, il est clair que ce sang sera formé de globules 126 $\frac{18}{27}$, sérum sec 93 $\frac{9}{27}$, et eau 840; ou, en réunissant ces deux derniers, de sérum liquide 933 $\frac{9}{27}$. La règle de proportion qui conduit à ce résultat est trop facile à établir pour insister davantage sur ce point.

~~1000~~ : 100 :: 840 : 93 $\frac{9}{27}$, sérum sec recherché.

Retranchant 93 $\frac{9}{27}$ de 220, on obtient 126 $\frac{18}{27}$, globules également recherchés.

L'eau donnée par la perte que l'évaporation a déterminée dans le sang est simplement 840.

Il suffit donc, pour atteindre le but, de calculer le sérum sec, lequel est toujours dans le sang en rapport avec l'eau de cette humeur, comme il s'y trouve dans

1000 − 100 = 900 : 100 :: 840 : 93 $\frac{9}{27}$

le sérum liquide dont on apprend aisément la composition par la dessiccation.

Mais auparavant il faut arriver à connaître combien le sérum doit contenir de fibrine : pour cela, c'est d'apprécier la quantité de cette substance que renferme le caillot du sang numéro 1 dont on a employé le sérum. On y parvient par le lavage et la dessiccation. Alors, comme on a estimé la quantité de l'eau et du sérum sec que renferme le sérum ordinaire, et la quantité de l'eau que contient le sang lui-même, on juge aisément quel est le chiffre de toute la fibrine qu'on a séparée, relativement à cette eau ; l'on détermine ainsi quel est son rapport avec le sérum qui était contenu dans le sang du vase n° 1, etc. On voit, par cette expérience et ce calcul, combien de fibrine sèche on doit joindre aux produits fixes de la dessiccation du sérum, pour avoir au juste le sérum sec, et en même temps de quelle quantité de cette fibrine doit être additionné le sérum ordinaire pour composer le sérum tel qu'il se trouve dans le sang qui circule.

Les expériences et les calculs précédens ayant établi combien le sang a de globules, il reste, pour l'analyse spéciale de ces derniers, à isoler leur hématosine et leur oxide de fer. On y parviendra en soumettant les caillots réunis des vases numéros 2, 3 et 4 à l'action d'une faible quantité d'acide sulfurique, et en les pétrissant dans un mortier de verre jusqu'à ce qu'ils aient acquis une consistance très ferme. Cette consistance paraît décider de la quantité d'acide à employer. Alors on agira sur la masse avec de l'alcool, comme je l'ai dit à l'article de l'hématosine. Celle-ci obtenue, on en sépare

le fer par l'incinération (1). Il est facile de noter le poids de l'oxide de ce métal et celui de l'hématosine détruite par le feu, alors de calculer la proportion de l'albumine solide qui, avec ces substances, composait les globules; car elle est le poids de ceux-ci, moins celui de celles-là.

Je passe aussitôt à la détermination de l'albumine qui se trouve à l'état liquide dans le sang et à l'état de fibrine dans le caillot, puis à celle des corps gras et de la matière colorante du sérum. Je me sers pour cette détermination de tout le sérum qui reste disponible, tant de la portion qui m'a servi à prendre sa densité que de la portion qui a été desséchée. Je dissous la dernière dans la première, et j'ajoute une quantité de fibrine convenable pour constituer le tout tel qu'il doit se trouver dans le sang en circulation. Je le soumets à l'alcool froid à 36° ou 40°, et je précipite ainsi toute l'albumine à l'état globulaire, jointe à des graisses insolubles dans cet alcool. Je filtre et lave le résidu avec de l'alcool froid aussi. Les liquides réunis renferment avec toute l'eau du sérum, ses matières colorantes, ses sels solubles, un albuminate de soude, des sels gras, de la cholestérine, de la cérébrine unie à des traces de séroline. J'entoure l'entonnoir d'un vase circulaire garni de quelques charbons ardens, et je verse à plusieurs reprises sur le résidu de l'alcool à 40° bouillant, tant que le fluide qui passe entraîne des graisses. Je traite encore

(1) Je substitue le procédé de M. Le Canu au mien, comme infiniment plus exact, d'autant plus que j'ai mis plus loin mes résultats en harmonie avec ceux obtenus par cet habile chimiste sur la matière colorante des globules.

le résidu avec de l'éther également bouillant. Ces deux dernières teintures contiennent de la séroline, de la cérébrine et une quantité minime de cholestérine en dissolution. J'examine les liquides, comme je l'ai indiqué à l'article des corps gras et de la matière colorante du sérum. Pour l'albumine restée sur le filtre, je la dessèche, la pèse et la brûle, afin de défalquer de son poids celui de ses cendres, et d'avoir ainsi sa quantité réelle.

Ces cendres sont les sels insolubles du sérum. Je les analyse comme je l'ai décrit en leur lieu. Puis j'incinère le sang desséché du vase numéro 5, que j'ai réservé; j'emploie le résidu de cette opération à estimer, comme je l'ai décrit aussi dans la section précédente, la quantité du fer des globules, en le supposant à l'état de peroxide, celle de l'alcali et des sels solubles du sérum, et en même temps à examiner de nouveau ses sels insolubles.

Je ne crois pas qu'il soit possible aujourd'hui d'opérer la décomposition du sang par une suite de procédés plus exacts que ceux dont la méthode que je viens de tracer est formée. J'ai, dans mes recherches analytiques, fortifié les résultats obtenus par cette méthode sur des petites quantités de sang, de travaux en grand sur le sérum et sur les globules, en répétant avec de fortes masses ce que j'avais observé avec de faibles fractions.

En tous cas, la détermination minutieuse de la pesanteur spécifique m'a beaucoup servi pour rendre ces résultats encore plus rigoureux. Voici comment elle peut concourir à ce but important.

La densité du sang diffère nécessairement selon les

proportions respectives de son eau et de ses substances fixes, ou de son sérum et de ses globules. Elle doit conséquemment être particulière dans chacune de ses parties. D'abord dans l'eau, elle est connue; elle forme un point de comparaison généralement adopté, et exprimé par 1,000. Elle se trouve plus grande dans les autres parties, comme le prouve l'expérience. En étudiant attentivement la densité que peuvent avoir les globules réunis au sérum sec, ou les parties fixes du sang, d'après l'influence que leur poids spécifique manifeste sur son eau, on arrive à trouver que cette densité est constamment de 1,375. Si l'on recherche quelles doivent être aussi les densités séparées du sérum sec et des globules, on remarque encore que, isolément, ils offrent le même chiffre de 1,375. Aussi 100 p. de sérum sec dissous dans 900 p. d'eau, donnent un liquide ou sérum reconstitué, pesant spécifiquement 1,028 $\frac{4}{107}$. La même densité a lieu si le sérum sec employé a d'abord été coagulé, et est devenu insoluble dans l'eau; ce qui annonce que la dissolution ne peut modifier les densités réunies alors de l'eau et du sérum sec. Aussi les densités, soit du sang entier, soit du sérum séparé de cette humeur, expriment la réunion, d'une part, de la densité de l'eau et des globules mêlés au sérum sec, et, d'autre part, de celle de l'eau et du sérum sec seul.

La différence qui existe entre les chiffres qui expriment la densité de l'eau, et ceux qui indiquent celle du sang ou du sérum liquide, doit être conséquemment en harmonie avec la pesanteur absolue des globules et du sérum sec du premier, et avec cette pesanteur du sérum

sec du second. En effet, en multipliant par $3\frac{2}{3}$ les deux derniers chiffres marquant la différence qui existe entre la pesanteur spécifique tant du sang que du sérum, et celle de l'eau distillée, on a pour produit d'un côté la quantité des globules et du sérum sec du sang, et de l'autre celle du sérum sec provenant du sérum liquide. Cette connaissance suffit pour calculer immédiatement la quantité de l'eau des deux fluides, et pour établir ce que le sang renferme en globules et en sérum liquide. L'estimation de la densité est donc précieuse dans l'analyse pour aider sa marche par des prévisions approximatives de la vérité.

Les rapports de la densité avec la composition ont une autre utilité encore, ils annoncent que chacune des parties du sang doit avoir une composition identique; car si les globules, par exemple, ou le sérum sec variaient d'une manière marquée dans leur constitution, leur densité ne se conserverait pas toujours à 1,375 : ils annoncent encore que toutes les variétés du sang sain ne proviennent que du mélange à proportions diverses des globules et du sérum, et que si l'on exprime les conclusions de l'analyse en un seul groupe, et relativement à la pesanteur absolue du sang, comme on l'a fait jusqu'ici, on dressera certainement des tableaux comparatifs bien chimiquement exacts, mais certainement aussi fort compliqués. Ces tableaux en effet présenteront à l'œil des chiffres dont les relations seront difficiles à saisir, et à l'esprit une sorte de confusion impossible à débrouiller; il vaut mieux les établir en deux groupes appartenant à un volume fixe. Alors on peut juger du développement proportionnel de la masse soit du sérum,

soit des globules, et conséquemment on voit ce qu'est le sang en réalité.

Je devrais maintenant faire suivre cette méthode analytique des résultats qu'elle m'a donnés ; mais, comme je dois me servir de ces résultats, et les rappeler par conséquent dans l'application que je vais faire de mes recherches chimiques, ce serait m'exposer à des redites que de les consigner ici.

DEUXIÈME PARTIE.

APPLICATION DES RECHERCHES CHIMIQUES PRÉCÉDENTES SUR LE SANG, A LA PHYSIOLOGIE, A LA PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE, A L'HYGIÈNE ET A LA THÉRAPEUTIQUE DE CETTE HUMEUR.

J'ai examiné avec beaucoup de soins, sous le double rapport de leur état chimique et de leur estimation pondérale, chacune des substances qu'on peut admettre aujourd'hui dans le sang après la mort. Ce travail préparatoire, bien qu'imparfait sans doute, m'a permis d'étudier cette humeur telle qu'elle est hors du corps; il me servira, dans cette seconde partie, à induire ce qu'est sa composition lorsqu'elle circule, et ce que sont les réactions moléculaires qui s'opèrent dans son sein, soit pendant l'état sain, soit pendant l'état de maladie.

On verra, je l'espère, que je me suis attaché, en procédant à cette application de la chimie organique du sang pour constituer sa physiologie chimique, à ne pas m'écarter des limites du vrai, et à ne produire des hypothèses que quand, suffisamment environnées de probabilités pour en légitimer l'admission, elles m'ont paru utiles, afin de lier les faits sans fausser pour cela

des résultats. On verra aussi, je l'espère encore, que j'ai résisté à l'esprit de système, quoique beaucoup de points de mon sujet eussent aisément donné carrière à l'imagination.

J'ai réparti cette application en trois sections. Dans l'une, je tâche de développer l'état normal du sang, et la plupart des phénomènes qu'il produit dans l'économie. J'essaie, dans la seconde, de déterminer la nature de plusieurs de ses états pathologiques, ainsi que les dérangemens qui en résultent. Enfin, dans la dernière, je tire diverses inductions nouvelles relatives à l'hygiène et à la thérapeutique de cette humeur.

—

PREMIÈRE SECTION.

Application des recherches chimiques sur le sang, à la détermination de sa composition pendant la vie, et à la théorie des phénomènes physiologiques moléculaires qui se rapportent à cette humeur.

J'ai publié, en 1830, un mémoire sur ce sujet; on a depuis établi aussi quelques données du même genre. J'aurais donc pu employer les travaux que la science possède déjà; mais, quoique les résultats connus ne soient pas détruits par ceux que j'ai obtenus de nouveau, ils ne pourraient, aujourd'hui, suffire pour baser un essai physiologique fondé sur des faits chimiques. Je n'en ferai donc aucun usage.

1° *De la composition du sang sain pendant la vie.*

Le sang circule certainement dans l'appareil vasculaire avec la composition qu'il a offerte à l'analyse. La coagulation y introduit cependant une légère différence, avons-nous vu, puisque, dans ce phénomène, le sérum abandonne une portion de son albumine sous forme de fibrine solide; mais il est facile de concevoir la réunion de ces deux substances dans le corps vivant, la seconde y étant fluidifiée avec la première. Le sang est donc constitué, pendant la vie, par des globules et par du sérum liquide, renfermant eux-mêmes les principes immédiats qui ont été déterminés par la chimie organique. Il est ainsi facile d'induire la composition particulière du sérum, des globules et de leur ensemble, chez l'homme sain, d'après les résultats analytiques obtenus dans le laboratoire.

Composition particulière du sérum.

Cette partie du sang résulte de l'union de dix-huit substances immédiates, parmi lesquelles l'une, par l'effet de sa fluidité, fait fonction de véhicule ou corps dissolvant, et les autres remplissent celle de corps dissous. L'ensemble de celles-ci donne le sérum sec. Elles appartiennent à quelques genres différens, et se groupent entre elles de manière à former des associations particulières qu'on peut appeler substances complexes; il en est qui sont susceptibles de se diviser en fractions: enfin

toutes peuvent se résoudre en corps simples. Un tableau synoptique rendra mieux ce mode de composition. Il permettra de signaler plus facilement les quantités des composans, et leurs propriétés principales telles qu'elles existent pendant la vie, aussi bien que lorsqu'elle a cessé.

Je crois avoir inscrit des moyennes rigoureuses quant à l'eau, à l'ensemble des substances solides dissoutes dans cette eau, à l'albumine et aux sels inorganiques. Je pense avoir aussi donné exactement l'ensemble des corps gras et des substances colorantes; mais ce n'est qu'à peu près qu'est fixée la quantité séparée des acides gras, des substances jaune et bleue. Les chiffres sont plus approximatifs pour la séroline; encore il y a lieu de douter.

Après avoir trouvé cette composition dans un grand nombre de cas, m'est-il permis de dire que les mêmes moyennes se présentent dans tous les autres cas possibles? C'est dans cet espoir, douteux cependant, que j'ai dressé le tableau qui suit, et que je me suis servi des données qu'il fournit, pour établir plus loin la composition du sang dans l'état sain.

Je suppose que les acides gras forment les 2,500 du sérum, unis à l'état de sur-sels avec 0,500 de soude; aussi, n'ai-je laissé à nu que 0,500 de cet alcali, tandis que l'analyse par incinération en donne 1,000. Comme il faut 1/13 de soude aux sels neutres solubles pour dissoudre l'albumine, il reste ainsi les 0,500 de cette substance disponibles, qui ne peuvent être qu'en combinaison avec les acides mentionnés.

Les substances constituantes du sérum paraissent, d'après ce tableau, affecter, chez l'homme sain, des proportions fixes constantes pour tous les sujets. Il semble aussi que quelques unes de ces proportions y soient régulières. Un ordre proportionnel particulier, en effet, tend à s'y montrer entre les groupes ou les genres de substances dont les espèces sont unies par des réactions analogues et forment ce que je nomme des substances complexes ; mais cet ordre n'existe nullement entre ces espèces les unes relativement aux autres, si ce n'est entre celles qui se voient en très grande quantité dans le sérum : on peut ainsi peut-être y trouver un arrangement numérique digne d'être étudié, comme on en remarque dans les corps inorganiques.

Je n'ai ici nullement la prétention de présenter une détermination parfaite; et, quoique mes chiffres de l'eau, des substances solides, de l'albumine, des substances salines, des corps gras neutres unis aux corps colorans, semblent être des multiples de 10, et, alors, avoir en quelque sorte une tendance à l'application d'une haute théorie, je suis loin d'en rien induire qui puisse y avoir trait. Ces chiffres, seulement, pourront aider la mémoire à retenir la composition du sérum, en attendant qu'un homme de génie les fixe définitivement, et voie si la composition réelle est ou n'est pas atomique. De nouvelles analyses modifieront ce résultat, probablement ; car, je le répète, je suis loin d'avoir la présomption d'être arrivé à une détermination permanente. Quoi qu'il advienne, si les données futures ne concordent pas avec les miennes, elles ne devront pas beau-

Tableau de la composition du Sérum et des propriétés diverses de ses substances constituantes.

Etat des substances.	Genre des substances.	Espèce des substances.	Fractions des substances.	Principes des substances.	Corps simples du sérum.
SERUM. 1000.000 *Partie fluide du sang.* — Humeur jaune verdâtre, transparente, limpide, peu consistante, odorante, d'une saveur salée et savonneuse, température + 36° cent., ayant 11028° $\frac{4}{10^7}$ de densité. — Sa réaction est neutre, mais à la moindre excitation elle est alcaline. Elle se divise en					
Véhicule ou *corps dissolvant* ..... 900.000 — Corps fluide, incolore, cristallisable, inodore, peu sapide, vaporisable, densité, 1.000°. — Réaction indifférente, ou fonctionnant comme acide, ou comme alcali, ou comme neutre, selon les circonstances, mais faiblement. Formé par	*Substances fluides :* (Une seule). 900.000 Composée de	*Eau* ..... 900.000 — Liquide, incolore, peu sapide, vaporisable, cristallisable, etc. — Réaction indifférente. Elle a pour principes	.....	*Hydrogène.* *Oxigène.*	Hydrogène. Carbone.
Et *Corps dissous* ou *sérum sec* ..... 100,000 — Matière solide, jaune assez foncé, verdâtre, amorphe, inodore, saveur salée savonneuse, fixe; densité 1.375°. — Réaction semblable à celle du sérum. Formé par	*Substances albumineuses.* (Une seule). 80.000 Composée de	*Albumine* ..... 80.000 — Incolore, solide, globuliforme, inodore, insipide, insoluble dans l'eau, acide ou alcaline selon le contact d'une base ou d'un acide. Elle a pour principes.	.....	*Carbone.* *Hydrogène.* *Oxigène.* *Azote.*	Azote. Phosphore.
	Substances salines. (Douze) ..... 10.000 — Incolores, cristallisables, etc. — Réaction d'ordinaire indifférente, mais pouvant devenir fort alcaline par la décomposition de l'une des substances, ou très acide. Composées de	*Soude* ..... 0.500 *Chaux* ..... 0.200 *Magnésie* (trac.) *Sulf. de potasse.* 0.800 *Sulfate de soude* 0.800 *Phosph. de soude* 0.400 *Chlorure de sodium* 4.000	1° Acides — *sulfurique* ... — *phosphorique* — *chlorhydrique* — *oléique* ..... — *margarique* .. — *gras volatil* .	*Soufre* .... *Phosphore.* *Chlore* .... *Hydrogène.* *Oxigène* ..	Chlore. Soufre. Potassium.
		Oléate de soude. *Margarate id.* *Acide gras volatil, uni à de la soude* ..... 3.000 *Phosph. de chaux* 0.300 Elles ont p^r fractions.	2° Alcalis — *potasse* ..... — *soude* ..... — *chaux* ..... — *magnésie*	*Potassium.* *Sodium* ... *Calcium* ... *Magnesium* *Oxigène* ..	Sodium.
	Substances colorantes. (Deux) ..... — Solides, amorphes, jaunes vertes, fixes. — Réact. neutre. Composées de ..... Ensemble. 10.000	*Substance jaune biliaire* ..... 3.000 *Substance bleue* (traces) ..... Elles ont p^r principes.	.....	*Hydrogène.* *Carbone* ... *Azote* ..... *Oxigène* ...	Calcium. Magnesium.
	Substanc. grasses neutres. (Trois) ..... — Incolores, cristallisables, goût piquant, odeur vive. — Réaction neutre	*Séroline* ..... 1.167 *Cérébrine* ..... 5.833 *Cholestrine* .... Elles ont p^r principes.	.....	*Hydrogène.* *Carbone* .. *Azote* ..... *Phosphore.* *Soufre* .... *Oxigène* ...	Oxigène.

coup s'en éloigner. Un ordre mathématique doit nécessairement avoir lieu en vertu des lois auxquelles obéissent des substances qui s'unissent toujours en un seul corps constamment identique. Or, les propriétés chimiques des composans du sérum ne peuvent que les arranger entre eux d'une manière régulière. Ainsi, les substances salines, par exemple, y sont toujours saturées d'albumine. Une portion de cette albumine réagit alors comme acide sur l'alcali libre, pendant qu'une autre portion, fonctionnant comme alcali, sert de base aux sels qui jouent, ainsi, le rôle d'acides. Les proportions sont telles, et la combinaison est si bien complète pendant que le sang circule, qu'on ne peut y concevoir le moindre changement sans une décomposition immédiate ou une altération considérable.

Si la quantité d'eau y était moindre que ne l'indique l'analyse, l'humeur prendrait une viscosité qui l'empêcherait de pénétrer dans les petits vaisseaux. Dans le cas opposé, il s'ensuivrait une diminution de la force dissolvante de la solution salino-alcaline albumineuse, et les corps gras tendraient à se précipiter; car elle en est chargée au point de ne pouvoir en prendre davantage.

En conséquence, quand l'analyse du sérum et l'examen de sa densité n'auraient pas prouvé qu'il est un liquide à peu près de composition identique, formé nécessairement de substances à proportions probablement constantes, le seul raisonnement basé sur la connaissance des propriétés de ses composans, et de leurs fonctions les uns relativement aux autres, annoncerait que le sérum possède des matériaux qui ne peu-

vent être arrangés arbitrairement, mais qui doivent être unis suivant une nécessité chimique.

Composition particulière des globules.

Les globules sont constitués par trois genres de substances immédiates, et par une seule espèce de chacun d'eux. Leur état solide, le petit nombre de leurs composans, le peu de force qui entretient leur union, établissent entre eux-mêmes et le sérum une opposition prononcée.

Je ne donne pas le tableau suivant comme la détermination définitive de la composition des globules. Je pense, cependant, être arrivé, à l'aide des moyennes, à des données approximatives suffisantes pour l'époque actuelle. En cela je suis parfaitement d'accord avec M. Le Canu dont les recherches nouvelles m'ont permis de rectifier les chiffres de ce tableau.

Tableau de la composition des Globules et des propriétés diverses de leurs substances constituantes.

	Etat des substances.	Genre des substances.	Espèces des substances.	Principes des substances.	Corps simples des globules.
GLOBULES. 1000.000 *Partie solide du sang.* — Corps rouges, solides, limpides, un peu aplatis. Température de 36° cent. et 1,375° de densité. — Réaction probablem. neutre. Ils se divisent en.....	*Enveloppes* : 20.000 — Forme vésiculaire présumée, couleur rouge, elles sont transparentes. Formées par...	*Substances colorantes.* (Une seule)... 18.000 — Réaction neutre. Composée de.....	*Hématosine.* 18.000 Elle a pour principes.....	*Hydrogène.* *Carbone...* *Azote.....* *Oxigène...*	HYDROGÈNE.
		Substances métalliq. (Une seule)... 2.000 — Réaction présumée indifférente. Composée de.....	*Peroxide de fer.....* 2.000 Il a pour principes.....	*Fer.....* *Oxigène...*	CARBONE.
	Et *Noyaux centraux.* 980.000 — Solides, globulaires, incolores, transparens, entourés des enveloppes précédentes. Formés par....	*Substances albumineuses.* (Une seule). 980.000 — Solide, etc. — Réaction indifférente. Composée de	*Albumine.* 980.000 Elle a pour principes.....	*Hydrogène* *Carbone...* *Azote.....* *Oxigène...*	AZOTE. OXIGÈNE. FER.

Je vais encore redire ce que j'ai eu le soin de bien exprimer en parlant du sérum. Ces résultats, comme toutes les données actuelles sur la composition immédiate des matières organisées, sont tout à fait provisoires, quoique fort approximatifs. Aussi, ne faut-il pas prendre à la lettre la proportion régulière que j'expose comme moyenne, et qui, comme celle du sérum, est un multiple de 10. On ne doit la considérer que comme chiffre de mnémonique.

Les substances immédiates des globules paraissent autant juxta-posées que combinées; aucune expérience ne peut encore rendre compte de ce mode d'union, et encore moins de l'ordre de leurs proportions. L'albumine est au centre des globules, elle s'y présente sous l'apparence d'un corpuscule mou, transparent, incolore, ayant comme eux $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{150}$ de millimètre de diamètre. La forme de ce corpuscule blanc est arrondie, et dérive du groupement naturel des particules albumineuses. Les globules se trouvent un peu aplatis vraisemblablement par leur froissement dans les vaisseaux. Pendant qu'ils nagent dans le sérum, ils sont hydratés de cette partie liquide du sang qui les gonfle, leur donne presque tout leur volume, et contribue sans doute à leur configuration. L'enveloppe colorée les recouvre, et probablement les pénètre aussi, mais sans changer sensiblement leur volume et leur aspect, tant elle est ténue.

Ensemble du sérum et des globules, ou sang proprement dit.

Puisque, en définitive, le sang n'est que la réunion de deux parties, ayant chacune une composition spéciale et, il y a tout lieu de le présumer, invariable dans l'état sain, il est désormais facile d'exprimer d'une manière abréviative les résultats particuliers qui représentent la composition elle-même de cette humeur, au lieu d'aligner comme on le fait d'ordinaire, sans ordre et sans but déterminé, ses substances immédiates et leurs chiffres. Pour cela, c'est de citer simplement la quantité respective des deux parties qui la forment, et, afin de multiplier les données, de la noter tant en volumes qu'en poids. J'ai procédé de cette sorte dans les tableaux dressés plus loin sur la composition des diverses variétés du sang. J'ai aussi, néanmoins, décrit cette composition dans tous ses détails, selon l'ancienne manière; cependant, pour lui faire offrir quelque intérêt, et pour que l'exposé n'en fût pas trop confus, j'ai séparé les deux parties du sang, puis isolé aussi les genres de ses substances, avant de classer les chiffres des espèces elles-mêmes. Comme ce mode d'exposé peut avoir pour principale utilité de fournir des termes de comparaison d'après lesquels on jugera qu'une variété est ou n'est pas à l'état pathologique, j'y cite, pour plus de rigueur, les sels du sérum tels qu'on les obtient par le traitement de ses cendres, et par conséquent j'y fais figurer les acides gras à part de

leur base; j'y mets encore à part de la soude libre qui, cependant, devrait être en combinaison avec ces acides et avec de l'albumine, etc. Je fais suivre le tout d'indications utiles à connaître sur l'état du sang après coagulation.

Mes types de variétés sont établis d'après le degré de la densité du sang. Je crois l'avoir fait avec raison, puisque toutes les différences que peut offrir le sang sain, se manifestent clairement dans sa pesanteur spécifique qui ne change qu'avec sa composition. Aussi les chiffres exprimant son degré, désignent-ils les variétés plus rigoureusement que ne le pourrait faire toute dénomination particulière tirée d'un autre caractère.

Je divise ces variétés en quatre classes, selon les circonstances au milieu desquelles se trouvaient placés les sujets qui les ont fournies. Ces circonstances tiennent à l'âge, au degré de la force, à l'action des poumons, à l'air habituellement respiré, à l'habitation, au mode de nourriture, au sexe, et à d'autres conditions individuelles particulières.

Il y a plusieurs de ces variétés que je n'ai pas eu l'occasion de rencontrer, mais qui, lorsqu'elles seront par suite examinées, concorderont certainement avec celles que j'ai signalées. C'est surtout dans la dernière et dans la première des classes que se trouvent la plupart de ces variétés analysées théoriquement.

C'est ici le lieu de parler d'un instrument que j'ai commencé à faire exécuter, et qui pourra devenir important dans les études, soit simplement physiologiques,

soit même tout à fait médicales. C'est un aréomètre disposé de manière à donner la densité du sang à la saignée, et ensuite celle du sérum qui vient exsuder du caillot. On conçoit qu'établissant les variétés du sang d'après sa densité, tout moyen expéditif de la connaître procurera ainsi des notions suffisantes sur sa composition. J'appelle *hémomètre* l'instrument construit dans ce but. Il serait facile à confectionner, s'il ne fallait pas prendre des densités à des températures souvent un peu variables, et par conséquent dresser des tables de rectification. Je publierai ce nouveau travail le plus prochainement qu'il me sera possible.

—

VARIÉTÉS DU SANG.

Première classe.

Ces variétés se rencontrent principalement pendant le premier âge, depuis quelques jours après la naissance jusqu'à vers dix à douze ans; la grande vieillesse l'offre aussi d'ordinaire. Les sujets faibles, peu exercés, vivant dans des lieux obscurs, près d'immondices, au milieu de l'humidité, respirant un air peu renouvelé; les individus lymphatiques, étiolés; les femmes chétives, pâles, dont les chairs sont molles; les personnes de tout sexe, délicates, mal nourries, se sustentant avec des légumes peu nutritifs, en général vivant de privations, sont celles

qui les présentent communément. Dans bien des cas il est difficile de dire si alors l'homme est réellement en santé. Souvent il paraît être au moins dans un état voisin de la maladie. Aussi retrouve-t-on ces variétés chez les sujets souvent saignés et tenus long-temps à la diète, chez les phthisiques, chez les chlorotiques....

(CLASSE Ire.) — 1re Variété. — Sang à 1.045e de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	951.111	Corps dissolvant	880.000	1000.000
		Corps dissous.....	71.111	
Globules....	48.889	Noyaux.....	47.915	
		Enveloppes.....	0.974	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	935.673	Corps dissolvant.....	842.106	1000.000
		Corps dissous.....	93.567	
Globules	64.327	Noyaux.....	63.041	
		Enveloppes.....	1.286	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

- Sérum ... 935.673
  - Corps dissolv. ou véhicule, 842.106.
    - Une seule substance fluide.... 842.106 — Eau..... 842.106
  - Corps dissous, ou sérum sec 93.567.
    - Une seule substance albumin .. 74.857 — Albumine 74.857
    - Substances salines; ensemble... 9.355
      - Soude..... 0.936
      - Sulfate de potasse 0.748
      - Sulfate de soude..... 0.748
      - Phosphate de soude..... 0.374
      - Chlorure de sodium.... 3.742
      - Phosphate de chaux..... 0.281
      - Chaux..... / Magnésie (traces)..... — 0.187
      - Acides (oléique ..... / margarique .. / gras volatil...) — 2.359
    - Subst. grasses neutres; ensemb. 6.613
      - Séroline 1.102
      - Cérébrine..... / Cholestérine. ..... — 5.511
    - Substanc. colorantes ensemble... 2.742
      - Subst. jaune biliaire. / Substance bleue ..... — 2.742
- Globul. 64.327
  - Enveloppes, 1.286.
    - Une seule substance colorante .. 1.158 — Hématosine..... 1.158
    - Une seule substance métallique.. 0.128 — Oxide de fer..... 0.128
  - Noyaux, 63.041.
    - Une seule substance albumin .. 63.041 — Albumine 63.041

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			933.336	1000.000
Caillot. 66.664	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.337	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine..		64.327	

(CLASSE Ire.) — 2e Variété. — Sang à 1.046° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	948.229	Corps dissolvant	877.275	1000.000
		Corps dissous.....	70.896	
Globules....	51.771	Noyaux.....	50.795	
		Enveloppes.	1.034	

Ou, en poids, de :

Sérum.	931.946	Corps dissolvant.....	838.751	1000.000
		Corps dissous.....	93.195	
Globules....	68.054	Noyaux.....	66.694	
		Enveloppes	1.360	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

Sérum ... 931.946

Corps dissolv. ou véhicule. 838.751 — Une seule substance fluide.... 838.751 — Eau..... 838.751

Corps dissous, ou sérum sec 93.195

- Une seule substance albumin .. 74.551 — Albumine..... 74.551
- Substances salines; ensemble... 9.322
  - Soude..... 0.932
  - Sulfate de potasse..... 0.746
  - Sulfate de soude..... 0.746
  - Phosphate de soude..... 0.373
  - Chlorure de sodium..... 3.728
  - Phosphate de chaux..... 0.280
  - Chaux..... / Magnésie (traces)..... 0.187
  - Acides (oléique..... / margarique. . / gras volatil...) 2.330
- Subst. grasses neutres; ensemb. 6.594
  - Séroline..... 1.099
  - Cérébrine..... / Cholestérine..... 5.495
- Subst. colorantes ; ensemble... 2.728 — Subst. jaune biliaire.. / Substance bleue..... 2.728

Globul. 68.054

Enveloppes. 1.360

- Une seule substance colorante .. 1.224 — Hématosine..... 1.224
- Une seule substance métallique . 0.136 — Oxide de fer..... 0.136

Noyaux. 66.694 — Une seule substance albumin... 66.694 — Albumine..... 66.694

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			929.622	1000.000
Caillot.	70.378	Albumine précipitée sous forme de fibrine.	2.324	
		Globules emprisonnés dans cette fibrine...	68.054	

(CLASSE Ire.) — 3e Variété. — Sang à 1.047° de densité.

