

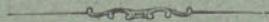
DOSAGE DU SUCRE

AU MOYEN DES LIQUIDES NITRÉS.

INSTRUCTION PRATIQUE

PAR M. CHARLES VIOLETTE,

Ancien Élève de l'École Normale, Professeur agrégé de l'Université,
Docteur ès-Sciences physiques,
Professeur-Adjoint de Chimie à la Faculté des Sciences de Lille,
Membre de plusieurs Sociétés savantes.



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, Imprimeur-Libraire,
Quai des Augustins, 54.

LILLE,
QUARRÉ, Libraire,
Grand-Place.

1868

Tous droits réservés.

MUSÉE
COMMERCIAL
LILLE

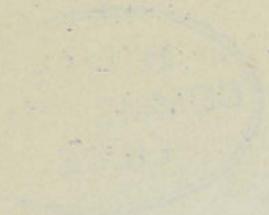
MUSÉE COMMERCIAL & COLONIAL
916
3 SEP. 1947
VILLE de LILLE

*Nitr - 15
Ray - 6*

INSTRUCTION PRATIQUE

DOSAGE DU SUCRE

AU MOYEN DES LIQUEURS TITRÉES.



DOSSAGE DU SUCRE

MOYEN DES LIQUEURS TITRÉES

INSTRUCTION PRATIQUE

PAR M. GABRIEL VIOLETTE

Paris, chez M. L. LAFITE, 17, rue de Valenciennes, 17
M. LAFITE, 17, rue de Valenciennes, 17
M. LAFITE, 17, rue de Valenciennes, 17
M. LAFITE, 17, rue de Valenciennes, 17

17112
GABRIEL VIOLETTE
PARIS

PARIS
M. LAFITE, 17, rue de Valenciennes, 17
M. LAFITE, 17, rue de Valenciennes, 17



DOSAGE DU SUCRE

AU MOYEN DES LIQUEURS TITRÉES

PREMIÈRE PARTIE.

INTRODUCTION

La méthode optique pour le dosage du sucre, imaginée par Biot est sans contredit la plus exacte et la plus expéditive lorsqu'on n'a à traiter que des liquides clairs et qu'il n'est pas nécessaire de recourir à l'inversion. Cependant, malgré les perfectionnements de cette méthode dûs à l'invention du précieux instrument de polarisation de Soleil, et aux instructions si précises de M. Clerget, la saccharimétrie optique n'a pénétré qu'exceptionnellement dans nos fabriques. Cela tient à plusieurs causes :

- 1° Au prix élevé de l'appareil ;
- 2° A son maniement qui exige de la délicatesse ;

B.M.C. 47

3° A l'inaptitude de certains individus à apprécier l'identité des nuances de la plaque à deux rotations contraires ;

4° Enfin , et c'est là l'explication la plus vraie du fait , aux longueurs et aux sérieuses difficultés que l'on rencontre lorsque l'on a à examiner des liquides colorés ou des substances qui nécessitent l'inversion , c'est-à-dire dans les cas où l'instrument est le plus nécessaire à l'industriel.

Ces inconvénients , signalés dès l'origine , avaient déterminé depuis longtemps déjà la Société d'Encouragement à mettre au concours la découverte d'un moyen propre à faire connaître promptement la quantité de sucre contenu dans un produit sucré. La Société , tout en maintenant la question au concours , décerna , en 1843 , une partie du prix proposé à M. Barreswill pour le procédé qu'il avait imaginé , en mettant à profit une propriété des sucres découverte quelques années auparavant par un chimiste allemand , Trommer.

Ce procédé qui repose sur l'emploi d'une liqueur titrée cuivrique , améliorée depuis par Fehling , se présentait avec un grand caractère de simplicité qui devait en faire un procédé industriel ; et cependant , il n'est guère plus employé que le procédé optique dû à Biot ; peut-être même l'est-il moins ?

On lui reproche de manquer de netteté dans l'appréciation du fait qui indique que l'opération est terminée ; aussi , le savant rapporteur du comité des arts chimiques de la Société d'Encouragement , M. Peligot , dit dans son rapport que la méthode de M. Barreswill ne permet de doser le sucre qu'avec une approximation de 2 à 3 pour cent dans une liqueur qui ne contient que ce corps , et il n'indique pas ce que l'on peut en obtenir quand le sucre est associé à des matières étrangères.

D'ailleurs le procédé , fût-il excellent , n'est pas décrit avec des détails suffisants même dans les ouvrages spéciaux ; tel qu'il est

indiqué, il peut convenir à des chimistes expérimentés mais point à des industriels.

J'ai essayé de combler cette lacune regrettable pour notre industrie sucrière, en lui fournissant une méthode sûre et prompte qui lui permettra de connaître à chaque instant la richesse de ses produits, et qui n'est autre que la méthode de M. Barreswill avec quelques modifications qui en font tout le succès. J'ai fait la comparaison de cette méthode avec les procédés optiques, et je suis arrivé à reconnaître que dans les deux cas, on peut atteindre la même précision, et que souvent la méthode chimique est préférable, précisément dans les cas où le procédé optique présente les plus grandes difficultés.

J'ai communiqué mes observations, mes modes d'opérer à plusieurs industriels qui m'ont vivement engagé à leur donner une publicité qu'ils croient utile à leur industrie. En cédant à leurs instances, je souhaite que leurs prévisions se réalisent et que ce travail soit pour notre industrie sucrière du nord de la France et par suite pour notre agriculture, une source nouvelle de progrès et de prospérité.

individus - il peut convenir à des chimistes expérimentés mais
point à des industriels.

Il est curieux de constater cette lacune regrettable pour notre
industrie chimique, car elle nous fait connaître une méthode sûre et
précise qui lui permettrait de connaître à chaque instant la
richesse de ses produits, et qui n'est guère que la méthode de
M. Barrow avec quelques modifications qui en font tout le
contraire. L'auteur fait la comparaison de cette méthode avec les pro-
cédés ordinaires, et il en arrive à recommander dans les deux
cas, au point de vue de la précision, et qui ne convient pas
à l'industrie chimique, le premier, précisément dans les cas où
le procédé ordinaire présente les plus grandes difficultés.

L'auteur nous expose ses observations, mes notes d'opérer à
plusieurs industriels qui ne lui ont rien donné à leur donner
une publication de la chimie à leur industrie. En ce qui
concerne les instances, je souhaite que leurs provisions se réalisent et
que ce travail soit pour notre industrie chimique un jour de
bonne fortune et que cette note soit l'origine d'une source nouvelle

de progrès et de prospérité.

