

En temps que science émergente, la trophologie explore les moyens et les effets de combinaisons de nourriture pour maintenir une nutrition équilibrée et éviter les maladies métaboliques. Même en dehors de la préoccupation pour l'adéquation d'un régime alimentaire en termes de vitamines, protéines, fibres, fruits et hydrates de carbone, la nutrition doit être comprise au delà du besoin de se nourrir.

Les racines de la trophologie en temps que science se trouvent dans des réalisations scientifiques et sociologiques historiques. Initialement, les expériences clés pour vérifier les liens entre la nourriture, l'énergie, et le travail ont été réalisées dans le contexte de la crise sociologique de la révolution industrielle, une époque où les hommes étaient considérés comme une ressource ou, plus précisément, comme des machines vivantes. Les conséquences de l'industrialisation avec ses nouvelles innovations de la fin du 18^e et début du 19^e siècle en Europe et en Amérique du Nord, tels que la mécanisation de l'industrie textile, obligèrent les pays à utiliser plus de travailleurs pour superviser la charge de travail accrue. Le défi de transformer des matières premières et fournitures en de nouveaux produits était lié à celui de fournir la nourriture appropriée pour le nombre croissant de travailleurs.

Les bases pour déterminer la relation mathématique entre les matières premières et les produits et entre la consommation alimentaire et la charge de travail furent posées par Hermann von Helmholtz (Helmholtz, 1915) en 1847 dans sa formulation de la loi de la conservation de l'énergie - la croyance que chaque force physique se tenait en équilibre avec une contre-force équivalente.

En termes de physiologie, les lois de conservation de l'énergie et de conversion de l'énergie se rapprochent des expériences de Max Rubner qui mesura la conversion de l'énergie de nourriture en chaleur et travail mécanique (Rubner, 1902).

Plusieurs autres scientifiques travaillèrent sur une théorie de la nutrition et du travail pour améliorer la performance humaine dans l'industrie et l'armée. La prévalence (proportion de personnes ayant contracté la maladie) et les causes des maladies ainsi que le besoin de remèdes étaient tout aussi importants, et n'avaient pas encore été assimilés à une théorie de trophologie. Les deux maladies de carence les plus fréquentes étaient le béribéri (un mot dérivé de la langue des indigènes polynésiens qui signifie « je ne peux pas bouger, je ne peux pas bouger ») et le scorbut, une maladie bien connue des marins. Il a fallu aux chercheurs jusqu'en 1912 pour découvrir la composante nutritionnelle de la vitamine (l'« amine vitale ») dont le manque était la cause de ces deux maladies.



Hermann von Helmholtz (1821 – 1894)



Max Rubner (1854 – 1932)

Consommation alimentaire

L'adage bien connu "une armée marche à son estomac" illustre l'équilibre entre la consommation de nourriture et le travail, mais pas uniquement le travail typique d'un soldat. D'anciens écrits de quartier-maîtres Romains, dans les environs de 100 après JC révèlent que les légionnaires romains vivaient sur une ration moyenne de 850 grammes de céréales par jour, complétés par de la viande, des légumes et des fruits (Roth, 1995). Les chiffres pour la quantité de nourriture transportée par les troupes macédoniennes d'Alexandre II, dans sa campagne de 13 ans contre l'Empire perse quatre siècles plus tôt, décrivent des rations comparables (Hanson, 1999, pp 165 et suiv.).

Les récits traitant de la vie civile des travailleurs égyptiens en Mésopotamie indiquent une ration mensuelle de céréales, qui convertie en grammes donne une moyenne journalière de 700 grammes de farine par travailleur (Huber, 2006, pp 303-330). En considérant que leur travail était probablement un peu moins intense que celui du soldat d'infanterie macédonienne ou romaine, ces chiffres qui couvrent un laps de temps à partir de 1000 avant JC à 100 après JC produisent une moyenne fiable de l'exigence quotidienne de nourriture. Tous les écrits montrent que les grains et la viande étaient la base de l'alimentation quotidienne des travailleurs.

Le Travail et La Soupe Populaire

Benjamin Thompson (1753 - 1814), connu comme le comte Rumford après 1792, était un officier anglais né Américain qui combattit aux côtés des Britanniques pendant la guerre d'Indépendance américaine. Après avoir gagné de l'expérience à la fois politique et militaire dans la lutte de l'Angleterre avec ses colonies rebelles, il retourna en Angleterre en 1782. Mis en demi-solde (chômage technique), il quitta rapidement l'Angleterre à la recherche d'un nouveau poste dans une des armées de l'Europe et en trouva un en Bavière, où le prince-électeur l'embaucha pour mener les réformes à la fois sur le système social de son pays et sur sa force militaire. Thompson prit congé de

Suppe No. II.

Zutaten	Gewicht		Kostenbetrag		
	lb	l.	Rth.	gr.	pf.
2 Viertel Perlgrau-					
pen	70	18	1	16	9
2 Viertel Erbsen	65	20	1	5	3
8 Viertel Kartoffeln	230	8	—	14	9
Brotschnitte	69	20	3	9	6
Salz	19	26	—	10	3
Beinesig	45	26	—	12	7
Wasser	982	30	—	—	—
Summe d. Gewichts	1485	20			
Für Brennholz, Mägde und Bediente, Reparaturen	—	—	1	3	9
Summe der täglichen Ausgabe, wenn 1200 Menschen beföstigt sind:			9	1	10

Die obige Summe (9 Rthlr. 1 gr. 10) mit 1200, als der Zahl der vertheilten Suppen-Portionen, dividirt, beträgt für jede Portion ungefähr 2 Pfennige.