—

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	945.347	Corps dissolvant.....	874.667	1000.000
		Corps dissous.....	70.680	
Globules....	54.653	Noyaux.....	53.561	
		Enveloppes.....	1.092	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	928.226	Corps dissolvant.....	835.403	1000.000
		Corps dissous.....	92.823	
Globules....	71.774	Noyaux.....	70.340	
		Enveloppes.....	1.434	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

Sérum ... 928.226

Corps dissolv. ou véhicule. 835.403 — Une seule substance fluide.... 835.403 — Eau..... 835.403

Corps dissous ou sérum sec 92.823

- Une seule substance albumin .. 74.261 — Albumine..... 74.261
- Substances salines; ensemble... 9.281
  - Soude..... 0.928
  - Sulfate de potasse..... 0.743
  - Sulfate de soude..... 0.743
  - Phosphate de soude..... 0.371
  - Chlorure de sodium..... 3.713
  - Phosphate de chaux..... 0.278
  - Chaux..... / Magnésie (traces). ... — 0.184
  - Acides (oléique..... / margarique. . / gras volatil ..) — 2.321
- Subst. grasses neutres; ensemb.6.565
  - Séroline..... 1.094
  - Cérébrine..... / Cholestérine..... — 5.471
- Subst. colorantes ; ensemble .. 2.716
  - Subst. jaune biliaire.. / Substance bleue ..... — 2.716

Globul. 71.774

Enveloppes. 1.434
- Une seule substance colorante... 1.291 — Hématosine..... 1.291
- Une seule substance métallique . 0.143 — Oxide de fer..... 0.143

Noyaux. 70.340 — Une seule substance albumin... 70.340 — Albumine..... 70.340

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			925.915	1000.000
Caillot.	74.085	Albumine précipitée sous forme de fibrine.	2.311	
		Globules emprisonnés dans cette fibrine...	71.774	

(CLASSE Ire.) — 4e Variété. — Sang à 1.048° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	942.465	Corps dissolvant.	872.000	1000.000
		Corps dissous.....	70.465	
Globules....	57.535	Noyaux.....	56.385	
		Enveloppes.	1.150	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	924.512	Corps dissolvant.	832.061	1000.000
		Corps dissous.....	92.451	
Globules....	75.488	Noyaux.....	73.980	
		Enveloppes	1.508	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 100.0000

Sérum ... 924.512

Corps dissolv. ou véhicule. 832.061	Une seule substance fluide.... 832.061	Eau.....	832.061	
Corps dissous, ou sérum sec 92.451	Une seule substance albumin. . 73.964	Albumine.	73.964	
	Substances salines; ensemble... 9.246	Soude.....	0.925	
		Sulfate de potasse.....	0.740	
		Sulfate de soude.....	0.740	
		Phosphate de soude.....	0.370	
		Chlorure de sodium.....	3.698	
		Phosphate de chaux.....	0.277	
		Chaux.	0.185	
		Magnésie (traces).....		
		Acides oléique.	2.311	
		Acides margarique. .		
		Acides gras volatil. .		
	Subst. grasses neutres; ensemb. 6.547	Séroline.....	1.091	
		Cérébrine.....	5.456	
		Cholestérine		
	Subst. colorantes ; ensemble .. 2.694	Subst. jaune biliaire..	2.694	
		Substance bleue.		

Globul. 75.488

Enveloppes. 1.508	Une seule substance colorante .. 1.358	Hématosine.....	1.358	
	Une seule substance métallique . 0.150	Oxide de fer.....	0.150	
Noyaux. 73.980	Une seule substance albumin... 73.980	Albumine.....	73.980	

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			922.214	1000.000
Caillot. 77.786	Albumine précipitée sous forme de fibrine..		2.298	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		75.488	

(CLASSE Ire.) — 5e Variété. — Sang à 1.049° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	939.682	Corps dissolvant.....	869.433	1000.000
		Corps dissous.....	70.249	
Globules....	60.318	Noyaux.....	59.112	
		Enveloppes.....	1.206	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	920.806	Corps dissolvant.....	828.726	1000.000
		Corps dissous.....	92.080	
Globules....	79.194	Noyaux.....	77.612	
		Enveloppes.....	1.582	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

Sérum ... 920.806

Corps dissolv. ou véhicule. 828.726 — Une seule substance fluide.... 828.726 — Eau..... 828.726

Corps dissous, ou sérum sec 92.080

- Une seule substance albumin .. 73.664 — Albumine..... 73.664
- Substances salines ; ensemble... 9.208
  - Soude..... 0.921
  - Sulfate de potasse..... 0.737
  - Sulfate de soude..... 0.737
  - Phosphate de soude..... 0.368
  - Chlorure de sodium..... 3.683
  - Phosphate de chaux..... 0.276
  - Chaux..... / Magnésie (traces)..... 0.184
  - Acides : oléique ..... / margarique .. / gras volatil... 2.302
- Subst. grasses neutres; ensemb. 6.525
  - Séroline..... 1.087
  - Cérébrine..... / Cholestérine..... 5.438
- Subst. colorantes ; ensemble... 2.683
  - Subst. jaune biliaire.. / Substance bleue..... 2.683

Globul. 79.194

Enveloppes. 1.582
- Une seule substance colorante .. 1.424 — Hématosine..... 1.424
- Une seule substance métallique . 0.158 — Oxide de fer..... 0.158

Noyaux. 77.612 — Une seule substance albumin .. 77.612 — Albumine..... 77.612

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			918.521	1000.000
Caillot.	81.479	Albumine précipitée sous forme de fibrine.	2.285	
		Globules emprisonnés dans cette fibrine....	79.194	

DEUXIÈME CLASSE.

Les variétés que je range dans la deuxième classe, appartiennent à des adultes, hommes et femmes, qui se trouvent dans des conditions de santé parfaite, qui possédent une force physique ordinaire, un tempérament lymphatico-sanguin ou sanguin-nerveux, une bonne constitution. Ces personnes vivent commodément; elles font usage d'alimens de facile digestion, en quantité calculée selon les forces digestives et les besoins du corps. Les variétés de la deuxième classe doivent donc être regardées comme des types du sang le plus généralement existant. Ils forment des termes moyens entre l'humeur sanguine provenant des sujets débiles et celle qui appartient à des individus très robustes.

(CLASSE II^e.) — 6^e Variété. — Sang à 1.050° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	936.696	Corps dissolvant.	866.660	1000.000
		Corps dissous.....	70.036	
Globules....	63.304	Noyaux.....	62.038	
		Enveloppes.	1.266	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	917.108	Corps dissolvant.....	825.397	1000.000
		Corps dissous.....	91.711	
Globules.....	82.892	Noyaux.....	81.236	
		Enveloppes.....	1.656	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000	Sérum... 917.108	Corps dissolv. ou véhicule. 825.397	Une seule substance fluide.... 825.397	Eau.....	825.397
		Corps dissous, ou sérum sec 91.711	Une seule substance albumin... 73.367	Albumine.....	73.367
			Substances salines ; ensemble... 9.172	Soude.....	0.917
				Sulfate de potasse.....	0.734
				Sulfate de soude.....	0.734
				Phosphate de soude.....	0.367
				Chlorure de sodium.....	3.668
				Phosphate de chaux	0.275
				Chaux.....	0.184
				Magnésie (traces).....	
				Acides oléique..... margarique.. gras volatil..	2.293
			Subst. grasses neutres; ensemb. 6.504	Séroline.....	1.084
				Cérébrine.....	5.420
				Cholestérine.	
			Subst. colorantes ; ensemble .. 2.668	Subst. jaune biliaire..	2.668
				Substance bleue.	
	Globul. 82.892	Enveloppes. 1.656	Une seule substance colorante... 1.491	Hématosine.....	1.491
			Une seule substance métallique . 0.165	Oxide de fer.....	0.165
		Noyaux. 81.236	Une seule substance albumin. . 81.236	Albumine.	81.236

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine...			914.836	1000.000
Caillot.	85.164	Albumine précipitée sous forme de fibrine.	2.272	
		Globules emprisonnés dans cette fibrine...	82.892	

(CLASSE II^e.) — 7^e VARIÉTÉ. — Sang à 1.051° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	933.815	Corps dissolvant.....	864.000	1000.000
		Corps dissous.....	69.815	
Globules....	66.185	Noyaux.....	64.863	
		Enveloppes.....	1.322	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	913 416	Corps dissolvant.....	822.073	1000.000
		Corps dissous.....	91.343	
Globules....	86.584	Noyaux.....	84.854	
		Enveloppes.....	1.730	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

- Sérum ... 913.416
  - Corps dissolv. ou véhicule. 822.073 — Une seule substance fluide.... 822.073 — Eau..... 822.073
  - Corps dissous, ou sérum sec 91.343
    - Une seule substance albumin .. 73.073 — Albumine..... 73.073
    - Substances salines; ensemble... 9.135
      - Soude..... 0.913
      - Sulfate de potasse..... 0.731
      - Sulfate de soude..... 0.731
      - Phosphate de soude..... 0.365
      - Chlorure de sodium..... 3.654
      - Phosphate de chaux..... 0.274
      - Chaux..... } 0.183
      - Magnésie (traces)..... }
      - Acides { oléique..... / margarique.. / gras volatil.. } 2.284
    - Subst. grasses neutres; ensemb. 6.481
      - Séroline..... 1.080
      - Cérébrine ..... } 5.401
      - Cholestérine..... }
    - Subst. colorantes; ensemble... 2.654
      - Subst. jaune biliaire.. } 2.654
      - Substance bleue..... }
- Globul. 86.584
  - Enveloppes. 1.730
    - Une seule substance colorante... 1.557 — Hématosine..... 1.557
    - Une seule substance métallique . 0.173 — Oxide de fer..... ... 0.173
  - Noyaux. 84.854 — Une seule substance albumin .. 84.854 — Albumine..... 84.854

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine...			911.148	1000.000
Caillot.	88.852	Albumine précipitée sous forme de fibrine.	2.258	
		Globules emprisonnés dans cette fibrine...	86.594	

(CLASSE II^e.) — 8^e Variété. — Sang à 1.052° de densité.

—

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	930.936	Corps dissolvant.....	861.333	1000.000
		Corps dissous.....	69.603	
Globules....	69.064	Noyaux.....	67.684	
		Enveloppes	1.380	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	909.731	Corps dissolvant.....	818.758	1000.000
		Corps dissous.....	90.973	
Globules....	90.269	Noyaux.....	88.465	
		Enveloppes	1.804	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

Sérum ... 909.731

Corps dissolv. ou véhicule. 818.758 — Une seule substance fluide.. . 818.758 — Eau..... 818.758

Corps dissous, ou sérum sec 90.973

- Une seule substance albumin. . 72.777 — Albumine..... 72.777
- Substances salines ; ensemble .. 9.098
  - Soude..... 0.910
  - Sulfate de potasse. 0.728
  - Sulfate de soude..... 0.728
  - Phosphate de soude..... 0.364
  - Chlorure de sodium..... 3.638
  - Phosphate de chaux.. .. 0.273
  - Chaux..... } 0.183
  - Magnésie (traces).... }
  - Acides (oléique..... margarique. . gras volatil. .) 2.274
- Subst. grasses neutres; ensemb. 6.459
  - Séroline..... 1.076
  - Cérébrine ..... } 5.383
  - Cholestérine..... }
- Subst. colorantes ; ensemble... 2.639
  - Subst. jaune biliaire.. } 2.639
  - Substance bleue..... }

Globul. 90.269

Enveloppes. 1.804
- Une seule substance colorante .. 1.624 — Hématosine 1.624
- Une seule substance métallique . 0.180 — Oxide de fer..... 0.180

Noyaux. 88.465 — Une seule substance albumin .. 88.465 — Albumine..... 88.465

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			907.486	1000.000
Caillot. 92.514	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.245	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		90.269	

(CLASSE II^e.) — 9^e VARIÉTÉ. — Sang à 1.053° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	928.054	Corps dissolvant	858.667	1000.000
		Corps dissous.....	69.387	
Globules....	71.946	Noyaux.....	70.508	
		Enveloppes.	1.438	

Ou, en poids, de :

Sérum.	906.053	Corps dissolvant.....	815.448	1000.000
		Corps dissous.....	90.605	
Globules....	93.947	Noyaux.....	92.069	
		Enveloppes	1.878	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000 — Sérum ... 906.053 — Corps dissolv. ou véhicule. 815.448	Une seule substance fluide.... 815.448	Eau.....		815.448
Sérum ... 906.053 — Corps dissous, ou sérum sec 90.605	Une seule substance albumin .. 72.485	Albumine.....		72.485
	Substances salines; ensemble... 9.060	Soude.....		0.906
		Sulfate de potasse.....		0.725
		Sulfate de soude.....		0.725
		Phosphate de soude.....		0.362
		Chlorure de sodium.....		3.624
		Phosphate de chaux.....		0.272
		Chaux.....		0.181
		Magnésie (traces).....		
		Acides	oléique.....	2.265
			margarique. .	
			gras volatil...	
	Subst. grasses neutres; ensemb.6.436	Séroline.....		1.072
		Cérébrine.....		5.364
		Cholestérine.....		
	Subst. colorantes ; ensemble... 2.624	Subst. jaune biliaire..		2.624
		Substance bleue.....		
Globul. 93.947 — Enveloppes. 1.878	Une seule substance colorante .. 1.691	Hématosine.....		1.691
	Une seule substance métallique . 0.187	Oxide de fer.....		0.187
Noyaux 92.069	Une seule substance albumin... 92.069	Albumine.....		92.069

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			903.821	1000.000
Caillot. 96.179	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.232	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		93.947	

(CLASSE II^e.) — 10^e VARIÉTÉ. — Sang à 1.054° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	925.172	Corps dissolvant.....	856.000	1000.000
		Corps dissous.....	69.172	
Globules....	74.828	Noyaux.....	73.332	
		Enveloppes.....	1.496	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	902.382	Corps dissolvant.....	812.144	1000.000
		Corps dissous.....	90.238	
Globules....	97.618	Noyaux.....	95.666	
		Enveloppes.....	1.952	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

Sérum ... 902.382

- Corps dissolv. ou véhicule. 812.144
  - Une seule substance fluide.... 812.144 — Eau..... 812.144
- Corps dissous ou sérum sec 90.238
  - Une seule substance albumin .. 72.188 — Albumine..... 72.188
  - Substances salines; ensemble... 9.025
    - Soude..... 0.902
    - Sulfate de potasse..... 0.722
    - Sulfate de soude..... 0.722
    - Phosphate de soude..... 0.361
    - Chlorure de sodium..... 3.610
    - Phosphate de chaux..... 0.271
    - Chaux..... / Magnésie (traces)..... 0.181
    - Acides: oléique..... / margarique.. / gras volatil .. 2.256
  - Subst. grasses neutres; ensemb.6.415
    - Séroline..... 1.069
    - Cérébrine..... / Cholestérine..... 5.346
  - Subst. colorantes; ensemble .. 2.610
    - Subst. jaune biliaire.. / Substance bleue..... 2.610

Globul. 97.618

- Enveloppes. 1.952
  - Une seule substance colorante... 1.757 — Hématosine..... 1.757
  - Une seule substance métallique . 0.195 — Oxide de fer..... 0.195
- Noyaux. 95.666
  - Une seule substance albumin... 95.666 — Albumine..... 95.666

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			900.164	1000.000
Caillot.	99.836	Albumine précipitée sous forme de fibrine.	2.218	
		Globules emprisonnés dans cette fibrine...	97.618	

(CLASSE II^e.) — 11^e VARIÉTÉ. — Sang à 1.055° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	922.290	Corps dissolvant	853.333	1000.000
		Corps dissous.....	68.957	
Globules....	77.710	Noyaux.....	76.156	
		Enveloppes.....	1.554	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	898.719	Corps dissolvant.....	808.847	1000.000
		Corps dissous.....	89.872	
Globules....	101.281	Noyaux.....	99.257	
		Enveloppes.....	2.024	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000	Sérum ... 898.719	Corps dissolv. ou véhicule, 808.847	Une seule substance fluide.... 808.847	Eau.....	808.847
		Corps dissous, ou sérum sec 89.872	Une seule substance albumin .. 71.893	Albumine	71.893
			Substances salines; ensemble... 8.989	Soude.....	0.899
				Sulfate de potasse	0.719
				Sulfate de soude.....	0.719
				Phosphate de soude.....	0.360
				Chlorure de sodium....	3.595
				Phosphate de chaux.....	0.270
				Chaux.....	0.180
				Magnésie (traces).....	
				Acides oléique	2.247
				Acides margarique ..	
				Acides gras volatil...	
			Subst. grasses neutres; ensemb. 6.395	Séroline	1.066
				Cérébrine.....	5.329
				Cholestérine.	
			Substanc. colorantes ensemble... 2.595	Subst. jaune biliaire.	2.595
				Substance bleue	
	Globul.101.281	Enveloppes, 2.024	Une seule substance colorante .. 1.822	Hématosine.....	1.822
			Une seule substance métallique.. 0.202	Oxide de fer.....	0.202
		Noyaux, 99.257	Une seule substance albumin .. 99.257	Albumine	99.257

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			896.514	1000.000
Caillot. 103.486	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.205	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine..		101.281	

(CLASSE II^e.) — 12^e Variété.— Sang à 1.056° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	919.407	Corps dissolvant.....	850.667	1000.000
		Corps dissous.....	68.740	
Globules....	80.593	Noyaux.....	78.983	
		Enveloppes.....	1.610	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	895.062	Corps dissolvant.....	805.556	1000.000
		Corps dissous.....	89.506	
Globules....	104.938	Noyaux.....	102.840	
		Enveloppes.....	2.098	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

Sérum ... 895.062

- Corps dissolv. ou véhicule. 805.556 — Une seule substance fluide.... 805.556 — Eau..... 805.556
- Corps dissous, ou sérum sec 89.506
  - Une seule substance albumin .. 71.664 — Albumine 71.664
  - Substances salines ; ensemble... 8.921
    - Soude..... 0.865
    - Sulfate de potasse..... 0.716
    - Sulfate de soude..... 0.716
    - Phosphate de soude..... 0.358
    - Chlorure de sodium..... 3.580
    - Phosphate de chaux..... 0.269
    - Chaux..... / Magnésie (traces)..... 0.179
    - Acides : oléique ..... / margarique .. / gras volatil... 2.238
  - Subst. grasses neutres; ensemb. 6.341
    - Séroline..... 1.058
    - Cérébrine..... / Cholestérine..... 5.283
  - Subst. colorantes ; ensemble... 2.580
    - Subst. jaune biliaire.. / Substance bleue..... 2.580

Globul. 104.938

- Enveloppes. 2.098
  - Une seule snbstance colorante .. 1.889 — Hématosine..... 1.889
  - Une seule substance métallique . 0.209 — Oxide de fer..... 0.209
- Noyaux. 102.840 — Une seule substance albumin.. 102.840 — Albumine. 102.840

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			892.870	1000.000
Caillot. 107.130	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.192	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine....		104.938	

(CLASSE II^e.) — 13^e VARIÉTÉ. — Sang à 1.057° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	916.526	Corps dissolvant.	848.000	1000.000
		Corps dissous.....	68.526	
Globules....	83.474	Noyaux.....	81.806	
		Enveloppes.	1.668	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	891.412	Corps dissolvant.	802.271	1000.000
		Corps dissous.....	89.141	
Globules....	108.588	Noyaux.....	106.418	
		Enveloppes	2.170	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 100.0000

Sérum ... 891.412

Corps dissolv. ou véhicule. 802.271 — Une seule substance fluide.... 802.271 — Eau..... 802.271

Corps dissous, ou sérum sec 89.141

- Une seule substance albumin. . 71.331 — Albumine. 71.331
- Substances salines; ensemble... 8.935
  - Soude..... 0.891
  - Sulfate de potasse..... 0.713
  - Sulfate de soude..... 0.713
  - Phosphate de soude..... 0.357
  - Chlorure de sodium..... 3.566
  - Phosphate de chaux..... 0.257
  - Chaux..... } 0.179
  - Magnésie (traces)..... }
  - Acides { oléique. ..... / margarique. . / gras volatil. . } 2.259
- Subst. grasses neutres; ensemb.6.331
  - Séroline..... 1.055
  - Cérébrine..... } 5.276
  - Cholestérine ..... }
- Subst. colorantes ; ensemble .. 2.544
  - Subst. jaune biliaire.. } 2.544
  - Substance bleue. .... }

Globul.108.588

Enveloppes. 2.170
- Une seule substance colorante .. 1.953 — Hématosine..... 1.953
- Une seule substance métallique . 0.217 — Oxide de fer..... 0.217

Noyaux. 106.418 — Une seule substance albumin.. 106.418 — Albumine..... 106.418

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			889.233	1000.000
Caillot.110.767	Albumine précipitée sous forme de fibrine..		2.179	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		108.588	

(CLASSE II^e.) — 14^e Variété. — Sang à 1.058° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	913.643	Corps dissolvant.	845.333	1000.000
		Corps dissous.....	68.310	
Globules....	86.357	Noyaux.....	84.627	
		Enveloppes.	1.730	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	887.769	Corps dissolvant.....	798.992	1000.000
		Corps dissous.....	88.777	
Globules.....	112.231	Noyaux.....	109.987	
		Enveloppes.....	2.244	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000	Sérum... 887.769	Corps dissolv. ou véhicule. 798.992	Une seule substance fluide.... 798.992	Eau.....	798.992
		Corps dissous, ou sérum sec 88.777	Une seule substance albumin... 71.025	Albumine.....	71.025
			Substances salines ; ensemble... 8.876	Soude.....	0.888
				Sulfate de potasse.....	0.710
				Sulfate de soude.....	0.710
				Phosphate de soude.....	0.355
				Chlorure de sodium.....	3.551
				Phosphate de chaux....	0.266
				Chaux.....	0.178
				Magnésie (traces).....	
				Acides oléique.	2.218
				Acides margarique. .	
				Acides gras volatil..	
			Subst. grasses neutres; ensemb. 6.324	Séroline.....	1.054
				Cérébrine.....	5.270
				Cholestérine.	
			Subst. colorantes ; ensemble .. 2.552	Subst. jaune biliaire..	2.251
				Substance bleue.	
	Globul. 112.231	Enveloppes. 2.244	Une seule substance colorante... 2.020	Hématosine.....	2.020
			Une seule substance métallique . 0.224	Oxide de fer.....	0.224
		Noyaux. 109.987	Une seule substance albumin . 109.987	Albumine.	109.987

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine...			885.603	1000.000
Caillot. 114.397	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.166	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		112.231	

(CLASSE II^e.) — 15^e VARIÉTÉ. — Sang à 1.059^e de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	910.762	Corps dissolvant.....	842.667	1000.000
		Corps dissous.....	68.095	
Globules....	89.238	Noyaux.....	87.450	
		Enveloppes.....	1.788	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	884.132	Corps dissolvant.....	795.719	1000.000
		Corps dissous.....	88.413	
Globules....	115.868	Noyaux.....	113.552	
		Enveloppes.....	2.316	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

- Sérum ... 884.132
  - Corps dissolv. ou véhicule. 795.719 — Une seule substance fluide.... 795.719 — Eau..... 795.719
  - Corps dissous, ou sérum sec 88.413
    - Une seule substance albumin .. 70.731 — Albumine..... 70.731
    - Substances salines; ensemble... 8.841
      - Soude..... 0.884
      - Sulfate de potasse..... 0.707
      - Sulfate de soude..... 0.707
      - Phosphate de soude..... 0.354
      - Chlorure de sodium..... 3.537
      - Phosphate de chaux..... 0.265
      - Chaux..... } 0.177
      - Magnésie (traces)..... }
      - Acides { oléique..... / margarique.. / gras volatil.. } 2.210
    - Subst. grasses neutres; ensemb. 6.304
      - Séroline..... 1.050
      - Cérébrine..... } 5.254
      - Cholestérine..... }
    - Subst. colorantes; ensemble... 2.537
      - Subst. jaune biliaire.. } 2.537
      - Substance bleue..... }
- Globul. 115.868
  - Enveloppes. 2.316
    - Une seule substance colorante... 2.085 — Hématosine..... 2.085
    - Une seule substance métallique. 0.231 — Oxide de fer..... 0.231
  - Noyaux. 113.552 — Une seule substance albumin. 113.552 — Albumine..... 113.552

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine...			881.979	1000.000
Caillot. 118.021	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.153	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		115.868	

TROISIÈME CLASSE.

Le sang des variétés de la troisième classe est celui des sujets très vigoureux, ayant par conséquent une force physique considérable, un tempérament sanguin plus ou moins décidé, une constitution solide. Leur squelette est formé d'os volumineux, liés par des articulations bien dessinées; leurs muscles puissans se montrent sous des chairs fermes, colorées, d'un embonpoint quelquefois assez notable; leur poitrine large facilite une respiration libre et profonde. Ces personnes vivent d'alimens abondans, sains, animaux plutôt que végétaux, succulens, de haut goût; le vin est leur boisson habituelle. Les circonstances tenant à l'habitation, à la profession, à l'exercice, etc., favorisent la digestion, la respiration et conséquemment la chylose, les actions spléno-hépatiques et l'hématose.

(CLASSE III^e.) — 16^e VARIÉTÉ. — Sang à 1.060° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	907.879	Corps dissolvant	840.000	1000.000
		Corps dissous.....	67.879	
Globules....	92.121	Noyaux.....	90.281	
		Enveloppes.	1.840	

Ou, en poids, de :

Sérum.	880.503	Corps dissolvant.....	792.453	1000.000
		Corps dissous.....	38.050	
Globules ...	119.497	Noyaux.....	117.109	
		Enveloppes	2.388	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

Sérum ... 880.503

Corps dissolv. ou véhicule. 792.453 — Une seule substance fluide.... 792.453 — Eau..... 792.453

Corps dissous, ou sérum sec 88.050

- Une seule substance albumin .. 70.402 — Albumine..... 70.402
- Substances salines; ensemble... 8.824
  - Soude..... 0.881
  - Sulfate de potasse..... 0.704
  - Sulfate de soude..... 0.704
  - Phosphate de soude..... 0.352
  - Chlorure de sodium..... 3.522
  - Phosphate de chaux..... 0.264
  - Chaux..... 0.176
  - Magnésie (traces)..... 0.176
  - Acides (oléique..... margarique. . gras volatil...) 2.221
- Subst. grasses neutres; ensemb. 6.302
  - Séroline..... 1.049
  - Cérébrine..... 5.253
  - Cholestérine..... 5.253
- Subst. colorantes ; ensemble... 2.522
  - Subst. jaune biliaire.. 2.522
  - Substance bleue..... 2.522

Globul. 119.497

Enveloppes. 2.388
- Une seule substance colorante .. 2.150 — Hématosine..... 2.150
- Une seule substance métallique . 0.238 — Oxide de fer..... 0.238

Noyaux. 117.109 — Une seule substance albumin.. 117.109 — Albumine..... 117.109

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			878.363	1000.000
Caillot. 121.637	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.140	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		119.497	

(CLASSE III^e.) — 17^e Variété. — Sang à 1.061° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	905.029	Corps dissolvant.....	837.333	1000.000
		Corps dissous.....	67.696	
Globules....	94.971	Noyaux.....	93.073	
		Enveloppes.....	1.898	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	876.881	Corps dissolvant.....	789.193	1000.000
		Corps dissous.....	87.688	
Globules....	123.119	Noyaux.....	120.657	
		Enveloppes.....	2.462	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

Sérum ... 876.881

Corps dissolv. ou véhicule. 789.193 — Une seule substance fluide.... 789.193 — Eau..... 789.193

Corps dissous ou sérum sec 87.688

- Une seule substance albumin .. 70.150 — Albumine..... 70.150
- Substances salines; ensemble... 8.769
  - Soude..... 0.877
  - Sulfate de potasse..... 0.701
  - Sulfate de soude..... 0.701
  - Phosphate de soude..... 0.351
  - Chlorure de sodium..... 3.508
  - Phosphate de chaux..... 0.263
  - Chaux..... 0.176
  - Magnésie (traces)..... 0.176
  - Acides: oléique..... margarique.. gras volatil .. — 2.192
- Subst. grasses neutres; ensemb. 6.247
  - Séroline..... 1.047
  - Cérébrine..... 5.200
  - Cholestérine..... 5.200
- Subst. colorantes; ensemble .. 2.522
  - Subst. jaune biliaire.. 2.522
  - Substance bleue..... 2.522

Globul. 123.119

Enveloppes. 2.462

- Une seule substance colorante... 2.216 — Hématosine..... 2.216
- Une seule substance métallique . 0.246 — Oxide de fer..... 0.246

Noyaux. 120.657 — Une seule substance albumin.. 120.657 — Albumine..... 120.657

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			874.754	1000.000
Caillot. 125.246	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.127	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		123.119	

(CLASSE III^e.) — 18^e VARIÉTÉ. — Sang à 1.062° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	902.115	Corps dissolvant	834.667	1000.000
		Corps dissous.....	67.448	
Globules....	97.885	Noyaux.....	95.929	
		Enveloppes.....	1.956	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	873.266	Corps dissolvant.....	785.939	1000.000
		Corps dissous.....	87.327	
Globules....	126.734	Noyaux.....	124.200	
		Enveloppes.....	2.534	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

Sérum ... 873.266

Corps dissolv. ou véhicule, 785.939 — Une seule substance fluide.... 785.939 — Eau..... 785.939

Corps dissous, ou sérum sec 87.327

- Une seule substance albumin .. 69.861 — Albumine 69.861
- Substances salines; ensemble... 8.733
  - Soude..... 0.873
  - Sulfate de potasse 0.699
  - Sulfate de soude..... 0.699
  - Phosphate de soude..... 0.349
  - Chlorure de sodium.... 3.493
  - Phosphate de chaux..... 0.262
  - Chaux..... } 0.175
  - Magnésie (traces)..... }
  - Acides { oléique ..... / margarique .. / gras volatil... } 2.183
- Subst. grasses neutres; ensemb. 6.240
  - Séroline 1.049
  - Cérébrine..... } 5.191
  - Cholestérine. ..... }
- Substanc. colorantes ensemble... 2.493
  - Subst. jaune biliaire. } 2.493
  - Substance bleue ..... }

Globul. 126.734

Enveloppes, 2.534
- Une seule substance colorante .. 2.281 — Hématosine..... 2.281
- Une seule substance métallique.. 0.253 — Oxide de fer..... 0.253

Noyaux, 124.200 — Une seule substance albumin . 124.200 — Albumine 124.200

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			871.151	1000.000
Caillot. 128.849	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.115	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine ..		126.734	

(CLASSE III^e.) — 19^e Variété. — Sang à 1.063° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	899.232	Corps dissolvant.....	832.000	1000.000
		Corps dissous.....	67.232	
Globules....	100.768	Noyaux.....	98.754	
		Enveloppes.....	2.014	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	869.656	Corps dissolvant.....	782.690	1000.000
		Corps dissous.....	86.966	
Globules....	130.344	Noyaux.....	127.738	
		Enveloppes.....	2.606	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

Sérum ... 869.656

Corps dissolv. ou véhicule. 782.690	Une seule substance fluide.... 782.690	Eau.....	782.690	
Corps dissous, ou sérum sec 86.966	Une seule substance albumin .. 69.570	Albumine	69.570	
	Substances salines ; ensemble... 8.698	Soude.....	0.870	
		Sulfate de potasse.....	0.696	
		Sulfate de soude.....	0.696	
		Phosphate de soude.....	0.348	
		Chlorure de sodium.....	3.479	
		Phosphate de chaux.....	0.261	
		Chaux.....	0.184	
		Magnésie (traces).....		
		Acides oléique	2.164	
		Acides margarique ..		
		Acides gras volatil...		
	Subst. grasses neutres; ensemb. 6.219	Séroline.....	1.037	
		Cérébrine.....	5.182	
		Cholestérine.....		
	Subst. colorantes ; ensemble... 2.479	Subst. jaune biliaire..	2.479	
		Substance bleue.....		