Il est à regretter que l'auteur ne nous ait pas donné plus de détails
sur les conditions de son travail et sur les résultats qu'il a obtenus.

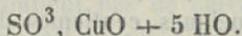
Il est à regretter également que l'auteur ne nous ait pas donné plus de
détails sur les conditions de son travail et sur les résultats qu'il a obtenus.
Il est à regretter également que l'auteur ne nous ait pas donné plus de
détails sur les conditions de son travail et sur les résultats qu'il a obtenus.
Il est à regretter également que l'auteur ne nous ait pas donné plus de
détails sur les conditions de son travail et sur les résultats qu'il a obtenus.
Il est à regretter également que l'auteur ne nous ait pas donné plus de
détails sur les conditions de son travail et sur les résultats qu'il a obtenus.
Il est à regretter également que l'auteur ne nous ait pas donné plus de
détails sur les conditions de son travail et sur les résultats qu'il a obtenus.

CHAPITRE I^{er}.

PRÉPARATION ET EMPLOI DE LA LIQUEUR NORMALE CUIVRIQUE.

Le succès des opérations de dosage du sucre dépend entièrement de la bonne qualité de la liqueur normale employée ; aussi ne saurait-on apporter trop de soins dans la préparation du sulfate de cuivre, du sel de Seignette, de la lessive de soude caustique qui entrent dans la composition de la liqueur. Comme on rencontre rarement dans le commerce ces substances dans un état de pureté suffisante j'indiquerai tout d'abord comment on doit les préparer.

I. — Préparation du sulfate de cuivre pur et cristallisé :



Le procédé le plus expéditif et en même temps le plus sûr pour obtenir le sulfate de cuivre à l'état de pureté consiste à préparer ce sel directement au moyen du cuivre pur obtenu par précipitation chimique.

Le cuivre que la galvanoplastie fournit au commerce ou celui que l'on trouve en rognons dans les vases poreux des piles ne convient pas toujours pour cet usage. Voici comment il convient de procéder pour obtenir ce métal dans son plus grand état de pureté.

Le sulfate de cuivre du commerce est dissous à chaud dans une bassine de ce métal et la solution filtrée, légèrement acidulée par de l'acide sulfurique, est placée dans une grande terrine chauffée au bain-marie à une température voisine de 100°. On introduit

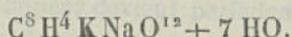
alors dans la solution des barreaux plats de fer bien décupés provenant de lames de fer du commerce d'une épaisseur de 4 à 5 millimètres environ, et l'on détache le cuivre de temps à autre. Il faut prendre la précaution de ne point mettre les barreaux de fer en contact avec la masse de cuivre précipité qui s'est rassemblée au fond de la terrine, et de ne plus employer les barreaux lorsqu'ils sont par trop amincis et qu'il peut s'en détacher des fragments de fer lorsqu'on les frotte l'un contre l'autre pour enlever le cuivre qui s'est déposé à leur surface. En opérant ainsi on abrège beaucoup la purification du cuivre précipité qui retient avec force un sous-sel de fer avec lequel il est intimement mélangé. Après quelques heures le cuivre est entièrement précipité; il ne reste dans la liqueur que du sulfate de fer à peu près pur que l'on peut en retirer par cristallisation. On isole le cuivre par décantation du liquide et on lave le métal à plusieurs reprises à l'eau distillée bouillante, puis on le met en contact dans des fioles bouchées, pendant quelque temps, avec de l'eau distillée chaude aiguisée de quelques centièmes d'acide chlorhydrique et l'on agite fréquemment la masse, chauffée au bain-marie.

On décante de temps à autre la liqueur faiblement acidulée et l'on continue les lavages jusqu'à ce qu'elle ne contienne plus ni fer ni acide sulfurique. On reconnaît que l'on est arrivé à ce résultat, lorsque la liqueur traitée par l'ammoniaque en excès et exposée à l'air pendant quelque temps ne fournit plus de précipité ocreux, et lorsqu'elle ne se trouble plus par le chlorure de baryum. Arrivé à ce terme, on lave le cuivre à l'eau distillée bouillante jusqu'à ce que les eaux de lavage ne renferment plus d'acide chlorhydrique, ce que l'on reconnaît à ce qu'elles ne précipitent plus par le nitrate d'argent. On a alors du cuivre pur que l'on peut transformer en sulfate de la manière suivante.

Le métal séché est grillé au rouge sombre dans un têt, et lorsque l'oxydation est suffisamment avancée, on dissout l'oxyde de cuivre dans l'acide sulfurique pur et faible; on grille de nou-

veau la portion de métal non oxidée, et par filtration de la liqueur sur papier Berzélius et deux cristallisations, on obtient du sulfate de cuivre parfaitement pur. Ce sel présente alors une nuance d'un bleu céleste que ne possède jamais le sulfate qui renferme des quantités même très-minimes de fer. Les cristaux mis à égoutter sur un entonnoir, puis lavés à l'eau distillée, sont exposés à l'air pendant quelque temps enveloppés dans des feuilles de papier Berzélius, afin de leur faire perdre l'eau hygrométrique qu'ils contiennent. Une fois séchés, on les conserve dans des flacons bouchés.

II. — Préparation du sel de Seignette pur :



On obtient ce sel en saturant la crème de tartre du commerce par le carbonate de soude cristallisé, en ayant soin de s'assurer que la dissolution ne contient pas de cuivre, ni aucun métal étranger. Cette condition est remplie si la liqueur soumise soit à l'action de l'hydrogène sulfuré, soit à l'action des sulfures alcalins, se conserve incolore et transparente. Mais si cette liqueur prend une teinte brune, ou s'il s'y forme un précipité, on y fera passer un courant d'hydrogène sulfuré jusqu'à refus, ou bien on y ajoutera un peu de sulfure de sodium afin de séparer les métaux étrangers de la liqueur avant de la filtrer et de la faire cristalliser.

