

Bibliothèque numérique

medic@

Figuier, Louis. - Mémoire sur l'origine
du sucre contenu dans le foie, et sur
l'existence normale du sucre dans le
sang de l'homme et des animaux

*In : Annales des sciences
naturelles (zoologie), 1855, 4e
série, tome III, p. 17-51*



(c) Bibliothèque interuniversitaire de médecine (Paris)
Adresse permanente : <http://www.biium.univ-paris5.fr/histmed/medica/cote?clber079>

MÉMOIRE
L'ORIGINE DU SUCRE CONTENU DANS LE FOIE,
ET SUR L'EXISTENCE NORMALE

DU SUCRE DANS LE SANG DE L'HOMME ET DES ANIMAUX,

Par M. Louis FIGUIER,

Agrégé de chimie à l'École de pharmacie de Paris.

(Lu à l'Académie des sciences dans la séance du 29 janvier 1855.)

M. Claude Bernard a démontré pour la première fois, en 1848, que le foie de l'homme et celui des animaux renferment une certaine quantité de sucre. Poursuivant l'étude de ce fait, ignoré jusqu'à notre époque, ce physiologiste a été amené à considérer le foie comme l'organe de la production du sucre chez les animaux. Selon lui, le foie n'aurait pas seulement pour fonction de sécréter la bile ; il concourrait également à produire du sucre, substance destinée à subvenir ensuite à l'entretien de la respiration. Le même expérimentateur s'est appliqué à démontrer que le sucre qui existe dans le foie ne provient pas nécessairement des aliments introduits dans l'estomac, mais qu'il se forme au sein même de l'organisme animal, indépendamment de toute alimentation particulière. Enfin, ayant soumis à une étude attentive les caractères de la fonction nouvelle qu'il attribue au foie, et qu'il désigne sous le nom de *glucogénie*, ce physiologiste a reconnu que la sécrétion du sucre dans le foie coïncide avec la période digestive. C'est ce que l'auteur appelle : « *les oscillations fonctionnelles de la sécrétion du foie.* » Comme conséquence de ce qui précède, il a été constaté que la même

4^e série. Zool. T. III. (Cahier n° 4.) 2

2



sécrétion diminue avec l'abstinence et le jeûne, et finit par disparaître en entier par l'inanition.

Je dirai, avec la sincérité qui doit présider à toute discussion scientifique, que le fait de la sécrétion du sucre par le foie m'a toujours paru sujet à contestation. Ce résultat était d'abord en opposition avec les découvertes de la chimie organique, avec ces belles et simples relations que la science moderne a si lumineusement établies entre les fonctions comparées des animaux et des plantes. Par les travaux de MM. Dumas et Boussingault, de M. Liebig, etc., on sait aujourd'hui qu'aux végétaux est dévolu le rôle de fabriquer le sucre et les substances amylocées, et que les animaux détruisent, en les oxydant, ces produits non azotés pendant leur respiration. Ainsi, la chimie était contraire à la théorie de la génération du sucre dans l'organisme animal. Cette théorie paraissait également en opposition avec les principes de la physiologie. Une sécrétion qui ne s'éveille chez les animaux qu'en l'empire, sous l'exitation de l'acte digestif, qui diminue par le jeûne et s'éteint par l'abstinence, s'écartait trop manifestement du mode général des sécrétions physiologiques pour ne pas soulever quelques doutes sur sa réalité. Et ces doutes devenaient bien plus pressants, bien plus décisifs encore, quand à cette théorie de la fonction glucogénique, coïncidant d'une manière nécessaire avec la période digestive, on opposait cette explication toute naturelle et simple, que si le tissu du foie ne renferme du sucre que pendant la digestion, c'est qu'alors seulement le glucose lui est apporté par les aliments ingérés dans l'estomac (1).

Telles sont les réflexions qui m'ont conduit à mettre en doute l'existence de la fonction glucogénique du foie, et m'ont inspiré

(1) Je crois devoir noter ici que la théorie de la sécrétion du sucre par le foie a déjà été combattue par M. Mialhe. Dans un mémoire sur la *destruction du sucre dans l'économie animale*, lu le 24 mars 1854 à la Société d'hydrologie et dont il a paru une analyse dans les *Comptes rendus de la Société d'hydrologie*, M. Mialhe s'exprime ainsi : « Pour nous, le foie n'est pas un organe sécréteur du sucre, » il n'est qu'un organe condensateur dans lequel le sucre s'accumule à la suite de l'alimentation, de même qu'il n'est qu'un organe condensateur dans lequel s'accumulent certains poisons métalliques introduits dans l'estomac. »

le désir d'entreprendre des recherches sur ce point important de physiologie.

Il est toujours utile qu'un expérimentateur fasse connaître la filiation d'idées qui l'ont dirigé dans ses recherches. J'indiquerai donc quel fut mon point de départ dans ce travail. J'étais guidé, quand je commençai mes expériences, par la pensée que l'on avait pu prendre pour du glucose quelque substance aisément réductible existant dans le foie, et provenant de la bile hépatique. Considérant que l'apparition du sucre coïncidait toujours avec la digestion intestinale, et par conséquent avec la sécrétion de la bile, il m'avait paru que les effets de réduction produits sur le réactif de Frommhertz, que l'on attribuait au glucose, étaient peut-être déterminés par quelque élément encore inconnu de la bile, ayant la propriété d'opérer la réduction des sels de cuivre, effet que produisent, comme on le sait, un certain nombre de matières organiques qui diffèrent du glucose.

Cette vue pouvait être logique, mais l'expérience m'a fait voir qu'elle n'était point fondée. En effet, examinée telle qu'on la retire de la vésicule avec le mucus abondant qui l'accompagne, ou bien séparée de ce mucus en la reprenant par l'alcool ou l'éther, la bile n'exerce aucune action réductrice sur le réactif de Frommhertz. On est conduit au même résultat négatif quand on réduit la bile à ses éléments médiats, pour les soumettre isolément à l'action du même réactif. L'acide choléique, séparé de la bile par le procédé de Strecker, qui représente le véritable élément chimique du liquide biliaire, n'exerce sur le réactif de Frommhertz aucune action particulière. Enfin la décoction de foie concentrée ne présente jamais le phénomène précieux et intéressant signalé par M. Peitenkofer pour caractériser la bile, et qui consiste en ce qu'un mélange de bile et de sucre de canne, additionné à froid d'acide sulfurique, prend une magnifique couleur violette analogue à celle de l'hypermanganate de potasse (1).

La prévision que j'avais conçue relativement à la présence, dans la décoction de foie, de quelque substance provenant de la bile, et

(1) Berzelius, *Rapport de 1845 sur les progrès de la chimie*, 6^e année, 1846, p. 520.

qui aurait pu causer illusion sur la nature des phénomènes annoncés, étant ainsi reconnue inexacte, la seule manière d'aborder la question, c'était de soumettre à une étude chimique attentive les produits de la sécrétion du foie. J'ai entrepris cet examen, et, comme la science ne possède encore aucune recherche sur ce sujet, cette partie de mon travail pourra être accueillie avec intérêt par les chimistes.

L'

Les produits solubles contenus dans le foie de bœuf, qui a fait spécialement l'objet de mes recherches, sont, indépendamment du sang : 1° une matière albuminoïde, qui ressemble beaucoup au composé étudié et décrit par M. Mialhe sous le nom d'*albuminose*, et qui provient, selon ce chimiste, de la commune transformation que subissent pendant la digestion les aliments azotés; 2° du glucose; 3° un acide organique et un petit nombre de sels minéraux, parmi lesquels domine le chlorure de sodium.

Pour retirer du foie le glucose ou la matière albuminoïde, il faut, dans l'un et l'autre cas, opérer sur un *infusum* aqueux du tissu hépatique. Je commencerai donc par décrire la manière la plus avantageuse de préparer cette dissolution.

Pour obtenir en dissolution dans l'eau les produits solubles du foie, je prends 2 kilogrammes, par exemple, de foie de bœuf frais, tel qu'on le trouve chez les bouchers, et je le hache avec soin. Je le laisse en contact pendant une demi-heure avec un litre d'eau distillée; au bout de ce temps, la masse est jetée sur un tamis, puis exprimée dans un linge de toile forte, et soumise enfin à l'action de la presse pour en faire écouler tout le liquide. Retiré de la presse, le tissu du foie est de nouveau haché, afin d'opérer la parfaite division des vaisseaux où sont contenues les matières solubles. On met cette masse de nouveau en contact, pendant une demi-heure, avec un litre d'eau distillée, et l'on opère comme précédemment. Le même traitement se répète une troisième fois, c'est-à-dire que la masse, mise en contact pendant une demi-heure avec un litre d'eau, est une troisième fois exprimée dans un linge, et soumise à la presse.

Le tissu du foie ainsi traité cède à l'eau froide une quantité considérable de matières solubles : 2 kilogrammes de foie de bœuf épuisés de cette manière ne laissent qu'un résidu fibrineux très pâle, qui, au sortir de la presse, ne pèse pas plus de 850 grammes. Ainsi le foie a cédé à l'eau froide 1150 grammes de matières solubles, c'est-à-dire plus de la moitié de son poids.

Les matières cédées à l'eau par le foie de bœuf sont les éléments ordinaires du sang unis à une petite quantité de sucre. Pour éliminer les parties coagulables du sang, on place le liquide rouge, visqueux et sanguinolent, obtenu par l'opération précédente, dans une bassine de cuivre, et on le porte peu à peu à l'ébullition, qui a pour effet de coaguler complètement l'albumine du sérum, ainsi que les globules sanguins. En ménageant la chaleur, on peut enlever avec une écumeoire le coagulum brun extrêmement abondant qui se forme. On observe alors que la liqueur, qui était alcaline avant d'être soumise à l'action de la chaleur, prend une réaction acide prononcée, lorsque la coagulation est complète. Il ne reste plus qu'à passer le liquide à travers un tamis, à rassembler dans un linge toute l'albumine coagulée, et, pour en extraire tout le liquide que retient ce coagulum, à soumettre celui-ci à l'action de la presse ; 2 kilogrammes de foie de bœuf donnent ordinairement un gâteau d'albumine du poids de 600 grammes. Le liquide, ainsi séparé du coagulum albumineux, étant ensuite évaporé au bain-marie, contient en dissolution le glucose et la matière albuminoïde.