Globul. 130.344

Enveloppes. 2.606	Une seule substance colorante .. 2.346	Hématosine.....	2.346	
	Une seule substance métallique . 0.260	Oxide de fer.....	0.260	
Noyaux. 127.738	Une seule substance albumin.. 127.738	Albumine.	127.738	

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			867.554	1000.000
Caillot. 132.446	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.102	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine....		130.344	

(CLASSE III^e.) — 20^e VARIÉTÉ. — Sang à 1.064° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	896.350	Corps dissolvant.	830.333	1000.000
		Corps dissous.....	66.017	
Globules....	103.650	Noyaux.....	101.578	
		Enveloppes.	2.072	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	866.054	Corps dissolvant.	779.449	1000.000
		Corps dissous.....	86.605	
Globules....	133.946	Noyaux.....	131.268	
		Enveloppes	2.678	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 100.0000	Sérum ... 866.054	Corps dissolv. ou véhicule. 779.449	Une seule substance fluide.... 779.449	Eau.....	779.449
		Corps dissous, ou sérum sec 86.605	Une seule substance albumin. . 69.285	Albumine.	69.285
			Substances salines; ensemble... 8.660	Soude.....	0.866
				Sulfate de potasse.....	0.693
				Sulfate de soude.....	0.693
				Phosphate de soude.....	0.346
				Chlorure de sodium.....	3.464
				Phosphate de chaux.....	0.260
				Chaux..... / Magnésie (traces).....	0.173
				Acides : oléique..... / margarique.. / gras volatil..	2.165
			Subst. grasses neutres; ensemb.6.196	Séroline.....	1.032
				Cérébrine..... / Cholestérine	5.164
			Subst. colorantes ; ensemble .. 2.464	Subst. jaune biliaire.. / Substance bleue.	2.464
	Globul.133.946	Enveloppes. 2.678	Une seule substance colorante .. 2.411	Hématosine.....	2.411
			Une seule substance métallique . 0.267	Oxide de fer.....	0.267
		Noyaux. 131.268	Une seule substance albumin.. 131.268	Albumine.....	131.268

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			863.965	1000.000
Caillot. 136.035	Albumine précipitée sous forme de fibrine..		2.089	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		133.946	

(CLASSE III^e.) — 21^e VARIÉTÉ. — Sang à 1.065° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	893.468	Corps dissolvant.....	826.667	1000.000
		Corps dissous.....	66.801	
Globules....	106.532	Noyaux.....	104.402	
		Enveloppes.....	2.130	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	862.459	Corps dissolvant.....	776.213	1000.000
		Corps dissous.....	86.246	
Globules.....	137.541	Noyaux.....	134.791	
		Enveloppes.....	2.750	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000	Sérum... 862.459	Corps dissolv. ou véhicule. 776.213	Une seule substance fluide.... 776.213	Eau.....	776.213
		Corps dissous, ou sérum sec 86.246	Une seule substance albumin... 68.996	Albumine.....	68.996
			Substances salines ; ensemble... 8.625	Soude.....	0.862
				Sulfate de potasse.....	0.690
				Sulfate de soude.....	0.690
				Phosphate de soude.....	0.345
				Chlorure de sodium.....	3.450
				Phosphate de chaux....	0.259
				Chaux.....	0.173
				Magnésie (traces).....	
				Acides oléique..... margarique.. gras volatil..	2.156
			Subst. grasses neutres; ensemb.6.175	Séroline.....	1.030
				Cérébrine.....	5.145
				Cholestérine.....	
			Subst. colorantes ; ensemble .. 2.450	Subst. jaune biliaire..	2.450
				Substance bleue.....	
	Globul.137.541	Enveloppes. 2.750	Une seule substance colorante... 2.475	Hématosine.....	2.475
			Une seule substance métallique . 0.275	Oxide de fer.....	0.275
		Noyaux. 134.791	Une seule substance albumin . 134.791	Albumine.....	134.791

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine...			860.382	1000.000
Caillot.139.618	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.077	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		137.541	

(CLASSE III^e^.) — 22^e^ VARIÉTÉ. — Sang à 1.066° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	690.586	Corps dissolvant.....	624.000	1000.000
		Corps dissous.....	66.586	
Globules....	109.414	Noyaux.....	107.226	
		Enveloppes.....	2.188	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	858.871	Corps dissolvant.....	772.984	1000.000
		Corps dissous.....	85.887	
Globules....	141.129	Noyaux.....	138.307	
		Enveloppes.....	2.822	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

- Sérum ... 858.871
  - Corps dissolv. ou véhicule. 772.984 — Une seule substance fluide.... 772.984 — Eau..... 772.984
  - Corps dissous, ou sérum sec 85.887
    - Une seule substance albumin .. 68.709 — Albumine..... 68.709
    - Substances salines; ensemble... 8.589
      - Soude..... 0.859
      - Sulfate de potasse..... 0.687
      - Sulfate de soude..... 0.687
      - Phosphate de soude..... 0.344
      - Chlorure de sodium..... 3.435
      - Phosphate de chaux..... 0.258
      - Chaux..... 0.172
      - Magnésie (traces)..... 0.172
      - Acides (oléique..... margarique.. gras volatil..) 2.147
    - Subst. grasses neutres; ensemb. 6.154
      - Séroline..... 1.027
      - Cérébrine..... 5.127
      - Cholestérine..... 5.127
    - Subst. colorantes; ensemble... 2.435
      - Subst. jaune biliaire.. 2.435
      - Substance bleue..... 2.435
- Globul. 141.129
  - Enveloppes. 2.822
    - Une seule substance colorante... 2.540 — Hématosine..... 2.540
    - Une seule substance métallique. 0.282 — Oxide de fer..... 0.282
  - Noyaux. 138.307 — Une seule substance albumin. 138.307 — Albumine..... 138.307

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine...			856.808	1000.000
Caillot. 143.192	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.063	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		141.129	

(CLASSE III^e.) — 23^e Variété. — Sang à 1.067° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	887.790	Corps dissolvant.....	821.333	1000.000
		Corps dissous.....	66.457	
Globules....	112.210	Noyaux.....	109.986	
		Enveloppes.....	2.224	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	855.288	Corps dissolvant.....	769.759	1000.000
		Corps dissous.....	85.529	
Globules....	144.712	Noyaux.....	141.818	
		Enveloppes.....	2.894	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

Sérum ... 855.288

Corps dissolv. ou véhicule. 769.759	Une seule substance fluide.. . 769.759	Eau.....	769.759	
Corps dissous, ou sérum sec 85.529	Une seule substance albumin. . 68.421	Albumine.....	68.421	
	Substances salines ; ensemble .. 8.554	Soude.....	0.855	
		Sulfate de potasse.....	0.684	
		Sulfate de soude.....	0.684	
		Phosphate de soude.....	0.342	
		Chlorure de sodium.....	3.421	
		Phosphate de chaux.. ..	0.257	
		Chaux.....	0.173	
		Magnésie (traces)....		
		Acides oléique.....	2.138	
		Acides margarique. .		
		Acides gras volatil. .		
	Subst. grasses neutres; ensemb. 6.132	Séroline.....	1.023	
		Cérébrine	5.109	
		Cholestérine.....		
	Subst. colorantes ; ensemble... 2.422	Subst. jaune biliaire..	2.422	
		Substance bleue.....		

Globul. 144.712

Enveloppes. 2.894	Une seule substance colorante .. 1.605	Hématosine	2.605	
	Une seule substance métallique. 0.289	Oxide de fer.....	0.289	
Noyaux. 141.818	Une seule substance albumin . 141.818	Albumine.....	141.818	

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			853.538	1000.000
Caillot. 146.462	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.050	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		144.412	

(CLASSE III^e.) — 24^e VARIÉTÉ. — Sang à 1.068° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	884.850	Corps dissolvant	818.667	1000.000
		Corps dissous.....	66.183	
Globules....	115.150	Noyaux.....	112.848	
		Enveloppes.	2.302	

Ou, en poids, de :

Sérum.	851.713	Corps dissolvant.....	766.542	1000.000
		Corps dissous.....	85.171	
Globules	148.287	Noyaux.....	145.320	
		Enveloppes	2.967	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

Sérum ... 851.713

Corps dissolv. ou véhicule. 766.542 — Une seule substance fluide.... 766.542 — Eau..... 766.542

Corps dissous, ou sérum sec 85.171

- Une seule substance albumin .. 68.185 — Albumine..... 68.135
- Substances salines; ensemble... 8.518
  - Soude..... 0.852
  - Sulfate de potasse. 0.681
  - Sulfate de soude..... 0.681
  - Phosphate de soude..... 0.341
  - Chlorure de sodium..... 3.407
  - Phosphate de chaux..... 0.256
  - Chaux..... / Magnésie (traces)..... 0.171
  - Acides (oléique..... / margarique. . / gras volatil...) 2.292
- Subst. grasses neutres; ensemb.6.247
  - Séroline..... 1.019
  - Cérébrine..... / Cholestérine..... 5.092
- Subst. colorantes ; ensemble... 2.522 — Subst. jaune biliaire.. / Substance bleue..... 2.407

Globul.148.287

Enveloppes. 2.967
- Une seule substance colorante .. 2.675 — Hématosine..... 2.675
- Une seule substance métallique . 0.292 — Oxide de fer..... 0.292

Noyaux. 145.320 — Une seule substance albumin.. 145.320 — Albumine..... 145.320

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			849.676	1000.000
Caillot.150.324	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.037	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		148.287	

(CLASSE III^e.) — 25^e Variété. — Sang à 1.069° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	881.940	Corps dissolvant.....	816.000	1000.000
		Corps dissous.....	65.940	
Globules....	118.060	Noyaux.....	115.700	
		Enveloppes.....	2.360	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	848.145	Corps dissolvant.....	763.330	1000.000
		Corps dissous.....	84.815	
Globules....	151.855	Noyaux.....	148.819	
		Enveloppes.....	3.036	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

Sérum ... 848.145

- Corps dissolv. ou véhicule. 763.330 — Une seule substance fluide.... 763.330 — Eau..... 763.330
- Corps dissous ou sérum sec 84.815
  - Une seule substance albumin .. 67.851 — Albumine..... 67.851
  - Substances salines; ensemble... 8.482
    - Soude..... 0.848
    - Sulfate de potasse..... 0.679
    - Sulfate de soude..... 0.679
    - Phosphate de soude..... 0.339
    - Chlorure de sodium..... 3.393
    - Phosphate de chaux..... 0.254
    - Chaux..... / Magnésie (traces)..... — 0.170
    - Acides: oléique..... / margarique.. / gras volatil.. — 2.120
  - Subst. grasses neutres; ensemb.6.089
    - Séroline..... 1.015
    - Cérébrine..... / Cholestérine..... — 5.074
  - Subst. colorantes ; ensemble .. 2.393 — Subst. jaune biliaire.. / Substance bleue..... — 2.393

Globul.151.855

- Enveloppes. 3.036
  - Une seule substance colorante... 2.733 — Hématosine..... 2.733
  - Une seule substance métallique . 0.303 — Oxide de fer..... 0.303
- Noyaux. 148.819 — Une seule substance albumin.. 148.819 — Albumine..... 148.819

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			846.120	1000.000
Caillot.153.880	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.025	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		151.855	

QUATRIÈME CLASSE.

Ces dernières variétés se trouvent chez les enfans naissans, c'est le sang que donne le cordon ombilical après sa section, tant par le bout qui se rend au placenta que par celui qui tient à l'enfant. J'avoue que je ne les ai point encore rencontrées chez l'homme fait, en santé.

(CLASSE IV^e.) — 26^e VARIÉTÉ. — Sang à 1.070° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	879.057	Corps dissolvant.....	813.333	1000.000
		Corps dissous.....	65.724	
Globules. ...	120.943	Noyaux.....	118.525	
		Enveloppes.	2.418	

Ou, en poids, de :

Sérum.	844.583	Corps dissolvant.....	760.125	1000.000
		Corps dissous.	84.458	
Globules	155.417	Noyaux.....	152.309	
		Enveloppes.	3.108	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000	Sérum ... 844.583	Corps dissolv. ou véhicule. 760.125	Une seule substance fluide.... 760.125	Eau.....	760.125
		Corps dissous, ou sérum sec 84.458	Une seule substance albumin .. 67.568	Albumine	67.568
			Substances salines ; ensemble... 8.445	Soude.....	0.847
				Sulfate de potasse.....	0.676
				Sulfate de soude.....	0.676
				Phosphate de soude.....	0.336
				Chlorure de sodium.....	3.378
				Phosphate de chaux.....	0.253
				Chaux.....	0.169
				Magnésie (traces).....	
				Acides oléique ..... margarique .. gras volatil...	2.110
			Subst. grasses neutres; ensemb. 6.067	Séroline.....	1.012
				Cérébrine.....	5.055
				Cholestérine.....	
			Subst. colorantes ; ensemble... 2.378	Subst. jaune biliaire..	2.378
				Substance bleue.....	
	Globul. 155.417	Enveloppes. 3.108	Une seule substance colorante .. 2.798	Hématosine.....	2.798
			Une seule substance métallique . 0.310	Oxide de fer.....	0.310
		Noyaux. 152.309	Une seule substance albumin.. 152.309	Albumine.	152.309

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			842.571	1000.000
Caillot. 157.429	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		2.012	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine....		155.417	

(CLASSE IV^e.) — 27^e VARIÉTÉ. — Sang à 1.071° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	876.175	Corps dissolvant.	810.667	1000.000
		Corps dissous.....	65.508	
Globules....	123.825	Noyaux.....	121.349	
		Enveloppes.	2.476	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	841.028	Corps dissolvant.	756.925	1000.000
		Corps dissous.....	84.103	
Globules....	158.972	Noyaux.....	155.794	
		Enveloppes	3.178	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 100.0000

Sérum ... 841.028

- Corps dissolv. ou véhicule. 756.925 — Une seule substance fluide.... 756.925 — Eau..... 756.925
- Corps dissous, ou sérum sec 84.103
  - Une seule substance albumin. . 67.283 — Albumine. 67.283
  - Substances salines; ensemble... 8.410
    - Soude..... 0.841
    - Sulfate de potasse..... 0.673
    - Sulfate de soude..... 0.673
    - Phosphate de soude..... 0.336
    - Chlorure de sodium..... 3.364
    - Phosphate de chaux..... 0.252
    - Chaux..... } 0.168
    - Magnésie (traces)..... }
    - Acides { oléique. ..... / margarique. . / gras volatil. . } 2.103
  - Subst. grasses neutres; ensemb. 6.046
    - Séroline..... 1.008
    - Cérébrine..... } 5.038
    - Cholestérine ..... }
  - Subst. colorantes ; ensemble .. 2.364
    - Subst. jaune biliaire.. } 2.364
    - Substance bleue. .... }

Globul. 158.972

- Enveloppes. 3.178
  - Une seule substance colorante .. 2.861 — Hématosine..... 0.861
  - Une seule substance métallique . 0.317 — Oxide de fer..... 0.317
- Noyaux. 155.794 — Une seule substance albumin.. 155.794 — Albumine..... 155.794

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			839.028	1000.000
Caillot. 160.972	Albumine précipitée sous forme de fibrine..		2.000	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		158.972	

(CLASSE IV^e.) — 28^e VARIÉTÉ. — Sang à 1.072° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	873.293	Corps dissolvant.	808.000	1000.000
		Corps dissous.....	65.293	
Globules....	126.707	Noyaux.....	124.173	
		Enveloppes.	2.534	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	837.479	Corps dissolvant.....	753.731	1000.000
		Corps dissous.....	83.748	
Globules.....	162.521	Noyaux.....	159.271	
		Enveloppes.....	3.250	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

Sérum... 837.479

- Corps dissolv. ou véhicule. 753.731
  - Une seule substance fluide.... 753.731
    - Eau..... 753.731
- Corps dissous, ou sérum sec 83.748
  - Une seule substance albumin... 67.000
    - Albumine..... 67.000
  - Substances salines ; ensemble... 8.374
    - Soude..... 0.836
    - Sulfate de potasse..... 0.670
    - Sulfate de soude..... 0.670
    - Phosphate de soude..... 0.335
    - Chlorure de sodium..... 3.350
    - Phosphate de chaux 0.251
    - Chaux..... / Magnésie (traces)..... 0.168
    - Acides (oléique..... / margarique.. / gras volatil..) 2.094
  - Subst. grasses neutres; ensemb. 6.024
    - Séroline..... 1.004
    - Cérébrine..... / Cholestérine..... 5.020
  - Subst. colorantes ; ensemble .. 2.350
    - Subst. jaune biliaire.. / Substance bleue..... 2.350

Globul. 162.521

- Enveloppes. 3.250
  - Une seule substance colorante... 2.925
    - Hématosine..... 2.925
  - Une seule substance métallique . 0.325
    - Oxide de fer..... 0.325
- Noyaux. 159.271
  - Une seule substance albumin . 159.271
    - Albumine..... 159.271

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine...			835.592	1000.000
Caillot. 164.508	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		1.987	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		162.521	

(CLASSE IV^e^.) — 29^e^ VARIÉTÉ. — Sang à 1.073° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	870.410	Corps dissolvant	805.333	1000.000
		Corps dissous.....	65.077	
Globules....	129.590	Noyaux.....	127.000	
		Enveloppes.....	2.590	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	833.937	Corps dissolvant.....	750.544	1000.000
		Corps dissous.....	83.393	
Globules....	166.063	Noyaux.....	162.743	
		Enveloppes	3.320	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000

Sérum ... 833.937

Globul. 166.063

Corps dissolv. ou véhicule. 750.544	Une seule substance fluide.... 750.544	Eau.....		750.544
Corps dissous, ou sérum sec 83.393	Une seule substance albumin .. 66.709	Albumine.....		66.709
	Substances salines; ensemble... 8.442	Soude.....		0.934
		Sulfate de potasse.....		0.667
		Sulfate de soude.....		0.667
		Phosphate de soude.....		0.334
		Chlorure de sodium.....		3.336
		Phosphate de chaux.....		0.250
		Chaux.....		0.167
		Magnésie (traces).....		
		Acides	oléique.....	2.087
			margarique. .	
			gras volatil...	
	Subst. grasses neutres; ensemb. 6.006	Séroline.....		1.006
		Cérébrine.....		5.000
		Cholestérine.....		
	Subst. colorantes ; ensemble... 2.236	Subst. jaune biliaire..		2.236
		Substance bleue.....		
Enveloppes. 3.320	Une seule substance colorante .. 2.988	Hématosine.....		2.988
	Une seule substance métallique . 0.332	Oxide de fer.....		0.332
Noyaux. 162.743	Une seule substance albumin.. 162.743	Albumine.....		162.743

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....		831.963	1000.000
Caillot. 168.037	Albumine précipitée sous forme de fibrine.	1.974	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...	166.063	

(CLASSE IV^e.) — 3o^e Variété. — Sang à 1.074° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	867.549	Corps dissolvant.....	802.687	1000.000
		Corps dissous.....	64.862	
Globules....	132.471	Noyaux.....	129.823	
		Enveloppes.....	2.648	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	830.402	Corps dissolvant.....	747.362	1000.000
		Corps dissous.....	83.040	
Globules....	169.598	Noyaux.....	166.208	
		Enveloppes.....	3.390	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 1000.000	Sérum ... 830.402	Corps dissolv. ou véhicule. 747.362	Une seule substance fluide.... 747.362	Eau.....	747.362
		Corps dissous ou sérum sec 83.040	Une seule substance albumin .. 66.434	Albumine.....	66.434
			Substances salines; ensemble... 8.304	Soude.....	0.831
				Sulfate de potasse.....	0.664
				Sulfate de soude.....	0.664
				Phosphate de soude.....	0.332
				Chlorure de sodium.....	3.322
				Phosphate de chaux.....	0.249
				Chaux.....	0.166
				Magnésie (traces). ...	
				Acides oléique..... margarique. . gras volatil ..	2.076
			Subst. grasses neutres; ensemb.5.980	Séroline.....	0.997
				Cérébrine.....	4.983
				Cholestérine.....	
			Subst. colorantes ; ensemble .. 2.322	Subst. jaune biliaire..	2.322
				Substance bleue	
	Globul.169.593	Enveloppes. 3.390	Une seule substance colorante... 3.051	Hématosine.....	3.051
			Une seule substance métallique . 0.339	Oxide de fer.....	0.339
		Noyaux. 166.208	Une seule substance albumin.. 166.208	Albumine.....	166.208

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			828.440	1000.000
Caillot.171.560	Albumine précipitée sous forme de fibrine.		1.972	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		169.588	

(CLASSE IV^e.) — 31^e VARIÉTÉ. — Sang à 1.075° de densité.

Pendant qu'il circule il est composé, en volumes, de :

Sérum.....	864.646	Corps dissolvant.	800.000	1000.000
		Corps dissous.....	64.646	
Globules....	135.354	Noyaux.....	132.648	
		Enveloppes.	2.706	

Ou, en poids, de :

Sérum.....	826.873	Corps dissolvant.	744.186	1000.000
		Corps dissous.....	82.687	
Globules....	173.127	Noyaux.....	169.665	
		Enveloppes	3.462	

Les proportions de ses substances constituantes sont alors, en poids aussi :

Sur sang. 100.0000

Sérum ... 826.873

Globul. 173.127

Corps dissolv. ou véhicule. 744.186	Une seule substance fluide.... 744.186	Eau.....		744.186
Corps dissous, ou sérum sec 82.687	Une seule substance albumin. . 66.249	Albumine.		66.249
	Substances salines; ensemble... 8.219	Soude.....		0.827
		Sulfate de potasse.....		0.661
		Sulfate de soude.....		0.661
		Phosphate de soude.....		0.331
		Chlorure de sodium.....		3.307
		Phosphate de chaux.....		0.248
		Chaux.....		0.116
		Magnésie (traces).....		
		Acides	oléique.	2.068
			margarique. .	
			gras volatil. .	
	Subst. grasses neutres; ensemb. 5.912	Séroline.....		0.990
		Cérébrine.....		4.922
		Cholestérine		
	Subst. colorantes ; ensemble .. 2.307	Subst. jaune biliaire..		2.307
		Substance bleue.		
Enveloppes. 3.462	Une seule substance colorante .. 3.116	Hématosine.....		3.116
	Une seule substance métallique . 0.346	Oxide de fer.....		0.346
Noyaux. 169.665	Une seule substance albumin.. 169.665	Albumine.....		169.665

Hors du corps, tel qu'il est modifié par le fait de la coagulation, il se trouve composé, encore en poids, de :

Sérum ordinaire, ou privé d'une partie de son albumine....			824.924	1000.000
Caillot. 175.076	Albumine précipitée sous forme de fibrine..		1.949	
	Globules emprisonnés dans cette fibrine...		173.127	

2° *Des phénomènes moléculaires du sang sain pendant la vie.*

Je vais me borner ici scrupuleusement à ce que mes recherches, interrogées avec une logique sévère, me fourniront de plus évident sur les fonctions physiologiques dont le sang est le siège. Dans cette application de la chimie, je ne veux pas prétendre le moins du monde à révéler déjà tout le mécanisme de son activité moléculaire. Il faudra ajouter encore beaucoup de nouveaux travaux aux miens, pour découvrir les effets singuliers qui se passent alors, et remonter sûrement à toutes leurs causes réelles.

J'observerai aussi que je n'ai pas à m'occuper des appareils physiques ou canaux destinés à contenir le sang, et de la force mécanique qui détermine la circulation de ce fluide dans leurs innombrables rameaux, ni des organes ou appareils chimiques qui l'élaborent, et des phénomènes étrangers à sa constitution moléculaire qu'ils peuvent produire. L'ensemble organique physico-chimique qui forme cette humeur, favorise ses diverses réactions, et ensuite dirige ses parties là où elles sont nécessaires, ainsi que les circonstances particulières qui s'y rattachent, n'appartiennent pas directement à mon sujet. Ce sont des instrumens et des effets que je ne dois pas examiner. Je ne traiterai que de la physiologie chimique du sang, proprement dite.

Il découle d'abord, comme corollaire général, de tous

les faits consignés dans la première partie de cet essai, que le sang constitue une masse fluide située dans des cavités destinées à la recevoir, où elle n'est pas dans les simples conditions d'une dissolution de matériaux variables sans limites, et retenus en dépôt pour un usage qui ne reconnaît point de règles précises; mais qu'elle y existe avec une composition fixe, astreinte à des proportions calculées, et avec des propriétés toujours identiques par lesquelles elle entretient, tant entre ses matériaux qu'avec les organes ou les humeurs sécrétées, des relations d'activité continuelles. Aussi doit-on la regarder maintenant, en physiologie, comme un corps organisé formé de substances dont le jeu séparé est la fraction d'une grande fonction confiée à toute l'humeur, fonction dont le but et les moyens sont tout chimiques. En conséquence, je vais d'abord analyser les phénomènes de cette fonction dans les diverses substances du sérum et des globules, avant de conclure sur la nécessité et les résultats de l'existence du sang dans le corps.

Phénomènes moléculaires particuliers du sérum.

Les phénomènes physiologiques divers dont on peut saisir soit le point de départ, soit la conséquence, soit les causes, soit les effets, dans le sérum chez l'homme en santé, ont rapport d'abord au développement propre de ce liquide et à sa conservation, ensuite aux usages auxquels sont destinées ses substances constituantes, c'est-à-dire à la nutrition et aux sécrétions. Ces phénomènes fort obscurs, mais du plus haut intérêt,

sont nécessairement moléculaires. D'abord comment se développe le sérum ?

Que l'ensemble organique de la circulation, ce vaste appareil physico-chimique dont il a été question plus haut, soit supposé dans un état complet de repos, qu'alors des alimens soient mis dans un autre appareil physico-chimique voisin, dans l'ensemble organique de la digestion, puis que le groupe d'instrumens qu'ils constituent entre à la fois en activité, une suite de réactions moléculaires auront lieu; leur dernier terme sera la formation du sérum. Divers liquides, dont il n'entre pas dans mon sujet d'étudier l'action chimique, ne tarderont pas à déterminer, au milieu des alimens, l'apparition de nouveaux produits. Les lymphatiques intestinaux s'empareront de quelques uns d'entre eux, les veines mésentériques en absorberont aussi; en même temps les vaisseaux blancs et veineux des diverses parties du corps saisiront les détritus récrémentitiels des organes. Il résultera, de ces opérations diverses, du chyle qui bientôt sera versé au centre de l'arbre circulatoire, de la lymphe qui s'y épanchera aussi, et une sérosité veineuse qui y arrivera également; fluides composés d'eau, d'albumine, de corps gras, de sels tant de soude que de potasse, de chaux et de magnésie, enfin de fer. Il en résultera encore de l'humeur spléno-hépatique qui s'y rendra de son côté, et qui y ajoutera beaucoup d'eau tenant en dissolution les matières colorantes jaune et bleue, des sels aussi, et probablement du fer.

Ainsi sont élaborés les matériaux constituans de la partie liquide du sang, et en plus, le fer de sa partie

solide; ce qui a lieu par des ensembles organiques ou appareils chimiques placés en dehors du réservoir qui les reçoit. Ces matériaux réunis, le sérum est complètement formé. Il n'est pas encore du sang; il n'en représente en effet qu'une portion, mais qui est fort importante. Il circule, et aussitôt il s'adjoint les globules avec lesquels il s'écoule vers les organes.

On voit que le sérum est confectionné dans un vaste laboratoire où l'influence vitale met en jeu un assez grand nombre d'instrumens, qui sont, d'une part, les viscères de l'abdomen, et, d'autre part, les divers points de l'économie dont le parenchyme opère sur des liquides résorbés. Toute l'organisation, par conséquent, concourt à son développement; aussi sa masse est-elle en raison de l'activité digestive et de l'énergie de l'absorption. Il répare ses pertes et renouvelle ses matériaux par le même mécanisme qui l'a primitivement constitué.

Le mode de la formation et de l'entretien de ce fluide est différent chez l'enfant encore renfermé dans le sein de sa mère. Alors le sérum arrive tout fait du placenta, où s'accumule le sang maternel, jusqu'à l'arbre circulatoire du fœtus. Il s'y rend par un conduit qui le distribue d'abord au foie, lequel probablement lui fait encore subir une élaboration avant de le verser dans la veine-cave. Quant aux modifications qu'il éprouve, et de l'action du placenta et de celle du foie, on les ignore complètement

Si l'on veut induire des réactions chimiques de chacun des composans du sang, telles qu'elles se montrent à nos yeux dans le laboratoire, ce qu'elles doivent

être dans le corps vivant, on s'exposera à des redites continuelles. Il vaut mieux procéder à ces inductions, en examinant en groupe les genres de ces matériaux. C'est ainsi que je vais rechercher les causes des diverses fonctions physiologiques du sérum, en les rapportant à l'activité moléculaire de son eau, de son albumine, de ses sels, de ses substances grasses neutres et de ses matières colorantes.

Phénomènes propres à l'eau. — Tant que l'eau reste dans les vaisseaux, elle tient en dissolution les autres élémens du sérum, et facilite ainsi leurs rapports ; elle soutient les globules qui sont dispersés dans sa masse ; cependant elle les abandonne pour pénétrer, avec les seules substances dissoutes, dans des capillaires très ténus et dans des porosités : alors aussi elle abandonne quelquefois plusieurs de ces mêmes substances ; il en résulte que, dans les cas d'épanchemens séreux, par exemple, elle domine pour l'ordinaire sur elles plus que dans le sérum proprement dit. Elle s'empare aisément des corps étrangers introduits accidentellement dans l'économie, en les dissolvant : il en est de même des substances résorbées ; elle charrie les uns et les autres vers les émonctoires ; là, existent des issues par lesquelles ils s'échappent. Leur élimination a lieu ordinairement avec une grande promptitude ; mais, pour que ce phénomène s'accomplisse, il faut nécessairement que la matière dissoute dans l'eau du sérum se disperse de toute part avec lui, et traverse tous les organes. On profite de cette réaction moléculaire pour l'emploi de beaucoup de médicamens, qui, placés d'abord loin de la région souffrante,

vont cependant agir définitivement sur elle-même. Il est des circonstances où l'élimination est fort lente; ce que prouve l'effet de certains médicamens encore, dont l'action se prolonge long-temps après qu'on en a cessé l'usage.

Le sérum se dépouille sans cesse de son eau, en même temps qu'une sorte d'appel organique y détermine, sans cesse aussi, l'afflux d'une nouvelle quantité de ce liquide. Quand les orifices inhalans n'en rencontrent point dans le canal alimentaire, c'est alors sans doute que se manifeste la soif, sensation intérieure du besoin d'eau qu'éprouve le sang, comme la faim doit être celle qui annonce la nécessité dans laquelle il est de réparer la perte qu'il fait en solides. Il est à remarquer qu'il y a toujours entre l'introduction de l'eau dans la partie séreuse du sang et la perte qu'elle en éprouve, tant en faveur des tissus qui en fixent en eux une portion minime que par les sécrétions qui en consomment la portion la plus considérable, une telle harmonie, qu'il s'ensuit que jamais cette eau ne semble, chez l'homme sain, varier de proportion. Elle ne diminue qu'avec la masse de cette humeur, et n'augmente pas que cette masse ne s'accroisse aussi. Le grand buveur ne peut donc noyer son sang, quand il prend outre mesure les liquides dont il abreuve ses entrailles; le sujet qu'on soumet à l'usage de tisanes aura beau en consommer d'énormes quantités, et, pour donner plus d'activité à l'absorption, se priver d'alimens solides, jamais son sang ne se délaiera; à moins de maladies, il ne deviendra pas plus aqueux. Ces individus rendront, par les sueurs

et par les urines, autant de liquides qu'ils en auront introduits dans leur corps; leur sérum en expulsera à mesure qu'il lui en arrivera.

Le sérum donne aux tissus leur eau de composition, et par conséquent établit leur consistance; cette eau y est probablement incessamment renouvelée, comme cela a lieu pour toutes les substances constituantes, et ce doit être alors aussi par celle du sérum. C'est elle encore qui dissout ou suspend les matières solides du produit des sécrétions. En s'échappant par les exhalans de la peau, elle maintient la température du corps à un degré modéré, quand des circonstances tendraient à l'augmenter; la surface tégumentaire joue alors le rôle d'un alcarazas. La sueur et l'urine sont deux liquides dont l'élément principal est l'eau du sérum; dans ce cas cette eau est destinée principalement à entraîner hors des limites de l'organisation les substances qui lui sont devenues étrangères, les résidus de ses opérations chimiques.

L'eau du sérum agit souvent dans les tissus comme un dissolvant de leurs substances salines et des divers élémens azotés qui les composent; elle aide ainsi, comme dans nos vases de laboratoire, aux réactions chimiques qui s'y opèrent continuellement, en leur servant de milieu; c'est ainsi qu'elle favorise la composition et la décomposition incessante de ces organes, leurs différentes modifications intimes, leurs élaborations assimilatrice et désassimilatrice, leur accroissement et leur nutrition. Elle agit encore chimiquement dans les sécrétions; elle est en quelque sorte le théâtre des opérations qui déter-

minent la formation de leurs produits, et elle donne le véhicule de ceux-ci.

Elle peut se décomposer ou se produire de toutes pièces pendant ces opérations diverses. Dans le premier cas, c'est pour fournir de l'oxigène et de l'hydrogène qui doivent se solidifier isolément avec de nouveaux principes immédiats, ou pour rejeter hors de l'économie l'un de ces corps simples devenu inutile. Mais il est impossible d'assigner déjà les circonstances où cette décomposition a lieu. Il en est de même pour déterminer quand se produit le second cas, et dans quel but.

En résumé, l'eau a pour usage, dans le sang en activité, de communiquer sa liquidité aux corps solides du sérum, de maintenir et de faciliter leurs rapports, de soutenir et de gonfler les globules, de contribuer à l'expulsion des corps étrangers ou devenus inutiles, et de disperser en même temps ces corps dans tous les points de l'économie; d'exciter la soif par sa diminution imminente, de maintenir la chaleur animale à son degré, quand elle tend à s'élever au delà de son point normal; enfin, de donner aux organes et aux produits sécrétés l'eau de composition qui leur communique sa consistance à un point varié, et, dans l'occasion, de l'oxigène et de l'hydrogène pour les opérations chimiques qui s'y opèrent.

Phénomènes propres aux substances salines.— Elles sont combinées dans le sérum avec l'albumine; et comme ce composé est soluble dans l'eau, elles deviennent l'unique agent de la liquéfaction de l'albumine qui se trouve en circulation. C'est la soude unie en grande partie à

des acides, qui joue alors le rôle le plus remarquable, et elle le continue dans les tissus et dans les humeurs où l'entraîne la matière aqueuse qui la charrie. La potasse saturée par des acides s'y voit encore, mais en fort petite quantité; aussi ne doit-elle pas y avoir autant d'importance. On peut du reste la comprendre sous le même point de vue général. Il en est de même de la chaux et de la magnésie, en partie saturées par des acides également. Considérées de cette sorte en masse, toutes ces substances salines sont livrées continuellement par le sérum aux organes. Ceux qui opèrent les sécrétions en extraient une quantité plus ou moins grande, et, d'ordinaire, sans en excepter; cependant, pour quelques cas, il se fait de nouveaux sels, tant aux dépens des sels mêmes du sérum qu'au moyen de ses substances azotées, comme on le voit dans l'urine. Certains sécréteurs en séparent de la soude libre en quantité notable, ce qui rend leurs produits alcalins; d'autres, au contraire, en tirent des acides, de même libres, qui donnent à leurs produits une acidité prononcée; alors, c'est principalement le chlorhydrique, le phosphorique, et, dit-on, l'acétique ou le lactique; de là peu de sécrétions neutres. On conçoit que pendant la sécrétion les sels du sérum, son chlorure de sodium surtout, soient dans une activité continuelle de décomposition, afin de fournir soit leurs bases, soit leurs acides à des produits, décomposition qui ne peut s'effectuer pour le chlorure de sodium que par celle de l'eau qui le tient dissous. La perte en sels qui se fait alors n'a lieu qu'autant que le sérum n'en souffre pas de dommage, et par conséquent elle

est en proportion des acquisitions des nouveaux sels qu'il se procure.

Les tissus en retiennent qui entrent ensuite dans leur propre composition, et c'est surtout des sels calcaires. Pour ces derniers, le cartilage des os principalement s'en sature de manière à se solidifier.