Pour 1 kilo de crème de tartre réduite en poudre grossière, on emploie 800^{gr} de carbonate de soude cristallisé, aussi pur que possible et environ trois litres d'eau. Les deux sels sont placés dans une terrine chauffée au bain-marie avec l'eau nécessaire et on remue la masse à l'aide d'une spatule en verre ou en porcelaine, car la saturation de la crème de tartre se fait lentement en raison de son peu de solubilité. On filtre quand la

liqueur ne présente plus qu'une faible réaction alcaline due au léger excès de carbonate de soude employé, et par refroidissement on obtient d'abondants cristaux de sel de Seignette que l'on purifie par de nouvelles cristallisations, après avoir enlevé, s'il y a lieu, les métaux étrangers par l'hydrogène sulfuré ou par le sulfure de sodium, comme on l'a dit plus haut. Les eaux-mères fournissent par concentrations successives de nouveaux cristaux. Mais il peut arriver un moment où elles ne déposent plus que des aiguilles de tartrate de soude ; il faut alors redissoudre cette cristallisation dans ses eaux-mères et ajouter à la liqueur assez de tartrate neutre de potasse pour obtenir des cristaux de sel de Seignette que l'on purifie par de nouvelles cristallisations.

III. — *Préparation de la lessive de soude caustique à 22 ou 24 degrés de l'aréomètre de Beaumé.*

On obtient facilement la lessive de soude pure à 22° B. au moyen de la soude caustique en plaques du commerce que l'on désigne sous le nom de soude à la chaux. Voici comment il convient d'opérer :

Dans un grand verre à pied de la capacité de 2 litres on place un entonnoir en verre à col très-court de telle façon que les bords de l'entonnoir dépassent de quelques centimètres les bords du verre. On remplit l'entonnoir de plaques de soude à la chaux et on verse de l'eau par dessus de manière à ce que le niveau du liquide n'atteigne qu'à environ 2 centimètres au-dessous des bords du verre à pied. La température s'élève beaucoup par suite de l'action chimique qui s'exerce entre la soude et l'eau ; on agite de temps à autre le liquide en soulevant légèrement l'entonnoir, et lorsqu'on juge que la solution est saturée, on décante la liqueur trouble dans un flacon. On remplace la soude qui a été dissoute, on ajoute de l'eau et l'on continue l'opération jusqu'à ce que le flacon soit entièrement plein. On

essuie intérieurement le col du flacon que l'on bouche soigneusement pour éviter l'accès de l'acide carbonique de l'air et on abandonne la liqueur à elle-même pendant quelques jours.

Pendant cet intervalle de temps un peu long, mais nécessaire en raison de la grande densité de la liqueur, il se forme un dépôt salin abondant au fond du vase; on sépare ce dépôt par décantation de la lessive à peu près pure, un peu opaline et concentrée qui est au-dessus et qui marque 45° environ à l'aréomètre de Beaumé. Cette lessive est étendue d'eau jusqu'à ce qu'elle indique 35° à l'aréomètre, on en remplit des flacons que l'on abandonne à eux-mêmes pendant plusieurs jours, et, ce qui est préférable, plusieurs semaines; il se forme un nouveau dépôt souvent ocreux et la liqueur devient parfaitement limpide et incolore. Cette liqueur, décantée de nouveau, est amenée à 22° ou 24° Beaumé, ce qui correspond à une densité de 1,180 ou 1,199; il s'y forme souvent encore un dépôt ocreux, aussi convient-il de la préparer longtemps avant de l'employer.

IV. *Formules pour la préparation de la liqueur normale cuivrique.*

Un chimiste allemand, Fehling, a apporté au procédé de M. Barreswill un perfectionnement important en indiquant une liqueur normale cuivrique de composition constante et d'une conservation facile¹. Ce chimiste a trouvé que 1 équivalent de glucose ($C^{12}H^{12}O^{12} = 180$) peut précipiter à l'état d'oxyde cuivreux rouge (Cu^2O) tout le cuivre de 10 équivalents de sulfate cuivrique ($SO^3, CuO + 5.HO = 1246,8$) dissous dans la solution alcaline d'un tartrate neutre alcalin. Ce fait fut confirmé par Neubauer². On déduit de là, par une simple proportion que 5^{gr.} de glucose correspondent à 34^{gr.},64 de sulfate de cuivre cristallisé. Si l'on dissout cette quantité de sel dans l'eau à la fa-

¹ *Ann. der Chem. and Pharm.* LXXII. p. 106.

² *Fréd. Mohr. — Traité d'analyse*, p. 228.

veur d'un tartrate neutre alcalin et d'un excès d'acali et si l'on porte le volume à 1 litre, on aura une liqueur telle que 10^{cc} correspondent à 0^{gr},05 de glucose.

Fehling avait donné la formule suivante, peu commode à cause du volume de 1154^{cc},4 auquel on doit porter la liqueur :

Préparer une première solution composée de :

40^{gr} de sulfate de cuivre pur séché à l'air,

160^{gr} d'eau.

Préparer une seconde solution composée de :

700^{gr} de soude caustique de densité égale à 1,1,

160^{gr} de tartrate neutre de potasse.

Verser peu à peu la première solution cuivrique dans la seconde, agiter, pour dissoudre le précipité, et étendre d'eau de manière à former un volume de 1154^{cc},4 à la température de 15 degrés centigrades ; 10^{cc} de cette liqueur correspondent à 0^{gr},05 de glucose $C^{12}H^{12}O^{12}$.

M. Mohr, dans son excellent traité d'analyse chimique à l'aide des liqueurs titrées, traduit par M. C. Forthomme, a adopté cette formule, en réduisant les nombres, de manière à obtenir seulement le volume de 1 litre, comme il suit :

Préparer une première solution composée de :

34^{gr},64 de sulfate cuivrique pur, séché à l'air,

160^{cc} d'eau distillée.

Préparer une seconde solution composée de :

600^{cc} à 700^{cc} de lessive de soude caustique de densité égale à 1,12,

150^{gr} de tartrate neutre de potasse.

Opérer comme plus haut, et porter le volume à 1 litre à la température de 15 degrés.

On a proposé avec beaucoup de raison de substituer le sel de Seignette au tartrate neutre de potasse qui cristallise difficilement ; il faut alors remplacer les 150^{gr} de tartrate neutre de potasse par la quantité équivalente de sel de Seignette, soit 187^{gr}.