Glucose.

L'extraction du sucre contenu dans le foie présente certaines difficultés. Ni la précipitation par les sels de plomb, ni la séparation par les dissolvants, ne donnent de résultats avantageux quand on opère sur des quantités un peu fortes de matière. Pendant les évaporation, même à la température la mieux ménagée, les liqueurs se colorent fortement, et quand on reprend par l'alcool chaud le résidu de l'évaporation, on n'obtient, malgré l'emploi du charbon animal, qu'une dissolution noirâtre et altérée.

La seule manière d'obtenir à un certain état de pureté le sucre

du foie, c'est d'évaporer dans le vide un infusum aqueux de foie préalablement concentré au bain-marie. En plaçant le liquide sous le récipient de la machine pneumatique, avec des fragments de chaux que l'on renouvelle à mesure qu'ils se délitent, on obtient, au bout de sept à huit jours, un résidu à peu près sec, et qui renferme sans aucune altération les substances solubles du foie ; de 2 kilogrammes de foie de bœuf, on retire ainsi de 70 à 80 grammes de résidu sec.

Pour séparer le glucose de ce mélange, il suffit de le traiter à chaud par de l'alcool à 33 degrés, qui dissout le sucre et une faible quantité de matière azotée dont on peut se débarrasser, mais jamais cependant d'une manière complète, par une seconde dissolution dans l'alcool. Si l'on chasse alors l'alcool soit par l'évaporation dans le vide, soit par l'évaporation spontanée, on obtient le glucose sous la forme d'une masse translucide d'un jaune brun, qui, abandonnée au contact de l'air, en attire l'humidité, et laisse quelquefois des cristaux grenus. C'est à la combinaison bien connue du glucose et du sel marin qu'il faut rapporter ces cristaux grenus, et l'absence de saveur sucrée que présente le glucose extrait du foie : en effet, cette saveur n'est point franchement sucrée, mais fade, agréable, avec un arrière-goût d'acidité.

On ne saurait cependant conserver le moindre doute sur la nature de cette substance ; c'est bien à du glucose ou, pour parler plus rigoureusement, à un sucre fermentescible que l'on a affaire. La fermentation alcoolique que cette matière subit avec la plus grande facilité coupe court à toute hésitation sous ce rapport. Je rapporterai ici une expérience relative à ce point important.

Un infusum aqueux de 2 kilogrammes de foie de bœuf évaporé à siccité au bain-marie fut repris à chaud par de l'alcool à 33 degrés. La liqueur alcoolique évaporée au bain-marie laissa un extrait brun, dont on prit 20 grammes, qui furent dissous dans 80 grammes d'eau distillée, et auxquels on ajouta 4 grammes de levure fraîche parfaitement purifiée (1). Ce mélange, placé dans un petit bain-

(1) La levure de bière qui a servi à nos essais de fermentation a toujours été purifiée par le moyen excellent recommandé par M. Quévenne. La levure (supérieure et claire) est laissée à tremper dans de l'eau tiède et dans de la levure fraîche.

marie, entretenu, au moyen d'une veilleuse, à la température de 30 à 35 degrés, donna, au bout de douze heures, un litre et quart d'acide carbonique (recueilli sur l'eau). La liqueur, distillée au tiers, a fourni un produit d'une odeur alcoolique très reconnaissable dans les premiers moments de la distillation, et d'une densité inférieure à celle de l'eau. Ce produit a été mis en contact avec un excès de carbonate de potasse sec et exempt de chlorures. Ce moyen de déshydratation est supérieur à celui qui consiste à faire usage de la chaux vive ; il diminue la perte d'alcool que l'on éprouve dans les rectifications de ce genre, et présente cet avantage qu'en décantant la liqueur spiritueuse de la dissolution saline aqueuse qu'elle surnage, on peut distiller isolément la partie alcoolique (1). En déshydratant de cette manière le liquide provenant de la fermentation du sucre dans l'expérience précédente, nous avons obtenu 3 centimètres cubes d'un alcool très combustible.

Il est presque superflu d'ajouter, après les caractères précédents, que le glucose retiré du foie réduit avec énergie le réactif de Frommhertz.

C'est à la présence de la matière albuminoïde qu'il faut rapporter un phénomène dont il importe d'être bien prévenu, quand on procède à la recherche du sucre dans les liquides d'origine animale, en particulier dans le foie, et par conséquent dans le sang. Nous rieure) recueillie par nous à la brasserie était délayée dans une grande quantité d'eau. Le liquide étant abandonné au repos pendant une demi-heure, on enlève des matières étrangères qui viennent se rassembler à la surface, et l'on décante pour séparer un dépôt brun, amer, formé de débris ou d'enveloppes de graines. On abandonne le liquide à lui-même jusqu'au lendemain, et l'on décante pour séparer cette eau de lavage. On répète une seconde fois la même opération et l'on rassemble sur un filtre la levure ainsi purifiée, et qui ne peut contenir aucune trace de matière féculente ou ligneuse. Nous nous sommes assuré que la levure ainsi traitée ne contenait pas trace de féculle ; tenue pendant un quart d'heure en ébullition avec de l'eau, elle donne un liquide qui ne bleuit nullement par l'iode.

(1) Cette partie alcoolique vient former à la surface du liquide une couche de quelques lignes et d'une couleur jaunâtre. Ainsi, la liqueur soumise à ce moyen de déshydratation présente trois couches : la première est formée de l'excès de carbonate de potasse non dissous, la seconde de la dissolution aqueuse du même sel ; la troisième est constituée par la partie spiritueuse.

voulons parler de l'obstacle qu'apporte la présence de l'albuminoïse dans ces liquides à la précipitation de l'oxyde de cuivre , quand on les soumet à l'action de la liqueur de Frommhertz. L'existence de l'albuminoïse en proportion notable masque entièrement la présence du glucose, c'est-à-dire empêche la manifestation du précipité que le réactif cupro-potassique détermine dans les liquides sucrés. Une décoction de foie, obtenue avec les proportions de matière et la méthode indiquées plus haut , fournit, sans nulle concentration , un précipité très abondant d'hydrate jaune de sous-oxyde de cuivre , quand on la fait bouillir quelques instants avec la liqueur de Frommhertz. Mais la même dissolution, *très concentrée*, ne donnerait, par la même liqueur , qu'un précipité insignifiant , et prendrait seulement une forte coloration jaune. La réaction serait , au contraire , parfaite , si l'on étendait de huit à dix fois son volume d'eau cette même dissolution, ou mieux encore si on la précipitait par l'alcool qui en sépare la matière albuminoïde , et que l'on concentrât ensuite pour chasser l'alcool. L'emploi du sous-acétate de plomb, qui précipite la matière albuminoïde , conduirait au même résultat. C'est donc la matière albuminoïde qui met obstacle à la réaction du sucre sur la liqueur de Frommhertz , et qui empêche la précipitation de l'oxyde de cuivre. Je crois devoir recommander d'une manière toute spéciale, quand on se livre à la recherche du glucose dans des liquides d'origine animale , au moyen de cette liqueur , de commencer toujours par débarrasser le liquide de la matière albuminoïde au moyen de l'alcool ou du sous-acétate de plumb et du carbonate de soude , selon le procédé bien connu des chimistes. On s'exposerait , en opérant autrement , à méconnaître la présence du sucre.

C'est encore à la présence de cette matière albuminoïde dans la décoction du foie qu'il faut attribuer un phénomène remarquable que présente le glucose provenant de cette origine , phénomène qui a longtemps apporté de grands embarras à mes recherches. Tous les chimistes savent que le glucose n'est point précipité par le sous-acétate de plumb , et que c'est même là un des caractères qui permettent le mieux de distinguer le sucre d'un grand nombre

d'autres produits végétaux. Or le sucre de foie, le glucose, tel qu'il se rencontre dans la décoction du tissu hépatique, est, en partie, *précipitable par le sous-acétate de plomb*. Un infusum aqueux de foie de bœuf, simplement concentré, donne, par le sous-acétate de plomb, un précipité très abondant d'un jaune pâle, et ce précipité étant recueilli sur un filtre et lavé avec soin, si on le décompose par un courant d'hydrogène sulfuré, et que l'on sépare par la filtration, le sulfure de plomb formé fournit une liqueur acide d'un beau jaune, qui, débarrassée par l'ébullition de l'excès d'hydrogène sulfuré, réduit avec intensité la liqueur de Frommhertz. C'est la présence de l'albuminoïse qui a pour résultat de provoquer, dans cette circonstance, la combinaison insoluble du glucose avec l'oxyde de plomb. En effet, quand le glucose est purifié, comme nous l'indiquerons plus loin, et entièrement débarrassé de cette matière albuminoïde, les sels de plomb ne peuvent plus le précipiter.

Mais ce phénomène mérite d'être examiné avec plus de détails. Je rapporterai donc une expérience qui montre que non-seulement le glucose est précipitable par le sous-acétate de plomb en présence de la matière albuminoïde du foie, mais encore qu'il est possible de séparer presque en totalité ce glucose sous forme insoluble par l'emploi méthodique du sous-acétate de plomb.

Un infusum de foie de bœuf, préparé, comme on l'a indiqué plus haut, avec 2 kilogrammes de foie, a été réduit par l'évaporation au volume d'un demi-litre, et traité par de l'eau de baryte en excès, qui a produit un précipité jaunâtre, formé en grande partie de sulfate de baryte uni à une matière organique. Séparée de ce précipité, la liqueur a été traitée par le sous-acétate de plomb en excès, qui a fourni un précipité abondant de couleur blanc jaunâtre, qui a été recueilli sur un filtre et lavé. Le précipité formé par le sous-acétate de plomb dans la décoction de foie est en partie soluble dans un excès du réactif ; il est en même temps soluble dans l'acide acétique, et légèrement soluble dans l'eau ; aussi les eaux provenant du lavage de ce précipité entraînent-elles une quantité notable de cette substance en dissolution. Les eaux de lavage ayant été réunies au liquide filtré, on a concentré le tout, et on l'a précipité une seconde fois par le

sous-acétate de plomb, après les avoir préalablement additionnées d'une petite quantité d'ammoniaque pour rendre la précipitation plus complète. Le précipité jaunâtre, assez abondant, ainsi obtenu, a été réuni sur un autre filtre, et lavé comme le précédent. Ces eaux de lavage, réunies au liquide provenant de la filtration, ont été également concentrées, et précipitées une troisième fois par le sous-acétate de plomb avec addition préalable d'ammoniaque. La même opération a été répétée une quatrième fois, c'est-à-dire que les eaux mères et les eaux de lavage du troisième précipité concentrées ont fourni par le sous-acétate de plomb un quatrième précipité.