Les sels du sérum sont des élémens générateurs puissans; ils sont à la fois des agens de dissolution de ses substances et le lien chimique qui les réunit; ils doivent nécessairement continuer ce rôle dans les tissus et dans les fluides sécrétés. Leur activité se déploie bien quand s'opère leur décomposition partielle, soit au sein du sérum lui-même, pour livrer aux sécrétions tant de la soude que des acides, soit dans les tissus, pour concourir aux modifications qu'y éprouve le sérum dans le but de former la gélatine, le mucus, etc., qui ne s'y trouvent pas avant ces modifications. Ils se décomposent aussi, mais partiellement, pour constituer la graisse du tissu cellulaire; ils abandonnent alors leurs acides gras, car la graisse ne consiste probablement qu'en ces acides et en glycérine. Ils doivent définitivement être expulsés par les sécrétions excrémentitielles, quand les élemens qui sont tenus en dissolution dans le sérum à leur moyen, s'appliquent aux tissus à l'état solide, soit sans modifications, soit altérés. Les résidus salins de ces réactions s'échappent spécialement par les reins et par la sueur.

Les substances salines du sérum sont donc, sous le rapport des propriétés physiques de quelques unes d'entre elles, la base solide de la charpente du corps, et,

sous le rapport de leurs propriétés chimiques, la principale cause primitive d'une foule de produits organiques solides et liquides. Ce double usage mérite qu'on considère désormais ces substances non plus comme pour ainsi dire accidentelles dans l'économie, mais comme un groupe complexe dont l'étude est destinée à révéler bien des phénomènes inexplicables jusqu'ici. La nécessité de la présence et de l'action des sels naturels du sérum, des acides et des alcalis qui en proviennent, tant sur le sang lui-même que sur les tissus et les fluides sécrétés, permet de penser que des sels différens de ceux-là, que des acides et des alcalis autres que ceux qui s'y trouvent combinés étant introduits dans la circulation, bien que corps étrangers et repoussés après avoir parcouru tous les points du corps, peuvent y exercer des effets particuliers encore inconnus. Les alcalis en ce cas semblent diriger leurs pouvoirs chimiques sur les reins; les sels d'iode sur les glandes en général, etc.

Cette action si importante des substances salines du sérum, tant sur lui-même que sur les tissus, et la grande consommation qui s'en fait continuellement, surtout en soude et en acide chlorhydrique, rendent l'entretien de ces sels d'un grand intérêt pour la conservation de la vie. Aussi, la nature y a-t-elle pourvu en fournissant les alimens solides qu'appète la faim. Cependant la proportion de chlorure de sodium qu'ils renferment d'ordinaire est insuffisante pour l'homme; un besoin organique, une sensation intérieure le témoigne, et l'on recourt instinctivement à ce sel regardé à tort

jusqu'ici comme un simple assaisonnement dans nos cuisines et sur nos tables : il est réellement un aliment essentiel et des plus précieux. Le sel marin fluidifie le sang; son absence le solidifierait, ainsi que tout le corps, qui alors demeurerait immobile et à peine mollasse: l'homme serait converti en une statue de chairs consistantes et deviendrait une vraie momie. Son excès aurait l'inconvénient de fluidifier le sérum au delà de la nécessité, et d'attaquer les globules ou de s'opposer à leur formation; il serait un poison réel. Aussi, quand ce sel a été pris en trop grande quantité, ou il n'est pas absorbé, et son action sur le canal alimentaire y détermine une supersécrétion qui l'entraîne par le bas; ou il est absorbé, mais la nature en ce cas se sert de l'eau du sérum pour le dissoudre, le conduire vers la peau et vers les reins, et l'expulser par ces voies à mesure qu'il arrive en excès dans le sang. Pour y mieux parvenir, elle appelle successivement, et à proportion que s'introduit son excédant, de nouvelle eau qui s'écoule avec lui du côté des tégumens ou des reins. Telle doit être la cause de la soif qui tourmente les individus qui ont fait usage de chlorure de sodium au delà de la nécessité. Au contraire, quand le besoin organique qui annonce cette nécessité se fait sentir, c'est que le chlorure de sodium est sur le point de manquer dans le sérum; il en résulte une réaction sur les tissus sensibles, et de là un avertissement intérieur innominé que nous reconnaissons dans ce qu'il a d'impérieux. La bouche trouve les alimens, s'ils ne renferment point de sels, fades et terreux; leur saveur excite même quelquefois la nausée;

l'estomac reçoit avec répugnance ces alimens quoique très sains, très convenables, cependant; l'appétit se passe vite; la digestion est pénible; les organes s'affaiblissent. Certainement la mort aurait lieu définitivement par cette inanition saline ainsi prolongée, si, comme dans toute privation d'alimens solides, la masse du sérum ne se proportionnait pas peu à peu à la quantité du sel qui lui arrive; elle le tire en ce cas de tous les points du corps où il peut s'en trouver, et elle cesse pour ainsi dire d'en sécréter : ce n'est qu'après des efforts long-temps soutenus que l'organisation entière succombe dans une sorte de marasme. C'est ce qui arrive aux animaux nourris simplement de gomme ou de sucre dissous dans l'eau; non seulement cet aliment n'est point azoté, mais il manque de sel : certainement la privation d'azote serait supportée plus long-temps que celle du sel, et même l'animal périrait en cette circonstance plus tard, si des sels analogues à ceux du sérum étaient joints à cette gomme ou à ce sucre.

L'usage des substances salines dans le sang est donc de tenir dissoutes ses matières solides naturellement insolubles dans l'eau, de les lier entre elles, de fournir directement aux organes et aux humeurs sécrétées leurs sels de composition, surtout ceux qui sont la base des os et ceux qui donnent la graisse au tissu cellulaire, de livrer aux produits sécrétés leur alcali libre ou leur acide libre aussi, enfin d'être un élément générateur complexe puissant.

Phénomènes propres aux substances colorantes. — Quoiqu'elles soient nées, comme les autres matières du

sérum, de l'élaboration digestive, elles ne prennent pas la voie que suivent ces matières pour arriver au cœur; il faut admettre, comme je l'ai déduit plus haut de raisonnemens assez péremptoires, que le foie est leur organe formateur, et qu'il fonctionne, dans le but de les constituer, sur un des produits de la digestion amené par les veines gastro-intestinales, joint à certains autres produits fournis par la rate, etc. On peut induire aussi de beaucoup de faits que la bile est alors dérivée en partie de ces substances, et que les résines amères et les acides biliaires en sont des variétés déterminées par des actions successives de l'acide chlorhydrique et de la soude. Quoi qu'il en soit, parvenues dans le sérum, les substances colorantes jaune et bleue s'y maintiennent à peu près en proportion fixe, et y demeurent en dissolution en faveur de son composé salino-albumineux. Ce sont elles qui paraissent donner à la peau, en déposant dans sa trame un peu de leur matière, une teinte particulière qui tranche alors avec la blancheur naturelle de ce tégument, plus ou moins nuancé d'ailleurs de brun par un pigment spécial, et de rouge par le reflet de la couleur du sang en circulation dans ses capillaires. On conçoit ainsi le teint plus ou moins jaune des divers individus; ils ont ce teint varié, non parce que leur sérum ne contient pas toujours une proportion fixe de matière colorante, car cette proportion y est à peu près constante, mais parce qu'en en recevant trop habituellement, ou n'en recevant que peu, il en abandonne dans l'épaisseur de la peau plus ou moins que dans les cas ordinaires. Il en est alors comme de l'usage à l'intérieur,

de l'azotate d'argent, dont les molécules métalliques finissent par se déposer en nature dans les tissus, dans la trame de la peau principalement, et la nuancent en gris ardoisé. La matière colorante du sérum se rend dans plusieurs fluides de sécrétions, dans la bile, dans le lait, dans l'urine, aussi bien que dans les tissus, pendant l'état sain, et elle contribue à les colorer. Quoique le lait paraisse d'un blanc pur, son sérum n'en est pas moins d'une couleur jaune vert due à cette matière colorante. On ne peut présumer encore quelles sont les réactions particulières à cette même matière ; elle ne paraît pas en avoir d'importantes.

Elle n'a ainsi pour usage connu dans le sérum que de concourir plus que la plupart des autres substances de ce liquide, à la formation de la bile, mais cela avant de pénétrer dans le sang ; de nuancer la couleur de la peau, et de se répandre dans plusieurs produits de sécrétion.

Phénomènes propres aux substances grasses neutres. — Rien n'est plus obscur que ces phénoménes ; mais s'ils ont peu d'intérêt dans le sérum, en revanche ils doivent être d'une importance très marquée dans le système nerveux, où les substances grasses neutres s'accumulent de manière à le constituer, à l'exception de la séroline cependant, qu'on n'y a pas rencontrée. On les trouve aussi en faible proportion dans les muscles, dans le foie et dans d'autres organes. Les humeurs paraissent ou n'en point offrir, ou n'en posséder que peu. La bile jusqu'ici a donné seule la cholestérine, l'une de ces substances. Le sérum ainsi n'est guère chargé

de graisses neutres que pour en fournir aux solides. L'élaboration digestive qui tend à les former doit être assez compliquée; car, faute d'alimens d'une nature convenable soumis à son activité, elle doit souvent opérer sur des sulfates et des phosphates, pour en tirer le soufre et le phosphore en nature, afin de les combiner avec de l'hydrogène, de l'oxigène et de l'azote, et de constituer la cérébrine, l'une d'elles qui semble jouer un rôle important. La matière grasse neutre du sérum n'a donc pour usage connu que de fournir des élémens constitutifs tout faits, à toutes les divisions des nerfs et à leurs renflemens centraux, ainsi qu'à quelques organes et à la bile.

Phénomènes propres à la substance albumineuse. — Cette substance est dissoute dans l'eau du sérum au moyen des sels de ce liquide; elle peut manifester une réaction faible, alcaline ou acide, ou n'en point manifester, selon le contact du corps qui arrive dans le sang et selon sa nature. Ainsi elle entraîne par le fait de cette propriété, pendant la vie aussi bien qu'après la mort, les substances grasses et les substances colorantes, insolubles ou peu solubles dans l'eau du sérum, et elle les fond dans ce liquide. Elle favorise alors le transport de ces matériaux là où ils sont utiles, et liquéfie les parties qui se détachent des organes pour être éliminées. Cette facilité de combinaison dont elle est douée fait, par la même raison, qu'elle aide l'eau du sérum à disperser dans l'économie, et, par suite, à expulser les corps étrangers qui s'y sont fortuitement introduits. Si leur action est vive, même, elle peut l'é-

mousser en la neutralisant en partie. Ceci est applicable aux médicamens énergiques et à quelques poisons dont l'effet est ainsi amorti : ils ne pourraient certainement être absorbés, et traverser les organes impunément, si leur union avec l'albumine n'en adoucissait les réactions ; car ils détermineraient probablement la mort, à faible dose, s'ils n'étaient rendus moins nuisibles par cette union. Comme toutes les autres substances du sérum, l'albumine se maintient dans ce liquide à proportion fixe, relative à celle des sels qui sont ses dissolvans.

Les tissus s'en approprient nécessairement à l'état liquide et à l'état solide. Les muscles en emploient une assez forte proportion. Une grande quantité s'en écoule continuellememt vers les organes sécrétoires, qui l'accumulent en nature dans des réservoirs ou la versent sur des surfaces. Elle est, dans l'embryon, la base première de l'organisation; elle en commence la trame. C'est encore ce que l'on voit quand la nature veut réparer une solution de continuité. Ainsi doit-on induire, et de sa présence sur tous les points de l'économie, et de sa disparition partielle successive sur beaucoup d'autres, à mesure que l'âge avance, pour faire place à des élémens que ne contient pas le sérum, qu'elle contribue par sa transformation à confectionner certaines substances des tissus et des fluides sécrétés, comme la gélatine, matière très répandue dans les solides, et le mucus qui se trouve en grande quantité dans les liquides. C'est, comme il a été déjà induit, probablement au moyen des sels du sérum, ou mieux de leurs alcalis et de leurs acides isolés, que ces transformations ont lieu. Aussi

quand c'est à la surface d'une membrane ou dans un réservoir que l'albumine transformée se rend, le produit est-il fortement acidifié, d'ordinaire par le chlorhydrique, ou fortement alcalisé, alors toujours par la soude. Une même membrane, un même réservoir peut cependant se recouvrir ou se remplir d'un liquide, tantôt alcalin, tantôt acide; les organes sécrétoires peuvent donc éprouver des variations dans leurs actions chimiques. Les produits ainsi confectionnés, s'ils ne sont pas destinés à être immédiatement expulsés ou à lubrifier des surfaces de contact, appartiennent au canal digestif, et sont les réactifs que la nature oppose aux alimens déposés dans ce canal pour en tirer les substances constituantes du sérum, opération peu connue encore, mais que la science approfondira un jour.

L'albumine liquide du sérum joue en outre un autre rôle bien plus remarquable; mais comme son effet est relatif aux globules, et qu'il les lie au sérum lui-même, je n'en traiterai qu'après avoir terminé ce paragraphe.

L'usage de cette albumine est conséquemment de servir comme matière nutritive à un haut degré, soit en nature, soit après avoir subi une modification, en fournissant sa substance aux organes et aux humeurs. Dans le sérum, on peut lui reconnaître pour fonction celle d'en unir intimement les divers matériaux entre eux. Enfin elle a un dernier usage; celui-ci est relatif aux globules seuls.

Le sérum, par les effets des réactions chimiques que manifestent ses parties constituantes pendant la vie, a donc un but essentiel à remplir dans l'économie. D'après

les inductions qui précèdent, c'est un corps compliqué chargé de fournir presque tout le matériel des solides et des humeurs. Sous ce point de vue, le sérum est alors un état de transition des alimens aux organes et aux autres fluides.

Phénomènes moléculaires particuliers des globules.

Les phénomènes physiologiques moléculaires relatifs aux globules se divisent, comme ceux du sérum, en deux fractions, selon leur but; ou ils se rattachent à l'existence propre du sang, ou ils se rapportent à l'usage que ces globules ont à remplir, comme le sérum, dans la nutrition et dans les sécrétions. En outre, il en est d'un ordre différent qui sont spéciaux, et dont on ne trouve aucun analogue dans ceux du sérum.

Le sérum normal, dont nous avons suivi les phénomènes physiologico-chimiques dans les effets des réactions de ses principaux matériaux, se trouve, tant qu'il circule, sur-saturé d'albumine; aussi, une portion de cette substance est-elle toujours disposée à s'en séparer aisément. Le sérum est conséquemment dans un état favorable pour livrer son excès d'albumine, d'une part, aux organes, afin de concourir à leur nutrition, et, d'autre part, aux poumons, afin d'y commencer le phénomène de l'hématose. Là, l'albumiue se précipite à l'état globulaire. Elle constitue la matière blanche des globules colorés du sang. Aussitôt que le sérum se décharge de son albumine surabondante, une nouvelle

quantité lui est acquise par le chyle et par la lymphe, pour en précipiter encore, et ainsi continuellement, sans interruption, durant toute la vie. En même temps les poumons fonctionnent chimiquement sur le sérum même; ils réagissent sur lui de manière à altérer ses matières constituantes, son albumine principalement, pour en former l'hématosine. Alors a lieu le concours nécessaire des sels du sérum et de l'air atmosphérique; une partie de ce gaz est absorbée; les globules blancs se gonflent, deviennent opaques; de nouvelle hématosine les vient envelopper à mesure qu'ils se déposent; pour cela, plusieurs décompositions et compositions s'opèrent simultanément: les résidus consistent en acide carbonique et en azote, probablement aussi en eau qui s'échappe hors du corps avec eux pendant l'expiration. Le fer, arrivé sur les lieux en même temps que le sérum, est mis en œuvre en faveur de cette opération chimique compliquée. Les globules colorés sont ainsi développés. Après quelques momens, ils perdent leur nuance écarlate, et quand, revenus aux poumons, ils y subissent de nouveau le contact de l'air, ils reprennent leur nuance primitive; mais l'hématosine déjà existante ne paraît pas être modifiée; le globule central seul semble devenir opaque et blanc mat.

Contrairement au sérum, dont le développement se fait hors de l'appareil destiné à le contenir, les globules apparaissent seulement à l'intérieur de cet appareil. La poitrine est le siège unique de leur élaboration. Aussi sont-ils en proportion avec l'énergie respiratoire, tandis que le sérum est plus spécialement lié avec la digestion.

Ils arrivent tout faits à l'enfant intra-utérin, avec le sang de la mère modifié par le placenta. Ils n'y ont pas de teinte rouge écarlate, ni dans les artères, ni ailleurs.

Quoique d'une composition simple, et formés de peu de substances qui ne semblent pas douées de propriétés chimiques énergiques, les globules n'en sont pas moins d'une haute importance; cependant les inductions les plus naturelles ne m'ont amené à conclure encore que les circonstances suivantes, sur les réactions de leurs substances constituantes pendant la vie.

Phénomènes propres à la substance albumineuse. — Par sa solidité, elle soutient l'oxide de fer et l'hématosine qui l'environnent. Le sérum la maintient gonflée et molle pour qu'elle ait plus de souplesse, afin de glisser plus aisément dans les vaisseaux à l'extrémité desquels elle transporte la matière colorante. Née principalement de l'albumine liquide du sérum, elle retourne probablement à son état primitif quand elle a terminé sa mission, et que cette matière l'a quittée; ou bien elle s'applique aux organes, ou elle fait partie des matériaux des sécrétions. D'après toutes les inductions qu'on peut établir, elle est fort passive dans le rôle que jouent les globules, son usage n'étant que de leur servir de noyau et de les charrier là où la matière colorante est utile.

Phénomènes propres à la substance colorante. — Ces phénomènes sont très importans, d'après les résultats apparens de la présence des globules dans la trame des organes; mais on ne peut encore les apprécier chimiquement. L'hématosine enveloppant le globule albumineux, et ayant la teinte écarlate, demeure telle

jusque dans les capillaires : là elle perd cette teinte pour devenir brun rouge; en même temps une portion de sa substance paraît se décomposer..... Mais quels sont les phénomènes moléculaires produits alors?..... A l'état rouge vif, l'hématosine excite vivement l'organisme, même jusqu'à déterminer l'inflammation, si accidentellement les globules sont trop nombreux. A-t-elle changé d'état, est-elle devenue rouge brun, elle cesse d'exciter l'organisme; et la mort aurait lieu, si de nouveaux globules chargés d'hématosine avec la teinte première n'arrivaient remplacer les précédens. L'usage de l'hématosine paraît ainsi être celui des globules eux-mêmes; je l'examinerai en même temps que le but de ces derniers.

Phénomènes propres à la substance métallique. — Il est encore tout à fait impossible d'assigner ce que sont les réactions du fer des globules, car on ne sait même à quel état chimique ce métal se trouve dans le sang. Cependant il est probable qu'elles sont importantes à l'hématose, puisque le fer est propre à cette dernière humeur seule, et qu'on ne le retrouve plus dans les organes et dans les fluides sécrétés comme partie essentielle. Elles doivent être également importantes dans l'économie, pour en solliciter les actes conjointement avec les réactions de l'hématosine, puisque le fer se rend avec cette substance constamment au sein des tissus où elle est de première nécessité, qu'elle ait sa couleur rouge ou sa couleur brune.

Le phénomène le plus remarquable dont les globules puissent être le siège, celui du moins qui frappe le plus,

est, on le voit, leur changement de couleur. Il en résulte la distinction du sang en artériel ou rouge, et en veineux ou noir.

Quand l'individu commence à prendre la vie embryonnaire, après qu'il a été conçu, un point rouge apparaît à son centre, ce point est formé de plusieurs globules colorés; ils continuent, en augmentant de nombre, à circuler dans l'économie jusqu'à la mort. Quand un épanchement lympathique s'est fait sur une plaie, entre deux os, etc., pour établir une nouvelle organisation, des globules colorés y apparaissent dès que cette organisation se développe. Jamais leurs substances ne varient de nature ni d'aspect dans l'état sain. Ils ne débordent jamais non plus de leurs vaisseaux, à moins de maladie, si ce n'est dans l'éruption des mois des femmes.

Les globules, tout formés qu'ils sont aux dépens du sérum, n'en sont pas moins aussi importans que lui, si ce n'est plus. Leur accroissement en quantité est borné: mais, comme l'organisation en consomme une portion continuellement, il faut qu'ils se reproduisent continuellement aussi; c'est ce qui a lieu, et d'une manière facile quoique compliquée : il en résulte que, malgré les saignées et la diète, ils se conservent encore longtemps en nombre remarquable.

Leur quantité est en raison de la force physique et chimique de l'individu. Il y a entre eux et les nerfs une harmonie de réactions moléculaires inconnue des plus essentielles dans l'organisme; c'est là en quoi consiste probablement leur usage spécial. Le système nerveux n'est rien sans leur présence. On pourrait dire qu'ils compo-

sent tous deux un appareil chimique puissant de premier ordre.

Phénomènes moléculaires particuliers de l'ensemble du sérum et des globules ou du sang.

Les phénomènes que je viens d'analyser, les effets dont j'ai trouvé la cause dans les réactions chimiques tant des globules que du sérum, se voient réunis dans le sang en activité, circulant dans les innombrables vaisseaux de l'individu; il en résulte une fonction physiologico-chimique dont le but est de constituer l'organisation, de réparer ses pertes, de contribuer à solliciter et à entretenir les actes divers qui y ont lieu. On conçoit que les phénomènes analysés déjà doivent, selon les espèces du sang, varier d'intensité seulement, puisque la nature de ce fluide reste toujours la même, puisque la composition de ses parties isolées ne change jamais dans l'état sain, et que c'est la quantité relative seule de ces mêmes parties qui produit ses variétés.

D'abord, quelle que soit la composition du sang, plus sa masse est considérable, plus les phénomènes qui en dépendent sont nécessairement prononcés : or, d'ordinaire, plus le sang a de volume pendant la vie, plus les globules y prédominent sur le sérum; aussi sont-ce alors les phénomènes physiologico-chimiques de ces corpuscules qui se dessinent fortement; et, au contraire, moins ils y sont prédominans, plus les réactions du sérum se montrent d'une manière saillante.

Il y a faiblesse générale, langueur des organes, teint

pâle, poitrine peu développée, muscles mous et petits, réactions chimiques générales peu énergiques, quand les phénomènes dus au sérum prédominent. L'embonpoint, la nutrition, les sécrétions, n'en souffrent guère d'ordinaire dans leur ensemble, et il en ressort les traits qu'on a donnés au tempérament lymphatique.

Si les globules prédominent, la force individuelle physique et les réactions chimiques générales sont considérables, ou du moins peuvent se développer aisément; les organes sont actifs ou disposés à l'activité; le teint est vermeil, la poitrine fonctionne beaucoup; les muscles sont fermes et gros. La conséquence de cet état est ce qu'on nomme le tempérament sanguin.

On peut appliquer ces états fonctionnels divers à tous les cas donnés par l'âge, le sexe, le genre de nourriture, etc.

DEUXIÈME SECTION.

Application des recherches chimiques sur le sang à la détermination de sa composition pendant la vie quand il est malade, et à la théorie des phénomènes physiologico-pathologiques moléculaires qui se rapportent à cette humeur.

Que le sang soit, comme beaucoup de physiologistes et comme les médecins solidistes l'admettent, une simple dissolution de substances nutritives faite sans ordre

et sans précision, par suite de l'élaboration digestive, dissolution nullement assujettie à des lois fixes influencées par la vie, c'est à dire n'étant qu'un vrai corps étranger introduit pour satisfaire à des besoins matériels secondaires, repoussé ensuite quand ils sont satisfaits; que le sang soit, au contraire, une humeur régulièrement organisée et possédant des élémens à proportions déterminées, comme je crois l'avoir démontré, en un mot un composé chimique toujours identique, dont les deux parties varient seulement de quantité l'une respectivement à l'autre, vivant à la manière d'une matière animée quelconque, rejetant incessamment, par suite de réactions moléculaires, les particules qui ont assez séjourné dans son sein, pour en admettre et s'en associer d'autres, se nourrissant ainsi, ayant, dans les animaux qui en sont pourvus, un but plus relevé que celui d'y former uniquement une réserve inerte de substances alibiles, étant chargé de stimuler l'organisme, de mettre en action principalement le système nerveux qui n'est rien sans sa présence, de favoriser la contraction des muscles, solliciter les fonctions du cœur, du poumon, du cerveau, de l'estomac, etc., aussi bien que de fournir des matériaux aux tissus et aux sécrétions; qu'enfin le sang soit considéré de toutes manières, il n'en est pas moins concevable que son intégrité doit être essentielle pour le maintien à l'état normal de chaque tissu, de chaque humeur, de l'économie entière, et que son mélange avec des substances étrangères à sa nature, que ne comporte pas sa composition, ou que le trouble même de cette composition ne peut que tendre à déranger et

même à détruire l'harmonie des pièces diverses de l'organisation, harmonie sans laquelle l'existence est menacée immédiatement.

Ces raisonnemens fondés sur la plus simple observation avaient anciennement conduit à considérer le sang comme susceptible d'être une source très fréquente de maladies, et, en même temps, de recevoir facilement le contre-coup de la plupart des genres de souffrance des organes. Aussi dans les auteurs des siècles derniers, est-il sans cesse question de ses affections primitives et secondaires. C'était alors le règne trop exclusif de l'humorisme; mais le solidisme pur vint alors à tort le remplacer, et même le faire oublier. On se hâta d'effacer ces affections du cadre nosologique. A notre époque, on sent le besoin de les étudier de nouveau, et de les grouper, comme autrefois, près de celles qui gisent positivement dans les solides. Cependant, il faut l'avouer, ce classement, si on veut l'opérer rigoureusement, est pour ainsi dire impossible; il y a, entre les groupes des dérangemens d'humeurs et les groupes des dérangemens de tissus, une union qu'on ne peut rompre que pour l'étude. La maladie résulte de l'ensemble de ces groupes. Quoique cette proposition constitue une vérité incontestable, on n'a néanmoins bien exploré jusqu'ici que les altérations des tissus; celles des fluides sont seulement soupçonnées. C'est que l'anatomie pathologique peut, avec les moyens de la physique organique, suivre le nouveau mode de structure établi dans les tissus devenus anormaux, tandis qu'elle n'a pu employer dans le même but la chimie organique pour étudier les humeurs

altérées. Cette dernière science a été jusqu'ici dans l'impossibilité de rendre compte de l'état sain, comment aurait-elle obtenu des résultats utiles sur l'état de maladie? Depuis quinze ans on a, à la vérité, publié des faits relatifs à ces humeurs altérées, propres à fortifier les simples inductions fournies par des raisonnemens fondés sur la seule observation de tous les temps, mais ils ne sont que des preuves qu'il est nécessaire de s'attacher à leur investigation.

Ainsi M. Ségalas (1) a injecté dans les vaisseaux veineux de plusieurs chiens de l'alcool pur et de l'extrait alcoolique de noix vomique. Il a pu en déduire : 1° que l'ivresse alcoolique se lie à la présence de l'alcool dans le sang, que les phénomènes qui l'accompagnent sont dus à l'action anormale que le sang ainsi modifié exerce sur les organes, particulièrement sur le système nerveux, et que ces phénomènes sont le produit du sang altéré, les symptômes conséquemment d'une maladie de cette humeur; 2° que le tétanos occasionné par l'action de la noix vomique, a pour condition première de son développement la présence du poison dans le sang, et que les phénomènes qui l'accompagnent, dus à l'action normale de ce fluide sur le système nerveux, sont les indices que ce même fluide est altéré, conséquemment encore les symptômes d'une maladie qui y siège.

On doit à M. Leuret (2) une série de recherches du

(1) *Archiv. gén. de méd.* 1826, t. 12. Le sang peut-il être le siège de maladies? Mémoire lu à l'Académie de médecine.

(2) *Archiv. gén. de med.*, t. 11.

même genre, faites sur des chevaux. Il a remarqué que du sang, des morceaux du cœur ou du poumon, pris à un cheval charbonneux, transmettent par insertion ou par injection, selon leur état fluide ou solide, et cela constamment, un charbon identique à celui qui affecte l'animal; tandis que les mêmes parties prises à un cheval sain, introduites dans l'organisation, n'y déterminent aucun accident. Il en a conclu que le sang est malade chez les chevaux atteints de charbon.

Du pus d'un kyste scrofuleux et de l'eau de macération d'un muscle, ayant été injectés dans les veines de plusieurs chevaux par MM. Trousseau et Dupuy (1), le pus a déterminé une maladie externe, une inflammation particulière du tissu cellulaire sous-cutané, analogue à celle des tumeurs charbonneuses, et accompagnée de peu d'accidens nerveux. Des symptômes nerveux, au contraire, se sont spécialement manifestés sous l'influence de l'eau putride, avec une lésion abdominale précédant une lésion mortelle des poumons. Ces symptômes avaient de l'analogie avec ceux de la fièvre typhoïde. M. Gaspard a expérimenté les mêmes essais et obtenu des résultats analogues (2).

Je pourrais encore citer d'autres travaux de ce genre qui ont permis de tirer des conclusions de même nature. Ainsi, M. Dupuy (3) a injecté de la matière cérébrale dans la jugulaire d'un cheval qui a bientôt suc-

(1) *Archives générales de méd.*, t. 11.
(2) *Journal de Physiologie expérimentale*, 1822 et 1824.
(3) *Journal de Chimie médicale*, t. 10, 1834, p. 379.

combé. Son sang était noir et charbonné, ses organes ramollis, son tissu cellulaire couleur lie de vin et ses poumons engorgés. On a trouvé dans le sang, en bien des cas, l'iodhydrate de potasse, l'azotate de potasse, etc., introduits dans le corps, soit par la muqueuse gastrique ou pulmonaire, soit par la peau ou par les veines (1).

Ces faits, s'ils existaient seuls pour démontrer que le sang peut s'altérer pendant la vie, seraient peu probans, quand ils auraient été discutés et appréciés à leur juste valeur; car on pourrait leur objecter que la plupart des substances employées pour les déterminer ont réagi directement sur les organes sans altérer d'abord positivement le sang, ce fluide n'ayant servi que de véhicule à la substance toxique. Heureusement on possède des faits du même ordre puisés dans la nature, et obtenus sans le concours de l'art, qui mettent non seulement hors de doute que le sang est susceptible de recevoir dans sa masse des matières étrangères incompatibles avec la santé, et de leur servir de moyen de transport, mais encore qu'il peut éprouver des changemens dans sa composition indépendans d'une intoxication, changemens assez notables pour constituer des altérations morbides, suivies d'effets qu'on doit nommer leurs symptômes. Cependant ces faits eux-mêmes ont besoin d'être discutés avant d'être considérés, tous, comme appuyant la probabilité qu'il y a des maladies du sang.

Ainsi MM. Breschet et Andral ont vu des acéphalocystes dans les veines. Ces vers sont-ils nés dans le sang,

(1) *Archives générales de médecine*, t. 2, 1823.

ou se sont-ils détachés de quelque tissu qui les enveloppait, pour pénétrer ensuite dans les vaisseaux?

On a signalé depuis long-temps des concrétions osseuses libres dans ce fluide. Elles proviennent sans doute des plaques calcaires qui revêtent quelquefois les vaisseaux, surtout pendant la vieillesse, plutôt que d'un dépôt direct des sels terreux du sang au milieu de sa masse elle-même.

De la fibrine s'amasse en quelques circonstances, soit dans les veines, soit dans le cœur. On ignore les causes qui l'y concrètent. M. Lassaigne a étudié ce genre de concrétion (1). Est-ce bien là un exemple de maladie du sang?

Du pus a été vu dans plusieurs veines à la fois. Ou il provenait d'une résorption, ce qui n'est pas probable, ou il résultait d'une phlébite, ce qui est plus admissible (2). On en a trouvé au milieu de caillots fibrineux (3). Dans ces cas, probablement, il avait la même origine que celui qui remplit quelquefois un vaisseau en entier; mais s'étant présenté en petite proportion, et ayant déterminé la coagulation d'une certaine quantité de sang, il s'est ainsi incarcéré. Ce serait vraiment abuser de la facilité de créer des explications pour tous les faits extraordinaires, que d'y voir le résultat de la suppuration de ce sang. Le pus, comme tout produit sécrétoire, provient bien d'un sang modifié, mais il faut toujours que cette dernière humeur passe alors à travers une trame enflam-

(1) *Journal de Chimie médicale*, 1827, t. 3.

(2) *Archives générales de médecine*, t. 13.

(3) Séance de l'Académie royale de Médecine, 25 janvier 1825.

mée pour se convertir en pus. Si l'on voulait considérer le pus rencontré dans le sang comme l'une de ses altérations, il faudrait conséquemment ranger parmi ses maladies toutes celles qui consistent en sécrétions dénaturées provenant de sa substance, comme les tubercules, par exemple, qui paraissent n'être que de l'albumine coagulée accidentellement. Les tubercules peuvent bien être liés avec un état de cette humeur plus ou moins éloigné de l'état sain; mais ils ne constituent nullement une altération de la même humeur : on ne doit nommer ainsi que tout désordre observable dans sa masse, qui peut imprimer une modification fonctionnelle dans l'économie.

J'appliquerai cette discussion à la matière encéphaloïde que M. Velpeau a rencontrée dans un caillot sanguin (1). Ou cette matière appartenait à un foyer voisin du vaisseau qui la contenait, et qui en a projeté une partie dans son intérieur par quelques communications inaperçues, ou bien elle n'était qu'une concrétion fibrineuse altérée, car l'encéphaloïde n'est que de l'albumine condensée unie à des corps gras. M. Breschet et Béclard ont vu aussi des cas d'encéphaloïde au milieu d'un caillot sanguin.