Cette liqueur se conserve assez bien, surtout si elle est soustraite à une lumière trop vive ; cependant, elle finit par donner un dépôt d'oxyde cuivreux qui rend nécessaire un nouveau dosage avant chaque opération. J'ai constaté qu'au bout d'un an un échantillon de cette liqueur, dans laquelle de l'oxyde cuivreux s'était déposé, ne titrait plus que 0,047 de glucose au lieu de 0,050 qu'elle indiquait primitivement. C'est là un inconvénient que l'on évite complètement en faisant usage d'une lessive de soude de concentration plus grande que celle indiquée plus haut ; il semble que la liqueur se conserve d'autant mieux que l'on emploie une lessive plus concentrée. Dans ce cas, au bout d'un an, à l'abri de la lumière, ou après trois mois et peut-être plus d'exposition à la lumière du jour, on ne constate aucun dépôt cuivreux et la liqueur conserve rigoureusement le même titre

La formule suivante permet d'obtenir une liqueur de Fehling qui se conserve parfaitement.

Préparer une première solution composée de :

34^{gr},64 de sulfate de cuivre pur, cristallisé ;

140^{cc}. d'eau distillée.

Préparer une seconde solution composée de :

187^{gr}. de sel de Seignette pur ;

500^{cc}. de lessive de soude caustique à 24° (B). — $D^{16} = 1,199$,

ou 600^{cc}. de lessive de soude caustique à 22° (B). — $D^{16} = 1,180$.

Opérer comme plus haut, en portant le volume à 1 litre, à la température de 15 degrés centigrades.

J'emploie de préférence à la liqueur de Fehling une autre liqueur qui m'a paru plus commode pour les calculs que l'on peut avoir à effectuer dans le dosage du sucre de cannes et dont la formule se déduit très-simplement de celle de Fehling.

On a vu précédemment que 180 de glucose $C^{12}H^{12}O^{12}$, correspondent à 1246,8 de sulfate cuivrique, ou 5^{gr.} de glucose à 34^{gr.},64 de sel. Comme un équivalent de sucre de cannes, $C^{12}H^{11}O^{11}=171$, fixe un équivalent d'eau, $HO=9$, sous l'influence des acides pour se transformer en sucre interverti équivalant à 180 de glucose, on peut dire que 4^{gr.},75 de sucre de cannes correspondent à 5^{gr.} de glucose, car

$$180 : 171 :: 5 : x = 4,75,$$

et que, par suite, 4^{gr.},75 de sucre de cannes correspondent à 34^{gr.},64 de sulfate de cuivre. On déduit de là que 5^{gr.} de sucre de cannes correspondraient, après inversion, à 36^{gr.},46 de sulfate, car

$$4,75 : 34,64 :: 5^{gr.} : x = 36^{gr.},46.$$

D'autre part, si pour 34,64 de sulfate il faut 187 de sel de Seignette, pour 36,46 il en faudra 199, ou sensiblement 200^{gr.}.

De là la formule ci-dessous, que j'ai définitivement adoptée.

On prépare une première solution composée de :

36^{gr.},46 de sulfate de cuivre cristallisé pur ;

140^{cc.} d'eau distillée.

Puis une seconde solution renfermant :

200^{gr.} de sel de Seignette pur ;

500^{cc.} de lessive de soude caustique à 24° (B). — $D^{16} = 1,199$,

ou 600^{cc.} de lessive de soude caustique à 22° (B). — $D^{16} = 1,180$

et l'on opère de la manière suivante.

D'une part, on introduit dans une carafe de litre jaugée les 500 centimètres cubes de lessive de soude caustique pure marquant 24° à l'aréomètre Beaumé ou les 600 cent. cubes de lessive de soude marquant 22° , puis 200 grammes de sel de Seignette pur, et on facilite la dissolution en agitant le vase légèrement chauffé au bain-marie.

D'autre part, on dissout à l'aide d'une chaleur modérée $36^{\text{gr}}46$ de sulfate de cuivre pur, sec et non-effleuri que l'on a placé avec 140^{cc} d'eau distillée dans une petite capsule de porcelaine à bec; on agite de temps à autre la liqueur à l'aide d'une baguette de verre que l'on a soin de laisser dans la capsule.

Lorsque la dissolution est opérée, on verse avec précaution et lentement la liqueur cuivrique dans la solution alcaline du sel de Seignette en la faisant couler le long de la baguette de verre appuyée verticalement contre le bec de la capsule.

On interrompt l'opération de temps à autre pour agiter la carafe afin de dissoudre le précipité qui se forme. On rince à plusieurs reprises la capsule et l'agitateur avec de l'eau distillée, et on ajoute ces liqueurs au liquide de la carafe. Puis lorsqu'il ne reste plus trace de cuivre dans la capsule, on ajoute de l'eau distillée dans le vase de litre presque jusqu'au trait circulaire marqué sur son col, on agite et on abandonne le tout au refroidissement.

Quand le vase est revenu à la température de 15 degrés centigrades, ce qui exige plusieurs heures si le vase est abandonné à l'air, ou même s'il est plongé dans de l'eau de puits, on place le vase sur une table bien horizontale, et l'on ajoute de l'eau distillée jusqu'à ce que le bas du ménisque vienne affleurer le plan horizontal du cercle gravé sur le col de l'instrument (*fig. 4*). Cela fait, on applique la paume de la main gauche sur l'ouverture du vase; on le soulève de l'autre main en appuyant fortement et on le renverse (*fig. 5*) à plusieurs reprises de manière à bien mélanger le liquide. Cette condition est remplie

lorsque l'on n'aperçoit plus dans le flacon de précipité ni aucune strie dans la masse du liquide qui doit être d'un beau bleu transparent.

La liqueur est introduite dans des flacons maintenus, autant que possible, à l'abri de la lumière, si l'on veut éviter toute altération. Il est commode, pour l'usage, et surtout lorsque l'on a un grand nombre d'essais de sucre à faire d'une manière continue, d'introduire la liqueur dans des flacons de litre dont le bouchon en caoutchouc est traversé par la tige d'une pipette jaugée de la capacité de 10 centimètres cubes correspondant à deux traits circulaires A et B (*fig. 1*) gravés l'un à la partie supérieure, l'autre à la partie inférieure de la tige dont l'extrémité est fermée par une petite coiffe en caoutchouc

V. *Emploi de la liqueur normale cuivrique. — Principe fondamental de la méthode*

Le sucre de cannes $C^{12}H^{11}O^{11}$ ne fait éprouver aucun changement à la liqueur cuivrique maintenue même à la température de l'ébullition pendant un certain temps; mais il n'en est pas ainsi lorsque le sucre a été préalablement chauffé en présence des acides minéraux étendus qui le transforment en peu de temps en deux principes sucrés.