Par ces précipitations successives, on a dépoillé la décoction de foie de la presque totalité du glucose qu'elle renfermait. En effet, le liquide filtré provenant de la dernière précipitation a été traité par du carbonate d'ammoniaque, afin d'en précipiter l'excès du sel de plomb et de baryte qu'il retenait. Ce liquide, filtré et évaporé, a laissé un résidu qui a été chauffé au bain-marie pour en dégager le sel ammoniacal volatil. Or, ce résidu, redissous dans l'eau distillée, ne réduisait plus la liqueur de Frommhertz, et ne consistait guère qu'en sel marin ou en sels minéraux fixes. Son poids était seulement de 4 grammes; calciné à une température très ménagée dans un creuset couvert, il a laissé un résidu partiellement incinéré du poids de 1^{er}, 8. Il ne renfermait donc que 2^{er}, 2 de matière organique; ce qui revient à dire que, par le seul emploi de l'eau de baryte et du sous-acétate de plomb, j'ai pu obtenir, sous forme insoluble, la presque totalité des matières solubles fournies par 2 kilogrammes de foie.

Le glucose était bien d'ailleurs contenu dans le précipité plombique séparé du liquide; en effet, ces divers précipités étant réunis, et délayés dans une petite quantité d'eau distillée, on a ajouté avec précaution de l'acide sulfurique au mélange. En filtrant de temps en temps une petite quantité de la liqueur, on s'assurait qu'elle ne contenait point d'acide sulfurique libre au moyen de l'eau de baryte, qui fournit avec la liqueur filtrée un précipité entièrement soluble dans l'acide azotique. On a ainsi reconnu, par l'acide azotique et l'eau de baryte, le moment où il existait dans la liqueur un petit excès d'acide sulfurique, dont on s'est

débarrassé en agitant le liquide filtré avec un peu de carbonate de baryte récemment précipité.

Le liquide ainsi obtenu était d'une couleur jaune rougeâtre, et contenait le glucose en dissolution, mélangé à la matière albuminoïde. Évaporé à siccité au bain-marie, et traité par l'alcool chaud pour le séparer de la matière albuminoïde, il a donné un résidu du poids de 42 grammes offrant les caractères du glucose. Sa dissolution réduisait avec beaucoup d'intensité la liqueur de Frommhertz, et réduisait à chaud l'azotate d'argent et le chlorure d'or. Voici d'ailleurs l'action des réactifs sur cette matière une fois dissoute dans l'eau : Couleur d'un beau jaune ; saveur acide, ensuite astringente ; réaction acide très manifeste au papier de tournesol, précipitant en brun par le tannin, en blanc jaunâtre par le sous-acétate de plomb ; donnant par l'azotate d'argent un précipité chamois, que l'acide azotique dissolvait, en laissant pour résidu un dépôt blanc caillebotté de chlorure d'argent ; donnant enfin par la calcination avec la potasse un dégagement d'ammoniaque. A tous ces caractères, il est facile de reconnaître du glucose, mélangé avec une petite quantité de la matière albuminoïde, dont les propriétés seront énumérées plus loin.

Ce qui ressort, et ce que nous voulions seulement conclure de cette expérience, c'est que le glucose qui existe dans le foie est susceptible d'être précipité presque en entier par le sous-acétate de plomb, par suite de la présence de la matière albuminoïde qui, précipitable elle-même par le sous-acétate de plomb, l'entraîne en quelque combinaison plombique double. Comme on ne connaît encore rien d'analogue dans l'histoire chimique du glucose, ce fait nous a paru digne d'être signalé.

J'ajouterais que j'ai obtenu le même résultat, décrit dans l'expérience précédente, sans avoir recours à l'eau de baryte. Un infusum de 500 grammes de foie de bœuf a pu être dépouillé de presque tout le glucose qu'il contenait au moyen de trois précipitations successives par le sous-acétate de plomb ; seulement, j'additionnais toujours la liqueur d'ammoniaque, avant la précipitation par le sel de plomb, arrêtant l'affusion du sous-acétate, lorsque le précipité, qui était d'abord blanc jaunâtre, commençait à paraître blanc par la

précipitation de l'oxyde de plomb. Le liquide provenant de la troisième précipitation, traité par un courant d'hydrogène sulfuré, afin de décomposer l'excès du sel de plomb qu'il retenait, et porté à l'ébullition pour chasser le gaz sulfhydrique, n'exerçait plus d'action sur le liquide de Frommhertz, et par conséquent ne contenait plus de sucre.

Le fait de la précipitation du glucose du foie par le sous-acétate de plomb pourrait jeter des doutes sur la nature de ce produit; mais ces doutes disparaissent, quand on considère que le glucose, une fois débarrassé de la matière albuminoïde qui l'accompagne dans le foie, n'est plus précipité par les sels de plomb (1). D'ailleurs la fermentation alcoolique, que la décoction de foie concentrée subit si aisément au contact de la levure de bière, dissipe les dernières incertitudes que l'on pourrait conserver sur ce fait.

Nous avons dit que le seul moyen d'obtenir à l'état de pureté le glucose du foie, c'est d'agir sur un *infusum* aqueux évaporé dans le vide, après qu'on l'a faiblement concentré au bain-marie. On obtient par cette évaporation une masse visqueuse, translucide, d'une couleur verdâtre et d'une saveur agréable. Pour en retirer le glucose, il suffit de traiter ce résidu, à plusieurs reprises, par de l'alcool à 33 degrés, à la chaleur du bain-marie. La dissolution obtenue est ensuite abandonnée à l'évaporation spontanée, ou évaporée dans le vide. Reprise une seconde fois par l'alcool, elle laisse un résidu de couleur jaune brun, d'une saveur qui n'est que très faiblement sucrée, et qui offre quelques cristaux grenus, tout à fait à la manière du sucre de raisin. On serait même porté à considérer ces cristaux grenus comme du glucose pur, si la présence d'une

(1) Pour s'assurer de ce fait, il faut traiter une infusion de foie de bœuf par le sous-acétate de plomb, laver ce précipité et le décomposer par l'acide sulfurique. On obtient ainsi une liqueur acide, et d'un beau jaune, qui n'est qu'une solution de glucose uni à une certaine quantité de matière albuminoïde. Évaporée au bain-marie, cette liqueur est reprise par l'alcool; mais comme un premier traitement alcoolique ne sépare pas toute la matière albuminoïde, il faut répéter une autre fois l'évaporation et le traitement par l'alcool. Avec le résidu de cette dernière évaporation redissous dans l'eau distillée, on constate que le sous-acétate de plomb est sans action sur le produit.

certaine quantité de sel marin n'indiquait que l'on a affaire non à du sucre de raisin pur, mais à la combinaison de ce produit avec le chlorure de sodium.

Albuminose.

Les décoctions aqueuses obtenues avec le foie de divers animaux sont presque toujours troubles, ou d'un aspect opalin. Que l'on ait préparé la dissolution par l'eau froide, selon le procédé méthodique décrit plus haut, ou qu'on l'ait préparée en faisant simplement bouillir avec de l'eau le tissu du foie préalablement divisé, on obtient toujours une décoction dont l'aspect est caractéristique. Le foie de bœuf donne un liquide opalin jaunâtre ; le foie du lapin une décoction laiteuse, etc. Ce qui trouble la transparence de ces liquides, c'est l'existence de la matière albuminoïde dont il nous reste à parler, et qui a la propriété de donner avec l'eau ces dissolutions opalines. Il suffit, pour s'assurer de ce fait, d'ajouter de l'alcool à une de ces dissolutions convenablement concentrées jusqu'à cessation du précipité : l'alcool provoque la séparation de la presque totalité de la matière albuminoïde, et le liquide reste limpide et d'une belle couleur jaune.

Cette précipitation de la décoction de foie par l'addition de l'alcool est d'ailleurs le moyen le plus convenable d'isoler cette matière pour en étudier les propriétés. On peut aussi l'obtenir en se bornant à évaporer la décoction à siccité au bain-marie, et reprenant à chaud le résidu de l'évaporation par de l'alcool à 33 degrés, qui laisse la matière albuminoïde sous forme insoluble. Mais quand on opère sur de certaines quantités, sur une décoction qui doit, par exemple, laisser un résidu de 100 grammes, l'action de la chaleur a pour résultat d'altérer en partie cette matière, et de laisser un produit coloré. On n'obtient en opérant ainsi de bons résultats qu'à la condition d'agir sur de petites quantités, avec un foie de lapin par exemple, qui ne donne qu'un résidu total, dont le poids ne dépasse pas 5 à 6 grammes.

Ajoutons que, quand il s'agit de doser dans le foie la quantité de matière albuminoïde, il ne faudrait pas se contenter de précipiter la liqueur par l'alcool. L'évaporation du liquide à siccité, et le tra-

tement du résidu par l'alcool à 33 degrés, est dans ce cas indispensable, car ce n'est que par cette évaporation à siccité que la matière albuminoïde devient à peu près insoluble dans l'alcool.

Voici maintenant les propriétés qui distinguent la matière albuminoïde du foie :

A l'état sec, elle a l'apparence d'une gomme, et, comme les gommes, elle se gonfle dans l'eau froide, et s'y dissout en toutes proportions, même après qu'on l'a desséchée à 100 degrés. Cette dissolution est laiteuse ou opaline, et l'alcool y détermine un abondant précipité blanc, qui ne tarde pas à gagner le fond du liquide (1). Cette dissolution filtre sans laisser de résidu sur le papier, et elle n'est point susceptible d'être précipitée par l'addition d'un sel soluble, tel que le chlorure de sodium ou de calcium, ainsi qu'il arrive à certaines matières organiques, qui produisent ce que l'on a nommé des *dissolutions apparentes*, susceptibles d'être détruites par la simple addition d'un sel soluble.