M. Breschet a cité une mélanose dans la masse du sang. M. Rigot, chef des travaux anatomiques d'Alfort, en a signalé une aussi depuis, en 1826. Or les recherches de MM. Lassaigne et Barruel prouvent que cette substance ne présente jamais de traces d'organisation, qu'elle ne paraît être qu'une sorte de concrétion insolite,

(1) *Archives générales de médecine*, t. 6, 1824.

ayant certainement pour origine le sang, car elle renferme tous les élémens qui constituent le caillot : on conçoit conséquemment qu'elle ne doit être qu'une dégénération chimique accidentelle et locale d'un peu de sang coagulé sans doute par une cause mécanique, et sans avoir pour cela nécessité le concours d'une maladie de cette humeur. Elle est bien du sang altéré, mais d'une importance secondaire.

Quant au sang des ictériques, il est, à la vue seule, dans des conditions essentiellement particulières; on ne peut méconnaître qu'il ne soit réellement altéré. Celui des cholériques aussi ne laisse pas douter qu'il n'y soit survenu une modification qui a détruit son état sain. La couenne dite inflammatoire du sang ne saurait être regardée encore que comme l'indice d'un trouble profond survenu dans sa composition, etc.

Mais ai-je besoin d'énumérer ici tous les faits expérimentaux ou d'observation simple, qui peuvent prouver que le sang est susceptible de s'altérer pendant qu'il circule, et de constituer une véritable maladie, pour justifier la tentative que j'ose faire en essayant d'en entreprendre l'étude?

Je dois plutôt fixer le sens que j'entends donner au mot maladie du sang et à la qualité du sang altéré, puis dire en quoi elles consistent en général. Le sang, avons-nous vu, ne se présente pas toujours le même dans l'homme en santé, soit à ses différens âges, soit dans des circonstances spéciales. Alors il est compatible avec l'exercice régulier des fonctions; il est en harmonie de réactions chimiques avec les appareils qui le confection-

nent, et avec les appareils qui l'élaborent ensuite dans un but d'utilité pour l'organisation ; il n'est pas altéré, il n'offre que des variétés que j'ai décrites. Que ses propriétés chimiques ou physiques se montrent après la saignée, ou dans le cadavre, avec d'autres caractères que ceux qu'il offre d'ordinaire; que sa composition soit modifiée de manière à réagir sensiblement sur les organes, en les troublant plus ou moins dans leurs fonctions pendant qu'il circule, on doit admettre qu'il est altéré ; sa composition modifiée doit être alors qualifiée d'altération ; il y a maladie du sang causée par cette altération. Ainsi tout changement survenu dans les proportions des substances constituantes du sérum et des globules, dans la quantité respective de ces deux parties spéciales au delà des bornes de l'état sain, la disparition d'une ou de plusieurs des substances constituantes elles-mêmes, l'addition des substances étrangères, telles sont les circonstances qu'on doit regarder comme caractérisant l'altération du sang.

Il est possible de déterminer, en théorie, un grand nombre de cas où le sang serait modifié de manière à être incompatible avec la santé, et il est facile de voir que le moindre changement à sa composition normale doit produire bien vite l'état de maladie.

1° L'augmentation des globules ne peut avoir pour résultat qu'une sollicitation chimique trop vive des actions moléculaires générales, et, par suite, si elle devient considérable, des troubles variés, des inflammations, surtout à l'état aigu.

2° L'augmentation du sérum, au contraire, atténuera

les effets des globules, fournira beaucoup de liquides tant aux sécrétions qui, faute d'excitation suffisante, les élaboreront mal, qu'aux organes qui se les assimileront difficilement; il se fera aisément des dépôts, des engorgemens indolens, etc.

3° Une diminution de l'eau du sérum le rendra visqueux, gênera son mouvement propre pendant la circulation et le mouvement de transport qu'il communique alors aux globules; il perdra la faculté de pénétrer dans les plus petits vaisseaux. Cette diminution affaiblira peut-être aussi l'union si peu stable des autres principes immédiats.

4° Si le sérum est pourvu d'une quantité d'eau plus grande que celle qu'il a à l'état sain, l'union de ses principes immédiats, de ses matières grasses surtout, sera compromise; plusieurs auront de la tendance à se précipiter. Le sérum ne pouvant éprouver une augmentation de son eau qu'aux dépens de ses corps dissous, c'est à dire que par leur diminution proportionnelle, la masse du sang se trouvera appauvrie : l'économie ne pourra qu'en souffrir, qu'être débilitée.

5° S'il renferme moins d'albumine qu'à l'état normal, le sang constituera un liquide trop alcalin, trop salé, qui attaquera le noyau central des globules formés, et s'opposera à la précipitation de l'albumine solide nécessaire à la formation de nouveaux globules; en outre, ce liquide réagira douloureusement sur les organes par son excès salin avant de parvenir à s'en débarrasser.

6° Il ne peut admettre une plus grande quantité d'albumine qu'il n'en contient, puisque ses sels en sont

déjà sursaturés ; une augmentation accidentelle de cette substance y demeurant insoluble et flottante, occasionnera des troubles dans l'économie. Si, avec l'augmentation de l'albumine, il se fait une augmentation de sels, la dissolution sera sans doute complète, mais le liquide deviendra tellement visqueux que la circulation n'aura lieu qu'imparfaitement.

7° Qu'on suppose dissipé l'alcali qui est uni à l'albumine et qui concourt à la liquéfier, une portion de cette substance tendra à se solidifier, ou du moins le sang sera moins coulant, il deviendra comme glaireux.

8° Privé de sels, même d'une petite quantité de leur ensemble, le sang tendra à se coaguler immédiatement, en tout ou en partie, par la solidification instantanée d'une plus ou moins grande portion de son albumine liquide.

9° Qu'on suppose les bases de ses sels tout à coup diminuées de quantité, et, conséquemment, qu'il y ait des acides mis à nu dans le sang, la constitution de ce fluide ne pourra se soutenir un seul instant ; il se précipitera une portion de son albumine unie à des acides, et il restera de ces acides libres dans le fluide lui-même.

10° Il en sera de même d'une diminution de quantité survenue dans les acides de ses sels ; seulement alors l'albumine solidifiée sera unie à des alcalis, et il restera de ces alcalis libres dans le sang liquide.

11° Il est impossible de prévoir ce que le sang éprouvera et fera éprouver à l'économie par la privation de ses matières grasses neutres ; il est probable que le sys-

tème nerveux sera le premier frappé de cette suppression. Mais il est certain qu'une plus forte quantité de ces matières ne pourra lui être unie sans l'altérer ; elles y resteront suspendues en émulsion.

12° Les matières colorantes jaune et bleue du sérum, augmentées de quantité, nuanceront la peau et les fluides sécrétés plus fortement en jaune verdâtre qu'elles ne le font dans l'état naturel, et leur suppression les laissera pâles et décolorés au contraire.

13° Enfin l'augmentation des sels aura un effet des plus désastreux, elle rendra impossible la formation des globules, elle tendra à les dissoudre, etc.

Ces prévisions, tirées des inductions physiologico-pathologiques que les recherches chimiques sur le sang peuvent fournir, portent nécessairement une entière conviction dans l'esprit, du moins elles font présumer que l'analyse chimique comparative doit être un moyen d'arriver à des résultats propres à approfondir les altérations de cette humeur et les maladies qui en dépendent. C'est aussi le moyen que j'ai employé pour obtenir les données que je vais exposer.

Mais le sang peut être malade de bien des manières différentes. Il ne sera guère possible à notre époque que de saisir les cas principaux, ceux où sa composition est tellement changée, que nos méthodes d'analyse, malgré leur imperfection, la signaleront aisément. Il en est sans doute beaucoup d'autres dont nous ne pourrons pas déterminer aujourd'hui la modification, et même qui ne nous apparaissent par aucun caractère sensible, mais qui seront aperçus et étudiés plus tard quand

leurs signes trouveront des yeux plus clairvoyans que les nôtres, et quand l'analyse aura fait d'utiles progrès. Ainsi, il n'est point probable que le sang reste sain dans ces affections générales connues sous les noms d'herpétiques, scrofuleuses, cancéreuses, etc.; il est conséquemment présumable que la science parviendra un jour à découvrir en quoi il peut alors être lésé.

Ce n'est pas tout encore que de caractériser une altération, il faut chercher en outre comment elle réagit sur l'organisme, ou quelle est la série des effets qui, partant d'elle-même, constituent la maladie plus ou moins étendue qu'on peut lui attribuer. Dès que la composition du sang est modifiée, ses réactions le sont nécessairement aussi. Les divers organes, les humeurs, dont l'activité chimique est en rapport avec celle de ce fluide, en ressentent l'influence de proche en proche, toute l'économie s'en émeut; c'est l'ensemble phénoménal qui en résulte qu'il faut étudier également.

Ce qui, à mes yeux, rend la physiologie pathologico-chimique du sang digne d'intéresser les médecins, c'est la liaison que ses maladies peu prononcées, mais d'une très longue durée, doivent avoir certainement sur l'organisme : les effets n'en peuvent d'abord paraître qu'à peine; à la longue ils se dessinent nécessairement tant dans les organes que dans les humeurs. Il ne peut en être autrement. Les fluides émanés d'un sang altéré le moins qu'on puisse imaginer doivent participer à sa constitution; leur composition est subordonnée à la sienne, ils ressentiront peu à peu sa lésion et la partageront. Les tissus eux-mêmes qui entretiennent des

relations si étroites avec lui, dépendant de sa composition, éprouveront également les conséquences de son dérangement. Ce dernier, pour être léger, n'en sera pas moins suivi de phénomènes très développés après un long temps. En analysant ainsi les affections chroniques des solides et des liquides entretenues, comme on le dit, par une diathèse, par une cause spéciale générale, ne pourra-t-on pas remonter à leur origine secrète? C'est à la science et à l'avenir de féconder ces données théoriques qui, plus tard, je l'espère, deviendront des vérités pratiques. Il n'y a pas d'effets sans causes, il n'y a en physiologie et en pathologie que des effets et des causes physiques et chimiques: toutes les affections qui attaquent les organes dans leur intimité, se manifestent par des effets chimiques, elles ont donc des causes de même nature; elles doivent siéger, d'une part, dans les ensembles organiques ou appareils chimiques vivans qui agissent sur le sang, et, d'autre part, dans ce fluide lui-même qui leur est soumis. Livrons-nous à leur recherche, et nous ferons jaillir sur elles une lumière inattendue.

1° *De la composition du sang malade pendant la vie.*

Je me suis borné à l'examen de quelques espèces seulement du sang malade, que j'ai eu l'occasion de soumettre à l'analyse avec exactitude. Aussi je ne vais exposer la composition que du sang couenneux, du sang lie de vin, du sang incoagulable, du sang épais, du sang aqueux, du sang des ictériques, du sang à sérum incolore, du sang blanc et du sang des cholériques.

Composition particulière du sang couenneux.

Dans tous les temps, la formation de ce qu'on a appelé la couenne du sang a été expliquée de beaucoup de manières. On a publié sur elle une foule d'écrits. Il se passe même peu d'années sans qu'il paraisse un travail qui la concerne. En dernier lieu M. Montaut (1) a fait encore sur elle quelques expériences et a résumé les recherches de ses devanciers. Mais autant d'explorateurs, autant d'opinions. Un tel état d'incertitude sur un sujet qui pique vivement la curiosité, l'importance qu'on paraît attacher à la modification qu'éprouve alors le sang, et les inductions pathologiques et thérapeutiques qu'on a voulu en tirer, m'ont fait porter mon attention sur l'état couenneux avant tout autre état morbide. J'ai, dans cette vue, fait vingt-deux analyses comparatives sur du sang à cet état, mais altéré à divers degrés. Toutes ont donné les mêmes résultats, variant seulement selon les degrés de l'altération. Je n'en citerai qu'une seule, parce qu'elle a été opérée sur du sang très propre, par l'épaisse couenne dont il s'est recouvert, à montrer la composition qu'offre alors cette humeur.

Un jeune homme de vingt-quatre ans, dragon du 2me régiment, fut atteint en 1836 d'une affection rhumatismale articulaire aiguë, avec mouvement fébrile considérable, visage coloré, inappétence, soif. On le transporta de la caserne à l'hôpital de Commercy où je lui ai donné mes soins. Presque toutes les grandes arti-

(1) *Journal hebdomadaire de médecine*, 1836, t. 1, p. 138.

culations étaient douloureuses et tuméfiées. La poitrine se trouvait exempte d'inflammation. La salive et les urines étaient acides. La sueur avait une odeur vive qui dénotait aussi une acidité prononcée. Je fis pratiquer une forte saignée dont je reçus le produit dans les vases exigés par ma méthode d'analyse. J'en recueillis aussi en même temps une petite quantité dans une capsule large, afin de comparer la couenne que je prévoyais devoir se former, et de juger son épaisseur dans un vase étroit et dans un vase à vaste surface. Je laissai ensuite couler le sang jusqu'à syncope. Alors le jet d'abord plein, vif, se ralentit, et l'humeur ne tomba plus qu'en bavant. Je pris encore à part cette humeur, qui ne put s'échapper dès ce moment qu'avec la plus grande difficulté, et qu'en la sollicitant par des pressions réitérées sur les muscles de l'avant-bras.

La température du sang, telle qu'elle se manifesta dans le vase numéro 5, fut de + 39° cent. Avant la fin de l'opération, il s'éleva sur l'humeur un liquide incolore, transparent, qui peu à peu s'accrut, et se solidifia enfin, mais après que les parties profondes se furent déjà prises; il resta même un certain temps avant d'être ferme, puis il se retira sur lui-même et constitua une couenne. Un homme sain saigné en même temps fournit un sang dont la coagulation s'acheva à peu près aussitôt qu'elle se terminait dans le sang couenneux, et sur lequel aucun liquide ne parut; mais dans le cas de cette dernière saignée, dès que le sang fut arrivé dans le vase qui le reçut, il perdit la translucidité qu'on lui reconnaît quand on a examiné attentivement le jet qui part

de la veine. Il se troubla dès lors manifestement; il contracta une consistance qui s'accrut progressivement, il devint sirupeux; puis le liquide épaissi se concréta d'abord au fond, sur les côtés et à la surface de sa masse. Il se fit, dans ce cas, ce qu'on observe dans une graisse liquéfiée au feu, et ensuite abandonnée à elle-même à la température ambiante. Dans le sang du jeune homme atteint de rhumatisme articulaire, les choses ne se passèrent pas ainsi. Reçu dans le vase, il n'y offrit plus sans doute la translucidité qu'il devait avoir dans le corps pendant qu'il circulait, mais elle y parut cependant peu diminuée. Il ne se troubla pas immédiatement, ne rougit même pas à sa surface, comme cela a lieu d'ordinaire; il resta quelque temps complètement liquide. Les doigts qui en étaient mouillés étant frottés l'un contre l'autre donnaient une sensation plus aride, si l'on peut ainsi dire, qu'on ne l'éprouve de la part du sang sain. Sa consistance n'alla pas en augmentant graduellement dès sa réception dans le vase; et, quand la coagulation, qui est le dernier terme de l'augmentation de cette consistance, eut lieu, elle se fit avec assez de promptitude, puisqu'elle s'acheva en même temps que celle du sang sain.

La couenne qui recouvrit le sang du rhumatisant que j'avais saigné, faisait le tiers de la hauteur de cette humeur dans les vases étroits, avant la séparation du sérum; elle ne formait qu'une couche mince sur le sang recueilli dans la capsule à large surface. Quant à celle développée sur celui réuni pendant la syncope, on n'en remarquait pas du tout; mais on voyait, dans toute la masse, des

granulations blanchâtres, et le caillot était ferme plus qu'il ne doit l'être. Cependant ce sang, celui de la capsule et celui des vases, fournirent relativement à leur quantité respective, une même proportion de fibrine. Ainsi, la couenne ne paraissait épaisse dans les vases étroits, et mince dans la capsule, que parce que la capsule avait une surface dix fois plus grande que celle de chacun des vases. Alors, en supposant dans la capsule et dans les vases une même quantité de sang en poids, l'épaisseur de la couenne devait être dix fois moindre dans la première que dans les derniers. Pour le sang non couenneux obtenu pendant la syncope, ses granulations blanchâtres représentaient la couenne qui n'avait pu se former à sa surface, à cause de la lenteur du jet sanguin dont les dernières parties sont tombées seulement quand les premières étaient déjà coagulées. Si l'on agite le sang qui doit prendre la forme couenneuse pendant la saignée, et qu'on cesse l'agitation au moment où la coagulation va se faire, on obtient les mêmes granulations. Le sang reçu au commencement de la saignée ne fut ni plus ni moins couenneux que celui qui coula en dernier lieu. La forme des vases, la syncope et l'époque de la saignée n'influent donc pas sur l'apparition ou sur l'épaisseur de la couenne.

Le liquide qui s'élève avant la coagulation, et dont la concrétion doit former la portion couenneuse du sang, ayant été puisé avec un verre de montre, s'y coagula bientôt, comme s'il fût resté sur cette humeur. En l'examinant à contre-jour dans le verre, avant la solidification de sa fibrine, je n'y vis qu'un liquide un peu

jaunâtre parfaitement transparent, sans indice de globules ni de stries; mais bientôt il se troubla par la formation d'une infinité de globules; puis des stries apparurent, et enfin il devint opaque.

Le sang étudié pesait spécifiquement 1.051°. Le poids absolu de la fibrine de son sérum était de 13 sur 1000 à peu près de ce fluide. La pesanteur spécifique du même sérum privé de fibrine s'est montrée de 1.025°. Alors 1051 part. de ce sang étant desséchées, donnèrent, comme cela a lieu pour l'état sain, 187 part. sèches; ce qui indique 864 part. d'eau. On peut ainsi rapporter l'humeur altérée à la variété saine dont la densité est de 1.051°. Il est facile de voir qu'il s'était déposé, afin de former la couenne, la quantité de fibrine dont la dissolution eût été nécessaire pour élever la pesanteur spécifique du sérum, plus faible que d'ordinaire, à 1.028 $\frac{4}{107}$, ainsi que cela existe dans l'état sain; quantité suffisante également pour que ce sérum fût composé d'eau 900, sérum sec 100, comme dans le sang normal. D'où il faut conclure que telle était sa composition lorsqu'il circulait, et qu'au lieu de ne déposer sur 1000 qu'environ 2 $\frac{1}{2}$ ou 2 $\frac{2}{3}$ de fibrine, il en avait abandonné 13 environ par l'effet d'une circonstance inconnue, laquelle avait en même temps retardé sa coagulation.

L'examen du caillot n'y fit rien remarquer de particulier, outre cette quantité exubérante de fibrine qui lui était superposée. Sa fermeté était de moins en moins grande de haut en bas; sa partie qui touchait au fond du vase était presque diffluente; effets dus à ce que les globules s'étant précipités en grand nombre, avaient fait

refluer au dessus d'eux la plus grande partie du sérum chargé de fibrine coagulable.

Pour le sérum, il offrit des propriétés différentes de celles du sérum ordinaire. Etant chauffé, il se prit en gelée, au lieu de se coaguler franchement en une masse blanchâtre, tremblante, fragile et consistante. Bouilli ensuite dans le double de son poids d'eau, il s'y est dissous partiellement. La partie demeurée insoluble ressembla à de l'albumine ordinaire coagulée, tandis que la partie qui se fondit dans l'eau donna à ce liquide la propriété de verdir très fortement le sirop de violettes, et de ramener promptement au bleu le papier de tournesol rougi par un acide. Ayant neutralisé l'alcali indiqué par ces réactifs, au moyen de l'acide acétique, il se fit un trouble manifeste, et le liquide donna de l'albumine qui se coagula par la chaleur. L'apparence gélatineuse ne provenait donc que de l'union d'une assez forte quantité d'alcali avec de l'albumine, aussi le liquide évaporé jusqu'à pellicule, et mis à refroidir, se prit en masse tremblante comme de la gelée de groseilles. Pour m'en convaincre, j'ajoutai de la soude à du sérum ordinaire, et je le soumis aux mêmes expériences; j'obtins des résultats absolument semblables.

Mille parties de sérum d'un sang couenneux, jointes à la fibrine provenant de sa couenne, ou 987 part. de sérum et 13 part. de cette fibrine, en calculant, d'après les recherches que j'ai exposées ci-dessus, les proportions respectives que ces substances avaient quand le sang circulait, furent analysées; elles donnèrent comparativement à du sérum sain:

	Sérum sain.			Sérum couenneux.	
Eau		900.000			900.000
Albumine à l'état de fibrine	2.066	80 000		13.000	80.900
Albumine liquide	77.034			67.000	
Corps gras neutres, Matières colorantes		10.000			10.100
Acides gras	2.500			2.500	
Soude	1.000			2.000	
Sels alcalins fixes au feu, 7.000 — Sulfate de potasse	0.800		Sels alcalins fixes au feu, 6.000	0.800	9.000
Sels alcalins fixes au feu, 7.000 — Sulfate de soude	0.800	10.000		0.800	
Sels alcalins fixes au feu, 7.000 — Phosphate de soude	0.400			0.400	
Sels alcalins fixes au feu, 7.000 — Chlorure de sodium	4.000			2.000	
Phosphate de chaux	0.300			0.300	
Chaux, Magnésie	0.200			0.200	

On peut réduire le résultat qu'on remarque dans l'analyse du sang couenneux, à moins de chlorure de sodium et à plus de soude, ce qui doit exprimer une perte de 1 millième de chlore environ, facile à signaler dans ce dernier sang.

Pour vérifier cette analyse comparative dans ce qu'elle a de différentiel, il n'est pas besoin de recourir à des procédés rigoureux et d'une longue exécution. Il suffit de brûler, d'une part, 1000.000 de sérum sain, sans fibrine, et, d'autre part, 1000.000 de sérum provenant d'un sang couenneux à un haut degré, sans sa fibrine également, et de lessiver les cendres obtenues. Le premier donnera un poids approchant de 7,000 de sels alcalins solubles dans l'eau, tandis que le second en fournira constamment beaucoup moins de 6 à 6,500. Dans les sels du sérum sain, la soude fournira à peu près le septième de leur totalité; elle en sera le quart ou le tiers

environ s'ils proviennent du sérum d'un sang très couenneux. Le chlorure de sodium aura diminué à proportion de l'augmentation de la soude. Pour mieux dire, du chlore s'étant dissipé dans le sang sain devenant couenneux, il en sera résulté un accroissement de soude et un décroissement proportionnel de chlorure de sodium, d'où la perte de l'analyse.

J'ai dit, dans mes premières recherches sur le sang, que la fibrine n'était pas plus abondante dans cette humeur couenneuse que dans celle qui est saine; c'est une erreur, comme nous venons de le voir. Mais je n'avais examiné que du sang légèrement recouvert de fibrine; en ce cas, la différence est très faible et peut rester inaperçue.

Je remarquerai qu'il est facile d'empêcher le sang de prendre l'aspect couenneux, en ajoutant à ce liquide, aussitôt qu'il est extrait de la veine, une certaine quantité d'une solution d'un sel neutre; aussi est-il présumable que si l'on pouvait supprimer une partie du sel neutre du sang sain, dans le vase où on le reçoit, et lui ajouter en même temps de l'alcali, on rendrait à volonté cette humeur couenneuse. Cette expérience est inexécutable; la théorie conduit seule à annoncer son résultat.

Composition particulière du sang lie de vin.

Le sang se présente quelquefois à la saignée avec un aspect singulier, qu'on a eu surtout l'occasion d'observer après la mort des sujets, car il est probable que le cas est constamment et promptement mortel.

Il a alors la couleur, la consistance, l'apparence grumeleuse de la lie de vin, ou du chocolat au lait plus ou moins foncé. La plupart des organes se trouvent teints de la même nuance, par la transsudation de ce sang ainsi altéré; ils offrent des collections plus ou moins nombreuses de cette humeur, des ecchymoses, effets d'hémorrhagies à divers degrés. Les chairs sont ramollies; elles passent assez rapidement à la putréfaction, à la décomposition ammoniacale.

M. Velpeau me paraît avoir, le premier, publié avec soin un cas circonstancié de ce genre d'altération qu'il a observé en 1825 (1). Celui qui l'avait offert était un individu fort et bien constitué. Il s'était souvent livré à des excès vénériens sans avoir eu d'affections syphilitiques. Il suait habituellement beaucoup. A cinquante-sept ans, il fit une chute sur le flanc droit. Sa santé ne se rétablit qu'au bout de soixante jours. Jusqu'à soixante ans, il se porta bien; mais dès lors le ventre grossit et la santé se détériora. Un jour, tout à coup la figure devint bleuâtre, les membres s'engourdirent; il se déclara une céphalalgie accompagnée de surdité; le malade conserva cependant sa connaissance (vingt sangsues); soulagement. Pouls lent, petit, irrégulier; face livide; tête pesante; faiblesse (trente sangsues). Délire. Mort quelques jours après le développement des accidens qui ont nécessité les applications de sangsues.

A l'ouverture du corps toutes les membranes internes des trois cavités parurent très colorées; les viscères étaient

(1) *Archives générales de médecine*, t. 7, p. 462.

teints aussi, mais nullement altérés: phénomènes dus à ce que leurs vaisseaux étaient gorgés d'un sang épais, couleur rouge lie de vin; la même matière remplissait la veine-cave, l'aorte, les oreillettes et le cœur. Le sang n'était point coagulé; il n'était pas fluide non plus. Sa consistance était celle de la bouillie, un peu plus grande que celle du pus bien lié; il offrait une couleur roux noirâtre, comme celle de la matière des abcès formés dans le foie. Nulle part le sang ne présentait son caractère habituel. Son altération se trouvait portée assez loin pour qu'on pût se demander si ce n'était pas de la matière purulente qui remplissait les vaisseaux plutôt que du sang.

Moi-même j'ai eu l'occasion, en 1833, de rencontrer un sujet ayant le sang dans les mêmes conditions. Je vais donner l'extrait d'une notice que j'ai publiée alors, et dans laquelle j'ai inséré l'observation de ce cas (1).

Un homme meurt subitement à Commercy, après avoir fait une course rapide d'un quart de lieue. Je recueille aussitôt les circonstances qui ont précédé la mort; j'apprends qu'il ne souffrait que d'un tænia depuis trois ans, et qu'il en éprouvait une irritation abdominale exaspérée pas des excès fréquens de boissons spiritueuses. La veille de son décès, il va à une demi-lieue de Vignot, village où il réside, il mange abondamment et s'enivre, mais légèrement. Il revient coucher chez lui fort tard. A son lever il refuse de prendre

(1) *Journal hebdomadaire des sciences médicales*, 1834, sous le titre de *Réflexions sur les altérations du sang.*

des alimens, il se plaint de l'estomac. Mais il faut qu'il se rende promptement à la ville; il est en retard; il part enfin, et se livre à une course rapide. A son arrivée, il dit n'avoir rien pris depuis la veille; il ajoute qu'il a eu pendant sa course des étourdissemens fréquens, de l'oppression, une vive douleur à l'estomac, qu'il a été forcé de s'appuyer plusieurs fois contre des arbres..... il meurt en proférant ces mots. Il allait dire sans doute qu'il avait vomi. L'autopsie ne m'a offert aucun organe essentiellement lésé de manière à avoir pu occasionner une mort subite. Un tænia occupait les intestins; ceux-ci portaient les traces d'une irritation chronique; ils présentaient deux invaginations récentes, faciles à détruire. Le sang seul était modifié dans son aspect. L'estomac et les intestins en contenaient qui s'y était introduit par hémorrhagie. Je vais citer textuellement l'observation.

« Ce sang était dépourvu de caillot, il avait une couleur brun-rouge; il ressemblait à du chocolat au lait ou à certaines lies de vin claires, et offrait une consistance demi-fluide, ainsi qu'une odeur fade. Il verdit le sirop de violettes, et ramena au bleu le papier de tournesol rougi par un acide. Etendu d'eau et passé à travers un linge à mailles convenables, il ne s'en sépara pas de fibrine; laissé ensuite en repos, une partie se déposa lentement et une partie resta en suspension, donna un liquide trouble, sale, rouge vineux clair; ce liquide filtré devint limpide, transparent, et conserva sa couleur rouge très claire. Il resta sur le filtre une substance semblable à celle déposée, et à laquelle elle fut mêlée pour en faire l'examen. Elle était onctueuse, d'une odeur fade, un

peu granuleuse, surtout vue à la loupe; après le lavage, sa couleur parut moins foncée, elle devint peu à peu café au lait. Il fallut un temps très long pour en séparer le liquide et lui donner toute la consistance qu'elle pouvait prendre, bien qu'elle eût été placée sur un filtre convenablement disposé. Cette substance ressemblait complètement à la combinaison d'hématosine et d'albumine que j'ai signalée dans mes recherches sur le sang, et qui s'obtient en chauffant de l'albumine et de l'hématosine dissoutes, à parties égales, dans beaucoup d'eau. Soumise aux mêmes expériences, elle se comporta exactement de la même manière. Quant au liquide du lavage bien filtré, le sous-acétate de plomb y produisit un précipité d'albuminate de plomb sans décolorer le liquide; du solutum de sulfate de soude enleva à ce dernier le plomb qu'il retenait, et la chaleur en précipita de l'hématosine. Cent parties de ce sang altéré donnèrent 78 d'eau et 22 de substances solides. Celles-ci brûlées et lessivées plusieurs fois fournirent un centième de sels alcalins et de soude. Enfin, calcinées, elles laissèrent 3 millièmes de cendres calcaires et ferrugineuses. Une autre portion de ce sang étant desséchée et traitée par l'alcool à 40°, lui abandonna les graisses que renferme le sang sain. Cent parties encore de ce sang altéré traitées par l'eau, précipitées ensuite par l'acétate de plomb, puis décolorées par la chaleur pour en extraire l'hématosine, en donnèrent 6 centièmes; or je suppose que la transsudation cadavérique ait enlevé au sang des gros vaisseaux 4 centièmes de sérum, le sang examiné, au lieu de contenir

78 d'eau, a dû en contenir probablement 80 pendant la vie : mais quand le sang a 80 centièmes d'eau, il contient 12 centièmes d'hématosine à peu près. Donc, on peut croire qu'il était ainsi composé pendant la vie, et à l'état sain :

Eau.....	80,000
Fibrine	0,200
Albumine.....	7,000
Hématosine	12,000
Sels, etc.....	1,000

» Comme, aprés son altération, il ne restait plus que 6 cent. de matière colorante libre, c'était 6 cent. de cette matière qui, unis avec une partie de l'albumine provenant du sérum et avec la fibrine, formaient la substance onctueuse dont la présence spécifiait l'altération du sang et lui donnait ses caractères tranchés. Le sang altéré était donc ainsi composé :

Eau.....		80,000
Albumine libre.....		1,000
Hématosine libre		6,000
Albumine Hématosine	combinées à l'état solide	12,000
Sels, etc.....		1,000

» On sait qu'on ne peut obtenir ainsi que des à peu près, mais qui sont très voisins de la vérité ».

Depuis que j'ai fait les recherches dont je viens de rapporter les principales sur le sang lie de vin, mes études nouvelles sur le sang sain et altéré m'ont fourni

des renseignemens qui m'auraient été fort utiles pour rendre ces recherches plus rigoureuses. Il y a certainement dans les évaluations précédentes plusieurs erreurs, cependant qui influent peu sur les conséquences à tirer des résultats obtenus, si ce n'est une seule qui a été commise par l'emploi de la méthode dont je me suis servi pour extraire les sels. Ainsi j'ai lavé quatre à cinq fois successivement le charbon du sang, à différens degrés de sa carbonisation, j'ai évaporé le produit à siccité, puis pesé. Le poids obtenu a été pris pour celui des sels solubles dans l'eau. Mais ils n'ont point été préalablement chauffés au rouge pour en chasser toute l'humidité; mais la lixiviation répétée du charbon des substances animales renfermant un alcali fixe libre, et faite à divers degrés de leur carbonisation, entraîne, outre les sels naturels, des sels nouvellement formés. Les premiers lavages dans cette manière d'opérer se chargent de soude unie à une matière artificielle que je n'ai point examinée, et de carbonate d'ammoniaque mêlé d'une substance huileuse, ainsi que d'un peu d'albumine altérée; les derniers contiennent un peu de cyanure de soude. Le feu rouge et l'accès de l'air peuvent décomposer et dissiper ces matières étrangères. En négligeant d'y soumettre le produit salin, on en fait nécessairement une évaluation plus élevée qu'elle ne doit l'être. C'est cette circonstance qui n'a pas été observée dans l'estimation des sels du sang lie de vin que j'ai examiné autrefois.

Un an après avoir terminé cet examen, j'avais étudié et apprécié l'influence de la quantité des sels sur le sang. Alors je possédais encore 20 grammes du produit de la

dessiccation du sang lie de vin, qui avait été conservé bien sec dans un flacon bouché à l'émeri. Je l'ai carbonisé et incinéré, comme j'ai indiqué de le faire à l'article des sels du sang, et j'ai ainsi pu connaître positivement la quantité des sels solubles et insolubles que renfermait cette espèce de sang analysée un an auparavant, chercher en même temps à évaluer la quantité comparative de sa soude, et du chlorure de sodium qu'elle pouvait contenir.

En supposant, ce qui ne peut guère s'éloigner de la vérité, que les 20 grammes du sang desséché fussent composés de 10 grammes de sérum sec et de 10 grammes d'hématosine, il aurait fallu que les sels solubles s'y élevassent à 0 gram. 520, pour qu'ils eussent pu maintenir en solution toute l'albumine du sérum, ou à 0 gram. 445 de sels et à 0 gram. 075 de soude; or il m'a été démontré par une nouvelle analyse qu'ils ne formaient que :

gram. 0,450 en tout.
consistant en sels 0,150,
et en soude libre 0,300.