Ces deux sucres ont la même composition chimique $C^{12}H^{12}O^{12}$ et se comportent également vis-à-vis de la liqueur cuivrique, bien qu'ils aient des propriétés très-différentes. Ainsi l'un peut être obtenu en petits cristaux, c'est le glucose, que l'on désigne aussi sous les noms de sucre de fécule, sucre de raisins; l'autre ne cristallise plus du tout, et pour cette raison on l'a nommé sucre incristallisable; on l'appelle aujourd'hui levulose pour rappeler que c'est une matière sucrée analogue au glucose mais déviant à gauche la lumière polarisée. Tous deux réduisent très-rapidement à la température de l'ébullition la liqueur cuivrique et en précipitent tout le cuivre à l'état

d'oxyde cuivreux rouge Cu^2O , s'ils sont employés en quantité convenable. Ils fournissent aussi des produits bruns, mal définis, lorsqu'on les chauffe au contact des alcalis, ce que ne fait pas le sucre ordinaire.

C'est en fixant les éléments de l'eau que le sucre de cannes, dont la composition est représentée par la formule $\text{C}^{12}\text{H}^{22}\text{O}^{11}$, se transforme, sous l'influence des acides, en glucose et en levulose, qui ont tous deux pour formule $\text{C}^{12}\text{H}^{12}\text{O}^{12}$. Le mélange de ces deux sucres est quelquefois désigné sous le nom de sucre interverti. Cette dénomination commode dont nous nous servirons souvent, vient de l'action différente que ce mélange et le sucre dont il provient exercent sur la lumière polarisée. Le sucre ordinaire dévie la lumière polarisée à droite, tandis que le mélange de glucose et de levulose la dévie à gauche. Cela s'explique facilement; en effet, le glucose déviant la lumière polarisée à droite et le levulose à gauche, mais beaucoup plus, le mélange des deux doit agir sur la lumière polarisée dans le sens de celui qui dévie le plus. Il y a donc, sous l'influence des acides, inversion dans le pouvoir rotatoire du sucre de cannes; de là le nom de sucre interverti donné au produit complexe de l'action des acides sur le sucre.

Comme nous aurons fréquemment à effectuer cette transformation du sucre de cannes ou si l'on aime mieux cette inversion, et à examiner l'action du sucre interverti sur la liqueur cuivrique, j'indiquerai ici une fois pour toutes les détails nécessaires à ces opérations. Je ne saurais trop recommander de les suivre scrupuleusement si l'on ne veut s'éviter bien des mécomptes.

L'inversion du sucre s'obtient en plaçant la matière sucrée dans des fioles avec de l'eau contenant 1 à 2 pour cent d'acide sulfurique monohydraté, et en chauffant le liquide au bain marie pendant 15 à 20 minutes à une température voisine de 100 degrés. On peut même sans inconvénient chauffer à feu nu, mais en ayant soin que le fond de la fiole soit séparé de la flamme par une toile métallique disposée sur un anneau en fer mince, à larges bords,

de manière à empêcher la flamme de toucher les parois verticales de la fiole (*fig. 7*). Quand on voit que le liquide est en ébullition, on diminue la flamme de manière à maintenir le liquide à une température voisine de 100 degrés.

La réaction du sucre interverti sur la liqueur cuivrique est produite dans des tubes en verre blanc, à parois bien nettes, ayant de 20 à 22 millimètres de diamètre sur une longueur de 22 à 24 centimètres. La sensibilité du procédé dépend en grande partie de l'emploi de ces tubes au lieu de ballons ou de capsules dont on se sert habituellement et dont l'usage doit être absolument proscrit.

A l'aide d'une pipette jaugée, portant deux traits circulaires au-dessus et au-dessous du réservoir, on introduit dans un de ces tubes 10^{cc}. de liqueur cuivrique, puis environ 5^{cc}. d'eau si le liquide à analyser est très-riche, en outre quelques fragments de pierre ponce, calcinés et lavés et l'on chauffe le tube en le tenant légèrement incliné (*fig. 10*).

La pierre ponce est destinée à rendre l'ébullition régulière et à empêcher toute projection d'un liquide bouillant et alcalin pouvant occasionner des brûlures dangereuses. Les fragments de ponce, de la grosseur d'une très-petite lentille, ont dû être lavés à l'acide et à l'eau après leur calcination et fortement agités dans le liquide jusqu'à ce qu'ils n'abandonnent plus aucune poussière, car il est très-important de ne pas troubler la transparence du liquide cuivrique par des corps étrangers tenus en suspension.

Lorsque la liqueur cuivrique est en pleine ébullition, on retire du feu, à l'aide d'une pince en bois, le tube dans lequel on verse peu à peu un ou deux centimètres cubes de la liqueur sucrée contenue dans une burette divisée en centimètres cubes et en dixièmes de centimètres cubes (*fig. 11*). L'extrémité du tube de la burette par où se fait l'écoulement a été enduite d'une légère couche de paraffine ou de suif, afin de rendre les gouttes plus régulières et d'empêcher que le liquide ne coule en dehors le long des parois. On voit bientôt se former à la surface du

liquide un précipité jaunâtre d'oxyde cuivreux hydraté, quelquefois verdâtre, qui ne tarde pas, si l'ébullition continue (*fig. 12*), à devenir d'un beau rouge et à se déposer au fond du tube, si ce dernier est retiré du feu.

Il s'est opéré une véritable combustion au sein de la liqueur; l'oxyde cuivrique Cu^2O^2 , soluble à la faveur de l'acide tartrique et de l'alcali, s'est réduit en perdant de l'oxygène à l'état d'oxyde cuivreux Cu^1O insoluble, aux dépens de l'élément combustible glucose ou sucre interverti que l'on a introduit. La couleur de l'oxyde cuivreux Cu^1O , qui est d'un beau rouge, explique toutes les circonstances de cette réaction. En effet, le précipité qui, dans toutes les phases de l'opération, est toujours d'un beau rouge, pourvu qu'il ait été soumis quelque temps à l'ébullition, paraît violet d'abord parce qu'il est vu à travers une liqueur bleue; mais à mesure que l'on verse la liqueur sucrée, il paraît de plus en plus rouge, parce que la liqueur cuivrique devient de moins en moins bleue. Lorsqu'après avoir versé une quantité convenable de liquide sucré tout l'oxyde cuivrique a disparu, le précipité d'oxyde cuivreux apparaît avec sa couleur naturelle qui est d'un beau rouge clair et en même temps la liqueur qui qui surnage le précipité est tout à fait incolore.