Cette matière est azotée et neutre aux papiers réactifs. La chaleur ne coagule point sa dissolution aqueuse.

Les acides azotique, sulfurique et acétique, ne précipitent point à froid cette dissolution, et, à chaud, la rendent limpide. L'acide chlorhydrique bouillant la dissout avec une coloration brune, mais non bleue, ainsi que le font, dans la même circonstance, l'albumine, la fibrine et le caséum, selon l'intéressante observation due à M. le professeur Caventou. Nous ajouterons seulement, en ce qui concerne l'acide azotique, que, bien que cet acide ne semble pas précipiter à froid la dissolution aqueuse de cette matière une fois isolée, il produit cependant un précipité blanc assez abondant dans la décoction de foie simplement concentrée, et ce précipité dégage de l'ammoniaque, par l'action de la potasse, à une température élevée. Cet effet tient sans doute à ce qu'il existe encore dans la décoction du foie un peu d'albumine non coagulée par la chaleur; et que l'acide azotique précipite.

(1) Cette opalinité n'est probablement pas inhérente à l'albuminose; elle peut être déterminée par un peu de matière grasse, par du phosphate de chaux, etc.; je dirai cependant que l'albuminose du foie de lapin agitée avec de l'éther conserve la propriété de donner une dissolution opaline.

La potasse et la soude ne précipitent cette matière ni à froid, ni à chaud ; mais elle est précipitée par le chlore faible, l'azotate d'argent non acide, le tannin, le bichlorure de mercure et le sous-acétate de plomb. Avec le tannin, on a un précipité brun chocolat, un précipité blanc jaunâtre avec le sublimé, et, par le sous-acétate de plomb, un précipité blanc très abondant. Le précipité obtenu par le chlore est soluble dans un excès du réactif.

Le réactif de Frommhertz est sans action sur cette matière ; seulement la coloration bleue du liquide cupro-potassique augmente d'intensité, et tourne au violet. On a vu plus haut l'effet spécial que produit la matière albuminoïde du foie sur ce réactif, qu'elle rend impropre à déceler la présence du glucose.

D'après les caractères précédents, nous pensons que l'on doit considérer le produit albuminoïde que nous venons de décrire comme identique avec un composé entrevu dans le sang par divers chimistes, composé qui diffère de l'albumine en ce qu'il n'est point coagulé par la chaleur, et du caséum en ce qu'il n'est point précipité par les acides. Ce produit intéressant a été étudié dans ces derniers temps par M. Mialhe, qui lui a donné le nom d'*albuminose*, et qui le considère comme provenant des transformations que l'action digestive fait éprouver aux matières albuminoïdes, fibrine, albumine, caséum, etc., introduites dans l'estomac. M. Lehmann, qui l'a plus récemment examiné, lui accorde la même origine, et le désigne sous le nom de *peptone*, pour rappeler qu'il doit sa formation à l'intervention du principe digestif, c'est-à-dire à la *pepsine*.

En résumé, les produits solubles contenus dans le foie sont principalement constitués par le glucose et l'albuminose. Il faut ajouter à ces deux produits un acide organique, dont la présence est facilement accusée par le papier de tournesol sur la décoction aqueuse du foie concentrée ; enfin quelques sels minéraux, parmi lesquels domine le chlorure de sodium, avec une quantité très appréciable de sulfates alcalins.

Les proportions relatives d'albuminose et de glucose dans le tissu du foie doivent nécessairement varier, puisqu'elles dépendent de la quantité et de la nature des aliments ingérés. Disons seulement que le foie d'un lapin, qui pesait 90 grammes, nous a donné 2^{sr},5 d'al-

buminose séchée à 100 degrés, c'est-à-dire 2,7 pour 100 du poids total de l'organe, et 4F,25 de glucose, c'est-à-dire 1,3 pour 100 du poids de l'organe ; 2 kilogrammes de foie de bœuf nous ont fourni 70 grammes d'albuminose, c'est-à-dire 3,5 pour 100, et 28 grammes de glucose, c'est-à-dire 1,4 pour 100. Ces rapports n'ont pas été les mêmes dans d'autres déterminations faites avec le foie du même animal, mais ces différences ne peuvent tenir qu'à la quantité et à la nature d'aliments pris par l'animal examiné.

II.

Il demeurait prouvé, par les expériences qui viennent d'être rapportées, que c'est bien du glucose qui existe dans le tissu du foie. Persistant, néanmoins, dans la pensée que le sucre ne pouvait provenir d'une sécrétion propre de cet organe, mais qu'il était apporté en totalité par les produits de l'alimentation, il nous restait à rechercher si le sucre qui se trouve mêlé au sang dans le foie ne se rencontrerait pas aussi dans le sang pris en d'autres parties du corps, et, dans ce cas, à comparer les quantités que l'on en trouverait dans la masse générale du sang avec celle que renferme le tissu hépatique.

Je n'ignorais pas cependant que tous les résultats acquis jusqu'à ce jour à la science faisaient repousser unanimement l'idée de l'existence du glucose dans le sang normal. A la suite d'expériences spéciales entreprises sur cette question, les physiologistes et les chimistes s'accordaient, en effet, pour admettre que, dans l'état normal, il ne peut exister de sucre dans le sang, la combustion respiratoire ayant pour résultat de détruire avec une promptitude extrême tout celui qui pourrait apparaître dans ce liquide.

Si l'on interroge, en effet, les auteurs des ouvrages les plus récents de physiologie, on reconnaît que l'absence complète du sucre de la masse générale du sang est un principe unanimement proclamé par eux. Dans leur *Traité de chimie anatomique et physiologique*, MM. Charles Robin et Verdeil s'expriment en ces termes au sujet de cette question : « Le sucre sécrété par le foie passe dans la veine cave, de là au cœur, et va en diminuant de quantité, au fur et à mesure qu'on approche du poumon, de

» telle sorte que , dans le sang des cavités gauches du cœur , il n'y
» a déjà plus ou presque plus de ce principe (Bernard). Ce sucre
» passe rapidement à l'état d'acide lactique par catalyse isomérique
» ou métamorphosante , de manière à former de l'acide lactique et
» de l'eau (1).»

M. Béclard , dans son *Traité élémentaire de physiologie* récemment publié , nous dit , à propos de la même question : « Comme
» on ne retrouve point le sucre dans la masse générale du sang , il
» est incontestable que le sucre , incessamment formé par le foie ,
» est incessamment détruit dans le sang par les combustions de
» respiration (2). »

On peut ajouter enfin que tous les travaux de M. Bernard sur le sucre du foie partent de ce principe , que , dans les conditions ordinaires , c'est-à-dire à une époque éloignée de la digestion , le sang de la circulation générale ne renferme point de sucre .

La même opinion de la non-existence du glucose dans le sang était partagée par les chimistes , à la suite des efforts infructueux que l'on avait faits jusqu'ici pour saisir la présence de ce produit dans le sang normal . Le sucre ne figure , en effet , dans aucune analyse connue de sang normal . Il y a plus , et l'on nous permettra d'insister sur ce fait qui nous paraît caractéristique , l'existence du glucose dans le sang des diabétiques a été le sujet de contestations prolongées , et un grand nombre de chimistes se sont refusés à admettre la présence du sucre dans le sang des individus atteints de cet état pathologique . Il paraît singulier que cette question ait pu faire l'objet d'un doute ; le sucre apparaissant en quantité considérable dans l'urine des diabétiques , il fallait bien qu'à un certain moment il se montrât dans le liquide sanguin . Tous les chimistes cependant n'ont pas ainsi raisonné , et , par suite , sans aucun doute , de l'imperfection des moyens connus à cette époque pour la recherche du sucre dans les liquides animaux , un grand nombre d'entre eux ont prononcé , à la suite d'expériences spéciales , qu'il existe peu ou point de sucre dans le sang des diabétiques , c'est-à-dire chez des malades qui ren-

(1) *Traité de chimie anatomique et physiologique* , t. II , p. 373.

(2) *Traité élémentaire de physiologie* , p. 401.

dent tous les jours par les urines de notables quantités de ce produit. Un rapide coup d'œil jeté sur l'histoire de cette question mettra le fait dans tout son jour. Seulement, comme ce tableau rétrospectif, tracé de notre main, pourrait sembler entaché de partialité, nous aurons recours pour ce récit à une plume étrangère. Dans une excellente *Thèse sur le diabète sucré*, soutenue, en 1844, à la Faculté de médecine de Paris, M. le docteur Contour a présenté le résumé suivant des diverses opinions émises par les chimistes de notre époque, relativement à l'existence du sucre dans le sang des diabétiques :

« Rollo et Richter croyaient, dit M. le docteur Contour, à la présence du sucre dans le sang des diabétiques ; ce dernier pensait que la matière saccharine était si promptement éliminée par la voie des urines, qu'elle ne s'accumulait jamais en assez grande quantité pour pouvoir être découverte par les agents chimiques. En effet, Nicolas et Gueudeville, Wollaston, Marceret, Henry, Prout, Vauquelin, M. Thenard, Kane, de Dublin, Berzelius, et beaucoup d'autres chimistes fort recommandables, n'ont jamais pu le démontrer. D'autres cependant ont été plus heureux, tels sont MM. Ambrosiani, Maittaud, Rees, Mac Gregor, Guibourt, Bouchardat, etc.