Figure 1: La recette originale de la Soupe Rumford No.2. La première évolution fut de remplacer une partie de l'orge par des pommes de terre, ce qui rendit la soupe considérablement moins chère à produire.

l'armée britannique, fut nommé chevalier pour ses services à la couronne britannique, et prit son nouveau poste à Munich, le 11 Mars 1784.

De 1784 à 1788, il travailla sur la programme de réforme en Bavière. Il fit une enquête approfondie sur les systèmes militaires et sociaux des deux pays dominants d'Europe Centrale, l'Autriche et la Prusse, et compara les conditions de vie et les coûts des forces armées de ces pays à ceux de l'armée bavaroise. À la fin de 1788, il présenta un programme de réforme à l'Electeur de Bavière dans lequel il soulignait trois objectifs spécifiques pour orienter les réformes :

1. Mettre fin à la discrimination et à l'exclusion du soldat en tant que travailleur,
2. augmenter le nombre de soldats, augmenter leur solde tout en gardant le même budget pour l'armée bavaroise, et
3. permettre aux forces armées d'effectuer un service civil en temps de paix.

Les deuxième et troisième objectifs en particulier, menèrent à l'importante contribution de Thompson dans le domaine de la nourriture

commune. Comme il avait proposé de ne pas augmenter le budget de l'armée bavaroise, tout en augmentant le nombre de soldats, ainsi que leur soldes, il devait trouver un moyen de réduire les coûts.

La première mesure fut de réduire les coûts des uniformes des soldats en employant les mendiants de Munich dans le "Militärisches Arbeitshaus" (Maison de Travail Militaire) récemment fondé. Son plan a également touché au problème des mendiants en éduquant les mendiants et en les encourageant à plus d'indépendance et d'autosuffisance.

Attendant à cette maison de travail, se trouvait une soupe populaire, qui devint rapidement l'installation principale de celle-ci.

Thompson comprit qu'il pouvait préparer un repas pour tous les travailleurs qui coûterait moins cher par personne que ce que chaque individu aurait dépensé pour se nourrir. Les travailleurs recevaient un repas gratuit à la soupe populaire composée de 0,6 litres de soupe. Thompson élaborait et publia diverses recettes pour préparer jusqu'à 1200 rations de soupe à la fois, qui devint connue en tant que "Soupe Rumford". Au début, c'était un mélange d'orge perlé, de pois, de sel, de vinaigre, et d'eau, mais plus tard, il fut affiné avec l'ajout de pommes de terre et de tranches de pain.¹

Même si elle fournissait une base solide de glucides (les pommes de terre et l'orge) et de protéines (les pois), il y avait cependant, quelques critiques sur la soupe Rumford. Si elle était très bourrative, elle ne nourrissait pas assez les travailleurs - du moins pas les adultes. Les calculs d'aujourd'hui indiquent que la première version de la soupe Rumford fournissait 570 calories, et la seconde version, avec le remplacement d'une partie de l'orge perlé par des pommes de terre, fournissait seulement 420 calories.² Considérant,

¹ La publication de cette recette tenait compte du coût pour le combustible utilisé dans la cuisine, ainsi que des salaires du cuisiniers et du personnel qui servait la soupe. (Thompson 1804, pp. 274 & 276).

² Les familles étaient encouragées à amener leurs enfants à la maison de travail militaire, où ils pouvaient aller à l'école et aider au travail s'ils le désiraient. (see Redlich 1971, pp. 184 – 216).



Figure 2: Santorio Santorio dans sa chaise de pesage

selon les normes modernes, que l'apport quotidien des adultes devrait être d'environ 2000 calories, il est évident que les soupes Rumford permettaient d'alimenter un travailleur à faible coût, mais pas de satisfaire ses besoins nutritionnels quotidiens, en particulier pour une bonne journée de travail à la maison de travail militaire. À cet égard, elle ne suffit pas à accomplir le plan de Rumford pour nourrir ses travailleurs. Les organisations caritatives, cependant, adoptèrent la recette de soupe Rumford et l'utilisèrent pour aider les personnes sans-abri et les personnes incapables de travailler pendant les guerres napoléoniennes.³

Equilibrer les apports et les dépenses

Santorio Santorio (1561 - 1636) était un médecin italien qui publia son traité "Ars de Statica

³ Aujourd'hui, une grande variété de soupes de Rumford existent, dont les recettes peuvent ne pas avoir grand chose en commun avec les soupes originellement conçues par Thomson pour les soupes populaires des maisons de travail.