Si l'on continue à verser du liquide sucré par petites portions et si l'on fait bouillir la liqueur après chaque addition, le précipité paraît toujours d'un beau rouge; mais ce rouge va sans cesse en tirant sur le jaune, puis sur le jaune brun. En même temps la liqueur claire qui surnage le précipité, quand on retire le tube du feu pendant quelques instants, prend successivement les teintes suivantes : jaune paille — jaune ambré — jaune brun — brun foncé. Cela tient à ce que l'alcali libre qui se trouve en grand excès dans la liqueur cuivrique employée agit sur le glucose et le levulose du sucre interverti en les transformant en ces produits bruns mal définis dont il a été question plus haut.

Il est bon de remarquer aussi que la mousse qui se forme pendant l'ébullition à la surface du liquide présente les mêmes

teintes que lui. Elle est d'abord bleuâtre, puis incolore quand l'opération touche à sa fin, puis jaune et jaune brun quand le terme de la précipitation est dépassé. En même temps, dans ce dernier cas, le liquide prend une odeur de caramel ou de sucre brûlé. C'est là un excellent caractère et qu'il importe de ne pas négliger, car il permet de conduire rapidement les essais.

Les considérations qui précèdent établissent que dans la réaction du sucre interverti sur la liqueur cuivrique il est de toute nécessité de saisir exactement le moment où la précipitation de l'oxyde cuivreux est complète et c'est là le point délicat de la méthode. Aussi, dans le but de venir en aide aux expérimentateurs peu familiarisés avec les réactions chimiques, j'ai résumé dans le tableau suivant les différentes phases de l'opération.

PHASES de L'OPÉRATION.	CARACTÈRES FONDAMENTAUX.		CARACTÈRES SECONDAIRES.	
	Précipitation à la surface du liquide chaud et clair.	Coloration à la surface du liquide chaud et clair.	Couleur de la masse en pleine ébullition.	Couleur du liquide qui surnage le dépôt.
Commencement.	Précipité, jaune, puis orangé, puis rouge.	Mêmes nuances que celles du liquide entier, comme il est dit à la cinquième colonne.	Bleu foncé, violet.	Bleu foncé.
Vers le milieu.	Précipité rouge-orange.		Violet rougeâtre.	Bleu clair.
Vers la fin.	Id. id. tr.-sensible		Rouge brique.	Bleu très-clair.
Id.	Id. id. id.		Rouge franc.	Bleu très-pâle.
Id.	Nuage léger.		Rouge vif.	Bleu à peine sensible.
Fin.	Dernier nuage à peine sensible.		Beau rouge clair.	Incolore.
Au-delà de la fin	Absence de précipité.	Zone transparente, ambrée	Id.	Jaune paille.
Id.	Id.	Id., couleur plus foncée	Id.	Ambrée.
Id.	id.	Id., couleur de gomme gutte.	Rouge clair un peu jaune.	Plus foncée.
Id.	id.	Id., jaune foncé brun.	Rouge un peu brun.	Jaune de gutte.

La mousse du liquide en ébullition, d'abord bleuâtre, devient incolore à la fin de l'opération, puis jaune et jaune brun quand la précipitation est dépassée. Alors le liquide exhale une odeur de sucre brûlé.

On arrivera d'une manière facile et sûre à reconnaître la fin de l'expérience en examinant les caractères que présente la liqueur un peu avant ce terme et un peu après. Ces caractères sont de deux sortes. Les uns tirés de la couleur de la masse en pleine ébullition, de la coloration de la mousse et de la nuance du liquide clair qui surnage le dépôt formé dans la liqueur par le repos, ne sont que secondaires : à eux seuls en effet ils ne suffisent pas pour apprécier le terme de l'opération; on doit cependant en tenir grand compte car ils en indiquent la marche. Les autres caractères tirés de la précipitation et de la coloration à la surface du liquide chaud et clair sont fondamentaux car seuls ils peuvent préciser le terme de l'analyse. Leur importance m'engage à entrer dans quelques détails qui les feront mieux apprécier.

Un peu avant la fin de l'opération, il est possible que la liqueur contienne encore des traces de cuivre bien qu'elle semble incolore, soit parceque la teinte bleue très-faible qu'elle possède se trouve délayée dans toute la masse, soit parceque quelque couleur complémentaire vient la masquer. Ce dernier cas peut se présenter quand on opère avec des liqueurs qui contiennent des principes autres que le sucre. Mais pour peu qu'il y ait encore du cuivre, quelques gouttes du liquide sucré ajoutées à la surface de la liqueur chaude et claire contenue dans le tube occasionneront un précipité nuageux opaque qui, par l'agitation, se répandra dans la masse en troublant la transparence.

Toutefois, il faut bien se garder de prendre pour un précipité un effet de réfraction dû à la différence de nature des deux liquides superposés à la surface quand on a ajouté quelques gouttes du liquide sucré. On voit par là combien il est important qu'il n'y ait pas de corps étrangers en suspension dans les liqueurs. C'est pour cette raison que je prescriis de laver la pierre ponce avec les plus grands soins, car la poussière qui s'en échapperait pourrait, en se répandant dans la liqueur, augmenter encore l'illusion.

Aussi, pour éviter toute incertitude, il convient, après que tout précipité nuageux a cessé de se produire, de continuer à verser le liquide sucré par petites fractions de quelques gouttes et de faire bouillir à chaque fois la masse contenue dans le tube. S'il n'y a plus d'oxyde cuivrique dans la liqueur, l'alcali qu'elle renferme en excès agira sur le glucose ou le sucre interverti, en formant des composés colorés en brun qui communiqueront au liquide une teinte jaune paille d'abord, puis, en continuant, une teinte jaune ambrée, puis jaune de gomme gutte, puis jaune de plus en plus foncé. Cette teinte jaune se distingue très-nettement en regardant le tube légèrement incliné au-dessus d'un papier blanc (*fig. 13*) de telle sorte que le rayon visuel passe par les bords de la section elliptique faite par la surface liquide.