» C'est dans le mois de juin 1834 que, pour la première fois, M. Ambrosiani constata l'existence du sucre dans le sang des diabétiques. Il prit une livre de sang que lui donna le professeur Corneliani, étendit le caillot et le sérum d'une certaine quantité d'eau, soumit le tout à une ébullition de courte durée, et sépara, au moyen du filtre, les matières coagulées. Pour dépouiller ce liquide de la matière colorante et des autres matières animales, il le traita par le sous-acétate de plomb, qui donna un précipité dense d'un blanc sale ; un courant d'acide sulphydrique, auquel il fit traverser ce mélange, précipita l'acétate de plomb en excès, et il obtint ainsi une masse pultacée noirâtre, qui fut elle-même étendue d'eau distillée et filtrée. Le liquide brun qu'on obtint fut soumis à l'ébullition avec une solution aqueuse de blanc d'œuf battu ; l'albumine, en se coagulant, la divisa en deux parties : l'une floconneuse, brune, insoluble ; l'autre liquide et incolore. Celle-ci, évaporée lentement, se convertit bientôt en un sirop analogue à celui que donne l'urine des diabétiques ; et après quelques semaines de repos, il se forma de petits cristaux incolores de forme prismatique, à base rhomboïdale, se présentant, en un mot, avec tous les caractères des cristaux de sucre. Le sirop non cristallisé, exposé à une

température de 26 degrés Réaumur, avec un peu de levure de bière, ne tarda pas à entrer en fermentation. Les cristaux obtenus de cette livre de sang pesaient *neuf grains*, et le sirop *une once*. Dans une autre expérience, le même chimiste fut moins heureux, il ne put obtenir aucune trace de sucre; mais le sang qu'il analysa fut recueilli sur le cadavre d'une femme morte d'un diabète sucré. Ce fait me paraît facile à expliquer, car, si l'on veut se rappeler que, dans les derniers temps de la vie, l'urine ne contient que fort peu de sucre, on sera forcé d'admettre que la quantité tenue en dissolution dans le sang devient très minime, et peut ainsi échapper à nos moyens d'investigation.

» On trouve, dans le *Journal de chimie médicale*, deux tableaux d'analyse du sang de diabétique contenant du sucre. Le premier est le résultat des recherches d'un chimiste du nom de Müller, l'autre appartient à Rees.

» Mac Gregor (1) a constaté aussi l'existence du sucre dans le sang des malades atteints de diabète, sans s'attacher cependant à en donner l'évaluation exacte et comparative. Quarante-huit heures après une saignée, il en sépare le sérum, qui, dans une circonstance, pesait 10,33, celui d'une personne en bonne santé ne pesant que 10,26; ce sérum diabétique, coagulé par la chaleur et séché avec soin, est coupé en petits fragments, traité avec soin, et soumis à l'ébullition; puis, après avoir filtré la décoction et l'avoir réduite par l'évaporation, il ajoute un peu de ferment de bière au liquide concentré, et il se développe alors, pendant plusieurs heures, une vive fermentation. Mac Gregor assure même avoir trouvé quelques traces de sucre dans le sang d'individus bien portants, lorsqu'ils étaient soumis à une diète végétale.

» Pour retrouver le sucre que contient le sang des diabétiques, M. Bouchardat solidifie ce sang au bain-marie; traite à plusieurs reprises, par l'alcool à 30 degrés, les parties ainsi solidifiées, fait évaporer les colutures alcooliques, les reprend par l'eau, et, dans les liqueurs filtrées, il ajoute un peu de levure de bière: on voit alors s'établir la fermentation, preuve irrécusable de la présence du sucre. M. Bouchardat a cherché encore à expliquer les dissidences si grandes qui existent dans les résultats des chimistes qui se sont occupés de l'analyse du sang chez les diabétiques, et il me paraît être arrivé à ce but d'une manière fort heureuse. Examinant, en effet, que chez les malades atteints de diabète, après un certain séjour dans les hôpitaux, la soif et l'appétit diminuent notablement, ainsi que la

(1) *Gazette médicale de Londres*, 13 et 20 mai 1837, 1844. — Contour.

quantité de sucre dans les urines , il pensa que le sucre tenu en dissolution dans le sang devait également diminuer. Réfléchissant, en outre, que les urines ne contiennent jamais tant de sucre qu'une heure ou deux après les repas, et qu'au fur et à mesure qu'on s'éloigne de cet instant, la quantité de matière sucrée va sans cesse en décroissant, il crut qu'il devait en être de même pour celle que renferme le sang. Il en induit donc que, suivant que la saignée soumise à l'examen aura été faite lors de l'entrée du malade à l'hôpital ou après un long séjour, ou mieux encore peu de temps après le repas ou longtemps après la digestion, l'analyse devra démontrer ou ne pas démontrer la présence du sucre dans le sang. L'expérience vint confirmer bientôt sa manière de voir. Chez un malade saigné à neuf heures du matin , et qui n'avait pas mangé depuis cinq heures du soir du jour précédent , il ne put retrouver la moindre trace de sucre dans le sang ; tandis qu'une saignée faite deux heures après un déjeuner léger en fournit des signes non équivoques.

» Cependant M. Martin-Solon , qui , dans une première analyse faite avec M. Ossian Henry, n'avait pu retrouver le sucre dans le sang , voulut se mettre dans les mêmes conditions que M. Bouchardat. Il fit pratiquer chez un diabétique, *trois heures* après un déjeuner léger, une saignée qui fut, le lendemain matin , examinée par un jeune et habile chimiste , M. Fortineau, et ne donna aucune trace de sucre.

» Faut-il admettre que les trois heures qui se sont écoulées depuis le repas jusqu'au moment où la saignée a été faite aient suffi au sang pour se dépouiller de l'excès de sucre qu'il contenait ? Ou bien faut-il croire que, dans l'analyse chimique, toutes les précautions nécessaires pour arriver à un résultat heureux n'ont pas été parfaitement observées ? Je me rattacherais plus volontiers à la première de ces deux suppositions.

» M. Martin-Solon , qui , depuis déjà plusieurs années , se livre à des études conscientieuses sur le diabète , et fait souvent de louables efforts pour éclairer le traitement de cette cruelle maladie, a voulu encore examiner le sang à l'aide de l'appareil de M. Biot et du procédé de M. Frommhertz. Comme M. Biot , il n'a pu débarrasser le sérum du sang d'une certaine opalinité qui l'a toujours empêché d'arriver à des résultats fructueux. Par le procédé de Frommhertz, il n'a jamais pu trouver de sucre dans le sang ; la réduction cuivreuse a toujours été d'un bleu noirâtre, au lieu d'être d'un jaune rougeâtre, comme on le voit ordinairement quand il y a du sucre de diabète dans le liquide examiné. Mais je crois pouvoir avancer, d'après des expériences souvent répétées, que le procédé de M. Frommhertz, si sensible quand il s'agit du sucre dans les urines du diabétique , n'a plus la même

sensibilité quand il faut en constater la présence dans le sang. En effet, plusieurs fois j'ai fait dissoudre dans le sérum normal une *faible* proportion de sucre de diabète, que je n'ai jamais pu retrouver à l'aide de la réaction de la potasse dans le deutosulfate de cuivre; toujours, pour obtenir la réduction jaune rougeâtre, il me fallait augmenter la quantité du sucre. N'est-il pas légitime de conclure que, chez les diabétiques, le sucre peut exister dans le sang, bien que le procédé de M. Frommhertz ne permette pas de le reconnaître? »

Nous avons cru pouvoir emprunter à l'auteur de la *Thèse sur le diabète* l'exposé précédent, qui fait très bien connaître l'état de la science sur cette question, et qui se termine par le trait curieux d'une certaine quantité de glucose ajouté au sang, et qui ne peut plus être décelée par le réactif de Frommhertz. Ce dernier fait cesse d'ailleurs de surprendre, quand on connaît les remarques précédentes sur l'obstacle apporté à la réaction de la liqueur de Frommhertz par l'albuminose qui existe dans le sang de la circulation générale.

Pour compléter l'historique précédent, nous devons parler de quelques résultats obtenus, dans la question qui nous occupe, par MM. Magendie et Bouchardat.

En 1846 (1), M. Magendie, dans son cours au Collège de France, fit quelques expériences pour prouver que l'amidon peut être rendu soluble, et converti en dextrine et en glucose par différents liquides animaux autres que la salive, produit chez lequel une découverte récente venait de montrer cette propriété transformatrice portée à un degré remarquable. M. Magendie crut reconnaître que cette propriété appartenait aussi à la bile, à l'urine acide, au sperme, à des parcelles de cerveau, de cœur, de poumon, etc. Parmi les liquides animaux qui peuvent exercer la même action, il signala le sérum du sang, et le sang pris au sortir de la veine. En mêlant à 200 grammes de sang 5 grammes d'amidon bouilli dans l'eau, on reconnaissait, au bout de quatre heures, que l'amidon s'était converti en dextrine et en sucre.

M. Magendie voulut alors s'assurer si le sang jouit de la même

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXIII, p. 489.

propriété transformatrice quand il circule chez un animal vivant. A cet effet, il injecta dans les veines d'un lapin de l'empois d'amidon, et constata, dix minutes après cette injection, que l'amidon avait disparu, et s'était changé en dextrine et en sucre.

Voulant enfin reconnaître si, dans le sang d'un animal, exclusivement nourri avec des substances féculentes, on constaterait la même transformation, M. Magendie alimenta pendant plusieurs jours un chien avec des pommes de terre cuites, et il constata, dans le sang de cet animal, l'existence de la dextrine et du glucose. La présence de ces deux produits organiques fut reconnue par le même expérimentateur chez des chevaux nourris exclusivement avec de l'avoine. « Je n'ai pas encore eu l'occasion, ajoute l'auteur de ces observations, de faire l'expérience sur l'homme. » M. Magendie n'a pas donné suite à ces expériences : depuis cette époque, il n'a rien publié sur le même sujet (1).

MM. Bouchardat et Sandras ont lu, le 28 janvier 1845, à l'Académie des sciences, un mémoire sur la *Digestion des matières féculentes et sucrées*, dont nous allons faire connaître les principaux résultats.

