valeur nutritive réelle, il faut qu'elles soient associées entre elles. C'est là, vous le voyez, un fait très important, que les expériences sur les animaux ont démontré, et que l'expérimentation sur l'homme a bien mis en lumière, à propos de cette question, oubliée aujourd'hui (1), et cependant fort

grissait ; 3° que la quantité d'albumine augmentait dans le sang ; 4° que la proportion des substances azotées s'accroissait dans l'urine. Après dix jours de cette alimentation exclusive, il dut cesser, la diarrhée, les douleurs abdominales et la céphalalgie ayant pris une grave intensité. Pendant dix autres jours il n'a pris que de l'amidon et il a encore cruellement souffert des pyrosis et de la céphalalgie ; sa perte de poids a été encore plus considérable qu'avec l'albumine (*a*).

(1) L'idée de Papin (1681), de Changeux (1775), de Proust (1791) de faire servir à l'alimentation la gélatine extraite des os, a été reprise par Darcet en 1810, qui fit préparer du bouillon à la gélatine extraite des os par la vapeur.

Rapidement il y eut un grand engouement pour cette alimentation, une usine fut créée au Gros-Caillou et des appareils furent installés à Paris, à Lille, à Lyon, à Strasbourg, en Russie, en Pologne, en Hollande, au Mexique et à la Nouvelle-Orléans. A Paris, du 7 octobre 1829 jusqu'en 1840, l'appareil de l'hôpital Saint-Louis a fourni 1 463 950 litres de dissolution gélatineuse et 7240 kilogrammes de graisse, et ces produits ont servi à préparer 3 456 307 rations d'aliments à la gélatine. En onze ans il y a eu (malades, convalescents, employés et gens de service, indigents) 94 542 personnes nourries avec des aliments à la gélatine. Dans les magasins de droguerie et d'épicerie, la gélatine convertie en feuilles ou en tablettes se vendait couramment pour les préparations culinaires.

Cependant des plaintes s'élevèrent sur ce mode d'alimentation, des malades soumis à ce régime se plaignirent; les expérimentations de Donné, de Magendie, de Lecœur, etc., vinrent battre en brèche la valeur de la préparation de Darcet; une commission fut nommée (Acad. des sciences) et ses conclusions ne furent pas favorables. Il est vrai de dire que d'autres commissions, entre autres celle nommée par la Faculté de médecine de Paris, en 1814, avait reconnu que préparé par le procédé de Darcet, le bouillon à la gélatine était aussi agréable que le bouillon ordinaire des hôpitaux. Malgré cela, malgré ses défenseurs Girardin, Arago, W. Edwards et Balzac, le bouillon à la gélatine fut à peu près complètement laissé de côté et rejeté.

Voici quelles étaient les conclusions de la commission dite *de la gélatine* :

1° Les chiens se laissent mourir de faim à côté de la gélatine dite *alimentaire*, après en avoir essayé ou non pendant les premiers jours ;

2° Si, au lieu de cette insipide gélatine, on donne cette agréable gelée que les charcutiers préparent par la coction de différentes parties de porc et d'abatis de volailles, les chiens la mangent comme nous avec un plaisir extrême les premiers jours, puis ils n'y touchent plus et meurent vers le vingtième jour, presque aussi vite que s'ils n'avaient pas mangé ;

3° Si on associe la gélatine, en notable quantité, à une petite proportion de pain ou de viande ou de l'un et de l'autre, les animaux vivent plus longtemps, mais ils maigrissent et finissent par périr au soixantième ou quatre-vingtième jour ;

4° Enfin si on expérimente avec le bouillon de viande seule, et celui qui résulte d'un mélange d'une petite quantité de viande et d'un équivalent de gélatine, on constate que les chiens, qui maigrissent vite avec la soupe à la gélatine, reprennent leur embonpoint avec celle qui ne contient que le bouillon (*a*).

(*a*) Hammond, *Recherches sur la valeur nutritive de l'albumine, de l'amidon et de la gomme employés isolément comme aliment* (*Trans. of American Medical Assoc.*, 1857).

intéressante, du bouillon à la gélatine, inventée par Darcet. Ce bouillon, en effet, loin de soutenir les malades, était dépourvu de toute valeur nutritive.