Ces deux séries d'opérations permettent de comprendre le terme de l'analyse entre deux limites, l'une correspondante à la formation du précipité nuageux à la surface, l'autre à la production d'une nuance jaune clair à la partie supérieure, qui se répandant dans la masse la colore également sans altérer sa transparence. La lecture des divisions de la burette graduée correspondantes à ces deux limites permettra d'arriver à un dosage qui ne le cédera en rien à aucun autre, fait par des méthodes différentes. La moyenne des deux lectures fournira le nombre exact de divisions correspondant au terme de l'analyse.

Dans aucun cas il ne faut juger des nuances en interposant le tube entre l'œil et la lumière du jour ; il faut se placer dans un endroit bien éclairé, en face de murs blancs, autant que possible. On évite ainsi des colorations étrangères dues à des effets de réfraction. Souvent on distingue mieux le précipité formé à la surface, en regardant à faux le tube placé un peu de côté et au-dessous de l'œil. Du reste, après quelques tâtonnements, chaque observateur ne manquera pas de trouver les conditions qui lui sont les plus favorables.

L'opération étant terminée, on lave le tube à l'eau d'abord en le tenant avec la pince en bois, puis à l'acide chlorhydrique faible qui dissout facilement la portion de précipité rouge d'oxyde cuivreux adhérente aux parois dans la partie où le liquide a bouilli. On rince ensuite le tube à grande eau intérieurement et extérieurement, puis enfin à l'eau distillée, car il importe de conserver une grande transparence à ses parois

Quand on a plusieurs essais à faire, il convient, après avoir décanté le liquide sucré de la burette, de rincer cette dernière avec la liqueur sucrée que l'on va essayer plutôt qu'avec de l'eau; on évite ainsi de laver et de sécher la burette après chaque dosage.

VI. — *Vérification de la liqueur normale cuivrique.*

Si la liqueur normale cuivrique est préparée avec les soins que j'ai indiqués au chapitre I^{er}, il est inutile d'en faire la vérification.

Cependant comme il peut se présenter certaines circonstances où cette épreuve est nécessaire; comme les commençants trouveront là un excellent contrôle de leur mode d'opérer, je crois devoir indiquer comment on peut s'assurer que la liqueur normale a été bien préparée.

On dessèche à la température de 100 degrés du sucre candi pur parfaitement blanc, et réduit en poudre dans un mortier en porcelaine. A l'aide d'une balance sensible on pèse 1^{er} de cette poudre que l'on introduit dans une fiole à fond plat jaugée à 200^{cc}. On ajoute environ 100 cent. cubes d'eau distillée, 2^{es} d'acide sulfurique pur et concentré et l'on porte la liqueur à l'ébullition à feu nu, pendant 15 à 20 minutes, ou mieux on chauffe au bain-marie à la température de 100 degrés pendant environ une demi-heure. On retire alors la fiole du feu, on la laisse refroidir à l'air ou au besoin dans l'eau de puits et lorsque sa température est

descendue à 15 degrés, on complète par addition d'eau distillée le volume 200^{cc.}, en ayant soin que le plan horizontal du cercle tracé sur le col de la fiole vienne affleurer tangentiellement la partie inférieure du ménisque du liquide (*fig. 4*). En plaçant la paume de la main sur l'ouverture de la fiole, on retourne celle-ci pour mélanger les liquides (*fig. 5*). et l'on cesse d'agiter lorsque les stries ont disparu.

En versant cette liqueur au moyen de la burette graduée dans 10^{cc.} de liqueur normale bouillante, comme il a été expliqué au § V du chapitre I^{er}, on reconnaîtra, si la liqueur a été bien préparée, qu'il faut employer exactement 10^{cc.} de liquide sucré pour précipiter tout le cuivre des 10^{cc.} de liqueur normale cuivrique.

Cette liqueur normale sucrée se conserve longtemps sans moisissures; on peut en préparer un litre à la fois en introduisant dans la carafe jaugée de litre, 5^{gr.} de sucre candi pur et sec, 800^{cc.} d'eau environ et 10^{gr.} d'acide sulfurique à 66° (B) et terminant l'opération comme on l'a fait en se servant de la fiole de 200^{cc.}

En opérant comme il vient d'être dit, à plusieurs reprises différentes, j'ai toujours trouvé qu'il fallait exactement 10^{cc.} de la liqueur sucrée pour précipiter tout le cuivre de 10^{cc.} de la liqueur cuivrique qui par conséquent correspondent rigoureusement à 0^{gr.}05 de sucre de cannes.

Après plus d'une année, les deux liqueurs ont donné exactement le même résultat; on peut donc admettre que leur composition n'a pas varié pendant ce laps de temps et probablement se seraient-elles conservées intactes plus longtemps encore.

L'emploi d'une liqueur acide normale contenant 100 grammes d'acide sulfurique monohydraté $\text{SO}^3.\text{HO}$ par litre permet d'obtenir commodément une quantité déterminée d'acide sulfurique sans avoir recours aux pesées. Il suffit de prendre à l'aide d'une pipette jaugée 10 cent. cubes de liquide pour avoir un gramme

d'acide sulfurique concentré, quantité ordinairement employée pour produire l'inversion dans les essais qui sont décrits ci-dessous. Cette liqueur étant d'un usage continuel dans le dosage du sucre, je crois devoir en indiquer la préparation.

VII. — *Liqueur acide normale.*

On pèse dans un verre à pied et à l'aide d'une bonne balance ordinaire 100^{gr.} d'acide sulfurique du commerce aussi concentré que possible et on les introduit dans une carafe de litre jaugée, à moitié remplie d'eau, en faisant couler le liquide lentement sous forme d'un filet pendant que l'on imprime au vase un léger mouvement de rotation. On ajoute de l'eau jusqu'au trait marqué sur le col, et lorsque la température est revenue à 15 degrés, on complète exactement le volume jusqu'au trait circulaire qui limite la capacité du litre. On agite par retournement (*fig. 5*), et on abandonne la liqueur à elle-même. Il se forme au fond du vase un léger dépôt de sulfate de plomb si l'on a employé l'acide sulfurique du commerce. On décante le liquide clair après quelques heures de repos et on le conserve dans des flacons dont le bouchon est traversé par la tige d'une pipette de 10^{cc.} (*fig. 1*).

Cette liqueur, quoique un peu trop faible parce que l'acide sulfurique du commerce, même celui qui marque 66 degrés à l'aréomètre de Beaumé, n'est pas de l'acide monohydraté SO^3, HO , peut convenir cependant dans toutes les opérations où il ne s'agit que de doser le sucre. Il suffit, en effet, que le liquide contienne à peu près 100 grammes d'acide par litre, soit 1 gramme par 10 cent. cubes.