Etudiant les produits de la digestion de la fécale et de la dextrine, MM. Bouchardat et Sandras constatent la présence de traces de

(1) Nous pensons qu'il y aurait injustice à se fonder sur ces faits pour attribuer à M. Magendie, comme on l'a fait depuis la publication de nos recherches, la découverte de l'*existence normale du sucre dans le sang*. Dans les expériences que nous venons de rapporter, et qui résument tout le contenu de la note de M. Magendie, il ne s'agissait, comme on le voit, que de constater la réalisation, au sein de l'économie, du phénomène chimique de la transformation de l'amidon en sucre qui se passe dans nos appareils chimiques. Si les expériences de M. Magendie avaient eu les conséquences qu'on veut en tirer aujourd'hui, comment se fait-il qu'on ne les ait reconnues que neuf ans après la publication de sa note? L'existence normale du sucre dans le sang constituant un argument sérieux contre la théorie de la sécrétion glucogénique du foie, c'était au moins un élément à prendre en grave considération dans l'exposition de cette découverte. Cependant M. Bernard n'a jamais fait la moindre allusion à ces résultats de M. Magendie, soit pour les réfuter, soit pour y accommoder sa théorie. C'est là une preuve sans réplique, qu'il n'attribuait pas alors aux expériences de M. Magendie les conséquences qu'il essaie aujourd'hui d'en déduire pour réclamer en faveur de ce physiologiste la découverte de l'existence normale du sucre dans le sang.

dextrine et de glucose dans le sang de divers animaux soumis à l'alimentation avec la féculle crue ou cuite. Le procédé pour la recherche du sucre consistait à coaguler par l'ébullition le sang étendu d'eau ; et à le distiller dans une cornue avec environ 2 pour 100 d'acide sulfurique, afin de déceler l'acide formique qui pouvait exister dans le sang, par suite de la combustion de la dextrine ou du glucose effectuée pendant la respiration. — La digestion de la dextrine donna, à MM. Bouchardat et Sandras, à peu près les mêmes produits que celle de la féculle.

Examinant les produits de la digestion des matières sucrées, les mêmes chimistes reconnaissent que le sucre se change en partie dans l'intestin en acide lactique, mais qu'une autre partie ne subit point d'altération. Étudiant alors l'état des diverses sécrétions, ils reconnaissent dans le sang l'existence de « traces de sucre interverti. » Le procédé consistait toujours à distiller le sang, préalablement coagulé par l'ébullition, avec 2 pour 100 d'acide sulfurique ; c'est dans le résidu de cette distillation, saturé par la soude, que le réactif de Frommhertz indiquait ces traces de sucre. Ce procédé, qui n'aurait pas été d'un choix très heureux pour la recherche du glucose, était surtout employé pour reconnaître la présence de l'acide formique dont les expérimentateurs se préoccupaient surtout, et qu'ils ont en effet trouvé dans quelques-unes de leurs expériences. En se servant du même moyen, MM. Bouchardat et Sandras constatèrent la présence du « sucre modifié » dans le sang de trois individus qui avaient pris, quelques heures avant la saignée, le premier 100 grammes, le second 80 grammes, et le troisième 200 grammes de sucre de canne dans de l'eau ou dans une tasse de lait.

Autant qu'il est permis de formuler avec netteté les conséquences que MM. Bouchardat et Sandras tirent de leurs nombreuses recherches, ces expérimentateurs nous semblent, en résumé, admettre que le sucre ne peut longtemps persister en nature dans l'économie animale. Selon eux, une partie du sucre de canne introduit dans l'estomac se transforme dans l'intestin en acide lactique, lequel passe dans le sang, où il est promptement détruit par la respiration et changé en carbonate de soude. Mais,

disent MM. Bouchardat et Sandras, « ce n'est qu'une petite quantité » de sucre qui se change ainsi en acide lactique ; la plus grande pro- portion, introduite dans l'appareil circulatoire, y est alors, sous la double influence de l'oxygène et des alcalis, *directement détruite* » *en produisant de l'eau et de l'acide carbonique, et en passant par l'état intermédiaire d'acide formique.* » « Nous n'avons, ajoutent ces expérimentateurs, à propos de ce dernier acide, isolé, il est vrai, que des traces d'acide formique, et ce résultat n'a pas été constamment obtenu ; mais, avant l'expérience mémorable de MM. Dumas et Prévost sur l'origine de l'urée, on sait qu'on n'était point parvenu à extraire ce composé du sang, et cependant il s'y forme constamment. »

Ainsi, le travail de MM. Bouchardat et Sandras confirmait les opinions généralement admises, à cette époque, par les physiologistes et les chimistes, puisqu'il avait pour résultat de montrer que, même pendant l'alimentation, exclusivement composée de sucre, on ne trouvait guère dans l'économie que les produits de la destruction de ce composé, c'est-à-dire l'acide lactique dans l'intestin, et dans le sang le carbonate de soude provenant de la combustion de l'acide formique, provenant lui-même de l'oxydation du sucre, avec quelques traces seulement de glucose ayant échappé à cette décomposition.

La connaissance des résultats qui précédent n'était pas de nature à nous faire concevoir beaucoup d'espoir pour la découverte du glucose dans le sang normal. Nous avons cru cependant que l'on pourrait espérer mieux réussir dans cette recherche, si l'on avait égard aux deux précautions suivantes : Ne pas attendre la coagulation spontanée du sang, comme on l'a fait jusqu'ici ; croyant simplifier les opérations de l'analyse chimique ; opérer sur des liqueurs rendues légèrement acides, afin de se mettre à l'abri de l'action que doit exercer le carbonate alcalin qui existe dans le sérum du sang, sur la petite quantité de glucose qu'il peut renfermer. Il est hors de doute, en effet, qu'attendre la séparation en caillot et en sérum, qui s'exécute spontanément dans le sang, ce n'est point faciliter les opérations ultérieures qui se

rapportent à la recherche du glucose. Bien que la coagulation du sang commence quelques minutes seulement après que le sang s'est échappé des veines de l'animal, la séparation complète du crûor et du sérum exige un temps assez long. Si l'on opère, par exemple, sur le sang de bœuf, il faut attendre cinq ou six heures pour que cette séparation soit complète, c'est-à-dire pour que le caillot cesse de se rétracter et d'exprimer de son tissu les dernières parties du liquide où il baigne. Il est certain que dans cet intervalle, sous l'influence réunie de l'air tenu en dissolution dans le sérum, et de l'alcali carbonaté que ce liquide renferme, la petite quantité de sucre qui s'y trouve contenue peut être chimiquement altérée. Quant à l'influence fâcheuse que doit exercer l'alcali carbonaté du sang pendant l'évaporation du sérum, si l'on n'a pas la précaution de neutraliser cet alcali, elle se comprend sans peine, si l'on réfléchit que le carbonate de potasse et de soude, par une ébullition prolongée avec le glucose, produisent le même effet que la soude caustique dans les mêmes circonstances, c'est-à-dire transforment le sucre en acide glucique et autres produits analogues qui n'ont plus rien de commun avec le glucose.

C'est, je crois, grâce à l'emploi des deux précautions qui viennent d'être indiquées que j'ai réussi à mettre en évidence l'existence d'une certaine quantité de glucose dans le sang normal, non pas simplement comme l'ont fait quelques physiologistes à la suite de l'administration des féculents, et pendant la période digestive (1), mais dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire à une époque notablement éloignée du dernier repas, et sans se préoccuper de l'alimentation de l'animal. Mes expériences ont porté sur le sang de l'homme, du bœuf, du mouton, du chien et du lapin.

Voici les deux procédés qui m'ont permis de constater, sans la moindre difficulté, la présence du glucose dans le sang normal. Le premier peut servir à déterminer la quantité de sucre contenue dans le sang normal ; le second n'a pour but que d'indiquer seulement la présence de ce produit.

Au moment où il est tiré de la veine, le sang est battu pour le

(1) Magendie, *loc. cit.* — Becker cité par Béclard, *Traité élémentaire de physiologie*, p. 134.

défibriner. On pèse alors la quantité sur laquelle on opère, et l'on ajoute au liquide trois fois son volume d'alcool à 36 degrés. Au bout de quelques minutes, le sang est complètement coagulé en un caillot d'un beau rouge par la précipitation simultanée des globules et de l'albumine du sérum. On passe à travers un linge de percale, on exprime, et on lave le résidu avec un peu d'alcool. Le liquide, jeté sur un filtre, passe presque incolore, en manifestant une réaction alcaline, qui devient sensible au papier de tournesol, après l'évaporation de l'alcool à la surface du papier. On ajoute au liquide quelques gouttes d'acide acétique, de manière à lui communiquer une faible réaction acide, et l'on évapore au bain-marie jusqu'à sécherie. On observe, vers la fin de cette évaporation, la séparation d'une matière verdâtre, qui n'est autre chose qu'un dernier reste d'albumine coagulée. Le résidu de cette évaporation, repris par l'eau distillée, contient le glucose uni à quelques sels minéraux, parmi lesquels domine le chlorure de sodium. Ce liquide réduit, en effet, avec énergie la liqueur de Frommhertz, et fournit à l'ébullition un abondant précipité jaune ou rouge-brique de sous-oxyde de cuivre hydraté. Pour déterminer exactement la quantité de glucose contenue dans le sang, sur lequel on a opéré, il suffit de procéder, comme nous le verrons plus loin, avec la liqueur cupro-potassique convenablement titrée, à la détermination de la quantité exacte de sucre que renferme ce résidu, pesé et redissous dans l'eau.

Le second procédé, qui n'a pour effet que de déceler la présence du glucose dans le sang, sans permettre d'en déterminer la quantité, repose sur l'emploi d'une dissolution de sulfate de soude, qui a le double avantage d'opérer la séparation artificielle des globules et du sérum, et d'empêcher, par suite de la présence d'une grande quantité d'un sel qui met obstacle à la fermentation, que le sucre ne disparaisse pendant son mélange avec les matières azotées du sang. Voici les détails, fort simples du reste, de son exécution :

Le sang, défibriné au sortir de la veine, est additionné de trois fois son volume d'une dissolution de sulfate de soude, obtenue en laissant à froid l'eau se saturer du sel cristallisé. On jette ce mélange sur deux demi-filtres, et le liquide s'écoule assez rapidement en conservant une teinte rosée ou rouge, qui provient de quelques glo-

bules qui ont traversé le papier , coloration dont il ne faut pas s'inquiéter. Au bout d'un certain temps, la filtration se ralentit, ce qui provient de ce que les globules du sang, agglutinés et collés contre le papier, finissent par rendre le filtre tout à fait imperméable au liquide. Il faut alors jeter celui-ci sur deux nouveaux filtres ; la filtration reprend sa première activité , et l'on finit par obtenir ainsi une quantité de sérum filtré suffisante pour les opérations à exécuter. Si l'on opère sur 200 grammes de sang , par exemple , on obtient, au bout de quatre ou cinq heures de filtration , assez de liquide pour constater facilement la présence du glucose par le traitement qu'il nous reste à indiquer.

