

découvert que sous l'influence des matières azotées qui se rencontrent dans la farine, la fécule se convertit en sucre (1). On délaye 2 parties d'amidon dans 4 parties d'eau froide; en ajoutant ensuite 20 parties d'eau bouillante, il en résulte un empois épais, dans lequel on introduit une partie de gluten sec et en poudre; on maintient le mélange à la température de 60° centigrades : l'empois devient de plus en plus liquide; on peut filtrer au bout de six à huit heures. En concentrant, on obtient un sirop au milieu duquel on aperçoit du sucre en petits cristaux. On sait que pendant l'acte de la germination, il se produit de la matière sucrée fermentescible. Kirchoff a conclu de ses expériences, que cette production de sucre est due à la réaction du gluten sur l'amidon. Une graine germée, le malt d'orge, par exemple, continue à réagir sur la fécule avec laquelle on le met en présence. C'est un fait bien connu des cultivateurs qui se livrent à la fabrication de l'eau-de-vie de pommes de terre.

Avant de soumettre les pommes de terre à la fermentation, on les fait cuire à la vapeur, on les écrase, et on y ajoute 3 p. 0/0 de leur poids d'orge germée réduite en farine. On délaye avec de l'eau chaude, de manière à communiquer à toute la masse une température d'environ 60° à 70° centigrades; on laisse reposer pendant deux heures, ensuite on étend d'eau. La masse délayée, si on agit sur 100 kilog. de pom-

(1) Kirchoff, *Journal de Pharmacie*, t. II, 250.

mes de terre, doit occuper un volume d'environ 3 hectolitres, et conserver une température de 20 à 23° centigrades. On ajoute de la levûre de bière, la fermentation dure à peu près trois jours. Par la distillation de 100 kil. de tubercules, on obtient en moyenne 16 litres d'eau de vie à 50° de l'alcoograde centésimal (19° de Cartier). Pour la fermentation des grains, on emploie un dixième de malt d'orge. Le mélange de grains crus et de malt est concassé au moulin; on forme une pâte liquide avec de l'eau chaude, on laisse également reposer pendant deux heures; on étend avec de l'eau, on ajoute de la levûre; en un mot, on suit la marche indiquée pour les pommes de terre. Aussitôt après la macération du grain, ou des pommes de terre, on s'aperçoit de la transformation de la fécule; elle est devenue soluble et possède une saveur sucrée, et cette conversion se continue pendant la fermentation déterminée par la levûre de bière.

Ces faits, on le voit, ne sauraient être expliqués par l'expérience de Kirchoff. Dans la fermentation de la pomme de terre, la masse de fécule à saccharifier est trop considérable, relativement à la quantité de gluten qui peut exister dans l'orge convertie en malt. De plus, le gluten, dans les grains non germés, exerce une action à peine appréciable. Le principe qui, dans les opérations précédentes, transforme l'amidon en sucre, doit donc se développer durant la germination. Ce point si important de l'art du distillateur a été discuté avec une rare sagacité par M. Du-

d'orge germée; on chauffe jusqu'à 60° centigrades; on introduit alors la fécule, en agitant continuellement la masse avec un râble de bois. On s'applique à maintenir la température entre 65° et 70° centigrades; il ne faut pas dépasser 75°. Au bout d'une demi-heure, le liquide s'éclaircit, il devient liquide comme de l'eau. Alors on élève rapidement la température à 90° ou 100°; on laisse reposer; on filtre et on évapore rapidement, en ayant soin de retirer les écumes. La liqueur est suffisamment concentrée quand elle s'échappe de l'écumoire en une large nappe. On verse le sirop dans des récipients où, par le refroidissement, il se prend en une gelée opaque. Pour préparer la *dextrine sèche*, on étend le sirop en couches minces à l'air, dans un séchoir. Quand on se propose d'obtenir un sirop de dextrine plus riche en principe sucré, tel que celui qui sert à la fabrication des liqueurs alcooliques, au *sucrage* des vins de qualités très-inférieures, on opère comme il a été dit, jusqu'au moment où la fécule est devenue soluble: à cette époque, on entretient la température de la masse entre 65° et 70°, pendant trois ou quatre heures, et c'est alors seulement qu'on porte la chaleur à 99° ou 100°. On achève d'ailleurs l'opération exactement de la même manière (1).

M. Dubrunfaut a observé que le sirop de dextrine contient d'autant plus de sucre, que l'amidon se

(1) Payen et Persoz, *Annales de Chimie et de Physique*, t. LIII, p. 73, 2^e série.

trouve délayé dans une plus grande quantité d'eau, toutes les autres circonstances restant d'ailleurs les mêmes. En employant 45 parties d'eau et 25 d'orge germée pour une partie de fécule, cet habile manufacturier est parvenu à transformer en sucre les 9/10 de l'amidon (1).