Il n'y avait aucune trace de chlorure de sodium, et les sels étaient formés de sulfates et de phosphates alcalins. La facilité avec laquelle on signale dans des sels solubles la présence d'un chlorure, ne peut rendre douteux ce résultat extraordinaire. J'ai soumis le produit salin à un examen trop rigoureux pour m'être trompé.

Ce résultat, que j'ai pris le plus grand soin à obtenir exempt d'erreurs, m'a fait vivement regretter d'avoir

publié mon observation avec une analyse incorrecte du sang altéré qui en faisait la base. Heureusement que j'ai pu réparer la précipitation que j'ai mise à faire entrer dans la science un fait matériellement inexact. Trop souvent de pareils faits doivent s'y glisser. C'est une preuve qu'aucun détail n'est à négliger tant dans la simple observation que dans les expériences, et que du moindre oubli peut résulter une induction préjudiciable aux conclusions des meilleurs travaux.

On a quelquefois remarqué que le sang des animaux forcés à la course se trouve dans les conditions physiques de l'altération que je viens d'étudier; qu'il se produit en même temps des hémorrhagies et des ecchymoses dans les organes; de même que les chairs se putréfient ensuite aisément après la mort. On n'a pas encore soumis à l'analyse ce sang, dont il sera maintenant intéressant de connaître la composition, pour juger si elle a de l'analogie avec celle qu'offre le sang lie de vin.

La fulguration déterminerait-elle aussi une semblable altération? On a presque constamment observé que les cadavres des individus foudroyés sont dans le même état que ceux des animaux forcés à la course. Il faudra encore faire en sorte d'analyser le sang extrait de ces cadavres, pour s'assurer de son état chimique réel.

Composition particulière du sang incoagulable.

Il y a dans le sang qui vient d'être examiné quelque chose dont l'aspect indique une coagulation; il est demi-fluide; les grumeaux qu'il contient le feront

toujours distinguer d'un sang incoagulable dont le caractère est de ne présenter aucune matière caillée dans son sein, pas même des molécules incohérentes annonçant un commencement de concrétion. Il ressemble à du liquide exsudé par du sang coagulé pressé dans un linge, et privé ainsi de sa fibrine. Comme ce dernier liquide, il a quelque chose de poisseux, et, abandonné au repos, comme lui aussi, il se divise après plusieurs jours en une partie brun-noirâtre très épaisse qui gagne le fond du vase, et en un sérum un peu coloré en rouge qui se place au dessus.

On a cité cette altération comme se présentant souvent dans le cours des fièvres de mauvais caractères, dans les fièvres graves nommées aujourd'hui typhoïdes. J'ai eu récemment l'occasion de donner mes soins à près de trois cents individus atteints de ces fièvres à divers degrés, pendant une épidémie qui a ravagé une commune près de Commercy. J'ai examiné et fait examiner, lorsque je n'étais pas sur les lieux, le sang de toutes les saignées qui ont pu être faites, et celui fourni par les hémorrhagies qui ont été communes chez un grand nombre de malades, je n'ai remarqué de sang vraiment incoagulable que dans un seul cas; le sujet dont la saignée le fournit était pris d'un délire tranquille, qui avait été précédé d'une surdité long-temps prolongée, et accompagné d'une prostration extrême, quant aux symptômes nerveux. Pour symptômes inflammatoires, on remarquait en lui un mouvement fébrile continu avec redoublement nocturne; langue noire, sèche; ventre tendu, ballonné, avec gargouillement à la pression; urines rares et rouges;

dévoiement fétide. Les urines, les sueurs, les mucosités de la bouche, la vapeur de l'expiration, les déjections alvines, répandaient une odeur ammoniacale particulière. Il était inconcevable qu'un tel état de putridité, qui annonce une décomposition générale déjà établie, fût compatible avec la vie; aussi cette vie était-elle chancelante, car elle tarda peu à s'éteindre; le jour suivant elle cessa. Le traitement avait été simplement antiphlogistique, sans l'usage de médicamens actifs.

Le sang partageait l'odeur des diverses excrétions. Il était totalement fluide, très épais cependant. Aucun filament fibrineux n'y flottait. Il ne prit point de teinte rouge à l'air; il en avait une particulière entre celle du sang veineux et celle du sang artériel.

Je le divisai en deux moitiés, le jour même où il avait été obtenu du malade, et je le soumis aussitôt à l'examen.

L'une brûlée me fournit une quantité de sels solubles dans l'eau, telle qu'en fournit le sang sain.

Je traitai l'autre d'abord dans une cornue, après l'avoir étendue d'eau, et à une douce chaleur au bain-marie. Le fluide qui s'écoula dans le récipient contenait de l'ammoniaque libre. La masse coagulée qui formait le résidu fut ensuite émiettée, bouillie dans de l'eau. Le liquide ne donnait pas de marques d'alcalinité. La soude y était donc saturée par un acide; car, malgré son union avec l'albumine, elle aurait réagi sur les réactifs colorés. Il renfermait des sulfates et des phosphates de soude et de potasse, du chlorure de sodium, de la soude unie à un acide combustible; en versant de l'acide sulfurique sur ces sels obtenus par la dessiccation

du liquide, il s'en dégageait des vapeurs très prononcées de vinaigre. On en peut conclure que la soude y était combinée soit à de l'acide acétique, soit à de l'acide lactique. Et au contraire, en y ajoutant de la solution concentrée de potasse chaude, il s'en exhalait une odeur d'ammoniaque bien déterminée.

Ce sang contenait donc, outre la quantité normale des sels solubles du sang, fixes au feu rouge, de l'ammoniaque, en partie libre et en partie saturée par un acide combustible; en outre de cet acide saturant la soude naturelle de l'humeur.

Le sang des scorbutiques passe encore pour se coaguler difficilement. Je n'ai point d'exemples à citer d'analyse du sang provenant d'un sujet atteint d'une maladie positivement scorbutique, à moins qu'on ne considère comme telle celle que je vais décrire, et qui se rapporte à l'affection tachetée de Warlop, au pourpre hémorrhagique. C'est pendant le cours de cette maladie que j'ai eu l'occasion d'étudier un sang incoagulable que portait l'individu qui en était attaqué.

Un enfant de quinze ans avait depuis peu des taches rougeâtres à la peau, et à la moindre contusion cet organe présentait une large ecchymose. Les gencives étaient gonflées, blafardes, saignantes, sans aucune exsudation couenneuse. La bouche offrait quelques ulcérations étroites et superficielles qui paraissaient dues à des excoriations, il s'en écoulait souvent du sang. La respiration était fétide. La salive donnait une réaction alcaline, et les urines, tantôt acides, tantôt alcalines, se trouvaient assez colorées. Le teint profondément altéré,

pâle; les chairs bouffies, molles; les forces tombées; la langueur de la digestion; des hémorrhagies stomacales et intestinales fréquentes; tous ces symptômes survenus en quinze jours de temps à peu près, et s'aggravant sensiblement, annonçaient une cacochymie générale. Une hémoptysie ne tarda pas à tuer le malade. J'ai recueilli le sang rendu alors. Il ne contenait ni ammoniaque, ni sels ammoniacaux, ni sels inorganiques. Ses seuls sels solubles naturels étaient en quantité trop forte. Sur 1040 parties de cette humeur, elle fournit :

Sels neutres fixes solubles...	7 p.
Soude.....	1 p.

Au lieu de :

Sels neutres fixes solubles...	6 p.
Soude.....	1 p.

Ce sang était assez analogue par son aspect à celui que m'a donné la saignée du sujet atteint de fièvre typhoïde; cependant il n'exhalait aucune odeur particulière, et sa surface rougissait à l'air à la manière du sang sain.

Composition particulière du sang épais.

On parle souvent du sang épais, et c'est celui des personnes pléthoriques qu'on désigne alors. On dit qu'il est moins aqueux que celui des individus d'une constitution normale. Dans tous les cas où j'ai pu examiner le sang épais, je me suis convaincu qu'en général il est riche en globules, mais que son sé-

rum n'est pas moins aqueux que dans l'état sain, et même que, chez beaucoup de sujets, sans être moins aqueux, il n'est pas même pour cela fort riche en globules. C'est que, dans la pléthore réelle, il y a altération du sang sous le rapport de sa quantité et de sa qualité; puis c'est que le degré de cette altération est relatif à la variété du sang que possédait le sujet bien portant, et à sa constitution individuelle. Ainsi, pour telle personne, un sang qui, sous le rapport de sa quantité et de sa qualité, sera l'état sain, deviendra avec la même composition l'état altéré de telle autre. Qu'on suppose que le sang d'un homme vigoureux, à poitrine large, bien nourri, chez lequel il n'y a cependant nul symptôme de pléthore, soit tout à coup introduit dans les vaisseaux d'une femme faible à poitrine délicate, il n'y aura plus d'harmonie entre ce fluide et les organes; sa masse sera trop grande et ses globules trop nombreux pour l'économie: de là des symptômes pléthoriques.

Quant à l'épithète d'épais qu'on peut donner à une altération du sang, elle ne peut donc signifier que son sérum est accidentellement délayé par moins d'eau que de coutume; elle prouve seulement que les globules y sont en si forte proportion qu'il en résulte un épaississement marqué dans l'humeur, qu'on nommerait mieux, alors, sang trop abondant et trop globulaire pour la constitution du sujet.

Composition particulière du sang aqueux.

Les personnes débilitées par une cause quelconque

qui agit depuis long-temps, par des saignées répétées, par une maladie chronique, par une affection ayant déterminé une hydropisie, etc.; les chlorotiques surtout ont en général un sang qui se coagule comme cela a lieu chez un sujet sain, mais qui, avant sa coagulation, paraît plus fluide, souvent moins foncé en couleur qu'on ne l'observe d'ordinaire. Après sa coagulation, il laisse un petit caillot environné et recouvert de beaucoup de sérum. Il en est ici comme pour le sang épais; c'est à la seule proportion modifiée des globules qu'il faut attribuer cet état, et non à l'augmentation de l'eau du sérum, ainsi que je l'ai expérimenté. En même temps la masse de l'humeur est moindre que celle des personnes robustes. L'altération se trouve conséquemment l'inverse de la précédente. On pourrait la désigner par la périphrase suivante : sang trop peu abondant et trop peu globulaire pour la constitution du sujet. Je ne dis pas, cependant, qu'il n'existe des circonstances dans lesquelles le sérum offre plus d'eau que de coutume; mais je n'en ai point observé de cette sorte.

Composition particulière du sang des ictériques.

Ce sang a été, en chimie et en médecine, l'objet de beaucoup de travaux qui ont soulevé de graves discussions. Le point principal en litige est celui-ci : La bile existe-t-elle dans le sang pendant l'ictère ou non; et, dans le cas où elle y existerait, s'y trouve-t-elle en nature, ou ne s'y rencontre-t-il simple-

ment que quelques uns des matériaux provenant de sa substance résorbée?

Deyeux a combattu en 1804 l'opinion à peu près généralement répandue, qui faisait admettre la bile en nature dans le sang des ictériques (1). M. Thénard, depuis, l'a également combattue (2). N'ayant pas trouvé la bile dans le sang de nouveaux-nés atteints de jaunisse, ni dans celui d'un cheval affecté de la même maladie, M. Lassaigne n'y a vu qu'une altération de l'hématosine (3).

Fourcroy (4) et M. Orfila (5) ont cru avoir rencontré les matériaux de la bile, dans le sang des ictériques qu'ils ont analysé. On lit dans la thèse de M. Clarion, qu'il en contient tous les élémens (6). Les matières jaune biliaire et résinoïde verte, y ont été signalées par M. Collard (7). M. Braconnot pense qu'on ne peut élever le moindre doute sur la présence de la bile dans ce sang, parce qu'il l'a trouvée dans un liquide que renfermait le péritoine d'un ictérique mort hydropique. Outre le principe colorant, il y a rencontré la cholestérine et le picromel (8). Mais je ferai remarquer que l'observation de mon savant compatriote n'est pas péremp-

(1) A l'Académie des Sciences. *Considérations chimiques et médicales sur le sang des ictériques.*

(2) *Traité de Chimie.*

(3) *Journal de Chimie médicale*, 1826, t. 2.

(4) *Système des connaissances chimiques.*

(5) *Traité de chimie.*

(6) Thèse, 1811.

(7) *Journal de Chimie médicale*, 1827, t. 3.

(8) *Ibid.*

toire; car les principes de la bile qu'il y a réellement découverts peuvent très bien ne pas avoir été apportés dans la sérosité péritonéale de son ictérique par le sang lui-même, et ainsi ne pas avoir existé dans cette humeur en circulation, mais s'être introduits directement par transsudation cadavérique de la vésicule biliaire au milieu de la cavité péritonéale où ils ont rencontré la sérosité. On sait qu'à l'ouverture de l'abdomen, après vingt-quatre heures de mort, les parties environnantes de la vésicule biliaire sont teintes de bile, et quelquefois en quantité très notable. Quant à M. Le Canu, il s'exprime ainsi : « J'ai constaté dans le sang des ictériques l'existence des principes colorans de la bile; il me semble dans l'état actuel de la science plus rationnel d'admettre celle des autres matériaux de ce fluide que de les rejeter (1).»

Mais d'abord, qu'est-ce que la bile? quelle est sa composition? Cette humeur est encore bien peu connue, quoique ayant été l'objet de grands travaux. On a plutôt analysé celle du bœuf que celle de l'homme. Chez ce dernier, on la trouve rarement à l'ouverture des cadavres assez abondamment pour qu'on l'ait étudiée à fond. Il paraît qu'elle est aussi complexe que celle du bœuf, mais qu'elle renferme moins de picromel. Sa couleur est verdâtre, quelquefois brun-jaunâtre. Sa saveur n'est pas très amère dans la majorité des cas. Il est rare qu'elle soit tout à fait liquide, elle contient presque toujours une certaine quantité de matière jaune en suspension. Son eau est à ses élémens solides à peu près comme 1000 : 100.

(1) *Nouvelles recherches sur le sang*, p. 40.

M. Braconnot, à qui nous devons l'analyse la plus récente de la bile de bœuf, a surtout examiné la matière qui la constitue le plus essentiellement, et qui, regardée jusqu'ici comme un principe particulier, a été désignée par M. Thénard sous le nom de picromel. Cette matière, selon M. Braconnot, résulte de l'union : 1° d'une *résine acide* qui en constitue la plus grande partie; 2° d'une *matière amère* associée au principe suivant, soluble dans l'eau, dissolvant aisément la résine acide et paraissant alcaline; 3° d'un *principe sucré* qui a aussi la faculté de dissoudre la résine acide, et passe au rouge, au violet et au bleu par l'acide sulfurique; 4° des *acides margarique* et *oléique* (1). La bile contient de plus que cette matière complexe ainsi analysée en quatre corps différens, une petite quantité de la matière colorante jaune dont M. Chevreul a séparé deux principes, l'un orangé (substance jaune biliaire), et l'autre vert ou peut-être bleu (substance bleue).

Voyons maintenant le résultat de l'analyse du sang d'un ictérique. L'humeur que j'ai soumise à l'expérience provenait d'un jeune homme se plaignant d'une légère douleur épigastrique depuis quelques jours, puis d'une constipation avec perte d'appétit, soif vive, fièvre. L'invasion de la jaunisse fut prompte; la peau se colora avec intensité : j'en ai cependant obtenu la guérison en assez peu de temps par le régime antiphlogistique. Une forte saignée donna un sang couenneux qui pesait spécifiquement 1053; sa température était de + 37°. Pour éta-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. 42.

blir une comparaison avec l'état sain, je vais mettre en parallèle les résultats que j'ai recueillis près de ceux donnés par la variété saine à densité correspondante :

Sang sain à densité 1.053°.			Sang ictérique à même densité.		
Eau		815.448			815.000
Albumine	70.253	72.485		53.000	62.500
Fibrine	2.232			9.500	
Sels. Sels neutres solubles, fixes au feu rouge		9.060		4.500	8.000
Soude				1.500	
Autres sels				2.000	
Substances grasses neutres		6.436			6.000
Substances colorantes		2.624			14.553
Globules		93.947			93.947

Le sérum était très coloré, mais néanmoins transparent, et d'une nuance moins foncée que sa grande quantité de matière jaune ne devait le faire supposer. Il tachait le linge blanc immédiatement en jaune serin vif et bien décidé. Tous les soins que j'ai mis à y rechercher des substances étrangères à la constitution du sang ordinaire ont été infructueux, comme j'avais fait les mêmes recherches et également sans fruit sur le sang sain (1). Il ne m'a pas offert de picromel, ni la résine, ni le corps sucré, dont l'ensemble le compose principalement. L'albumine précipitée par l'alcool froid, malgré de nombreux lavages, conserva encore une teinte jaune assez marquée, ainsi que la fibrine. Il résulte de cette analyse qu'il n'y a dans le sang des ictériques que de l'albumine en moins et de la substance jaune en plus.

(1) *Voyez* plus haut, p. 113.

Composition particulière du sang à sérum incolore.

Il n'est pas très rare de rencontrer du sang dont le sérum est incolore. J'en ai obtenu de cette espèce d'un jeune homme très pâle, mais dont la peau n'avait pas cette nuance qui constitue la pâleur ordinaire. Son teint était blanc mat, albinique, terne, fort remarquable. Il était assez gras, d'une force médiocre, digérant bien. Quoique se croyant sain, il était souffrant ou au moins dans un état voisin de la maladie. J'ai une autre fois remarqué un sérum incolore dans le sang d'une femme enceinte, également pâle, mais à un degré peu remarquable, sa peau étant naturellement fort brune. J'ai analysé le sang du jeune homme que j'avais saigné sans nécessité médicale. Il n'a différé du sang sain que par l'absence de matières colorantes dans son sérum.

Composition particulière du sang blanc.

On a souvent parlé du sang blanc, du sang laiteux, de chyle et de lait passés dans le sang sans modification, etc.; mais on s'était peu occupé de rechercher ce qu'il en était, quand des chimistes ont assez récemment fait des travaux propres à déterminer la nature de cette altération.

Quelquefois le sang blanc ne diffère du sang ordinaire que parce que le sérum qu'il donne est plus ou moins opaque et d'apparence laiteuse. Dans des cas plus rares, sa masse elle-même a un aspect laiteux dès qu'il s'échappe de la veine. On possède deux observations de

sang de cette dernière espèce, bien circonstanciées. L'une est de M. Caventou (1) et l'autre de M. Le Canu(2).

Le sang examiné par le premier de ces chimistes était blanc, laiteux, offrait seulement quelques globules rouges qui nageaient dans sa masse sans la colorer. Il était insipide et incolore; il passait en entier à travers le filtre, sans perdre sa couleur et son opacité. Son action sur la teinture de tournesol était nulle. Il se coagula au feu; mais ne précipita pas par le bichlorure de mercure. L'examen n'en a pas été poussé assez loin pour déterminer la cause de son altération. Heureusement un sang semblable a été remis à M. Le Canu qui a pu spécifier en quoi il était altéré. Voici l'observation :

M. Lecourt, ancien militaire, maintenant blanchisseur, fut pris, à la suite d'une partie de plaisir accompagnée peut-être de quelques excès, d'un malaise général et d'une grande suffocation; il eut une quinte de toux très forte, puis un vomissement de sang considérable. Il se trouva soulagé; il se disposait à sortir, lorsque la suffocation devenant plus intense, l'obligea à réclamer les soins de son médecin qui le saigna. Le sang obtenu ressembla à du lait dans lequel on aurait mis un peu de sang. Le malade avait lui-même remarqué une semblable teinte laiteuse dans le sang précédemment rendu par lui, quelques instans après le vomissement. Le soir on appliqua quinze sangsues qui rendirent encore un sang identique au précédent. Six

(1) *Journal de Chimie médicale*, 1829, t. 5.

(2) *Journal de Chimie médicale*, t. 1, 2e série, 1835.

jours après, une nouvelle saignée fut pratiquée. Cette fois il parut à l'état normal.

Le poids du sang provenant de la première saignée était de vingt onces; le caillot fut évalué à quatre gros; ce caillot se trouvait contenu dans une pellicule qui se rompit aisément; sa couleur était ardoisée. Le sang avait un aspect qu'on ne peut comparer qu'à celui d'une bavaroise légèrement rosée. Par le repos, il a laissé déposer de la matière colorante sans fibrine. Le liquide surnageant ressemblait à du lait ou à une émulsion très chargée; il était alcalin, sans odeur ni saveur particulière. L'eau distillée, l'ammoniaque ou l'eau de potasse n'ont pu l'éclaircir. Il était composé, sur 1000 parties, de:

Eau		794
Albumine		64
Savon acide		
Cholestérine		117
Oléine		
Margarine		
Stéarine		
Sels		25
Matières extractives		

Ainsi il contenait près de deux fois et demi plus de matières solides que le sérum ordinaire, si l'on ne veut le regarder que comme du sérum; mais en le considérant comme du sang, l'eau, l'albumine et les sels, enfin les matières solides du sérum, s'y trouvaient sensiblement dans les proportions les plus communes; les

graisses étrangères à sa constitution normale y représentaient les globules.

Presque point de fibrine, ce qui l'a rendu incoagulable.

La matière colorante avait presque disparu, ce qui explique l'absence presque complète de la couleur rouge naturelle du sang.

Aussi M. Le Canu pense-t-il judicieusement que les globules étaient remplacés dans ce sang par une quantité correspondante de matières grasses, parmi lesquelles se voyaient la stéarine, l'oléine et la margarine qui ne se rencontrent pas dans cette humeur saine.

C'est, il n'en faut pas douter, à la présence en grande proportion de ces matières grasses, tenues en suspension dans le liquide aqueux en faveur de l'albumine, qu'était dû l'aspect émulsif de ce sang.

Les cas où les globules sont en nombre ordinaire avec toutes leurs propriétés, mais où le sérum est laiteux, sont moins rares. M. Christison est le premier qui ait remarqué que l'état de ce sérum n'est dû qu'à un corps gras en suspension (1). M. Lassaigne a eu l'occasion d'analyser un sang à sérum laiteux provenant d'une ânesse; il y trouva aussi un corps gras suspendu sous forme d'émulsion (2).

J'ai, en 1833, examiné aussi un sang semblable fourni par deux individus. Les matières grasses que j'en ai extraites ne m'ont pas paru s'y trouver en proportion plus grande que dans le sang sain ; mais à cette

(1) *Journal de Médecine et de Chirurgie d'Edimbourg*, 1830.

(2) *Journal de chimie médicale*, t. 2, 1829.

époque je n'opérais pas avec assez de précision pour pouvoir noter au juste la quantité de ces matières. Il est probable, au contraire, qu'elles s'y trouvaient en proportion plus forte qu'elles n'y sont communément.

Composition particulière du sang des cholériques.

Pendant quelques années ce sang a beaucoup exercé les imaginations promptes à créer des théories sur un examen superficiel, et d'après un seul ordre de phénomènes. On a voulu y voir tout le secret de l'affreuse maladie qui est venue nous décimer, et dont il porte l'un des nombreux et étranges caractères. Placé, comme beaucoup d'autres médecins, en situation de l'observer, je n'ai pas négligé toutes les occasions qui se sont présentées à moi. Mais il n'est pas besoin de beaucoup étendre cet article pour énoncer les résultats que j'ai obtenus. Le sang des cholériques ne renferme aucun corps particulier que ne contienne le sang sain, et il renferme tous ceux dont il est composé. Ces corps n'y sont nullement altérés; ils jouissent de leurs propriétés chimiques connues. La seule différence marquée, mais très prononcée, qui existe entre lui et le sang normal, porte sur la quantité proportionnelle de son sérum et de ses globules. Plus le choléra approche du summum de son intensité, plus la quantité de sérum décroît, et, en même temps, plus celle des globules augmente. Ce mouvement inverse arrive jusqu'au point de donner à l'humeur une consistance sirupeuse. Sans doute la gêne mécanique que les globules doivent éprouver dans les

vaisseaux peut causer des lésions physiques dans ces petits corps ; mais on ne les a pas observées. Quant à la presque incoagulabilité du sang des cholériques, elle est une conséquence de la diminution de son sérum, et alors de la petite proportion de fibrine qu'il peut déposer.

Réflexions sur d'autres espèces du sang malade.

J'aurais pu étudier encore d'autres espèces du sang altéré, et même, pour me les procurer, les déterminer à volonté chez les animaux dont l'organisation est voisine de celle de l'homme, telles que les altérations qu'occasionne l'introduction par voie d'absorption des diverses substances toxiques; mais je n'ai voulu que commencer l'étude des désordres de cette humeur dont la cause difficile à saisir se lie étroitement aux maladies des solides et des liquides sécrétés, cause dont la connaissance, conséquemment, doit éclairer la pathologie et la thérapeutique.

2° *Des phénomènes moléculaires du sang malade pendant la vie.*

Je vais procéder maintenant, comme je l'ai fait pour le sang à l'état sain, aux inductions que l'étude des réactions chimiques des diverses espèces précédentes d'altérations peut fournir sur les phénomènes qui s'y rattachent. Malheureusement on ne possède pas encore de nombreuses données sur la composition et sur les réactions moléculaires des différens tissus et des différens fluides sécrétés, qui sont, les premiers, les instrumens

chimiques de ces phénomènes, et, les seconds, les résultats de leurs opérations sur le sang. Ce n'est donc, pour ainsi dire, qu'un cadre que je vais ouvrir aux travaux à venir.

Les inductions simplement rationnelles tirées des faits les plus positifs de la physiologie, comme de ceux de la pathologie qui sont le mieux constatés, annoncent, et c'est une des conséquences les plus logiques professées par M. Andral, que les solides et le sang sont les deux bases, les deux supports de la maladie, élémens inséparables, alternativement causes et effets de leur mutuelle altération; or, les solides ne sont eux-mêmes qu'un produit du sang, et les liquides qu'un sang modifié; la liaison des altérations de cette humeur avec les autres élémens de l'organisation, quelle que soit leur consistance, est donc bien étroite. Il doit en résulter pour l'économie une source féconde de désordres. En retour, les phénomènes pathologiques qui éclatent dans les viscères ou dans les humeurs sécrétées ne peuvent que fomenter aussi fréquemment des troubles dans le sang. C'est ce double mouvement phénoménal que je veux essayer d'étudier dans les réactions chimiques qui concourent à sa production.

Phénomènes moléculaires particuliers du sang couenneux et du sang lie de vin.

Je comprends ici ces deux espèces du sang malade sous un même point de vue, parce qu'elles ne sont réellement que deux degrés d'un même désordre.

Leurs effets diffèrent d'intensité et non de nature; leur cause chimique est semblable, mais plus prononcée dans l'une que dans l'autre. Leurs résultats analytiques comparés avec ceux de l'état sain prouvent, comme nous l'avons vu, que ces espèces renferment tous les élémens du sang; que quelques uns d'entre eux, seuls, varient de proportions, savoir, la soude et le chlorure de sodium; que cette soude y est en plus grande quantité que dans l'humeur saine, et qu'au contraire le chlorure s'y trouve en quantité d'autant moindre que la soude domine; même qu'il arrive un moment de l'accroissement de la dernière et du décroissement du premier, où celui-ci disparaît tout à fait. Une partie du chlore du chlorure du sang sain s'en va donc quand il devient couenneux, et la totalité qu'il en renferme s'échappe lorsqu'il prend l'aspect lie de vin. Ce sont là, sans doute, de petites causes pour de grands effets. On ne peut cependant se refuser à les admettre, je pense. Il est vraisemblable qu'en ce cas c'est sous forme d'acide chlorhydrique que le chlore se sépare du sang; car cet acide, comme nous l'avons remarqué, est continuellement fourni par cette humeur normale pour diverses sécrétions. Cela ne peut avoir lieu que par la décomposition d'une petite quantité de son chlorure de sodium: aussi, dans l'observation que j'ai rapportée sur le sang couenneux, la salive, l'urine et les sueurs étaient-elles fortement acides. Il y a, dès lors, tout lieu de penser que l'acide chlorhydrique, plus violemment isolé du sang que de coutume, passe par ces liquides excrémentitiels pour être éliminé. Certainement c'est à la fois dans la trame des tissus et dans

les poumons que cet isolement se prépare, par l'effet d'une perturbation de l'hématose, encore inconnue d'une part, et par une réaction chimique des capillaires des organes de l'autre. Aussi, le cas de couenne sur le sang a-t-il lieu principalement pendant les lésions aiguës des poumons, ou pendant l'inflammation vive de beaucoup de points à la fois de l'économie. Et encore, pour le sang lie de vin, est-ce à la suite d'une course forcée qui a sur-irrité tous les muscles, toutes les articulations, tous les points des poumons et accéléré la diaphorèse, qu'on voit cette altération s'établir au haut degré où l'on a pu l'observer.

Voici comment se forme la couenne pendant la coagulation du sang qui contient moins de chlore, ou, ce qui est la même chose, moins de chlorure de sodium et plus de soude que d'ordinaire. La fibrine, avons-nous remarqué, commence à se déposer dès que le sang sain est tiré de ses vaisseaux, et même de manière à gêner immédiatement la précipitation de ses globules colorés qui, aussitôt le repos du liquide, tendent à descendre au fond du vase. Il n'en est plus de même quand le sang doit être couenneux, avons-nous encore remarqué. Aussi est-il concevable qu'entre l'arrivée, dans la palette, du sang qui va se couvrir d'une couenne, et le commencement de sa coagulation tardive, les globules, n'étant nullement gênés par l'accroissement graduel de la consistance du sérum au milieu duquel ils nagent, aient le temps d'obéir à la loi qui veut qu'un solide plongé dans un liquide moins dense que lui gagne son fond d'autant plus vite que les densités sont différentes.

Les globules se précipitent donc alors dans le sang, parce que son sérum n'abandonne pas immédiatement la fibrine qui les retiendrait. Il s'ensuit que, plus ils auront de temps pour se précipiter, plus la couenne sera épaisse. Ce phénomène est en rapport avec les sels du fluide, ou, mieux, avec le changement opéré dans leur proportion. La plus grande quantité de soude libre, ensuite, paraît avoir augmenté la densité des globules. Quoi qu'il en soit, il y a dans le sérum, à l'état normal, 6 millièmes de sels solubles fixes au feu, et 1 d'alcali libre, pour retenir en solution hors du corps 77 $\frac{2}{3}$ d'albumine à peu près; 2 $\frac{1}{3}$ de fibrine ou albumine solidifiée se séparent. Dans le cas du sang couenneux, il n'y a plus cet ordre proportionnel, et pour suivre l'observation citée à l'article de la composition de ce sang, les sels y sont réduits à 4 millièmes, et il y en a 2 d'alcali; ils ne doivent ainsi retenir hors du corps que 67 mill. d'albumine en solution à peu près, et laisser se précipiter 13 mill. de fibrine. C'est ce qui a lieu, et ce qui confirme la théorie que j'ai établie pour expliquer la coagulation dans l'état sain. Le phénomène de la couenne n'en est, en grande partie, que l'exagération; aussi, si les sels et l'alcali avaient diminué chacun en quantité proportionnelle, la même masse de fibrine que dans le sang couenneux se serait déposée, mais comme dans les cas ordinaires; son dépôt aurait commencé assez à temps pour empêcher les globules de se précipiter, et la couenne, malgré une partie essentielle de ses élémens, n'eût pas paru. Ce ne peut être que l'alcalinité du sérum qui détermine le dépôt fibrineux à se former dif-

ficilement, et probablement, comme je l'ai dit, qui augmente la densité des globules, par conséquent, qui favorise, et seule peut favoriser la précipitation de ces globules qu'on voit tomber en masse, puis se couvrir d'un liquide très alcalin, transparent, exempt de toutes molécules de fibrine, jusqu'au moment où ils cessent de descendre, et que le tout se concrète rapidement.

Le même mécanisme chimique préside au développement de l'état singulier du sang lie de vin; mais, comme les sels neutres y sont encore en moindre quantité, et que l'alcali s'y est accru en proportion plus forte, la couenne, en le supposant extrait de ses vaisseaux pendant la vie, aurait un temps plus long pour s'établir, et la plus grande partie de l'albumine du sérum se concréterait en fibrine au dessus des globules rassemblés tous dans le moindre espace possible; ce qui ne saurait avoir lieu, car le sang, à ce degré d'altération, est certainement incompatible avec la vie. C'est alors dans le corps, dans les vaisseaux eux-mêmes, que cette couenne tend à se former, et, sans doute, dès l'agonie. Le fluide circule toujours; cependant la fibrine, n'ayant plus un dissolvant suffisant, se dépose à l'état globulaire, avec tendance à l'agrégation; cette agrégation ne peut s'effectuer, le passage dans les petits vaisseaux, l'agitation de la masse sanguine s'y opposent: la grande quantité de fibrine globulaire qui se forme nage près des globules colorés, gêne leurs mouvemens, s'y accole; de là des grumeaux de couleur chocolat au lait, qui, ne pouvant passer dans les capillaires, interrompent la circulation et amènent la mort, en donnant à l'altération son aspect de lie de

vin. La matière colorante rouge des globules colorés se détache en grande partie, et teint les nouveaux globules blancs. Le sérum lui-même en dissout une certaine quantité, comme il le fait quand on agite le vase qui reçoit le sang d'une saignée. Lorsque la consistance du sang lie de vin a augmenté à un certain point, que les capillaires refusent de l'admettre, il doit en résulter de la tendance aux hémorrhagies sur les points où la circulation n'est plus très libre. La masse des chairs, pénétrée d'un sérum très alcalin, doit ressentir l'effet de l'alcali, en être attaquée; aussi, après la mort, a-t-elle une grande tendance au ramollissement, et se décompose-t-elle avec promptitude en fournissant de l'ammoniaque. L'effet de toute réaction alcaline sur les matières azotées se produit nécessairement alors.