Medicina" en 1614. Le livre traitait principalement de la recherche sur le métabolisme humain et fut, en partie, basé sur des expériences menées par Santorio sur lui-même. Sur la première page de son livre, on trouve une illustration du dispositif expérimental utilisé. Il montre Santorio assis sur une balance (une chaise dite de pesage) et une table avec des couverts et des plats en face de lui. Sur une période de près de 30 ans, il documenta le poids de ce qu'il mangeait et buvait (*ingesta*), ainsi que celui de ses excréments (*excreta*), et considéra la différence entre ces deux poids comme de la transpiration insensible (Toellner 2000, p 2371). Il découvrit que le poids de cette transpiration insensible - 1,13 Kg par jour en moyenne - était supérieur à ceux de ses excréments. Santorio tenait compte d'un certain nombre de facteurs tels que la maladie, l'âge, l'activité physique, l'alimentation et le sommeil, qui pouvaient augmenter ou diminuer la transpiration insensible.

En outre, il inventa des appareils de mesure pour déterminer le pouls et la température du corps. Ses conclusions furent les premiers résultats d'une étude à long terme sur le métabolisme humain.

L'énergie de la combustion

Alors que Santorio se concentra sur le *poids* de la nourriture qu'il consommait, le scientifique Français Antoine Laurent de Lavoisier (1743 – 1794) se préoccupa de la *chaleur* et de la *combustion*.⁴ La définition de la chaleur était encore dominée par les idées de la théorie du phlogistique. Bien que cette théorie fut ensuite abandonnée à l'époque de Lavoisier, Lavoisier lui-même contribua de manière importante à cette révolution scientifique. Il croyait fermement à la conservation de la masse dans les réactions chimiques, une idée qui provenait des activités scientifiques du siècle des Lumières. L'idée de conservation de la masse fut la clé de l'une de ses découvertes les plus im-

portantes en matière de chimie, à savoir l'oxydation.

Lavoisier réalisa que lorsqu'un métal rouillait, la masse du métal calcifié (« chaux », généralement pesé sous forme de poudre) avait un poids supérieur au morceau de métal de départ. Lavoisier constata également que le processus pouvait être inversé, c'est à dire que lorsqu'on réduisait la chaux en métal par chauffage, son poids diminuait. La théorie du Phlogistique ne pouvait pas expliquer ces changements parce que la chaleur, selon les idées dominantes, était un élément sans poids. Lavoisier développa l'idée que la composition de l'air pourrait être responsable du changement de masse et aligna ses expériences avec cette théorie.

La théorie de la combustion en resta à ce point jusqu'à ce que Lavoisier et Priestley, un chimiste britannique, combinent leurs découvertes scientifiques respectives. Malgré leurs opinions différentes sur la nature de la combustion, les deux chimistes se respectaient l'un l'autre. Les idées de Priestley étaient fortement liées à la théorie du phlogistique, mais il contrôlait son environnement expérimental mieux que Lavoisier. Priestley était tout à fait conscient que l'air produit au cours d'une expérience était différent de l'air normal.⁵ Lavoisier répéta l'expérience de chauffage du précipité rouge commun de mercure (oxyde rouge de mercure) de la même manière que Priestley mais prêta plus d'attention au gaz produit par la réaction. Suite à son analyse, il trouva la différence entre le gaz expérimental et l'air frais, isola l'élément impliqué dans le processus de calcification et l'appela oxygène, se référant au mot grec pour acide (librement interprété comme producteur d'acide à cause du goût amer des acides). Bien que Priestley eût réalisé la même expérience, il n'avait pas identifié l'oxygène comme élément, mais avait plutôt caractérisé le gaz produit d' "air déphlogistiqué", suivant ainsi strictement la théorie du phlogistique. Lavoisier utilisa sa découverte pour inclure l'oxygène dans le cadre d'une réaction chimique et fut

⁴ L' Encyclopedia Britannica honore les œuvres de Lavoisier en le nommant "Père de la nutrition moderne". Version en ligne: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/332700/Antoine-Laurent-Lavoisier>, daté du 21 Mars 2012

⁵ Expérience réalisée par Joseph Black en 1750, qui lui permit de découvrir le dioxyde de carbone.

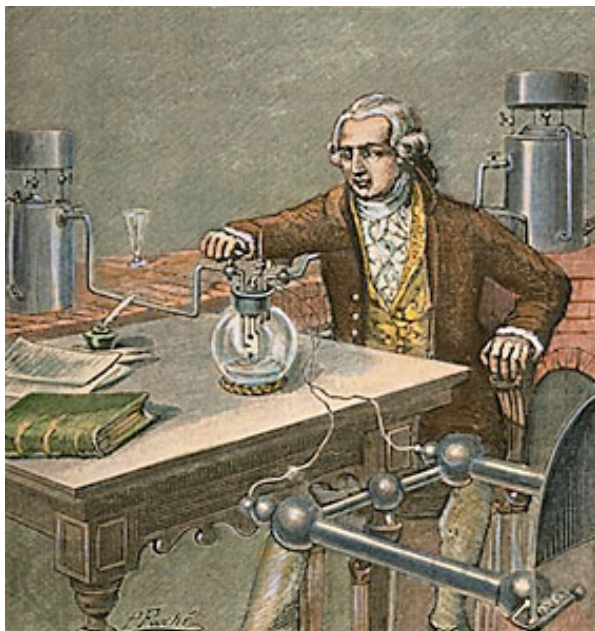


Figure 3: Lavoisier au milieu d'une expérience cherchant à déterminer la composition de l'eau. Photo. Encyclopædia Britannica Online

en mesure d'étendre sa théorie aux effets de la calcination et la combustion.