Dextrine pure. — Le moyen employé pour débarrasser la dextrine du sucre qui l'accompagne ordinairement, consiste à précipiter le sirop de fécule préalablement dissous dans l'alcool faible, par de l'alcool très-peu aqueux: la dextrine se sépare; en réitérant huit ou dix fois de suite la dissolution et la précipitation, on parvient à l'obtenir entièrement pure. Aménée à cet état, elle se dessèche facilement quand on l'étend en couches de peu d'épaisseur, et elle n'adhère aucunement à la surface de la porcelaine ou du verre, ce qui n'arrive pas quand elle retient du principe sucré (2). La dextrine fortement desséchée et réduite en poudre, pèse spécifiquement 1,51. La densité de l'amidon pur est 1,51, celle du sucre de fécule 1,61 (3).

La dextrine séchée à 100° centigrades contient :

Carbone.....	44,3
Hydrogène.....	6,0
Oxygène.....	49,7
	100,0 (4)

(1) Guérin, *Annales de Chimie*, t. LX, p. 42, 2^e série.

(2) Payen, Mémoire cité, p. 151.

(3) Idem, p. 169.

(4) Idem, p. 157.

composition identique avec celle de l'amidon.

Nous avons vu que l'eau aiguisée d'acide sulfurique transforme l'amidon en matière sucrée, et que sous ce rapport l'acide se comporte comme le fait l'orge germée. Comme l'orge germée, l'acide fait d'abord passer la fécule à l'état de dextrine; et en arrêtant à temps la réaction, il est possible d'obtenir cette substance, ainsi que l'ont démontré MM. Biot et Persoz (1). Qu'on triture, par exemple, de l'amidon avec de l'acide sulfurique concentré: si on délaye ensuite le magma avec la moitié de son volume d'eau, et qu'on le laisse en repos pendant une heure, on peut, au moyen de l'alcool, précipiter la presque totalité de l'amidon employé, à l'état de dextrine.

M. Payen a fait la remarque que l'amidon ne se rencontre jamais dans les tissus végétaux qui sont à l'état rudimentaire; les radicules, les bourgeons foliacés, l'intérieur des ovules, en sont dépourvus. L'amidon ne se trouve pas davantage dans l'épiderme, dans les premières cellules des tissus sous-adjacents. Ce principe immédiat semble exclu des parties du végétal qui sont le plus directement exposées aux agents atmosphériques: on ne le rencontre qu'à une certaine profondeur, et les globules qui constituent l'amidon, augmentent en nombre et en volume dans les cellules les plus éloignées de la superficie. Les organes souterrains des plantes, certaines bulbes, la

(1) Biot et Persoz, *Annales de Chimie et de Physique*, t. LIII, p. 73, 2^e série.

plupart des tubercules, sont ordinairement riches en fécule amylicée. On dirait que la lumière modifie à l'instant même cette substance, lorsqu'elle est soumise à l'influence vitale, et qu'elle ne se conserve que dans l'obscurité.

Sur les globules de certaines féculs, on aperçoit un point ou hile qui, selon quelques observateurs, servirait à fixer chaque globule aux parois des cellules qui renferment l'amidon. Il arrive souvent que le hile ne peut être distingué, même à l'aide des microscopes les plus puissants; et, pour le mettre en évidence, il faut avoir recours à la dessiccation qui, en faisant éprouver un retrait à la masse globuleuse, laisse en saillie la partie qui porte le hile, à cause de sa plus forte cohésion. M. Payen ne pense pas que le hile soit un point d'attache permanent, qui lie le grain de fécule aux parois intérieures de la cellule. Il le considère comme étant l'orifice du conduit par lequel l'accroissement s'est effectué par intussusception. Pour appuyer cette opinion, M. Payen fait observer que dans un grand nombre de cellules végétales, particulièrement dans celles des pommes de terre, des rhizomes, les globules d'amidon se développent en quantité telle, qu'il est vraiment impossible que chacun d'eux soit uni directement à la paroi interne de la cellule (1).

(1) Payen, *Mémoire cité*, p. 183.

DE L'INULINE.
 L'inuline, découverte par Rose dans l'*inula helennium*, présente certaines analogies avec l'amidon. Cette espèce de fécule constitue la plus grande partie de la matière solide des tubercules du topinambour et du dahlia. L'inuline se dissout dans l'eau bouillante; par le refroidissement elle se dépose en globules, qui, vus au microscope, paraissent diaphanes, adhérents, et réunis en chapelets. Quand on soumet de l'inuline sèche, enfermée dans un tube, à la température de 168°, elle fond complètement; par cette fusion, elle acquiert de nouvelles propriétés, elle est alors soluble dans l'eau froide et dans l'acool.

L'inuline est transformée en dextrine et en sucre par les acides minéraux; mais elle possède certaines propriétés qui permettent de la distinguer de la fécule amylicée. D'abord l'iode ne la colore pas; ensuite, l'acide acétique qui n'exerce aucune réaction sur l'amidon, se comporte avec l'inuline exactement comme le font les acides sulfurique, phosphorique, et hydrochlorique; enfin l'orge germée, dont la réaction sur la fécule est si prompte et si énergique, ne lui fait subir aucune modification; il est donc facile de séparer ces deux substances lorsqu'elles sont mélangées (1).