Si la foudre détermine quelquefois une altération du sang, analogue à celle dont je viens de décrire le développement et les conséquences, il est facile de concevoir, en ce cas, son mode de formation. Il y a simplement et subitement départ électrique entre les composans du chlorure de sodium, et probablement aussi entre ceux des autres sels du sang; de là une coagulation irrégulière. Mais que deviennent les acides ainsi séparés? Ne tendent-ils point à se réunir à leurs bases? Alors le sang ne peut-il pas reprendre ses qualités?

Si j'ai bien apprécié les réactions physiques et chimiques qui se passent entre le sang lie de vin et l'organisation, je puis déterminer, jusqu'à un certain point cependant, celles qui doivent exister entre elle et le sang couenneux. Ce dernier ne se coagulera pas dans le

corps, mais il est difficile de penser qu'il n'échappera pas néanmoins quelques globules blancs quand il sera fortement altéré. Son alcalinité portera préjudice aux solides et troublera les sécrétions. Sa tendance à déposer de la fibrine sous forme de globules gênera les fonctions des poumons, organes destinés à les envelopper d'hématosine, et celles des tissus qui s'en emparent pour leur nourriture. Il devra, d'une part, en résulter une irritation ou exaltation des réactions moléculaires, une véritable surexcitation générale, et, d'autre part, une disposition à déposer de l'albumine sous forme solide dans l'épaisseur des organes ou à leur surface. Ne pourrait-on pas attribuer l'épanchement séro-fibrineux de la pleurésie à l'état couenneux du sang si manifeste pendant cette maladie? Le croup ne serait-il point lié au même état de ce fluide, lui dont le symptôme si alarmant résulte d'une fausse membrane de fibrine fournie par le sang?

Mais le sang est souvent couenneux à un degré moins développé, et parcourt les vaisseaux sans jeter un trouble aussi évident dans l'organisation; il n'en résulte qu'une langueur remarquable des fonctions. Ne formerait-il pas alors une prédisposition morbide générale, digne d'être étudiée? Ne pourrait-on pas y rattacher bien des désordres? Deviendrait-il, ainsi altéré d'une manière latente presque impossible à démontrer analytiquement, une cause incessante de la nutrition imparfaite et des sécrétions viciées des scrofuleux, la source des tubercules, peut-être même des tissus squirrheux, encéphaloïde, etc.? Plusieurs des vices du sang qui ont tant de vogue dans le vulgaire, et qui ont été une conception des premiers

temps de l'art, seraient-ils réels? Un léger état couenneux, la plupart du temps insaisissable pendant la coagulation, portant sur une quantité minime des sels du sang, et le tenant ainsi dans une condition alcaline constante, déterminerait-il la production de ces affections désolantes?

Le sang des femmes enceintes est souvent couenneux, bien qu'elles ne souffrent aucunement; mais alors il se fait une précipitation albumineuse continuelle pour le fœtus. Cette précipitation nécessite une condition particulière dans l'état de ce fluide que remplit très bien l'état couenneux.

Quand une plaie a lieu par un instrument quelconque, ou elle se réunit immédiatement, ou elle ne se ferme qu'après avoir suppuré. Dans le premier cas, il se fait d'abord une exsudation séreuse sans consistance; puis la matière de cette exsudation, qui n'est que le sérum du sang, s'altère localement; de la fibrine se dépose pour commencer l'adhérence organique des parties divisées. Y a-t-il, pour déterminer cette opération, décomposition immédiate du chlorure du sérum exsudé et émission d'acide chlorhydrique sur place, ou bien le sérum entraîne-t-il assez d'albumine pour en être sursaturé? Lorsqu'une vésication est faite, l'épiderme est soulevé par du sérum; la surface étant essuyée, elle continue à produire de ce fluide qui, peu à peu, se change en pus. Que le pus s'y forme déjà ou non, on voit quelquefois une fausse membrane remplacer l'un ou l'autre, et se reproduire bientôt après avoir été enlevée, quelquefois même avec une constance contre les effets de la-

quelle le chirurgien lutte sans avantage. Dans ce phénomène de solidification locale d'albumine, y a-t-il séparation sur place du chlore des sels dissolvans de cette albumine? L'observation de ces cas de sécrétions plastiques ne peut, du reste, que corroborer les données théoriques que j'ai établies sur les probabilités des causes des tubercules, etc.

Si une plaie se réunit par suppuration, ou le pus apparaît peu après que la surface de section s'est enflammée, ou bien elle commence par verser d'abord du véritable sérum du sang; l'on remarque qu'ensuite ce sérum se trouble peu à peu, qu'il charrie une infinité de globules de fibrine et des corpuscules gras en suspension: plus leur nombre devient grand, plus le pus alors constitué est épais. Le changement qui s'effectue, quel que soit son but, doit avoir, pour l'une de ses causes, une modification dans les sels du sérum; ce fluide arrive naturel quand les vaisseaux où il circule ne font que le pousser à la surface de la plaie, mais il arrive enfin altéré, quand ces vaisseaux enflammés sont devenus un instrument chimique particulier. Aussi, dans les circonstances où une plaie est vaste, se fait-il un mouvement fébrile vif, et le sang devient-il couenneux pour l'ordinaire; son état général doit, en ce cas, influencer l'état local de son sérum purulent ou du pus.

Phénomènes moléculaires particuliers du sang incoagulable.

Dans l'une des deux espèces que j'ai observées et que

j'ai décrites, l'augmentation des sels et de l'alcali naturel par un sel et un alcali ammoniacaux était certainement la cause chimique de la diffluence et du défaut de coagulation. Le sang appartenait à un sujet atteint d'une fièvre grave à un haut degré. Si je consultais les auteurs sur le développement de cette altération, les uns l'attribueraient directement à une influence toxique sous laquelle se trouve toute personne prise de fièvre typhoïde, et les autres la regarderaient comme une suite de l'infection du sang par la résorption des matières putrides contenues dans les intestins. Je n'ose pas encore me prononcer sur l'étiologie de cette fièvre, quoique j'aie eu le temps de l'étudier de près en beaucoup d'occasions. Cependant il est présumable qu'on arrivera à décider qu'elle est primitivement soit le résultat d'une altération du sang, soit une simple névrose, développées par un empoisonnement miasmatique. Chacune de ces opinions est soutenable, mais n'a pas de base bien démontrée. Pour revenir à l'altération du sang que j'ai examinée, je ne l'ai trouvée qu'à une époque très avancée de la maladie, quand celle-ci était parvenue au plus haut degré de putridité; doit-on n'en accuser qu'une résorption? Quoi qu'il en soit elle a dû accélérer la marche du mal, car le sang ainsi dénaturé ne peut plus fournir de globules blancs pendant l'hématose; il n'est aussi probablement plus propre à la confection de l'hématosine. La prostration doit en augmenter nécessairement. Les sécrétions perdent ainsi l'activité convenable pour éliminer l'excès des sels du sang; les tissus s'altèrent ensuite par les effets des propriétés de ces sels, et la mort

ne peut qu'en être accélérée. Les phénomènes typhiques que produisent les matières putrides injectées dans le corps ne sont-ils pas déterminés de cette façon? Ces matières doivent sans doute tendre à liquéfier le sang par leurs sels ammoniacaux aiguisés d'ammoniaque libre, et occasionner par là des désordres semblables à ceux que cette liquidité fomente elle-même quand l'art ne l'a pas développée.

Dans l'autre observation que j'ai citée aussi, la diffluence du sang ne provenait que de l'augmentation de son chlorure de sodium. L'examen du sujet fait voir ce que cette augmentation peut occasionner dans l'organisation. Un affaiblissement extrême; des extravasations sanguines, produites sans doute par le ramollissement des parois des capillaires; le passage du sang dans des vaisseaux où il ne se rend d'ordinaire que du sérum, passage facilité, sans doute encore, par la dissolution d'une partie des globules colorés; la flaccidité des chairs, effet chimique du sel marin sur plusieurs de leurs principes, ainsi que des érosions de tégumens produits par le même effet : tels sont les phénomènes alors remarqués, et qui, théoriquement, sont bien concevables. Ils constituent une cacochymie générale. Le scorbut, à un point développé, présenterait-il, lui aussi, constamment un sang trop salé? On sait que les marins, les personnes qui se nourrissent de salaisons, y sont plus disposés que d'autres. C'est un curieux sujet de recherches.

Ce serait peut-être en vain qu'on chercherait, dans la plupart des cas de ces maladies à leur début, un sang

incoagulable, car, arrivé à cet état, il est incompatible avec la vie. Il ne peut probablement exister que pendant l'agonie, et dans le cadavre de l'individu où il s'est dénaturé. Un sang où du sel marin ou un sel ammoniacal se trouve en plus, s'en débarrasse continuellement par élimination. Il n'en influencera pas moins l'économie par son moyen, parce que la quantité minime qu'il en retient, celle qu'il acquiert à mesure qu'il en perd, suffisent pour produire des effets chimiques nuisibles, sans cependant entraver complètement ceux essentiels à la vie, et sans s'opposer à la coagulation du sang tiré des veines. Ce n'est qu'au moment où ce fluide cesse de pouvoir se débarrasser du surcroît de sel qu'il devient incoagulable, et bientôt mortel. Aussi MM. Parmentier et Deyeux n'ont rien remarqué de particulier dans le sang des scorbutiques et des typhoïques qu'ils ont examiné.

Phénomènes moléculaires particuliers du sang épais.

Les organes de l'hématose étant vigoureux, le sujet bien nourri, le sang perdant peu par les sécrétions, surtout quand le repos s'oppose aux grandes pertes de liquides, les globules s'accumulent dans cette humeur, en même temps que d'ordinaire sa masse s'accroît. Il est tout naturel qu'en ce cas le sang contracte une consistance plus grande que celle qu'il avait. C'est ainsi que s'établit la pléthore. Ses conséquences, si elle n'est qu'à un degré modéré, sont celles du sang au plus haut degré de ses fonctions. Mais si la pléthore devient considérable, l'ac-

cumulation du sang, l'excès de ses globules, distendent les vaisseaux, engorgent les viscères, disposent aux hémorrhagies, sollicitent les réactions chimiques des organes avec trop d'énergie ; elles s'exécutent avec trop de violence, le travail moléculaire qui s'ensuit est excessif, il rend ces organes douloureux, des inflammations y éclatent.

Phénomènes moléculaires particuliers du sang aqueux.

État opposé au précédent, déterminé par des causes inverses, et occasionnant des phénomènes nécessairement opposés. Ces phénomènes sont ceux de l'anémie.

Phénomènes moléculaires particuliers du sang des ictériques.

En parlant de la pathologie du foie, M. Andral établit dans un mémoire lu à l'Académie de médecine (1) que, si quelquefois la bile n'est pas altérée dans la vésicule, bien que le foie soit manifestement malade, quelquefois aussi cette humeur s'y montre viciée, sans qu'on puisse apercevoir aucun désordre dans son organe excréteur. Il a remarqué qu'elle est souvent transformée en un liquide albumineux à peine jaune, et que cet état coïncide avec la dégénérescence graisseuse du foie, son atrophie, son induration compliquée de cyrrhoses ou de granulations rouges... Selon ce savant professeur, toutes les maladies du foie peuvent amener l'ictère, et peuvent

(1) Septembre 1827. *Sur l'anatomie pathologique du foie.*

exister sans lui, comme cet ictère peut avoir lieu sans altération appréciable de cet organe. Dans ce dernier cas, on trouve le plus souvent une inflammation du duodénum ou de la plèvre diaphragmatique du côté droit, ou bien une phlegmasie du cerveau et de ses membranes. La teinte jaune, d'après M. Andral, aurait lieu parce que le foie altéré dans sa structure ou troublé dans ses fonctions n'enlève plus au sang les matériaux de la bile qu'il contient comme ceux de la plupart des sécrétions.

J'ai exposé le mode de la circulation veineuse abdominale, et fait voir dans quel but la nature devait l'avoir adopté. La substance jaune, principalement, est extraite, ou du moins ses principes, par les radicules vasculaires ouvertes à la surface intérieure des intestins; elle est perfectionnée ensuite par son mélange avec un produit de la rate, puis achevée dans le foie qui y puise ce qu'il lui en faut; enfin, elle est versée dans la masse sanguine par la veine-cave. Le sang dans l'ictère ne renferme aucun autre principe que n'offre le sang normal. La substance jaune seule y est en quantité proportionnelle exagérée, et, ce qui est fort singulier, aux dépens de la quantité de l'albumine, du moins dans le cas que j'ai observé. Est-ce pour éviter une trop grande consistance du sang, que la nature empêche cette substance jaune de s'accumuler dans le sérum aux dépens de son eau? Quoi qu'il en soit, le phénomène capital du sang des ictériques est l'accumulation de cette même substance dans sa masse. On doit en induire nécessairement que le foie, qui en emploie une grande partie dans l'état sain pour en composer la bile, cesse alors

d'en prendre. En effet, la bile ne se fait plus, sa formation est suspendue, le foie sécrète à peine. Cependant son activité n'est pas probablement paralysée; elle s'use à concourir encore avec la rate à opérer sur le liquide hépato-splénique arrivé du canal alimentaire; puis ensuite la substance jaune élaborée flue en entier dans le sang de la veine-cave. Mais, dira-t-on, l'ictère, malgré la diète, va toujours augmentant d'intensité, comment l'estomac et les intestins vides d'alimens peuvent-ils fournir encore les élémens de la substance jaune devenue d'une abondance extrême? L'estomac et les intestins fournissent bien dans ces cas des excrémens; ils élaborent les mucosités qui y sont sécrétées et les tisanes qui y sont ingérées. Pourquoi ces matières, modifiées en même temps que le sang de la veine-porte qui les accompagne, ne suffiraient-elles pas à la formation de toute la substance jaune qui se répand dans l'économie? Je ne pense pas qu'à l'époque actuelle une théorie sur l'ictère soit plus admissible que celle que je propose, elle est d'ailleurs intimement liée avec la théorie que j'ai donnée sur la substance jaune normale du sérum sain. Ainsi, en changeant certains mots à la manière de voir de M. Andral, elle concorde avec la mienne. Au lieu de dire que le foie enlève à la *masse* du sang les matériaux de la bile qu'il contient comme tous les matériaux des sécrétions, c'est d'adopter que le foie enlève au sang de la *veine-porte* le *principal* des matériaux de la bile que contient un fluide qui circule avec lui, et cela chez l'homme sain, tandis que, chez l'homme atteint de jaunisse, le foie cesse d'enlever à ce fluide le princi-

pal des matériaux de la bile, qu'alors cette humeur n'est plus sécrétée, et que le principal des matériaux en question se rend dans la masse du sang en totalité.

Pour les effets chimiques de la susbtance jaune accumulée alors dans le sang, je les considère comme presque nuls. On voit des ictères d'assez longue durée n'influer qu'à peine sur la santé. Les seules fonctions dérangées du foie et du duodénum, principalement, dessinent leurs symptômes selon le degré de leur trouble, qui souvent même est bien peu apparent.

Phénomène moléculaire particulier du sang incolore.

Quand le sang ne renferme point de substance jaune, on en peut inférer, en suivant la théorie relative à la formation de cette substance, que le foie emploie toute celle qu'il a achevé d'élaborer afin d'en faire de la bile, et qu'aucune portion ne se rend dans la masse du sang, soit qu'alors il produise beaucoup plus de bile que de coutume, soit que l'appareil hépato-splénique fonctionne avec trop peu d'énergie. Les effets qui en résultent, à part ceux qui pourraient partir de cet appareil, se réduisent peut-être à une nuance plus mate, plus pâle de la peau, et se bornent là.

Après avoir étudié par induction le rôle de la substance jaune biliaire en santé et en maladie, que dire des affections bilieuses par résorption? Qu'on ne peut les admettre, et que, depuis le simple état bilieux jusqu'à l'ictère décidé, la matière qui circule avec le sang mérite peu de considération elle-même, c'est la lésion seule

des solides qui appelle de l'intérêt. La teinte jaune si remarquable de la peau, dans les maladies dites bilieuses, est une conséquence naturelle de la présence en trop grande quantité de cette matière dans le sang; la couleur des excrétions liquides témoigne que le sang l'élimine avec vigueur, tandis que la constipation et les selles dures et blanches annoncent qu'il y a suppression de bile.

Phénomènes moléculaires particuliers du sang blanc.

Rien de plus obscur que ce sujet, qui demande encore à être étudié pour fournir quelques inductions physiologico-pathologiques. Je n'ai donc pas sur les espèces très curieuses de cette altération les données nécessaires pour en développer la formation, et déterminer les effets chimiques qui résultent de sa présence dans l'économie.

Phénomènes moléculaires particuliers du sang des cholériques.

Il est si aisé de concevoir comment s'opère l'altération du sang dans le choléra, et comment sont déterminés les phénomènes physiques et chimiques de sa présence dans les vaisseaux, que l'explication en a été donnée simultanément par plusieurs physiologistes. Mais la cause elle-même de la maladie n'est point dans l'altération du sang qui se produit en ce cas, pas plus que la teinte jaune de ce fluide n'est la cause première de l'ictère. La masse entière du corps paraît impressionnée à la

fois dans cette redoutable affection et d'une manière inconnue. L'organe qui souffre le plus, primitivement, mais sans qu'on puisse dire en quoi, est certainement le tube digestif; ses porosités artérielles laissent transpirer continuellement le sérum du sang, c'est là la lésion sensible fondamentale de l'affection. Plus alors le sang perd par là de sérum, plus il s'épaissit, plus il circule avec lenteur, plus aussi il devient inhabile à remplir ses fonctions. L'épuisement de l'albumine et des sels de son sérum, avons-nous vu déjà, le rend incoagulable à un haut degré de la maladie, conséquemment aussi les noyaux des globules colorés ne sont plus renouvelés et les tissus nourris. Pour y suppléer, la nature épuise ses ressources, l'absorption attire dans le sang tous les liquides en dépôt dans les organes, elle dissout une partie des tissus mous de l'économie ; de là un marasme des plus prompts. Ces ressources sont bientôt taries; le fluide devenu presque impropre à l'hématose ne rougit qu'à peine dans les poumons ; tout le corps bleuit à cette époque, se refroidit; les sécrétions, d'abord diminuées, se suspendent, tant par la perte du sérum qui les entretient spécialement, que par celle des globules rouges qui contribuent à élaborer leurs produits ; la nutrition cesse ; la mort envahit alors en peu de temps tous les appareils, et entraîne plus ou moins rapidement l'individu, selon l'intensité de la cause occasionnelle de ces phénomènes. Ce qu'on appelle réaction dénote la cessation de l'action toxique inconnue qui constitue l'essence du choléra, et le retour des diverses réactions physiques et chimiques de l'organisation. Mais

tous les instrumens réacteurs ont souffert une atteinte profonde; ils ont éprouvé nécessairement une lésion mécanique et moléculaire plus ou moins grande dans leur intérieur; ils conservent un état morbide, chacun selon leurs fonctions: les phénomènes typhiques apparaissent pour le système nerveux; les phénomènes inflammatoires d'une marche irrégulière se dessinent dans l'appareil digestif, etc. Le sujet quitte du choléra peut alors succomber à ces nouveaux accidens que la présence d'un sang qui a été altéré pendant quelque temps a dû principalement fomenter.

TROISIÈME SECTION.

Application des recherches chimiques sur le sang, à la détermination tant des moyens qu'on doit mettre en usage pour maintenir sain ce fluide, que de ceux qu'on doit employer pour combattre ses divers états de maladie, et application à la théorie du mode de l'action moléculairede ces moyens.

Il est facile de voir que les résultats de l'étude chimique du sang ne sont pas encore assez nombreux, et que les inductions physiologiques et physiologico-pathologiques que j'en ai tirées déjà ne sont pas elles-mêmes assez positives ni assez multipliées, pour que je

puisse traiter ce sujet grave avec tous les développemens qu'il comporte, et d'une manière satisfaisante; aussi, je ne puis guère que prouver son importance, et que tracer le tableau des progrès futurs que fera la science quand les recherches chimiques sur le sang ayant acquis plus d'étendue et de certitude, il sera possible d'en obtenir des données évidentes.

1° *Des moyens qu'on doit mettre en usage pour maintenir le sang à l'état sain, et du mode de leur action moléculaire.*

Il est facile d'établir, sous le rapport chimique, quelques considérations générales sur l'hygiène du sang pour toutes les circonstances de la vie, quand on a médité suffisamment les faits physiologico-chimiques et pathologiques qui dépendent des modifications de cette humeur, quand on a vu quelle composition elle doit avoir à telle époque de l'existence, dans telle ou telle constitution, selon l'âge, le sexe, etc., et qu'on a examiné quelles sont les influences principales qui peuvent lui nuire, ou au contraire contribuer à l'entretenir à l'état normal. Comme le sang est principalement produit et élaboré par les organes digestifs et respiratoires, c'est surtout vers ces appareils, et surtout vers les matières étrangères qui sont soumises à l'activité de leurs fluides réactifs, qu'il faut diriger tous les moyens hygiénico-chimiques. En réglant l'action propre de ces organes, leur soumettant des matières convenables, aux uns des alimens choisis, et aux autres de l'air pur, on

remplit le but. Pour y concourir, il faut aussi s'attacher à donner aux fonctions sécrétoires, locomotives, innervantes et sensoriales, le degré d'exercice qui contribue le mieux à favoriser la digestion et la respiration.

Si le sujet est faible, lymphatique, que son sang contienne, relativement à sa masse, trop peu de globules, on l'alimentera avec des matières animales, parce qu'elles exigent, de la part de la réaction des fluides gastro-intestinaux, peu d'efforts pour être converties en chyle et en liquide spléno-hépatique, car elles renferment tout faits les principes de ces humeurs : on commencera en les ramollissant d'abord par la coction, et on les dissoudra partiellement dans l'eau en y ajoutant du chlorure de sodium; on en aura choisi l'espèce, bien entendu, pour les approprier ainsi à la débilité des moyens organo-chimiques qui doivent réagir sur elles. Les fluides exigés par la soif seront rendus légèrement stimulans, surtout à l'aide du fer; ils appartiendront à la classe de ceux qu'on nomme toniques, et qui déterminent sans irritation l'afflux des humeurs réactives, à l'action desquelles est due l'élaboration de la matière alimentaire. L'air que respirera le sujet devra être exempt du mélange de gaz étrangers et de vapeurs diverses; il sera sec, souvent renouvelé, d'une température moyenne.

Au contraire, si le sujet offre un fort embonpoint, avec tendance phlogistique, ou que son sang soit trop abondant et trop chargé de globules, l'usage des alimens végétaux sera indiqué; ils exigent une élaboration digestive plus prolongée, et usent ainsi la trop grande quantité des humeurs sécrétées dans le tube digestif;

car, ne contenant pas déjà tout formés les élémens organiques du chyle et du liquide spléno-hépatique, il faut que ces élémens se constituent aux dépens de parties d'une composition bien différente, renfermant en outre peu d'azote, de phosphore, de soufre; la boisson sera réduite à l'eau seule, etc. On conçoit, d'après ces données, les résultats que le sang devra présenter, et, par suite, les effets qu'en éprouvera l'économie.

Ces deux exemples suffisent pour rendre compte de l'action chimique du régime relatif au sang, afin de l'entretenir à l'état sain, et de celui qu'il peut réclamer dans toutes les circonstances, puisqu'il n'y a de changement possible dans les parties de cette humeur, chez l'homme bien portant, que sous le rapport de la proportion de ses globules et de son sérum.

2° *Des moyens qu'on doit employer pour remédier aux divers états de maladie du sang, et du mode de leur action moléculaire.*

On agit chimiquement pendant la vie, sur le sang, dans un but thérapeutique, soit quand on le soumet à l'action de substances actives qui sont plus ou moins étrangères à sa nature, soit en retranchant une quantité plus ou moins considérable de ses propres substances constituantes. C'est par voie d'absorption qu'on fait réagir sur lui les premières; on pourrait aussi y parvenir par l'introduction directe. On enlève les secondes par l'activité sur-excitée des opérations sécrétoires ou par l'émission artificielle de sa matière elle-même.

On peut modifier l'état du sang pendant son passage autour des vésicules bronchiques, en faisant respirer aux malades un air plus ou moins chaud, plus ou moins rare, sec ou humide, chargé d'émanations odorantes, de vapeurs acides ou alcalines, de gaz divers.

On y produit aussi des changemens en supprimant les alimens à différens degrés, en en variant la nature, ou en n'accordant exclusivement que des liquides, ou bien en favorisant l'absorption par l'une des membranes muqueuses, et par la peau dénudée ou non de son épiderme, soit de solutions salines, acides ou alcalines, soit de substances douées d'une action spéciale, comme l'alcool, etc. On peut remplacer ces modes d'introduction, par l'injection des mêmes substances dans les veines.

La composition du sang est encore facilement modifiée par les saignées générales et locales, rendues plus efficaces par la diète des solides et l'usage de l'eau seule. Alors, les globules diminuent de quantité, mais le sérum perd peu proportionnellement à cette diminution : le sang cependant perd de sa masse. On parvient au même but, en sollicitant, au delà de leurs effets ordinaires, les réactions sécrétoires qui opèrent incessamment sur ce fluide, et emploient ainsi plus ou moins telle ou telle substance extraite de ses parties. C'est de cette manière qu'agissent les sueurs produites par l'art, ou déterminées par la nature dans diverses maladies ; que les urines, rendues plus abondantes par l'action des diurétiques, ont un effet favorable, et que les flux divers, opérés par les selles ou par le vomissement,

sont suivis de résultats thérapeutiques. Mais il faut alors que l'organe sur lequel on appelle la supersécrétion, ne se trouve pas dans un travail moléculaire morbide qui puisse en être accéléré, ou qu'il n'en résulte pas le développement de ce travail; car les effets chimiques pourraient bien être détournés en entier en faveur de ce même travail, et, à une maladie, on en ajouterait une autre peut-être plus grave. Ceci s'entend surtout du travail organique nommé inflammation, phénomène qui ne paraît être que la réaction chimique nutritive et sécrétoire, augmentée par suite d'une cause chimique ou physique, dont le résultat pathologique, par sa fréquence et par ses conséquences, mérite à juste titre d'être considéré comme l'un des plus importans de la médecine. Le sang y joue nécessairement un rôle remarquable. Ce fluide doit abonder plus que de coutume dans le point où la réaction redouble, parce qu'elle se passe toujours certainement entre le sang et les tissus qui le reçoivent, et que c'est l'humeur sanguine qui fournit alors les produits altérés, tandis que la partie solide ne fait que fonctionner irrégulièrement.

Si, en agissant sur les organes et sur les fluides sécrétés, on parvient à modifier la composition du sang, on arrive aussi à modifier ces organes et ces fluides en agissant sur le sang lui-même. La diminution du sang en masse, ou celle de ses globules surtout, déterminée par la saignée poussée à un point plus ou moins considérable, atténue les opérations chimiques qui se passent dans la trame des tissus, change ainsi leur nutrition et leurs sécrétions, rend la quantité de ces derniè-

res de plus en plus minime, et rapetisse le volume des organes. L'eau bue en même temps en grande abondance, après avoir traversé la masse du sang, peut délayer les produits sécrétés, qui alors sont accompagnés de moins de parties solides que de coutume; elle rétablit la quantité de ces produits aux dépens de leurs qualités. Les sels, les acides et les autres substances chimiques, qu'on introduit dans le sang, arrivent, à son moyen, les uns en nature, les autres plus ou moins décomposés vers les tissus, mais dissous dans le sérum; l'organisation tend à les éliminer; ils ne parcourent pas moins toutes les divisions de l'arbre circulatoire, et réagissent sur les divers organes et sur les différens fluides de l'économie, selon le mode des effets connus ou encore à constater, qu'ils ont sur ces organes et fluides quand ils sont privés de vie. Le carbonate de soude exalte les opérations moléculaires exercées par les reins sur le sang, quand ils en extraient l'urine, et surtout il sollicite ces organes à enlever l'eau de cette humeur; les sels d'iode accélèrent les actions glandulaires désassimilatrices, etc. En tous cas, c'est par la voie du sang que ces réactifs se rendent vers les diverses parties qu'ils vont modifier.

On sent qu'avant de chercher à traiter, par des moyens chimiques, les altérations moléculaires du sang et celles des organes ou des fluides qui sont dépendans de cette humeur, il faudrait d'abord déterminer les cas où ces altérations existent, les diagnostiquer à leurs divers degrés, ensuite connaître les diverses substances dont l'effet chimique pourrait détruire ces altérations, et re-

médier ainsi à la maladie qui en résulte. Mais nous sommes loin de cette perfection de la science, si désirable cependant; c'est ce qui a fait désespérer de jamais parvenir à éclairer la thérapeutique par l'application de la chimie; c'est ce qui a contribué à faire penser aussi que les lois des corps organisés n'avaient rien de semblable avec celles des corps inorganiques; que leurs réactions étaient particulières, vitales, et qu'on ne pourrait pas les étudier à l'aide des connaissances physico-chimiques. Aujourd'hui qu'il est prouvé que l'organisation, dans l'état sain comme dans l'état malade, est assujettie à ces lois; que ses réactions ne sont pas spéciales; qu'on peut les étudier comme tous les phénomènes de la nature inanimée, on devra ne plus désespérer de faire faire des progrès à la thérapeutique par des recherches de chimie. De l'état actuel de nos connaissances, il ne faut pas toujours préjuger de son état à venir. Qui aurait pensé que les sels du sang fussent liés si intimement à la constitution de ce fluide, et jouassent un rôle aussi essentiel dans les phénomènes dont il est le siège? Malheureusement nous ne pouvons encore découvrir toutes les altérations qu'il est susceptible d'éprouver. Ainsi, certainement il doit être altéré dans la syphilis, aussi bien que les solides; mais en quoi? Ce ne peut être que chimiquement. Le mercure ne doit également agir, encore en ce cas, que chimiquement pour guérir la maladie, soit en neutralisant une substance étrangère, un vrai virus, dont l'hypothèse n'est pas une supposition à rejeter sans examen, soit en modifiant les parties dérangées dans leur composition in-

time d'une manière inconnue. On en peut dire autant d'une foule de médicamens dont la pratique médicale profite et dont la théorie est loin d'expliquer l'action réelle. La vitalité, le principe vital, cette source positive, mais obscure, de l'organisation, ne serait pas un obstacle à la découverte du mode chimique de cette action, si nous avions des procédés analytiques incomparablement meilleurs que ceux que nous possédons, et si nous avions une connaissance étendue des propriétés physiques et chimiques des tissus divers et des fluides qui s'y trouvent contenus, si nous avions en un mot une physiologie positive complète, physico-chimique, afin d'essayer de résoudre de tels problèmes. Pour le moment, c'est déjà beaucoup d'arriver à une nouvelle croyance en médecine, de reléguer aux siècles passés les rêveries des vitalistes purs, et de procéder désormais comme on a procédé dans l'étude des corps inorganiques et de leurs phénomènes, sans recourir à des forces particulières pour expliquer les phénomènes de l'organisation. Je vais me borner à examiner succinctement quelles sont les indications thérapeutico-chimiques que peuvent offrir les altérations du sang décrites plus haut, et déterminer théoriquement les moyens qu'on doit leur opposer.

Traitement à opposer à l'état de maladie du sang couenneux et du sang lie de vin.

Pour rétablir à l'état sain ces variétés d'une même altération, il faut leur restituer le chlore qu'elles ont

perdu, ou, du moins, augmenter le chlorure de sodium qui leur est utile pour que la soude n'y fasse que le septième de leurs sels solubles. Voilà l'indication. Comment la remplir ? C'est nécessairement, d'abord, de diminuer par des saignées la masse du liquide, d'atténuer par là la turgescence alcaline qui tourmente les organes, et de modifier ainsi les fluides sécrétés ; puis de cesser l'alimentation solide, mais d'augmenter la liquide, de faire passer par le sang, jusque dans les sécrétions, une grande quantité d'eau qui puisse entraîner de la soude ; ensuite de tenter d'introduire dans le torrent circulatoire du chlorure de sodium à petites doses, en en additionnant les tisanes, afin d'essayer de remplacer celui qui manque à l'humeur sanguine. Sans doute on n'arrivera pas au but immédiatement, tant qu'on ne détruira pas complètement la cause qui *déchlorure* le sang ; elle gît dans les solides, dans les capillaires, dont la modification vicieuse détermine celle du fluide lui-même ; aussi c'est là où il faut l'atteindre en même temps. Comme elle paraît consister dans le phénomène qu'on désigne sous le nom d'inflammation, qui n'est probablement que la sur-activité chimique des appareils organiques, si l'on soustrait le sang sur lequel elle agit et qui l'alimente, on doit tendre à l'enrayer. Ainsi la saignée générale ou locale, déjà nécessaire contre l'altération du sang, attaquera encore sa cause ; il en sera de même de la diète des solides et de l'usage des liquides aqueux. Quant au chlorure de sodium qu'on cherchera à introduire, ne deviendra-t-il pas une source nouvelle d'irritation et un moyen de fa-

voriser l'altération du sang, en lui fournissant un sel qui s'y décomposera et lui laissera encore un surcroît d'alcali? C'est à l'expérience à prononcer. Ce qui est certain, c'est que ce sel arrivera dans le torrent circulatoire; l'effet des saignées et de la diète étant d'animer les absorptions, elles feront entrer dans les vaisseaux le liquide légèrement salé déposé dans l'estomac. Le chlorure sera sans doute éliminé du sang; mais, tant qu'il y restera, il aura le temps d'agir utilement. L'expérience a déjà décidé en faveur de la première partie de ce traitement en usage contre la pleurésie, la pneumonie et le rhumatisme aigu, affections pendant le cours desquelles le sang est pour ainsi dire constamment couenneux. Quant à la seconde partie, elle n'est qu'une donnée théorique à expérimenter.