L'énergie dans la nourriture

Aujourd'hui, le mot calorie est synonyme d'énergie. Beaucoup de produits dans les supermarchés modernes identifient l'énergie contenue dans les aliments en kilocalories, et reprennent la quantité d'hydrates de carbone, de lipides et de protéines dans un schéma imprimé sur l'emballage du produit.⁶

L'étymologie du mot "calorique" remonte à l'époque de Lavoisier et de la théorie du phlogistique lorsque la chaleur était considérée comme un élément chimique impondérable inhérent à chaque corps. L'idée de la chaleur comme un élément fut abandonnée, mais le mot énergie reflète toujours cette même notion. C'est en fait une expression provenant de la langue grecque et qui signifie "force en action"⁷, qui fut introduite par William Rankine en 1853. Rankine définit l'énergie comme "le pouvoir de changer en opposition à une résistance". De plus, il fit une distinc-

tion entre l'énergie "réelle ou raisonnable" (par exemple, l'énergie du mouvement) et l'énergie "potentielle ou latente". (Rankine, 1853, pp. 109–117).

La science du milieu du dix-neuvième siècle était intensément occupée avec le besoin d'énergie des travailleurs pour effectuer leur travail dans les usines. Après la publication de von Helmholtz sur la conservation de la "force de vie"⁸, il semblait clair que les travailleurs devaient transformer leur nourriture en travail mécanique, et que les deux côtés de cette équation, bien qu'inconnus, devraient malgré tout être égaux. L'énergie semblait pouvoir être fournie par n'importe quel type de nourriture étant donné que certains types de nourritures pouvaient se remplacer l'un l'autre. C'était d'autant plus pratique pour ceux qui voyaient la nourriture comme du combustible qui devait être converti en travail, car cela rendait le processus de transformation aussi simple que la production d'énergie d'une réaction chimique, peu importe la nature de la nourriture. De cette façon, la physiologie pouvait être comprise en utilisant la chimie analytique.

Le physiologiste et hygiéniste Allemand Max Rubner travailla dans le domaine de la thermodynamique pendant plusieurs décennies et présenta finalement des résultats expérimentaux visant à prouver la validité de la loi physique de la conservation de l'énergie pour les sujets humains ou animaux. Il définit la chaleur comme mesure de l'intensité des processus de vie.

Pour appuyer son idée, Rubner conçut une installation expérimentale pour contrôler les produits des processus de conversion d'énergie qui ont lieu dans le corps d'un animal. Le calorimètre animalier visible dans la figure 4 était une chambre isolée dans laquelle un seul chien était placé. Cette chambre était équipée de dispositifs de mesure de pression, de température, et de proportions d'oxygène et de dioxyde de carbone dans l'air de la chambre. La chambre offrait peu d'espace pour le mouvement afin que le chien ne puisse pas perdre son énergie à gambader. L'idée

⁶ En 1860, Max Rubner déclara qu'une calorie était la quantité d'énergie pour chauffer un gramme d'eau de 4 à 5 degrés centigrades (voir Ziegler 1922, pp. 520 – 526).

⁷ Duden, Fremdwörter, Eintrag Energie

⁸ Le terme "force de vie" était à cette époque encore utilisé comme synonyme avec l' "énergie" d'aujourd'hui.



Figure 4: Le calorimètre animalier de Rubner en vitrine lors de l'exposition "Energie = Arbeit" (énergie=travail) à Berlin en 2010; photographié par Elke Jung-Wolff; reproduction avec l'aimable autorisation de Stiftung Brandenburger Tor, Berlin (Copyrights Stiftung Brandenburger Tor)

était que toute l'énergie fournie à l'animal par l'approvisionnement alimentaire devait être transformée en chaleur, car la conversion en travail mécanique ne serait pas possible. Rubner conclut que toute l'énergie contenue dans les aliments fut finalement transformée en chaleur (création de chaleur induite par alimentation).⁹

Après avoir déterminé la quantité d'énergie stockée dans les glucides, les matières grasses et les protéines, Rubner essaya de déterminer la capacité du corps humain à convertir l'énergie en chaleur et en travail mécanique. L'idée était d'identifier la substance qui serait le moins convertie en chaleur, ce qui impliquerait que le reste de l'énergie serait converti en travail mécanique. Il a identifié les protéines comme substance où le rapport chaleur- énergie était moins favorable en termes de production de travail à partir de nourriture. Pour tout adepte de

⁹ Elizabeth Neswald, communication privée

l'idée générale de l'ère industrielle du corps humain à l'intersection de l'énergie, du coût et de la charge de travail, cette approche était très pratique. La source majeure de protéines était la viande, qui était chère par rapport aux céréales ou aux pommes de terre, ces derniers étant les principales sources de glucides (Rubner , 1902). Comme les travailleurs devaient convertir leur nourriture en travail, il semblait évident que la viande n'était pas nécessaire pour une alimentation équilibrée. Conséquemment, la viande, une denrée chère, ne devait être donnée qu'en tant que nourriture cérébrale aux personnes qui faisaient du travail intellectuel.