M. Payen a analysé l'inuline séchée à 105° cent., et après avoir été fondue à 168°. Sous ces deux états, elle présente la même composition :

(1) Payen, Mémoire cité, p. 175.

	Inuline à l'état normal.	Inuline fondue.
Carbone.....	44,6	44,6
Hydrogène.....	6,4	6,2
Oxygène.....	49,3	49,2
	100,0	100,0

On voit que c'est exactement la composition de l'amidon et de la dextrine.

On peut extraire l'inuline de l'aunée; il suffit de faire bouillir la racine de cette plante dans trois ou quatre fois son poids d'eau; par le refroidissement de la liqueur, l'inuline se précipite. Ainsi obtenue, elle est blanche, pulvérulente, et ressemble à l'amidon.

DU LIGNEUX ET DE LA CELLULOSE.

La partie la plus solide des plantes, celle qui en forme en quelque sorte le squelette, est le bois dans les arbres, et la fibre ligneuse dans les plantes herbacées. On a cru pendant longtemps que l'on pouvait obtenir le ligneux chimiquement pur, en traitant les bois réduits en poudre fine, par divers agents ayant la faculté de dissoudre les matières gommeuses, résineuses et salines, qui s'y trouvent le plus communément associées. Mais dans ces derniers temps, on a fait voir que le ligneux ainsi préparé est formé réellement de deux substances ayant chacune une composition et des propriétés différentes. L'une, la cellulose, constitue le tissu des bois et de tous les organes des plantes; l'autre, le ligneux proprement dit, remplit, consolide en quelque façon les cellules. Cette distinc-

brunfaut (1), qui a parfaitement constaté l'action de l'orge germée sur la fécule.

Dans un empois assez épais, préparé avec 500 grammes d'amidon et 4 kilogrammes d'eau à la température de 69° centigrades, on mit 125 grammes d'orge germée et concassée ; après avoir agité le mélange, on le plaça dans une cuve chauffée à 56° centigrades ; un quart d'heure après, la masse se trouvait entièrement liquéfiée ; déjà elle possédait une saveur douce, qui devint très-sucrée au bout de deux heures. En agissant sur un empois plus fluide que le précédent, M. Dubrunfaut put obtenir par cette même méthode un sirop d'un jaune ambré, qui, laissé dans une étuve, se prit en une masse concrète analogue au sucre d'amidon. En faisant usage d'avoine, de seigle, de froment germés, la liquéfaction de l'empois s'opéra encore, mais moins complètement qu'avec le malt. L'orge crue donna des résultats incomparativement moins satisfaisants que les grains germés : l'empois se liquéfia beaucoup plus lentement, et la saccharification mit aussi plus de temps à se développer. Toutes les expériences tentées par M. Dubrunfaut ont d'ailleurs justifié la pratique, de la préférence qu'elle accorde à l'orge germée, pour disposer les grains ou la fécule à subir la fermentation alcoolique.

Par l'action de l'orge germée, l'amidon en se liquéfiant ne se transforme pas entièrement en sucre ;

(1) Dubrunfaut, *Mémoires de la Société royale d'Agriculture*, année 1823, p. 146.

il y a des produits distincts à considérer dans cette transformation. Le sirop sucré obtenu en concentrant l'empois liquéfié, renferme du sucre susceptible d'éprouver la fermentation alcoolique et une matière gommeuse, la dextrine. On peut séparer ces deux substances par l'alcool à 84° centésimaux, qui dissout le sucre et laisse la gomme intacte ; on peut encore faire cette séparation par l'addition de l'alcool dans la dissolution qui renferme les deux matières : la dextrine se rassemble au fond du vase, et le principe sucré reste seul dissous. Les quantités respectives de dextrine et de sucre produites, sont variables, et dépendent à la fois de la température à laquelle on opère, et de la durée de la réaction. Dans la première phase de l'opération, la dextrine domine ; aussi, quand on a en vue la préparation de cette substance, il est avantageux de faire cesser la réaction aussitôt après la liquéfaction de l'empois, après s'être convaincu à l'aide de l'iode, qu'il n'existe plus d'amidon en nature dans la dissolution. On peut donc obtenir à volonté, selon les usages auxquels on le destine, du sirop de fécule plus ou moins riche en principe sucré. Dans tous les cas, on fait usage d'orge germée, séchée à une basse température, moulue, et dans l'état où les brasseurs l'emploient ; il en faut de 5 à 10 parties pour réagir sur 100 parties de fécule. On met dans une chaudière 400 kilog. d'eau, en supposant que l'on opère sur 100 kilog. d'amidon : quand la température est portée à environ 27° centigrades, on délaye la farine