Nous verrons cependant que, prise sous un autre aspect, cette question mérite d'être étudiée à nouveau, et je vous montrerai que, si certaines de ces substances prises isolément ne sont pas nutritives, elles peuvent cependant, comme Schiff l'a constaté, favoriser la sécrétion du suc gastrique et jouer, par cela même, un rôle important dans la digestion.

Ce rôle de peptonisation est-il réservé exclusivement à l'estomac ? Non ; si la plus grande partie de la digestion se passe en présence du suc gastrique, il faut reconnaître cependant que d'autres liquides sécrétés par le tube digestif possèdent les mêmes propriétés.

(*a*) Papin, *La manière d'amollir les os*. Paris, 1681. — Changeux, *Observ. sur l'extraction de la gélatine des os* (*Observ. sur la physique, l'histoire naturelle et les arts*, de l'abbé Rozier, t. VI). — Proust, *Recherches sur les moyens d'améliorer la subsistance du soldat*. Ségovie, 1791. — Darcet (J.-P.-J.), *Mémoire sur les os provenant de la viande de boucherie, sur les moyens de les conserver, d'en extraire la substance gélatineuse*, etc. Paris, 1829. — *Nouveaux documents relatifs à l'emploi de la gélatine*. Paris, 1840. — Girardin, *Rapport sur l'emploi de la gélatine des os dans le régime alimentaire*. Rouen, 1831. — Edwards et Balzac, *Arch. de méd.*, 2e série, Paris, 1833. — Donné, *Expériences snr les propriétés de la gélatine* (*Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, 1841). — Magendie, *Rapport au nom de la commission de la gélatine*, 1841. — Trousseau, *Des principaux aliments*. Thèse de concours, 1838. — Lecœur, *Expériences sur les effets de la solution gélatineuse de l'Hôtel-Dieu* (*Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, 1844). — Bérard, *Cours de physiologie*. Paris, 1848. — *Rapport sur la gélatine considérée comme aliment* (*Bull. de l'Acad. de méd.*, Paris, 1850, t. XV).

Claude Bernard, Corvisart, Meissner, Kühne, ont démontré en effet, que le suc pancréatique peut transformer la matière albuminoïde en peptone, et la substance ayant cette propriété serait la *trypsine* (*a*); ce qui caractériserait l'action de ce ferment, c'est qu'il pourrait produire la transformation en peptone dans un milieu alcalin (1).

On a prétendu aussi que le suc intestinal pouvait jouir de la même propriété; mais ici la difficulté est grande, car, sans nier la présence de ce suc, les uns ont prétendu qu'il ne possédait pas de propriétés digestives, les autres ont affirmé ces mêmes propriétés. Je crois, d'après des expériences, sur lesquelles nous reviendrons du reste, qu'il ne faut pas dénier au suc intestinal toute propriété digestive, quelque faible qu'elle soit.

Telle est la digestion des matières albuminoïdes, que certains physiologistes, et en particulier Charles Richet, ont considérée comme une véritable oxydation. On est donc porté à croire que cet acte particulier de la digestion est une sorte de fermentation et que, entre la fermentation, la peptonisation et la putréfaction, les points de contact sont des plus intimes. Vous verrez par la suite combien cette idée de fermentation est utile à connaître pour expliquer et guérir certaines formes de dyspepsie.

Digestion des féculents.

Les féculents sont l'objet d'une digestion toute spéciale. Ce sont les glandes salivaires et le pancréas qui fournissent les éléments de cette digestion, qui consiste en une action

(1) William Roberts a étudié l'action comparative de la pepsine et de la trypsine sur les matières albuminoïdes et a montré ce fait intéressant que la pepsine attaque beaucoup plus rapidement l'albumine de l'œuf que la trypsine, mais que pour le lait, au contraire, la digestion du lait, est beaucoup plus complète avec la trypsine qu'avec la pepsine (*b*).

(*a*) Kühne, *Centralbl. f. d. med. Wiss.*, 1876, p. 636.
(*b*) William Roberts, *Des ferments digestifs* (*Revue internationale des sciences*, 1881, t. VIII, p. 69, 205, 320).

spéciale de ce corps que Dubrunfaut a découvert et décrit sous le nom de *diastase* dans les graines fermentées des céréales, et que Mialhe a retrouvé dans la salive; c'est ce corps qui transforme l'amidon et le rend assimilable.