Figure 5: Timbres commémoratifs de Justus von Liebig, mis en circulation par la Bundespost (Poste Allemande) en 2003 à l'occasion du 200ème anniversaire de Liebig. On peut y voir Von Liebig entre l'extrait de viande, un précurseur des soupes instantanées actuelles, et l'appareil à cinq ampoules (autrefois appelé Kali-Apparat, Appareil à Potassium), qui permettait de déterminer la quantité de carbone contenue dans une substance inconnue.

Si l'on tient compte du fait que, parfois, le corps humain n'a pas besoin d'énergie pour la convertir en travail mécanique, on aboutirait à une autre conclusion. L'histoire de l'extrait de viande de Liebig montre que la viande n'est pas la nourriture cérébrale parfaite en tant que telle. Vers le milieu du dix-neuvième siècle, le professeur de chimie Justus von Liebig devint bien connu dans la communauté des chimistes. La plupart des expériences qu'il mena étaient dans le domaine de la nouvelle chimie organique, une branche que les scientifiques pensaient ne pas pouvoir être étudiée en dehors des organismes vivants. Les chercheurs en chimie organique essayaient de déterminer la composition de toute substance organique. Liebig inventa un appareil,

appelé dispositif à cinq boules, avec lequel il pouvait déterminer la quantité de carbone dans les matières organiques.

Il était, cependant, plus connu pour ses travaux sur la physiologie des animaux, ainsi que sur la chimie de l'agriculture. L'hypothèse clé de Liebig était que, en principe, le processus de génération de matières grasses lors de la digestion pouvait être démontré entièrement en utilisant la chimie de laboratoire. Bien que fortement débattue au cours de sa vie, l'hypothèse s'est avérée correcte, ce qui fit de Liebig le premier scientifique à lier la chimie, la physiologie et la médecine.

Son importante contribution au monde de la nutrition, l'extrait de viande de Liebig, était un sous-produit de sa tentative pour aider une amie à surmonter une grave maladie. En 1853, Emma Muspratt, fille d'un ami anglais de Liebig, attrapa une forte fièvre typhoïde pendant son séjour à Munich, où Liebig avait tenu une chaire depuis 1852. Elle était incapable de manger, et son système digestif était incapable de digérer de la nourriture solide. Liebig savait qu'il n'y avait pas de méthode standard pour nourrir une personne souffrant de la fièvre typhoïde et détermina que la seule façon de nourrir le patient serait d'introduire de l'extrait de viande dans son corps. L'extrait fut obtenu en broyant de la viande de poulet, et en plaçant celle-ci dans une solution aqueuse d'acide chlorhydrique. Après 12 heures,

Liebig filtra les restes de la viande du liquide qui contenait la protéine quasi intacte. Il neutralisa ensuite l'acide et fit boire l'extrait à Emma Muspratt, qui récupéra ensuite rapidement (Judel 2003, p 6-15). Étant donné que la production de l'extrait était très élaborée, l'extrait de viande ne pouvait pas devenir un succès commercial. Il fut cependant produit et vendu par le pharmacien von Pettenkofer de Munich comme remède pour les malades qui ne pouvaient pas manger.

Valeur calorifique physique et physiologique

Connaître l'existence de l'oxygène ne suffisait pas à expliquer les raisons de la combustion de composants alimentaires au sein de l'organisme, du moins pas avant qu'Antoine Lavoisier ne fut en mesure de concevoir des expériences qui lui permirent de conclure qu'une certaine forme de combustion devait avoir lieu dans le corps humain.

La création de la chaleur dans les réactions chimiques était le centre d'intérêt des scientifiques français Simon Laplace et Antoine Lavoisier. Ils inventèrent le calorimètre à glace, un dispositif sophistiqué pour déterminer la quantité de chaleur dégagée par un animal, ou la chaleur latente des corps solides (Laplace et Lavoisier 1780, p 355). La chaleur était utilisée pour faire fondre la glace, et la quantité d'eau provenant du procédé était alors indicatrice de la quantité de chaleur provenant de la réaction chimique.

Avec son assistant Armand Seguin, Lavoisier mena également des expériences sur la façon dont l'air inhalé était modifié par la combustion pendant le travail physique. Il conçut un dispositif expérimental permettant à un cobaye humain de respirer de l'air atmosphérique au moyen d'un masque complet pendant les mesures. Ce masque était conçu spécialement pour récupérer l'air expiré dans un récipient contenant un liquide alcalin. Le dioxyde de carbone contenu dans le récipient initiait une réaction produisant un carbonate alcalin insoluble. L'air expiré était visible dans le récipient sous forme de bulles, et le carbonate alcalin précipité au cours de la réaction s'accumulait au fond.

L'expérience fut réalisée de deux façons différentes, d'abord avec une personne au repos et ensuite avec une personne au travail. Lavoisier supposait déjà que le but du processus de respiration humaine était de produire de la chaleur plu-

tôt que de fournir de l'oxygène pour le corps. Du coup, il compara la quantité de gaz expirés, les gaz inhalés et la température de la personne. La conclusion finale de ses expériences avec Seguin fut que les animaux brûlaient des matières organiques à l'aide de l'oxygène inhalé.