Ce traitement consiste à ajouter au liquide filtré , c'est-à-dire au sérum mélangé à la dissolution de sulfate de soude , deux fois son volume d'alcool, qui produit le double effet de précipiter le sulfate de soude de sa solution aqueuse, et de coaguler l'albumine et l'albuminoïde du sérum. Il ne reste plus qu'à évaporer ce liquide à secité au bain-marie, et à reprendre ce résidu par l'eau, afin de le séparer d'un dépôt insoluble, auquel l'évaporation du liquide alcoolique a donné naissance. Cette dissolution aqueuse présente les propriétés ordinaires du glucose ; elle brunit par la potasse , et réduit avec énergie le réactif de Frommhertz.

J'ai mis en usage un moyen qui diffère des deux précédents, dans le but d'obtenir des quantités plus considérables de sucre, et de bien établir, ce qui était capital dans la recherche qui m'occupait, que la matière qui , retirée du sang , réduit le réactif de Frommhertz, a aussi la propriété d'éprouver la fermentation.

Dans ce but, j'ai recueilli à l'abattoir du sang de bœuf, qui a été défibriné par l'agitation à sa sortie du corps de l'animal ; 2 litres $\frac{1}{2}$ de ce sang ont été étendus de 1 litre $\frac{1}{2}$ d'eau, et placés dans une bassine de cuivre. Ensuite on a chauffé, de manière à porter peu à peu à l'ébullition, qui a été entretenue deux ou trois minutes. Le coagulum, extrêmement volumineux, qui s'est formé , a été exprimé d'abord dans un linge , ensuite à la presse. Le liquide brun résultant de cette expression a été additionné d'un peu d'acide acétique, de manière à lui communiquer une légère réaction acide , et rapidement évaporé dans un grand bain - marie

d'étain. Il s'est fait, pendant cette évaporation, un dépôt assez abondant d'albumine verdâtre que l'on a séparée par le filtre, et l'on a ensuite achevé de concentrer le liquide, de telle sorte que, filtré, il fut réduit à un volume d'environ 100 centimètres cubes. Ces proportions avaient été déterminées par un essai antérieur, afin que les proportions relatives d'eau et de matières dissoutes fussent à peu près : : 5 : 1, condition la plus avantageuse pour la fermentation alcoolique. A ce mélange on a ajouté 4 grammes de levure de bière fraîche et lavée. Le flacon étant placé dans un petit bain-marie maintenu entre la température de 30 et de 35 degrés, la fermentation s'y est établie avec lenteur, mais avec régularité, et il s'était dégagé, au bout de deux jours, environ 70 centimètres cubes d'acide carbonique recueilli sur l'eau. Le liquide a été ensuite distillé au tiers. Comme, d'après la petite quantité d'acide carbonique recueillie, la proportion d'alcool devait être extrêmement faible, je ne l'ai pas traité, pour le déshydrater, par le carbonate de potasse, craignant que la séparation en deux couches ne se manifestât point. J'ai simplement rectifié sur de la chaux, et dans les premiers moments de cette rectification, on a saisi une odeur alcoolique très appréciable dans le récipient où les vapeurs se condensaient. Le liquide condensé dans le récipient n'était point inflammable directement; mais en le plaçant dans un petit tube que l'on chauffait à la lampe, les premières vapeurs dégagées brûlaient à l'approche d'une allumette présentée à l'extrémité ouverte du tube. Cette expérience a donc établi d'une manière irrécusable l'existence du glucose dans le sang normal.

Pour terminer ce qui se rapporte à la recherche chimique du sucre dans le sang, je dirai que l'on arrive aussi à un résultat très net, en se bornant à étendre d'une fois et demie son volume d'eau le sang préalablement désébriné par l'agitation, coagulant ce liquide par l'ébullition, séparant le coagulum albumineux produit par la chaleur, et précipitant la liqueur claire par le sous-acétate de plomb. Dans la liqueur filtrée, on précipite par un peu de carbonate de soude l'excès du sel de plomb employé, et la liqueur, séparée du précipité de carbonate de plomb, est concentrée au bain-marie, en ayant la précaution de neutraliser par un peu d'acide

sulfurique l'excès de carbonate alcalin. Dans le liquide concentré par l'évaporation, la liqueur de Frommhertz accuse très nettement la présence du sucre.

Il restait à déterminer les proportions de glucose contenues dans le sang, et à les comparer avec celles que l'on rencontre dans le foie. J'ai effectué cette détermination en faisant usage de la liqueur cupro-potassique, titrée au moyen d'un poids connu de glucose d'amidon purifié, et séché dans le vide. J'ai employé cette liqueur cupro-potassique titrée de manière que 10 centimètres cubes de cette liqueur fussent complètement décolorés à l'ébullition par 0^{gr},05 de glucose pur. On portait à l'ébullition ces 10 centimètres cubes de liqueur titrée, et, dans la liqueur bouillante, on ajoutait avec précaution la liqueur aqueuse fournie par le sang ou le foie, et renfermant le sucre à doser. La décoloration complète du liquide cupro-potassique étant obtenue, on calculait la quantité de sucre qui devait exister dans la liqueur examinée, d'après le volume de cette liqueur qui avait suffi à la décoloration.

L'exécution de ce procédé d'analyse n'est pas sans difficulté, en raison de la lenteur avec laquelle le précipité d'oxyde se sépare du liquide. Il faut de toute nécessité laisser à chaque fois la liqueur en repos, pour que l'oxyde de cuivre puisse se précipiter et laisser apercevoir la teinte de la liqueur. Cette obligation rend l'analyse très longue ; cependant, comme la science ne possède pas pour le dosage du sucre, mélangé à des matières organiques, de procédé meilleur, j'ai dû m'en contenter. La fermentation employée comme moyen d'analyse aurait, je crois, apporté plus de causes d'erreur.

Quoi qu'il en soit, c'est par ce procédé que j'ai essayé de doser le glucose dans le sang de l'homme, du lapin et du bœuf.

Un lapin de forte taille a été saigné à la gorge en pleine digestion ; le sang recueilli pesait 70 grammes. Ce sang a été coagulé par l'alcool, et le coagulum, exprimé, a été lavé deux fois avec de l'alcool. La liqueur évaporée à siccité a été reprise par l'eau pour séparer un dépôt verdâtre d'albumine coagulée. Ce résidu, évaporé à siccité, pesait 0^{gr},48. On l'a redissous dans l'eau distillée, et cette dissolution a été analysée avec la liqueur cupro-potassique titrée. D'après le

volume de ce liquide nécessaire pour décolorer 10 centimètres cubes de la liqueur cupro-potassique titrée, ce résidu renfermait 0^{gr},40 de glucose. Le sang de ce lapin contenait, d'après cela, 0,57 pour 100 de glucose.

Le foie du même animal, pesant 88 grammes, a été haché et soumis à quatre traitements par l'eau froide pour l'épuiser de toutes les matières solubles. L'infusum obtenu a été coagulé par l'ébullition; le liquide séparé de ce coagulum a été évaporé à siccité au bain-marie, et repris par l'alcool pour en séparer l'albuminose. La dissolution alcoolique a été évaporée à siccité au bain-marie, et le résidu repris par l'eau distillée. Cette solution aqueuse, évaporée à siccité, a laissé un résidu du poids de 1^{gr},15, qui a été redissous dans l'eau distillée. D'après le volume de cette liqueur, qui a été nécessaire pour décolorer 10 centimètres cubes de la liqueur cupro-potassique titrée, on a conclu que ce résidu renfermait 0^{gr},9 de glucose, ce qui donnait pour la totalité de l'organe 1,02 pour 100 de sucre. Ainsi le foie de ce lapin ne renfermait pas le double de sucre que le sang pris à poids égal.

En opérant de la même manière, j'ai trouvé, dans le sang d'un bœuf recueilli à l'abattoir, 0,48 pour 100 de glucose. Je n'ai pu déterminer sur le même animal la quantité de glucose du foie; mais il résulte de beaucoup de déterminations que j'ai pu faire antérieurement dans le cours de mes recherches, que la quantité de glucose dans le foie du bœuf n'est pas supérieure à 1 pour 100 du poids de l'organe. Ainsi le foie du bœuf ne contiendrait guère que le double de sucre que renferme le sang du même animal.

Les résultats que j'ai obtenus pour la quantité de sucre contenu dans le sang de l'homme ne s'écartent pas beaucoup des précédents. J'ai trouvé 0,46 pour 100 de glucose dans le sang recueilli, à l'Hôtel-Dieu, d'une femme enceinte et de bonne santé, qui n'avait pris qu'un très léger repas six heures ayant la saignée, et 0,38 pour 100 dans le sang d'un homme saigné en ville pour une fracture. Dans ce dernier cas, je n'ai pu obtenir de renseignements sur l'époque du dernier repas.

A la partie de mes recherches qui concerne la détermination de la quantité exacte de sucre contenue dans le sang, je n'ai pu donner

encore toute la précision et l'étendue désirables. Je m'occupe en ce moment de les compléter. Il ressort, néanmoins, des résultats précédents qu'à poids égal le foie ne renferme guère que deux fois autant de glucose que le sang dans les conditions normales.

III.

Après avoir, dans les deux premières parties de ce mémoire, exposé le résultat de nos recherches, il nous reste à en déduire les conséquences. Ces conséquences d'ailleurs ressortent assez d'elles-mêmes. Ce qui, en effet, avait contribué surtout à faire admettre la localisation de la sécrétion du sucre dans le foie, c'était le fait, regardé comme incontestable, de la non-existence du glucose dans la masse du sang pendant les conditions normales. La démonstration du fait contraire doit faire tenir singulièrement en suspicion la théorie physiologique de la glucogénie. Mais quelques mois seront nécessaires pour mettre cette vérité dans tout son jour.