Cette transformation est des plus complexes et a été le sujet des travaux de Musculus, de O'Sullivan et surtout de William Roberts qui nous ont montré que la molécule d'amidon se transformait d'une part en un sucre particulier, la maltose, et de l'autre, en une série de dextrines d'un type inférieur auquel on a donné le nom d'achro-dextrine (1).

Cette action est limitée aux glandes salivaires, mais se prolonge dans le tube digestif, et Charles Richet a montré que l'acidité de l'estomac, au lieu d'atténuer la transformation des matières amylacées, la favorise au contraire d'une façon notable. Mais ajoutons que le suc gastrique par lui-même est impuissant à produire cette transformation (2). Il n'en est pas de même du pancréas, et les remarquables

(1) William Roberts, qui a étudié avec grand soin cette digestion des matières féculentes, a montré, en se basant sur les expériences de Musculus, de O'Sullivan, de H.-F. Brown et J. Héron, que, sous l'influence de la diastase, le dédoublement de la molécule d'amidon ($C^{12}H^{20}O^{10}$) en une molécule de dextrine et une de sucre de raisin n'était pas exacte, et qu'il fallait considérer cette molécule comme constituée par la réunion d'un grand nombre d'autres molécules, et que la réaction finale devait être représentée par la formule suivante :

$$\underset{\text{Amidon soluble}}{10(C^{12}H^{20}O^{10})} + \underset{\text{Eau}}{8H^{2}O} = \underset{\text{Maltose}}{8(C^{12}H^{22}O^{11})} + \underset{\text{Achro-dextrine } (a)}{3(C^{12}H^{22}O^{10})}.$$

(2) Leven soutient que le suc gastrique change la fécule en dextrine, mais ne peut transformer cette dernière en glycose. Pour le démontrer il verse dans un liquide où a macéré une muqueuse stomacale de l'amidon et immédiatement ce dernier perdrait sa propriété de bleuir par la teinture d'iode. Ce changement serait dû à la pepsine et non à l'acide; mais la modification de l'amidon s'arrêterait là; car ce liquide ainsi obtenu ne peut réduire la liqueur de Barreswill (*b*).

(*a*) O'Sullivan, *Journ. of the Chemical Society*, 1872-1876. — F.-H. Brown et J. Héron, *Journal of the Chemical Society*, 1879. — William Roberts, *Des ferments digestifs* (*Revue internationale des sciences*, t. VIII, p. 89, 205 et 320).
(*b*) Leven, *Traité des maladies de l'estomac*, 1879, p. 301.

travaux de Bouchardat et Sandras ont mis en lumière l'action saccharifiante du suc pancréatique.

Digestion des matières sucrées.

Quant au sucre de canne, c'est Claude Bernard qui le premier a montré que ce sucre devait, pour être assimilé, subir l'action de la digestion, c'est le suc intestinal qui a la curieuse propriété de transformer le sucre de canne en sucre interverti ou assimilable (1). Richet a cependant soutenu que cette propriété de transformation de sucre de canne en sucre interverti pouvait être aussi attribué à la salive (*a*). La présence en grande quantité de ces matières sucrées dans l'estomac retarde l'action digestive, et cela en proportion notable.

Digestion des matières grasses.

Enfin, les matières grasses ne sont modifiées ni par le suc gastrique, ni par la salive ; leur digestion est réservée au suc pancréatique, qui les émulsionne. Je ne saurais trop, messieurs, appeler votre attention sur le rôle considérable du pancréas, qui, placé à la suite des cavités buccale et stomacale, est chargé de compléter l'action des digestions qui se passent dans ces deux parties de l'appareil digestif; il modifie non seulement les matières albuminoïdes et les féculents qui ont échappé à l'action de la salive et du suc gastrique, mais il possède encore le pouvoir exclusif de la digestion des matières grasses. Tout récemment, Defresne, qui a fait de l'étude du suc pancréatique l'objet de longues recherches, a attribué à trois ferments distincts qui se trouveraient dans ce liquide les trois propriétés que je viens de vous signa-