Les calorimètres, en général, mesurent la chaleur produite par les réactions chimiques. Laplace et Lavoisier avait déjà démontré que les animaux transformaient les substances organiques en chaleur. L'étape suivante était de déterminer la quantité de chaleur qui pouvait être produite par chaque substance, la chaleur étant mesurée dans les calorimètres par la combustion de la substance en question jusqu'à ce qu'il n'en reste que des cendres. L'excès de chaleur mesuré, en sus de la chaleur utilisée pour brûler la substance, donnait la valeur calorifique physique.

Le calorimètre de style Hopkins (voir Fig. 7) détermine la quantité d'énergie libérée par une réaction chimique en versant les liquides qui réagissent dans une chambre de réaction commune. Deux thermomètres sont utilisés pour surveiller la modification de la température pendant la réaction.

Le pouvoir calorifique physique n'est pas tout à fait pertinent en ce qui concerne les questions du métabolisme humain. Le pouvoir calorifique de toute nourriture varie pour chaque espèce qui le consomme; par conséquent, la valeur pertinente ici est la valeur calorifique physiologique. Celle-ci peut être déterminée approximativement par la combustion des excréments de l'animal ou humain en question, et en comparant cette valeur avec la valeur calorifique de l'aliment consommé. La différence sera alors la valeur calorifique physiologique. Il est à noter, cependant, que la valeur calorifique physiologique ne peut pas être considérée comme une valeur exacte. Elle varie non seulement d'une espèce à l'autre mais est, plus ou moins, une valeur individuelle propre à l'animal (ou humain) qui est testé.

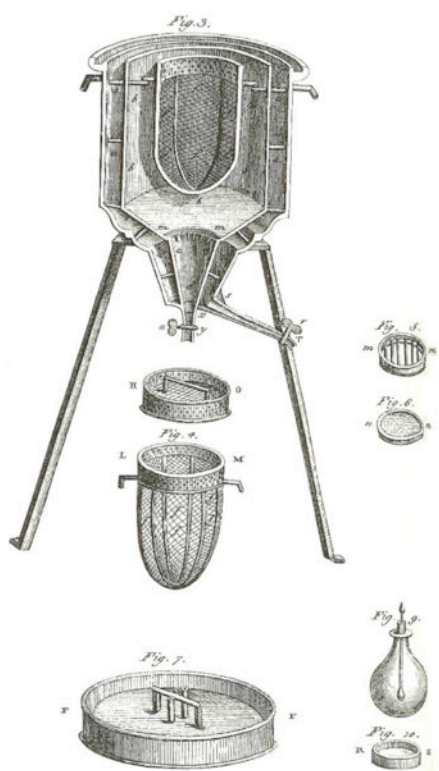


Figure 6: Le calorimètre à glace de Laplace et Lavoisier (1780). De la glace était placée dans la chambre principale (avec le pain), ainsi que dans le mur creux afin de limiter l'apport en chaleur de l'air du laboratoire. La cible chaude ou chauffante était placée dans le panier et fondait la glace de la chambre principale, la quantité d'eau produite servant à déterminer la chaleur produite par la réaction.

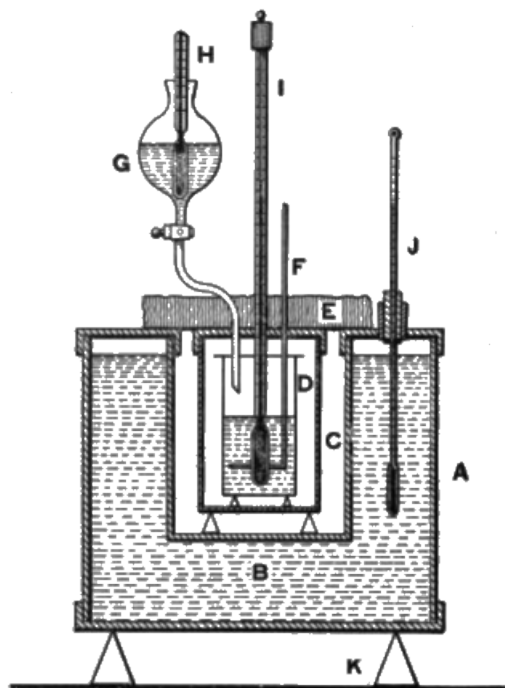


Figure 7: Calorimètre, Nevil Monroe Hopkins, *Experimental Electrochemistry* (1905). Ce calorimètre était utilisé pour mesurer la chaleur produite par la réaction de deux liquides. This calorimeter was used to measure the heat developed during the reaction of two liquids. Le récipient de drainage D est aussi la chambre de réaction dans laquelle le deuxième liquide contenu dans le ballon G va s'écouler. Deux thermomètres I et J sont introduits dans la chambre de réaction et le mur d'isolation pour contrôler la chaleur produite par la réaction chimique.