Mais il est des cas, ai-je dit, où il est présumable que le sang couenneux à un léger degré influe ainsi à la longue sur toutes les fonctions, détermine peut-être ou est la cause éloignée des tubercules, etc., alors devient en un mot l'origine de toutes les concrétions albumineuses qui se font dans les tissus ou aux surfaces, d'une manière aiguë ou chronique. Quelle serait, dans ces cas, l'action de divers moyens dirigés de façon à faire circuler avec le sang des dissolvans de l'albumine? Et si cette albumine est concrétée à une surface qu'on peut atteindre, qu'arriverait-il en cherchant à la dissoudre par des applications d'une imitation des sels du sang? J'ai essayé une fois cette double médication dans un cas de croup, et avec succès; mais je suis loin, d'après ce seul cas, de prononcer sur son importance. Cependant

les médecins placés heureusement pour faire des recherches thérapeutiques devront répéter mon essai; s'ils obtiennent des résultats négatifs, je serai le premier à me ranger de leur avis. J'ai regardé, d'après les inductions théoriques précédentes, le croup comme le développement pseudo-membraniforme d'une sécrétion naturelle d'ordinaire muqueuse devenue accidentellement albumineuse; j'ai considéré alors, comme cause disposante de cette altération sécrétoire, un état légèrement couenneux du sang, et, comme cause déterminante, l'irritation du tube laryngo-trachéen. J'ai agi contre l'altération présumée du sang, par des émissions suffisantes de cette humeur; je les ai pratiquées au cou, pour agir à la fois sur elle et sur la phlegmasie des voies respiratoires. Le sujet a été mis à la diète. J'ai excité des secousses mécaniques utiles pour ébranler la fausse membrane, quand elle a été formée; et, afin d'y parvenir, j'ai eu recours à plusieurs vomitifs. Des lavemens laxatifs et des bains de pieds, devant tendre à diminuer le travail inflammatoire par une stimulation artificielle du rectum et des extrémités inférieures, je n'ai pas négligé d'employer ces moyens auxiliaires. J'ai en même temps attaqué, d'une part, l'altération probable du sang, en additionnant une tisane gommeuse de sel marin jusqu'à salure supportable, l'édulcorant avec du sucre, et en en faisant l'unique boisson du malade; et, d'autre part, la fausse membrane, dans le but de la ramollir, même de la dissondre, en dirigeant sur elle des sels alcalisés préparés convenablement, et les insufflant dans le larynx. J'ai présumé que ce dernier moyen aurait d'autant plus d'efficacité

qu'il serait employé quand l'exsudation croupale est à son apparition; qu'elle est mince, molle, encore gélatiniforme. Il était à craindre qu'il n'en résultât de l'inconvénient pour des tissus délicats; mais, en ménageant attentivement les insufflations, j'ai pensé diminuer cet inconvénient qui, du reste, ne peut être aussi grand que celui de la présence de la concrétion. J'avais à redouter encore le ridicule qu'on a attaché à toutes les tentatives de ce genre; j'ai passé outre, sachant qu'on ne peut que savoir quelque gré au praticien qui dirige ses efforts vers le bien, sans autre but que le désir d'être utile.

C'est pénétré de ces données que j'ai saisi l'occasion de les appliquer aussitôt qu'elle s'est présentée; ce qui a eu lieu le 26 février 1837. Voici l'observation thérapeutique dans son entier :

Appelé à onze heures du soir, à Commercy même, dans la maison voisine de la mienne, pour donner mes soins à un enfant de neuf mois encore allaité par sa mère, et présentant depuis peu d'heures à un haut degré les symptômes caractéristiques du croup, j'ai immédiatement employé le traitement dont je viens de poser les bases. J'ai d'abord fait appliquer trois sangsues au cou, puis donner des lavemens excitans et des bains de pieds; à la fin de la nuit, j'ai excité plusieurs vomissemens avec une infusion d'ipécacuanha. Aucun amendement. Le matin du 27, on aperçoit distinctement une pellicule blanche pseudo-membraneuse qui revêt les côtés de l'isthme du gosier. J'ai alors formulé une tisane ainsi composée :

Chlorure de sodium.	20 parties	Mêlez et réduisez en poudre.
Sulfate de potasse..	4 p.	
Phosphate de soude.	2 p.	
Sirop de gomme...	q. s.	
Eau.....	q. s.	

J'ai aiguisé l'eau avec le mélange, jusqu'à une salure supportable qui ne pût devenir purgative, et je l'ai édulcorée convenablement avec le sirop. Le chlorure de sodium remplirait seul l'indication ; si l'on trouve à propos de répéter cette expérience, il sera inutile ainsi de l'additionner des deux autres sels.

Cette tisane est devenue l'unique boisson de l'enfant. Une heure après le commencement de son emploi, j'ai projeté dans les voies respiratoires, par l'insufflation avec un tuyau de plume, une pincée de la poudre saline suivante :

Sous-carbonate de soude desséché.	40 parties.
Chlorure de sodium.....	80
Sulfate de potasse.....	15
Phosphate de soude.....	5

Je possédais ce mélange pulvérisé, et j'avais remarqué qu'il ramollissait bien la fibrine. Les 40 parties de sous-carbonate en remplacent 15 de soude caustique. J'ai substitué le premier à cette dernière, pour que les chairs fussent moins douloureusement impressionnées. Cependant il serait nécessaire de composer le mélange de chlorure de sodium seul, 6 p.; potasse ou soude caustique sèche, 1; celui-ci attaque fort bien la fibrine, outre

qu'il la ramollit, il peut la dissoudre même, quand elle est très molle, en peu d'instans; mais je n'ai osé en tenter l'emploi, j'ai craint sa causticité. Le seul azotate de potasse suffirait peut-être.

Il y eut, après l'insufflation, une forte quinte de toux sans autre résultat. Une heure après nouvelle projection; quinte de toux avec expectoration de mucus trouble, laiteux, présentant beaucoup de fausses membranes de la grandeur de la moitié de l'ongle chacune; plusieurs étaient frangées, ramollies et à demi transparentes. La respiration reste plus libre et la toux paraît moins croupale, l'enfant continue à prendre la tisane salée. A trois heures insufflation de la poudre; expectoration de plusieurs fausses membranes, dont quelques unes ressemblent à du pus concret à demi fluide; elles sont accompagnées de mucosités. Mêmes opérations et mêmes résultats à neuf heures du soir, heure où les symptômes du croup ont reparu d'une manière alarmante. On insuffla encore le même médicament à une heure du matin le 28, et ensuite à trois heures. Cependant l'enfant dormit, mais d'un sommeil interrompu; il y eut râle laryngé, et de temps en temps toux croupale. Refus de la tisane. Elle est remplacée par de l'eau sucrée. Il paraît qu'il y a quelques douleurs à la gorge, mais on n'y remarque plus de pellicules. La toux devient catarrhale. Pendant la journée du 28, pendant la nuit suivante et la journée du 1er mars, calme parfait, quoiqu'il y ait encore de la toux. Plus de symptômes de croup. Le sein est rendu le 1er mars, après deux jours et trois nuits de diète. La guérison ne s'est pas démentie jusqu'à la fin

du mois qu'une scarlatine est venue enlever l'enfant, lorsqu'il perçait cinq ou six dents sorties à la fois pendant le cours de cette dernière maladie.

Traitement à opposer à l'état de maladie du sang incoagulable.

Si l'espèce de ce sang n'existe, avec présence de sels ammoniacaux, dans les fièvres typhoïdes, que lors d'une infection putride à une époque tellement avancée de la maladie, que la mort se voie déjà sur les traits du sujet, l'altération ne présente aucune indication et ne demande aucun traitement, car elle ne doit être alors que l'annonce d'une fin prochaine. Mais si elle s'y montre constamment à un trop faible degré pour que l'analyse la signale, les sels ammoniacaux n'y étant pas en quantité suffisante pour rendre le sang complètement incoagulable, ce qui est très possible, on doit chercher à lutter contre elle et contre ses effets désastreux. Comment agir alors? Je pense que, tout en combattant dès l'origine du mal les symptômes d'irritation générale qui se présentent d'abord, et en ne négligeant pas les symptômes d'inflammations locales qui éclatent pendant le cours de la fièvre, on doit hardiment tenter d'éliminer du sang les sels étrangers qui le dénaturent. Les moyens les plus convenables seront la diète, les boissons abondantes, les purgatifs peu irritans, la diaphorèse, les exsudations fournies par les vésicatoires. Ces moyens conseillés par la théorie humorale auront l'avantage

d'être antiphlogistiques des solides souffrans, en même temps que le sang en éprouvera les effets éliminateurs.

Si, comme il est vraisemblable, le sang incoagulable se montre, mais à un degré faible, difficile à signaler à l'analyse, et avec excès de ses sels naturels, dans des affections qu'on peut rapporter au scorbut, tout ce qui concourra à chasser cet excès deviendra alors d'un emploi important. L'état de l'individu n'indiquera pas sans doute d'émissions sanguines, ni un régime débilitant; il n'éclatera que rarement des inflammations viscérales aiguës qui les réclameraient. D'ailleurs la masse du sang est, en général, assez faible dans ces affections. On éloignera toute substance saline des alimens. On cherchera à nourrir le sujet avec des matières propres à donner au sang des matériaux azotés qui puissent augmenter son albumine, laquelle est peut-être autant diminuée de quantité, que les sels sont augmentés. Air sec, exercice, boissons toniques légèrement stimulantes, etc. L'expérience a appris qu'alors les acides sont éminemment utiles; mais on ne peut encore expliquer le mode de leur action.

Traitement à opposer à l'état de maladie du sang épais et du sang aqueux.

La pléthore résulte de la présence dans l'économie du premier ou du sang épais, et l'anémie de celle du secoud ou du sang aqueux. Les moyens qu'on leur oppose communément sont employés rationnellement, comme l'analyse l'aurait induit si elle avait été consultée.

Traitement à opposer à l'état de maladie du sang des ictériques et du sang incolore.

Les résultats de la diffusion de la substance jaune dans le sang, puis dans l'économie entière, me paraissent à peu près nuls. Si, toutefois, il y avait à craindre qu'elle ne fût nuisible, et que les sécrétions ne fonctionnassent pas suffisamment pour l'éliminer, il faudrait les exciter. Aussi, les purgatifs en lavemens et les diurétiques sont-ils alors indiqués, aussi bien que les divers moyens réclamés par le genre de la lésion locale du canal alimentaire et du foie, qui a déterminé l'altération du sang. Que dire du traitement de l'affection dans laquelle le sang présente un sérum incolore?...

Traitement à opposer à l'état de maladie du sang blanc.

Il est impossible de saisir aucune indication relative à ce sang.

Traitement à opposer à l'état de maladie du sang des cholériques.

On a pensé que l'état de ce sang réclamait un traitement particulier. La seule indication qu'il présente, c'est celle qui est relative à la perte d'une partie de son sérum; mais supposons qu'en suspendant le vomissement et le dévoiement on empêche cette humeur de faire de nouvelles pertes, ce n'est là qu'un traitement de peu d'effet, tant que subsiste la cause spécifique inconnue du choléra.

FIN.

TABLE ANALYTIQUE

DES MATIÈRES.

PRÉFACE.

La médecine est peu avancée, mais sa marche est désormais progressive, 3. Elle ne peut encore constituer une doctrine ; on ne doit, en ce moment, que réunir des matériaux pour l'édifier, 4. C'est dans ce but que j'ai étudié le sang, 5. On admet aujourd'hui que la chimie peut être utilement appliquée à la physiologie et à la médecine, 6. Je ne voulais, autrefois, pour cette application, que les simples *faits* de la chimie; aujourd'hui, j'applique aussi ses *théories*, 7. Quelques mots relatifs à cet ouvrage, 8.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

SUR L'APPLICATION DES SCIENCES PHYSICO-CHIMIQUES A L'ÉTUDE PHYSIOLOGIQUE ET MÉDICALE DE L'HOMME, ET SUR LA VALEUR DES INDUCTIONS QU'IL EST POSSIBLE D'EN OBTENIR.

Etude de l'organisation, 14. Organes et humeurs; leurs parties sont unies par juxta-position et par combinaison; de là, structure ou organisation physique, et composition

ou organisation chimique, 15. La physique organique s'occupe de la structure et des lois qui la régissent ; elle isole et étudie les humeurs, appareils, organes, tissus, fibres, globules, *ibid.* La chimie organique sépare et examine les substances immédiates, les substances fractionnaires et les corps simples des parties qui ont été l'objet de la physique organique, 16. Ces sciences ne reconnaissent comme causes des phénomènes que les forces qui modifient tous les corps de la nature, 19. Alors les appareils d'organes sont des appareils de physique et de chimie, et les humeurs sont des substances soumises à leur action, 21. Ils obéissent à la cause occulte de l'animation, influence vitale, puissance vitale ou vitalité, 24. Cette cause n'est qu'un excitant général et incessant de toutes les propriétés physiques et chimiques de l'organisation, *ibid.* Harmonie de la structure et de la composition des parties organisées, 25. La physiologie positive embrasse ainsi la connaissance, tant de la structure et de la composition des matières constituantes des animaux et des végétaux que des effets physiques et chimiques qu'on y observe, et qu'y entretient l'influence vitale pendant un temps limité, 26. Tout autre genre d'étude relatif aux êtres vivans appartient à la métaphysique et à la psychologie, 27. Vues nouvelles de M. Dumas sur la philosophie organo-chimique, *ibid.* Il faut, conséquemment, chercher à connaître la composition et les réactions chimiques des corps vivans, pour fonder une physiologie chimique qui nous manque totalement, 34. Généralités sur cette physiologie, 35. De l'état de maladie, 38. La maladie est une lésion physique ou chimique, souvent des deux genres, affectant le matériel de l'organisation, *ibid.* Elle n'est point une sorte d'être en dehors des organes, ou une simple perversion du principe vital précédant toute altération de l'organisation, 38. On doit donc considérer les moyens propres à la combattre, les médicamens, comme des agens physiques et chimiques dont les effets sont artificiellement

opposés par l'homme de l'art à ceux désordonnés des organes, 42. Du sang, 44. Quel rang occupe-t-il dans l'organisation? *ibid.* Quel est l'aide que le physiologiste et le médecin peuvent exiger de la chimie pour étudier cette humeur? 45. Division de cet ouvrage, 47.

PREMIERE PARTIE.

SANG APRÈS LA MORT.

RECHERCHES DE CHIMIE ORGANIQUE SUR LE SANG DE L'HOMME.

SECTION PREMIÈRE.

Examen des substances qui entrent dans la composition du sang, et des procédés employés pour extraire ou seulement pour estimer, dans l'analyse, celles qui doivent être considérées comme immédiates, 50.

1° *Substances fluides.*

Eau. — Elle tient dissoute une partie des substances du sang, et sert de milieu à celles qui sont insolubles, 51. Moyens de l'extraire ou de l'estimer dans l'analyse, *ibid.* Le procédé par dessiccation est vicieux, 52. Alors le sang perd de sa substance et s'altère, 53. Il faut opérer par le vide sec, comme l'a proposé M. Chevreul, 57. Erreurs introduites dans les analyses du sang par le mode de dessiccation, 59.

Gaz. — Examen de cette question : Le sang renferme-t-il ou

non des gaz ? 60. Expériences et opinions de MM. Edwards, Vauquelin, Vogel, 61. Je n'admets pas la préexistence des gaz, 63. Même depuis les recherches de M. Magnus, 64.

2° *Substances albumineuses.*

Fibrine. — J'ai admis le premier qu'elle est liquide dans le sang qui circule, 67. Quelques personnes ne sont pas de cet avis, 68. Elle fait partie du sérum et ne contient pas une proportion fixe d'eau, *ibid.* Cette substance a toujours été regardée comme remarquable, 69. Elle ressemble beaucoup à l'albumine, *ibid.* Mes recherches sur elle, 70. Action des sels sur la fibrine, 71. Elle se dissout dans la plupart des sels neutres, *ibid.* Propriétés de cette solution, 72. Quel rôle joue-t-elle alors? 73. Effets des sels sur la coagulation du sang, 74. Action de l'alcool, du sucre, de la chaleur, etc., sur la fibrine et sur sa solution saline, 76.

Albumine. — Elle a toujours excité la curiosité, 78. Ses états et leurs causes inconnues jusqu'ici, *ibid.* Action sur elle des acides, des alcalis, de l'électricité, de la chaleur, des sels, de l'alcool, 79. Leurs effets annoncent que la fibrine et l'albumine sont une seule et même substance, 80. Recherches de la cause de sa liquidité, 81. Sérum artificiel, ou albumine liquide faite avec de la fibrine, *ibid.* Analyse élémentaire de la fibrine et de l'albumine, 83. Fibrine extraite de l'albumine liquide, 84. Combinaison du sucre et de l'albumine liquide, 84. Explication des effets de l'électricité et de l'alcool sur l'albumine liquide, 85. Effets de la chaleur sur elle, *ibid.* Ainsi elle peut être liquide, tenue à cet état par des sels; solide, sous forme de globules; solide sous forme de franges, c'est la fibrine, 86. Ses caractères chimiques principaux : facilité prodigieuse de combinaison, 87. La gélatine et le mucus paraissent être une modification de l'albumine, 88. Son état dans le

sang, 89. Moyens de l'obtenir, *ibid.* Comment estimer dans l'analyse celle qui y est liquide, *ibid.*

Substance blanche des globules. — Elle est formée d'albumine solide, et compose le noyau des globules, 90. Procédés pour l'obtenir, 91. Sa conversion en fibrine, 92. Globules séreux, 94. Diamètre, forme, volume des globules, composés par la substance blanche, 95. D'où provient cette substance? 96. Elle a son origine dans l'albumine liquide du sérum, 97. Comment se dévelope-t-elle? *ibid.* Expériences sur elle, 98. Opinion de M. Le Canu sur la fibrine des globules.

Extrait aqueux ou *cruorine.* — Expériences qui prouvent qu'il n'est qu'un albuminate de soude, 100.

Extrait alcoolique ou *osmazome.* — Faits qui annoncent qu'il ne consiste qu'en une réunion de diverses substances, 102.

3° *Substances colorantes.*

Hématosine. — Procédés pour l'obtenir, 104. Albuminates d'hématosine, 109. Nouveau procédé de M. Le Canu pour séparer l'hématosine, 110. Propriétés de cette substance pure, 111. Le fer lui est-il inhérent? 113. Est-elle ou non soluble dans l'eau? 115. Son état organique, 116. Ses relations avec les poumons, 117. Elle paraît provenir d'une altération de l'albumine, 118. Action de l'air et des sels sur elle, *ibid.* Son action chimique dans l'organisation, 119.

Substance jaune biliaire. — Preuves qu'elle existe dans le sang sain, 122. Est-elle la même que celle signalée dans la bile? 124. Son origine organique, 132. De l'humeur splénohépatique, 133. Elle doit être le principe formateur de la bile, 134. Comment l'estimer dans l'analyse? 135.

Substance bleue. — Procédé de M. Sanson, 137. Bleuissement du sérum par les acides, 138. Estimation de la substance bleue dans l'analyse, 140.

4° *Substances grasses.*

Cérébrine. — Historique, 141. Son extraction, 145.
Séroline. — Historique, 145. Son extraction, 147.
Cholestérine. — Historique, 147. Son extraction, 148.
Acides gras. — Historique, 149. Leur analyse ; acides margarique, oléique et gras volatil, 153.

5° *Substances odorantes.*

Substance odorante alliacée. Ce qu'elle est, 156.
Substance odorante de M. Barruel. Elle est due à l'acide gras volatil, 157.
Substance odorante variable. — Due à des particules fortuites, 161.

6° *Substances salines.*

Alcalis et *sels solubles* (*fixes au feu rouge*). — Le sang ne renferme que des sulfates de potasse et de soude, du phosphate de soude, du chlorure de sodium et de la soude caustique, 163. Leur action sur les autres principes du sang, 165. Leur analyse, 170.
Fer et sels terreux. — On ne trouve dans le sang que des phosphates, tant à bases de chaux que de magnésie, et de la chaux avec un peu de magnésie, 173. On y rencontre aussi le fer à l'état d'oxides et de sous-phosphate, *ibid.* Leur analyse, 174. Etat de ces sels et oxide dans le sang, 175.

7° *Substances impondérables.*

Électricité. — Ses phénomènes dans le sang, 176.
Chaleur. — Son degré dans le sang, 177.

SECTION DEUXIÈME.

Méthode d'analyser le sang, et moyens accessoires propres à rendre ses résultats aussi exacts qu'il est possible dans l'état actuel de la science, 177.

Précautions préliminaires, 177. Choix du sang, 178. Manière de l'extraire, 180. Quantité qu'on en doit extraire, 182. Vases pour le recueillir, *ibid.* Comment on les remplit, 186. Estimation de la température du sang, 187. Transport dans le laboratoire, *ibid.* Sa pesée, 188. Mesure de sa densité, *ibid.* Analyse proprement dite : Détermination de l'ensemble des globules et du sérum sec ou matières fixes à 100° cent., ainsi que de l'eau du sang, 190. Détermination de l'eau du sérum et du sérum sec, ou matières fixes à 100° cent. 191. Détermination des globules et du sérum sec, isolément, *ibid.* De la fibrine, 192. De l'hématosine et de l'oxide de fer, *ibid.* De l'albumine solide des globules, 193. De l'albumine liquide du sérum, de ses corps gras et matières colorantes, *ibid.* Des sels, 194. Utilité de la mesure de la densité dans l'analyse du sang, *ibid.*

DEUXIÈME PARTIE.

SANG PENDANT LA VIE.

APPLICATION

DES RECHERCHES CHIMIQUES PRÉCÉDENTES SUR LE SANG, A LA PHYSIOLOGIE, A LA PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE, A L'HYGIÈNE ET A LA THÉRAPEUTIQUE DE CETTE HUMEUR, 198.

SECTION PREMIÈRE.

Application des recherches sur le sang à la détermination de sa composition pendant la vie quand il est sain, et à la théorie des phénomènes physiologiques moléculaires qui se rapportent à cette humeur, 198.

1° *De la composition du sang sain pendant la vie.*

Composition particulière du sérum, 200.

Les substances constituantes du sérum paraissent affecter, chez l'homme sain, des proportions fixes constantes, 202. Tableau de la composition du sérum, *ibid.*

Composition particulière des globules, 204.

Tableau de cette composition, 205. Comme pour le sérum, les proportions des parties constituantes paraissent fixes, 206.

Ensemble du sérum et des globules, ou sang proprement dit, 207.

Variétés du sang. — Première classe, 209. Deuxième classe, 216. Troisième classe, 227. Quatrième classe, 138.

2° *Des phénomènes moléculaires du sang sain pendant la vie*, 245.

Définition de la fonction que remplit le sang dans l'économie, 246.

Phénomènes moléculaires particuliers du sérum, 246.

Comment se forme le sérum? 247. Appareil chimique qui l'élabore, 248. Circonstances particulières au fœtus, *ibid.* — *Phénomènes propres à l'eau du sérum*, 249. Ceux relatifs au sérum lui-même et aux corps étrangers introduits dans le corps, *ibid.* De la soif et de la faim, 250. Usage du sérum dans les tissus, dans les fluides sécrétés et pour le maintien de la chaleur animale, 251. Sa décomposition et recomposition pendant la vie, 252. — *Phénomènes propres aux substances salines du sérum*, *ibid.* Leur rôle relativement à ce fluide, 253. Relativement aux organes et aux sécrétions, *ibid.* Les sels du sérum sont des élémens générateurs de substances immédiates, 254. Entretien de ces sels; besoin de sel de cuisine pour l'organisation, 255. Effets de sa soustraction dans les alimens, 256. — *Phénomènes propres aux substances colorantes du sérum*, 257. Leur développement, *ibid.* Leur effet sur la teinte de la peau, 258. Existent dans les fluides sécrétés, 259. Leur usage, *ibid.* — *Phénomènes propres aux substances grasses neutres*, 259. Ont peu d'intérêt dans le sérum, *ibid.* Ces substances se trouvent aussi dans le système nerveux principalement, 260. Leur formation, *ibid.* Leur fonction, *ibid.* *Phénomènes propres à la substance albumineuse*, 260. Relativement au sérum, *ibid.* Relativement aux tissus et aux sécrétions, 261. Relativement aux globules, 262.

Phénomènes moléculaires particuliers des globules, 263.

Précipitation de l'albumine du sérum à l'état solide, pour

former les noyaux des globules, *ibid.* Elaboration chimique pulmonaire, pour la confection de l'hématosine, 264. Ce qui a lieu chez le fœtus, 265. — *Phénomènes propres à la substance albumineuse des globules, ibid.* Cette substance leur sert de noyau et aide à charrier la matière colorante, 265. — *Phénomènes propres à la substance colorante, ibid.* On ne peut encore les expliquer chimiquement, *ibid. Phénomènes propres à la substance métallique*, 266. Sont inconnus, *ibid.* Des globules en général, 267.

Phénomènes moléculaires de l'ensemble du sérum et des globules du sang, 268.

Selon la masse du sang, *ibid.* Selon la prédominance relative des globules et du sérum, 269.

DEUXIÈME SECTION.

Application des recherches chimiques sur le sang, à la détermination de sa composition pendant la vie quand il est malade, et à la théorie des phénomènes physiologico-pathologiques moléculaires qui se rapportent à cette humeur.

Généralités sur les maladies du sang, 269.

Que le sang soit une humeur régulière ou un amas sans ordre de matière nutritive, on conçoit qu'il puisse être malade, 270. Les maladies du sang jouaient un grand rôle autrefois ; oubliées de nos jours, 271. Expériences et faits récens propres à attirer de nouveau l'attention sur elles, 272. Définition des mots altération et maladie du sang, 277. Détermination des maladies du sang, en théorie, 278. Réflexions sur ces maladies, 281.

1° *De la composition du sang malade pendant la vie*, 283.

Composition particulière du sang couenneux, 284.

Historique, *ibid.* Étude de cette composition, 285.

Composition particulière du sang lie de vin, 291.

Notice historique sur ce sang, *ibid.* Etude de cette composition, 293.

Composition particulière du sang incoagulable, 299.

Historique de ce sang, *ibid.* Étude sur deux de ses espèces, 300.

Composition particulière du sang épais, 303.

Examen de ce sang, *ibid.*

Composition particulière du sang aqueux, 304.

Examen de ce sang, *ibid.*

Composition particulière du sang des ictériques, 305.

La bile ou ses élémens en font-ils partie? 305. Qu'est-ce que la bile? 307. Analyse du sang, 308.

Composition particulière du sang à sérum incolore, 310.

Examen de ce sang, *ibid.*

Composition particulière du sang blanc, 310.

Examen du sang complètement blanc, 311. Examen du sang à sérum blanc, 313.

Composition particulière du sang des cholériques, 314.

Examen de ce sang, 315.

Réflexions sur d'autres espèces du sang malade, 315.

2° *Des phénomènes moléculaires du sang malade pendant la vie*, 315.

Phénomènes moléculaires particuliers du sang couenneux et du sang lie de vin, 316.

Pour devenir couenneux ou lie de vin, le sang perd du chlore, ou son chlorure de sodium diminue, même disparaît, et son alcali augmente, 317. Théorie de la formation de la couenne, 318. Théorie de la formation du sang lie de vin, 320. Effets présumables de la foudre sur le sang, 321. Effets de ces altérations sur l'économie, 322.

Phénomènes moléculaires particuliers du sang incoagulable, 324.

De l'affection typhoïde, 325. Du scorbut, 326.

Phénomènes moléculaires particuliers du sang épais, 327.

De la pléthore, 327.

Phénomènes moléculaires particuliers du sang aqueux, 328.

De l'anémie, 328.

Phénomènes moléculaires particuliers du sang ictérique, 328.

De l'ictère, 329.

Phénomènes moléculaires particuliers du sang incolore, 331.

Ils développent une maladie peu connue, 331.

Phénomènes moléculaires particuliers du sang blanc, 332.

Ils donnent lieu à une affection encore peu étudiée, 332.

Phénomènes moléculaires particuliers du sang des cholériques, 322.

Du choléra, 332.

TROISIÈME SECTION.

Application des recherches chimiques sur le sang, à la détermination, tant des moyens qu'on doit mettre en usage pour maintenir sain ce fluide, que de ceux qu'on doit employer pour combattre son état de maladie, et à la théorie du mode de l'action moléculaire de ces moyens.

1° *Des moyens qu'on doit mettre en usage pour maintenir le sang à l'état sain, et du mode de leur action moléculaire*, 335.

Considérations générales sur l'hygiène du sang, *ibid.* Cas où le sang est avec prédominance séreuse, 336. Cas où il renferme beaucoup de globules, *ibid.*

2° *Des moyens qu'on doit employer pour remédier à l'état de maladie du sang, et du mode de leur action moléculaire*, 337.

Diverses manières de modifier la composition et les phénomènes du sang pendant la vie, *ibid.* Application à l'inflammation, 339. Diverses manières de modifier la composition et les phénomènes des tissus et des sécrétions pendant la vie, en agissant sur le sang, *ibid.*

Traitement à opposer à l'état de maladie du sang couenneux et du sang lie de vin, 342.

Il faut restituer le chlore qu'a alors perdu le sang, ou augmenter son chlorure de sodium, et diminuer son alcali, 343. Cas où le sang est faiblement couenneux et où il doit jouer un grand rôle, 344. Essai d'un traitement du croup par des moyens chimiques, 345.

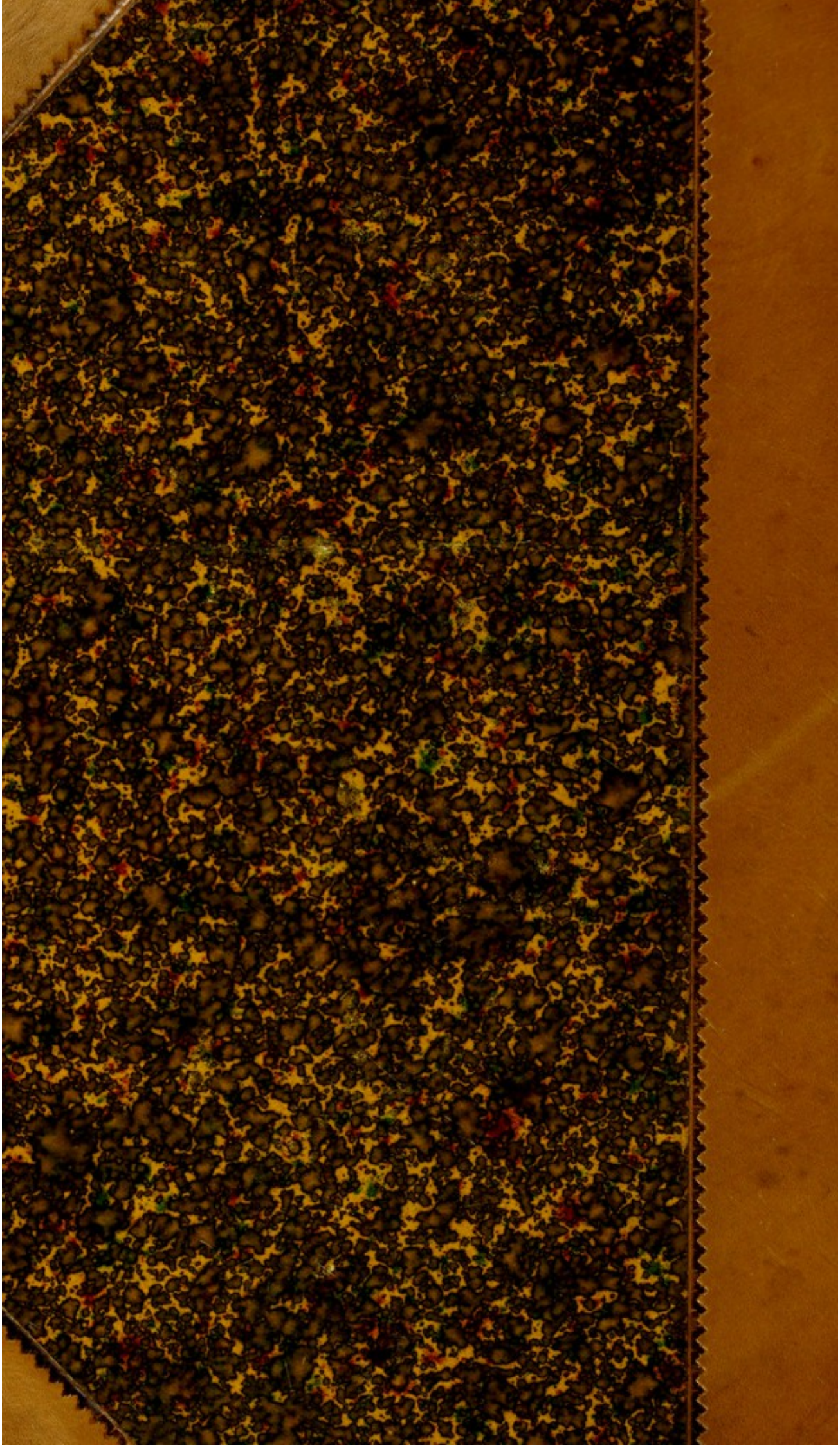
Traitement à opposer à l'état de maladie du sang incoagulable, 349.

Faire en sorte d'éliminer de l'économie les sels qui s'opposent à la coagulation, *ibid.*

Traitement à opposer à l'état de maladie du sang épais et du sang aqueux.

Traitement à opposer à l'état de maladie du sang des ictériques et du sang incolore, 351.

Traitement à opposer à l'état de maladie du sang blanc, ibid.

Traitement à opposer à l'état de maladie du sang des cholériques, ibid.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.