(1) Le sucre de canne ou saccharose, que l'on trouve dans la racine de betterave et dans la canne à sucre, subit dans la plante vivante l'action d'un ferment qui le transforme en sucre interverti. Le suc intestinal a la même propriété et agit comme un ferment qui transforme ce sucre en sucre interverti comme le montre la formule suivante :

$$\underset{\text{Saccharose}}{C^{12}H^{22}O^{11}} + \underset{\text{Eau}}{2H^2O} = \underset{\text{Dextrose}}{C^{12}H^{24}O^{12}} + \underset{\text{Lévulose}}{C^{12}H^{24}O^{12}} \text{ (b).}$$

(*a*) Charles Richet, *Du suc gastrique*, p. 116.
(*b*) Claude Bernard, *Leçons sur les phénomènes de la vie*, t. II, p. 36. Paris, 1879.

ler. L'*amylapsine* serait chargée de saccharifier l'amidon, la *stéapsine* favoriserait le dédoublement de la graisse ; enfin, la *myapsine* dissoudrait les matières alimentaires albuminoïdes (*a*).

Des matières salines.

Quant aux substances salines, elles sont aussi utiles que les principes réparateurs et les principes respiratoires. Liebig a démontré ce fait depuis longtemps, et les expériences plus récentes de Förster sont à cet égard démonstratives. En effet, tous les animaux privés de substances salines meurent rapidement. Büng (2) a montré aussi qu'à l'égard des sels de

(1) Des expériences nombreuses de Kemmerich, Liebig, Voit, Förster, Bischoff, etc., ont démontré la nécessité et l'importance des sels dans l'alimentation. D'après Kemmerich, l'action du bouillon de viande est due aux sels de potasse qu'il contient et les résidus de viande, sans les éléments du bouillon, ne peuvent soutenir les animaux qui en sont nourris qu'à la condition d'y ajouter du sel de cuisine.

Bischoff a vu un chien, nourri avec du pain seulement, avoir un accès de manie aiguë ; puis, au bout de quelque temps, de la paralysie s'est montrée aux membre postérieurs. Il a été remarqué que, si on continuait l'expérience, le chien succombait ; qu'il se rétablissait, au contraire, si on lui redonnait la nourriture mélangée ordinaire.

Förster a donné à des pigeons, à des souris et à des chiens une nourriture très pauvre en sels, et il a remarqué que les souris ont vécu vingt et un à trente jours, les pigeons treize à vingt-neuf jours, et les chiens vingt-six à trente-six jours.

Les expériences de Boussingault sur les taureaux montrent bien aussi l'importance des sels et leur utilité dans l'alimentation.

D'après Barbier, l'homme doit prendre par jour, en vingt-quatre heures, 12 à 30 grammes de sel, soit pur, soit mélangé aux aliments. Quand l'homme ne peut, pour une cause ou pour une autre, prendre la quantité nécessaire de sel, il présente les mêmes accidents que les animaux ; il tombe, comme le montre Barbier, dans un état de langueur et de faiblesse, et présente au bout d'un certain temps tous les symptômes de l'anémie par diminution de la production des globules et de l'albumine du sang (*b*).

(*a*) Académie des sciences, séance du 10 juin 1875.
(*b*) Barbier, *Note sur le mélange du sel marin aux aliments de l'homme* (*Gaz. méd. de Paris*, 1848). — De Blainville, *Cours de physiologie générale et comparée*. — Liebig, *Nouvelles Lettres sur la chimie*, 1852. — Dailly, *Comptes rendus de l'Acad. des sc. de Paris*, mars et avril 1847. — Boussingault, *Économie rurale*. Paris, 1852. — Boussingault, *Mémoires de chimie agricole et de physiol.* Paris, 1854. — Saive, *Mém. à l'Ac. de Bruxelles*. — Plouviez, *Bull. de l'Acad. de méd. de Paris*, t. XIV. — *Rôle que joue le chlorure de sodium dans l'alimentation de l'homme*, 1848-49. — Goubaud (Arm.), *Du sel marin et de la saumure* (*Comptes*

potasse et des sels de soude, tandis que dans les viandes il existait une part égale entre les sels de soude et ceux de potasse, dans les végétaux, au contraire, les sels de potasse dominaient; de là la nécessité d'ajouter du sel marin à l'alimentation herbacée.