La nutrition pour la prévention des maladies de carence

L'une des plus anciennes maladies connues des marins est le scorbut, qu'on sait aujourd'hui être causé par le manque de vitamine C. Les plus vieux rapports parlant de marins atteints de cette maladie de carence datent de l'Égypte antique. Il était bien connu que les hommes à bord de navires de commerce tombaient malades, mais la raison en était inconnue. En raison de la nécessité pour les navires d'être autonomes, ils transportaient de grandes quantités de biscottes et de viande en saumure à bord, car ces nourritures pouvaient être conservées de façon prolongée. Ces produits, qui apportaient la base nécessaire pour l'énergie journalière, pouvaient être complétés avec du poisson ou du fromage. Cependant, avec la tendance de ceux-ci à se gâter rapi-

dement, un substitut était nécessaire lorsque ceux-ci avaient été consommés.

Un remède contre le scorbut ne fut pas trouvé jusqu'au 18^{ème} siècle, durant lequel un médecin écossais du nom de James Lind (1736-1812) trouva un traitement pour surmonter cette maladie (Lind, 1753, pp 192-196). Il mena une expérience sur une douzaine de personnes apparemment atteintes du scorbut qui montraient la plupart des symptômes déjà bien connus et documentés. Il divisa les patients en six paires et leur donna à chacun un régime spécifique afin de tester les effets de la nutrition ainsi que ceux de l'hygiène. Après 14 jours, Lind put conclure que le seul groupe qui avait surmonté tous les symptômes du scorbut était celui qui avait sur son menu spécifique les oranges et les citrons. Il laissa à d'autres la tâche de confirmer l'efficacité de ces fruits, ce qui signifie qu'il était bien conscient d'avoir trouvé un remède, sans avoir pu déterminer la raison de sa grande efficacité.

La recherche sur le bérubéri, une maladie de carence causée par le manque de vitamine B₁, fut encore plus réussie. Elle commença avec différentes hypothèses sur les causes possibles de la maladie et fut fondée sur des conclusions erronées justifiant sa curabilité. Le principal chercheur étudiant le bérubéri était le Hollandais Christiaan Eijkman (1858 - 1930) qui eut la chance d'explorer la cause et le remède de bérubéri dans ce qu'on appelle aujourd'hui une étude à grande échelle. Après une formation de pointe en Allemagne, où Koch avait récemment identifié des bactéries comme la cause de la tuberculose et le choléra, Eijkman était convaincu que le bérubéri était également causé par des germes génériques, et essaya de le prouver dans une étude soigneusement contrôlée (Allchin 1996).

L'état de Java, où Eijkman menait expériences, avait, à cette époque, quelques 280 000 prisonniers. Eijkman ordonna trois régimes de riz pour ces prisonniers: un à base de riz décortiqué, un à base de riz non décortiqué et un mélange des deux. Il enregistra ensuite les cas de bérubéri chez les différents groupes de détenus (Eijkman 1897, pp 187-194). D'autres facteurs en matière d'hy-

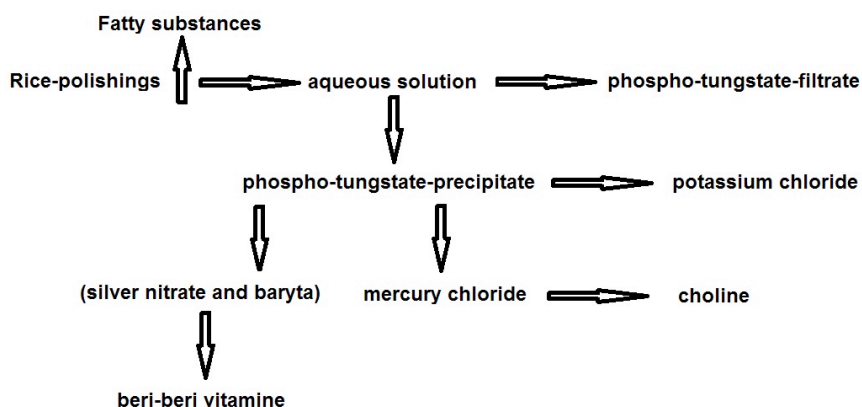


Figure 8: Sketch du processus de distillation suivi par Funks pour obtenir la vitamine bérubéri. Il déclare dans sa publication de 1912 qu'un processus analogue pourrait également être utilisé pour précipiter la vitamine scorbut. Figure reproduite de Funk 1912, p. 347.

giène qui auraient pu causer des maladies, comme la ventilation ou de la perméabilité des sols à l'eau, avaient été écartés au préalable.

Eijkman conclut que les prisonniers qui vivaient sur le régime à base de riz poli étaient beaucoup plus touchés par le bérubéri que les autres. D'une étude précédente, il avait déterminé que le riz blanc contenait le germe qui causait le bérubéri et que le revêtement rouge, qui était enlevé par le polissage le riz fournissait une antitoxine. Ce point est crucial pour comprendre pourquoi les expériences réussies peuvent encore conduire à des conclusions erronées. Depuis lors, il a été montré que le bérubéri est une maladie de carence résultant d'un manque permanent d'un nutriment essentiel et n'est pas causé par un germe actif infectieux.