Nous avons montré que le sang de l'homme, le sang des animaux domestiques, renferment du sucre, et que le foie, comparativement, contient à peine deux ou trois fois autant de sucre que le sang lui-même pris à poids égal. Cette différence n'a rien d'ailleurs qui doive étonner, et, serait-elle plus forte encore, ce résultat ne pourrait rien enlever aux conséquences physiologiques que l'on peut tirer de nos expériences. L'organe hépatique est essentiellement un organe de dépuration pour le sang. Les produits divers de la digestion, amenés par la veine porte de toute la surface du tube intestinal, viennent éprouver, dans cette volumineuse glande, un véritable départ, qui a pour effet de rejeter les matériaux inutiles à la nutrition, et de retenir les produits essentiels de la digestion. Il n'est donc pas étonnant que le sucre figure dans le foie en quantité supérieure à celle que l'on en trouve dans le sang. Tout le glucose provenant de la digestion vient s'y concentrer, pour être ensuite déversé par les veines sus-hépatiques dans la circulation générale. Parvenu dans la masse du sang, le sucre s'y détruit peu à peu par l'effet continu de la respiration, et, par conséquent, il diminue de quantité de minute en minute. Un fait du même genre s'observe

pour l'albuminose. Contenue en proportion très considérable, comme on l'a vu, dans le foie, l'albuminose ne figure dans le sang qu'en quantité très faible. C'est que l'albuminose, comme le glucose, retenue dans le foie pendant un intervalle assez long après la digestion, est reprise peu à peu par les veines sus-hépatiques, et déversée dans le sang où elle doit disparaître soit par la respiration, soit par l'assimilation organique. Il est tout simple que dans le réservoir on trouve plus de produit que dans les canaux par où ce produit s'échappe, et au sein desquels il va se détruire. Y aurait-il, nous le répétons, cinq ou six fois moins de sucre dans le sang, pris en différentes parties du corps, que dans le sang qui remplit le tissu du foie, que ce résultat n'aurait en lui-même rien que de simple et de prévu. Mais nous avons vu que le rapport entre ces deux quantités est loin d'être tel que nous le supposons ici ; et les différences que l'expérience a fait reconnaître répondent parfaitement à l'idée qu'il est permis de se faire d'une sorte d'épuration physiologique opérée par le foie sur les produits de la digestion.

Si l'on admet notre opinion sur l'origine du sucre du foie, que nous croyons emprunté en entier à l'alimentation, et non à une sécrétion spéciale, on se rendra compte d'une manière fort simple des particularités qu'avait mises en lumière l'étude de ce que l'on avait appelé la *fonction glucogénique*. L'auteur de cette théorie physiologique a reconnu que l'apparition du sucre dans le foie coïncide avec la digestion, et il a beaucoup insisté sur ce point, qui constitue le seul résultat saillant qu'il ait mis en évidence en étudiant les variations de la fonction glucogénique, selon les âges, les sexes, l'alimentation, etc. « Lorsque les phénomènes digestifs, et » particulièrement ceux de la digestion intestinale, s'accomplissent, » dit ce physiologiste, quelle que soit, du reste, la nature de l'alimentation, la production du sucre dans le foie est excitée comme » toutes les sécrétions intestinales, et elle éprouve à ce moment un » surcroît d'activité remarquable. Cette augmentation de la sécrétion » du sucre dans le foie se fait d'une manière successive et graduée. » Dès le début de l'absorption digestive, lorsque la veine porte commence à charrier une plus grande proportion de sang dans le foie, » la fonction glucogénique se réveille. Peu à peu l'activité fonction-

» nelle s'accroît, à mesure que la quantité de sang qui traverse le tissu hépatique devient elle-même plus considérable, et c'est environ quatre à cinq heures après le début de la digestion intestinale que cette production de sucre dans le foie est parvenue à son *summum* d'intensité. Après ce temps, la digestion venant à cesser, l'absorption intestinale se ralentit, et la formation de sucre dans le foie diminue, pour reprendre de nouveau sa suractivité au premier repas, ou pour continuer à décroître d'une manière graduelle, ainsi que nous l'avons déjà vu, si l'animal est laissé à l'abstinence (1). » Si l'on admet avec nous que le sucre n'est introduit dans le foie que par l'alimentation, tous les traits du tableau précédent n'auront rien que de naturel, et pour que cet exposé demeure dans tous ses détails l'expression de la réalité, il suffira de substituer au mot de *fonction glucogénique excitée ou ralenti*, les mots de *sucre provenant des aliments*; à cela près, la peinture restera fidèle.

On pourrait faire une remarque du même genre à propos du ralentissement et de l'extinction de la fonction glucogénique par le fait de l'abstinence et de la privation d'aliments. Le sucre contenu dans le foie est fourni par l'alimentation; quand toute alimentation est suspendue, le sucre doit donc cesser d'apparaître dans cet organe.

Nous concluons, en résumé, que le foie, chez l'homme et les animaux, n'a point reçu pour fonction de fabriquer du sucre; que tout le glucose qu'il renferme provient du sang qui gorge son tissu, et que ce glucose a été apporté dans les vaisseaux, par suite de la digestion. Le rôle du foie, comme organe sécréteur, demeure, selon nous, borné à l'épuration du sang et à l'élaboration de la bile. Il est assez singulier que cette proposition, qui remonte aux temps les plus reculés de la science, prenne aujourd'hui comme un air de nouveauté.

Nous terminerons ce mémoire par une courte réflexion. On a

(1) *Nouvelle fonction du foie considéré comme organe producteur de matière sucrée chez l'homme et les animaux*, par M. Claude Bernard (*Annales des sciences naturelles*, 3^e série, t. XIX, p. 315). 4^e série. ZOOL. T. III. (Cahier n° 4.) *

déjà vu que nous adoptons cette pensée émise par bien des observateurs, mais précisée de nos jours par M. Mialhe, que la portion assimilable des aliments azotés se transforme, pour la plus grande partie, par l'effet de la digestion, en un produit désigné par ce chimiste sous le nom d'*albuminose*, et par M. Lehmann sous celui de *peptone*⁽¹⁾. Nous adoptons d'autant plus aisément cette opinion,

(1) Cette albuminose, signalée dans le sang de la circulation générale par M. Mialhe, et que j'ai retrouvée en quantité bien plus considérable dans le sang du foie, a été aperçue et bien des fois décrite sous d'autres noms par différents observateurs. C'est ce que montre suffisamment l'examen des divers travaux chimiques effectués sur les produits de la digestion et sur quelques liquides animaux. Ce relevé des travaux des chimistes qui ont rencontré, sans s'en douter, l'albuminose, a été tracé, avec beaucoup de soin, par MM. Robin et Verdeil dans leur *Traité de chimie anatomique et physiologique*, et nous croyons utile d'en mettre les traits principaux sous les yeux du lecteur.

« L'albuminose, disent MM. Robin et Verdeil, entrevue depuis longtemps par plusieurs chimistes dans divers liquides, a généralement été confondue avec la caséine. C'est M. Mialhe qui, le premier, a appliqué à ce principe le nom d'*albuminose*, créé par M. Bouchardat pour désigner un produit qu'on obtient artificiellement de la fibrine, de l'albumine et de la caséine. »

Suivant M. Bouchardat, l'albumine, le caséum, le gluten, seraient formés d'un principe fondamental, l'*albuminose* « mélangée ou combinée, soit avec des matières terreuses (phosphate de chaux ou de magnésie), soit avec des sels alcalins, soit avec des matières grasses qui en masquent les propriétés essentielles. Vient-on, par une proportion vraiment inappréciable d'acide (1/2 pour 1000 parties d'eau), à détruire cette combinaison éphémère, la solution d'albuminose se présente avec des propriétés identiques... »

« La matière caséuse, indiquée par Tiedemann et Gmelin dans l'intestin grêle des animaux nourris de fibrine, de fromage, etc., n'est certainement autre que l'albuminose.

» L'albuminose paraît avoir été indiquée dans le sang, sous le nom de *caseïne*, par Huenefeld, Gmelin et Marchand. M. Morand également observa sur une ânesse, morte peu de jours après avoir mis bas, que le sérum du sang, privé d'albumine à l'aide de la chaleur, contenait encore une substance qui offrait les réactions du caséum.

» MM. Dumas et Cahours ont décrit et analysé dans leur Mémoire sur les matières protéiques, un produit extrait du sang, possédant la composition de la caséine, bien qu'il n'en ait pas toutes les propriétés, et qui est certainement l'albuminose.

» M. Stas dit avoir trouvé de la caseïne dans l'eau allantoïdienne de la Vache,

que nous avons pu constater l'absence de l'albuminose dans le foie des animaux soumis à l'absstinence, à tel point qu'il ne serait pas, selon nous, impossible de déterminer, par le seul examen chimique du foie, si un animal a été tué à jeun ou après avoir reçu des aliments ; la manifestation ou l'absence du précipité que l'alcool détermine dans une décoction aqueuse de foie concentrée, précipité qui est constitué par l'albuminose, suffirait pour prononcer, dans ce cas singulier, sur ces conditions antérieures de l'animal.

Or, de même que l'albuminose constitue le produit ultime de digestion des aliments azotés, le glucose représente, de son côté, le résultat commun des modifications qu'ont subies dans le canal intestinal les matières féculentes ou saccharoïdes. Ce fait est depuis longtemps admis, et toute discussion à cet égard serait superflue.

Mais ce qui paraîtra peut-être bien digne d'intérêt aux physiologistes, c'est de voir les deux produits essentiels de la digestion venir se condenser, s'épurer dans le foie, s'isoler dans cet organe de toutes les substances accidentelles ou inutiles introduites par les aliments, et se répandre de là dans la masse générale du sang pour se prêter aux phénomènes de nutrition, comme aux mutations diverses qui sont la condition et la manifestation extérieure de la vie.

Cette vue générale de physiologie, qui résulte de nos recherches sur la composition des matières solubles du foie, nous a paru digne d'être soumise à l'appréciation des chimistes.

Il nous semble que le sang placentaire contient moins de la fibrine et de l'albumine. Le sang placentaire aurait sa partie liquide formée presque entièrement par de la caséine (albuminose).

» M. le docteur Panum de Copenhague a montré qu'il y a dans le sang une substance que précipite l'acide acétique, et qu'il redissout si l'on continue de verser l'acide goutte à goutte. Elle existerait chez certains individus bien portants. Enfin MM. Guillot et Leblanc ont décrit sous le nom de caséine l'albuminose du sang. »