De l'eau. L'eau joue un rôle considérable dans la nutrition et elle est absolument nécessaire à l'entretien de la vie. Bien des opinions ont été émises sur la valeur de l'eau; les uns comme Flack, Bischoff, Genth, Alb. Robin, soutiennent que l'eau augmente la quantité d'urée excrétée; d'autres, comme Debove, affirment que cette augmentation de l'urine n'existe pas sous l'influence de l'administration de l'eau; il reconnaît toutefois que pour que la nutrition se fasse bien, il est nécessaire de donner au minimum à l'homme un litre d'eau par jour. Les curieuses expériences auxquelles se sont soumis certains individus, et en particulier Merlatti, qui grâce à l'administration d'une quantité considérable d'eau a pu supporter un jeûne absolu de quarante jours, montrent cependant l'influence favorable de l'eau dans la nutrition (1).

(1) Voici le résultat des expériences de Genth et d'Alb. Robin, montrant l'action dénutrifiante de l'eau :

Expérience de Genth.

	Matériaux solides.	Urée.	Rapport de l'urée aux mat. sol.
	Gr.	Gr.	Gr.
Régime ord.	70,129	43,209	61,6
2 lit. d'eau..	73,057	48,359	66,1
4 — —	75,356	53,194	70,5

Expérience d'Alb. Robin.

Régime.	Quantité d'urine.	Densité.	Mat. solides.	Urée.	Rapport de l'urée au mat. sol.
	Gr.		Gr.	Gr.	
Moyenne de 5 jours	1,200	1,023	65,75	32,53	49,4
Id. avec 1250 gr. d'eau....	2,150	1,013	65,33	34,76	53,2

Debove a fait des expériences avec son chef de laboratoire, Flamant, qui servait de sujet. Il a montré que le seul modificateur de l'urée était la quantité d'aliments, et que l'eau n'y jouait aucun rôle quoiqu'il fît varier dans l'expérience la quantité d'eau absorbée de 1 à 4 litres.

Schiff et Vigier ont fait, eux, des expériences *in vitro*.

Schiff établit d'abord le pouvoir digestif de l'estomac d'un animal. Il prend un chien au moment de la période digestive, le sacrifie, enlève l'estomac qu'il coupe par petits morceaux et fait infuser dans 500 grammes d'eau acidulée, puis il dose la quantité d'albumine que peuvent digérer ces 500 grammes d'eau. Elle varie en moyenne de 70 à 75 grammes, mais si l'on augmente la quantité d'eau dans des proportions considérables, jusqu'à 200 litres, ce n'est plus 70 grammes qui sont digérés, mais 75 kilogrammes.

Vigier est arrivé aux mêmes résultats. Si l'on place dans quatre flacons séparés 60 grammes d'eau acidulée à 1/100, 50 grammes de pepsine et 10 grammes de fibrine, si l'on ajoute dans trois d'entre eux des proportions de peptones variables et qu'on ne fasse pas cette addition pour le quatrième, on voit que c'est dans ce dernier seul que la digestion est complète au bout de six heures, tandis que, dans les autres, elle est d'autant plus retardée que l'addition des peptones a été plus considérable (*a*).

rendus de l'Ac. des sc., t. XLIII, 1856). — Voit, *L'alimentation animale et l'alimentation végétale. Importance des sels nutritifs et des condiments* (*Sitzungsberichte der königl. bayer. Akademie der Wissenschaften zu München*, 1869, II, Heft 4, p. 483, et *Revue scientifique*, 1872, p. 1020).

Telles sont, messieurs, les conditions qui président à la digestion et à l'absorption des principes alimentaires primordiaux.

Dans la prochaine leçon, nous entrerons plus avant dans le cœur de la question et nous commencerons l'étude des aliments complets et complexes.

(*a*) Albert Robin, *Influence de l'eau sur la nutrition* (*Comptes rendus de la Société des hôpitaux*, séance du 22 janvier 1886, p. 23). — G. Sée, *Traitement physiologique de l'obésité* (*Acad. de méd.*, séances des 29 septembre et 6 octobre 1885. — Debove et Flamant, *Recherches sur l'influence de la quantité d'eau ingérée dans la nutrition* (*Soc. des hôpitaux*, janvier 1886, et *Gaz. hebd.*, 9 avril 1886). — Schiff, *Cenne sulle recherche fatte del prof. Schiff nel laboratorio del museo de Pisenze durante l'anno* 1872 (*Giornale la Nazione* et *Centralblatt*). — Vigier, *Du mode d'essai de la pepsine et de ses préparations pharmaceutiques* (*Bull. de thér.*, t. CIX, p. 463).