Casimir Funk fut probablement le premier chercheur qui réussit à combiner les effets de toutes les maladies de carence dans une théorie constructive (Funk 1912, pp 341-368). Il caractérisa le scorbut, le bérubéri, et de nombreuses autres maladies qui se déclarent si un «régime invariable est suivi pendant de longues périodes » en raison de la "carence en une substance qui est nécessaire pour le métabolisme" (Funk 1912, p 341). Funk déclara que toutes sauf une des maladies couvertes dans son article de 1912 pouvaient être guéries simplement en ajoutant une nouvelle classe de substances organiques, qu'il appela vitamines (forme courte pour amine vitale, se référant à la structure chimique de la nouvelle substance), à son alimentation. Il nom-

ma les vitamines déjà découvertes par les chercheurs contemporains selon la maladie qu'elles guérissaient; par exemple, la vitamine C d'aujourd'hui aurait été la "vitamine scorbut" et la vitamine B1 la "vitamine bérubéri". Funk examina également la méthode d'extraction et la quantité de vitamine pouvant être précipitée d'une solution aqueuse, ainsi que la formule chimique de la vitamine.

Il donna également une illustration de ses effets curatifs par l'administration d'une dose de vitamine bérubéri à des oiseaux souffrant de bérubéri. Une dose infime de 40 milligrammes était suffisante pour guérir un pigeon dans un temps très court, et empêchait également la réapparition du bérubéri pour un laps de temps de sept à douze jours, même lorsque le pigeon était à nouveau mis à un régime de riz poli. Deux choses semblaient évidentes suite à cette expérience: d'abord, la vitamine comme un agent curatif semblait avoir activé le processus curatif, et de plus, le corps est capable de stocker et d'utiliser la vitamine efficacement.

Remerciements

L'auteur aimerait remercier Don Metz pour sa patience dans la correction des termes erronés du manuscrit de l'auteur, ainsi que Cathrine Froese Klassen et Stephen Klassen pour leur révision détaillée du document.

Références

Allchin, D. (1996). Christiaan Eijkman & the Cause of Beriberi. In *Doing Biology*, Glenview: Harper Collins.

- Bouton, N. (1857). *The History of Concord: From Its First Grant in 1725 to the Organization of the City Government in 1853*. Concord: Benning W. Sanford.
- Eijkman, C. (1897). Ein Versuch zur Bekämpfung der beriberi. *Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie für klinische Medizin*, 149.
- Funk, C. (1912). The etiology of deficiency diseases beriberi, polyneuritis in birds, epidemic deoppsy, scurvy, experimental scurvy in animals, infantile scurvy, ship beri-beri, pellagra. *Journal of State Medicine*, 20.
- Hanson, V. D. (1999). *The Wars of the Ancient Greeks*, London: Cassell & Co. Wellington House.
- Helmholtz, H. von. (1915). Ueber die Erhaltung der Kraft. In: Wilhelm Engelmann, Ed., *Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften*, no. 1. Leipzig. (On the Conservation of Force).
- Huber, I. (2006). Von Affenwärtern, Schlangenbeschwören und Palastmanagern: Ägypter im Mesopotamien des ersten vorchristlichen Jahrtausends. In R. Rollinger, & B. Truschnegg (eds.), *Altertum und Mittelmeerraum: die antike Welt diesseits und jenseits der Levante*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Judel, G. K. (2003). Die Geschichte von Liebig's Fleischextrakt. *Spiegel der Forschung (Universität Gießen)*, 20(1), 6–15.
- Laplace, S., & Lavoisier, A. de. (1780). Mémoire sur la chaleur. *Mémoires de l'Académie des sciences*.
- Lind, J. (1753). *A treatise on the scurvy*, London.
- Möhl, F. K. (1903). *Die Vorläufer der Organisation der heutigen Armenpflege in München, insbesondere das Armenpflegeinstitut des Grafen Rumford*. Bamberg.
- Rankine, W. (1853). On the General Law of the Transformation of Energy. *Philosophical Magazine and Journal of Science, Series 4*, 5(30).
- Redlich, F. (1971). Science and Charity: Count Rumford and his Followers. *International Review of Social History*, 16(2).
- Roth, J. P. (1995). *The logistics of the roman army at war*. Leiden: Brill Publishing.
- Rubner, M. (1902). Die Gesetze des Energieverbrauchs bei der Ernährung. Leipzig/Wien. (The laws of energy consumption in the field of nutrition).
- Rubner, M. (1902). *Gesetze des Energieverbrauchs bei der Ernährung*. Leipzig.
- Santorio, S. (1614). *Ars de statica medicina*.
- Thompson, B. Count Rumford (1804). *Kleine Schriften politischen, ökonomischen und philosophischen Inhalts*. München.
- Toellner, R. (Ed.). (2000). *Illustrierte Geschichte der Medizin, Vol. V*. Augsburg: Weltbild Verlag.
- Ziegler, M. (1922). The history of the calorie in nutrition. *Scientific Monthly*, 15(6), 520–526.

Le texte a été traduit par Ludovic Urbain et revu par Brigitte Van Tiggelen

Contexte Historique: Nutrition a été écrit par Andreas Junk avec le soutien de la Commission Européenne (projet 518094-LLP-1-2011-1-GR-COMENIUS-CMP) et de l'Université de Flensburg, Allemagne. Cette publication reflète uniquement les vues de l'auteur, et la Commission ne peut être tenue responsable pour un quelconque usage qui serait fait de l'information contenue dans celle-ci.