Si l'on avait intérêt à préparer une liqueur exacte, en n'employant que de l'acide du commerce, on comparerait la liqueur précédente avec une liqueur normale acide type contenant 64^{gr.}285 d'acide oxalique pur et cristallisé par litre, quantité équivalente à 50^{gr.} d'acide sulfurique pur SO^3HO .

Pour faire cette comparaison, on introduit dans un petit ballon 20^{cc}. de la liqueur type d'acide oxalique contenant 1^{gr}.2857 d'acide oxalique pur et cristallisé, quantité équivalente à 1^{gr}. d'acide sulfurique pur SO³HO, puis environ 50^{cc}. d'eau distillée, quelques gouttes de tournesol, et l'on chauffe le vase à l'aide d'une lampe à alcool. Dès que le liquide est en pleine ébullition, on y verse peu à peu, à l'aide d'une burette graduée, une solution étendue de soude caustique et l'on s'arrête à l'instant précis où la liqueur passe du rouge au bleu. On note avec soin la division de la burette correspondante à la quantité de liqueur alcaline employée. On répète l'opération en prenant 10^{cc}. de la liqueur sulfurique préparée comme il vient d'être dit, et l'on note également le volume de liquide alcalin employé pour effectuer la saturation. Généralement ce nombre est inférieur au précédent, car l'acide sulfurique que l'on a employé est trop faible et l'on ne peut l'amener, du reste, par la concentration à la composition SO³HO exigée par la constitution de la liqueur. Mais d'après les nombres de divisions de la solution de soude employée, on pourra déterminer quelle quantité d'acide concentré il faudra ajouter à la liqueur imparfaite pour l'amener au même titre que la liqueur oxalique; ce sera très-approximativement la fraction $\frac{N-n}{N} \times 100^{\text{gr}}$. d'acide concentré à ajouter, N et n désignant les nombres de divisions de liquide alcalin employé pour saturer les 20^{cc}. de solution d'acide oxalique normal et les 10^{cc}. de liqueur en préparation. On répètera ces essais jusqu'à ce que les deux liqueurs aient rigoureusement le même titre. La liqueur sulfurique ainsi préparée contient exactement 1^{gr}. d'acide sulfurique pur SO³HO, par chaque volume de 10 cent. cubes à la température de 15 degrés.

CHAPITRE II.

ESSAI DES SUCRES RAFFINÉS, DES SUCRES CANDIS, DES SUCRES BRUTS RICHES, ET DES SUCRES DE FÉCULE RICHES.

L'analyse porte sur 1^{er}. de l'échantillon pulvérisé grossièrement que l'on introduit dans une fiole graduée de 200^{cc}. (*fig. 3*). Si l'on n'a pas à sa disposition une balance suffisamment sensible pour peser exactement un gramme de matière, et si l'on craint qu'une quantité si minime ne représente pas fidèlement la valeur de l'échantillon soumis à l'analyse, on aura recours à l'artifice suivant qui permet d'éviter toute difficulté en n'employant qu'une bonne balance ordinaire telle que les petites balances de Roberval qu'on trouve aujourd'hui dans le commerce.

On prélève sur l'échantillon soumis à l'analyse et en différents points 20^{gr}. de matière que l'on introduit (*fig. 3*) dans une carafe de litre jaugée, à moitié remplie d'eau distillée. On agite le liquide en imprimant à la carafe un mouvement de rotation, et lorsque tout est dissous, on ajoute de l'eau distillée pour compléter le volume de litre, de manière à faire affleurer exactement la partie courbe inférieure du liquide (*fig. 4*) avec le trait circulaire gravé sur le col de la carafe, cette dernière étant posée sur une table bien horizontale. Cela fait, on mélange le liquide par retournement de la carafe à plusieurs reprises, en ayant soin d'appliquer fortement la paume de la main gauche sur l'ouverture, pendant que de l'autre main on soulève le fond du vase (*fig. 5*).

On reconnaît que le mélange est bien intime lorsque toute strie a disparu dans la liqueur ¹. En prélevant alors sur la masse, à l'aide d'une pipette jaugée, 50^{cc.} de la liqueur, on obtient très-exactement 1^{gr.} de l'échantillon moyen, et cela sans avoir recours à une balance de précision. Il est clair que l'on arriverait au même résultat en introduisant 10^{gr.} de l'échantillon dans une carafe jaugée de 500 cent. cubes.

Les 50^{cc.} de liquide, contenant 1^{gr.} de la matière soumise à l'essai, sont introduits dans une fiole jaugée de 200^{cc.} (*fig. 6*), avec 10^{cc.} de liqueur acide normale, et environ 50^{cc.} d'eau distillée. On porte le tout à l'ébullition, en ayant soin de préserver les parois de la fiole du contact direct de la flamme. On arrive à ce résultat en posant la fiole sur un anneau plat, mince, garni d'une toile métallique (*fig. 7 et 8*). On modère la flamme aussitôt que le liquide a commencé à bouillir, et l'on maintient la liqueur à 100 degrés pendant 15 à 20 minutes. On retire alors la fiole du feu, on la refroidit au besoin par l'eau froide et lorsque la température est descendue à 15 degrés on achève de remplir la fiole jusqu'au trait circulaire avec de l'eau distillée, puis on mélange le liquide par retournement de la fiole. On filtre la liqueur, si elle n'est pas d'une transparence parfaite, à l'aide d'un entonnoir et d'un filtre secs et on la recueille dans un flacon sec.

Cette liqueur introduite dans la burette d'essai divisée en centimètres cubes et en dixièmes de centimètres cubes, est versée goutte à goutte dans 10^{cc.} de liqueur cuivrique, maintenue en ébullition avec des fragments de pierre ponce, comme il a été dit au § V du chapitre I^{er}, avec cette différence qu'il n'y a pas lieu d'ajouter d'eau aux 10^{cc.} de liqueur cuivrique. Le terme de la saturation est apprécié d'après les considérations

¹ Ces détails relatifs à l'affleurement des liquides et à leur mélange étant les mêmes dans toutes les opérations où il s'agit d'expérimenter sur un volume déterminé, je me contenterai de les indiquer une fois pour toutes.

exposées dans ce même chapitre et résumées dans le tableau de la page 18.

D'après le volume de liquide employé, on peut déduire, à l'aide d'une simple proportion, la richesse saccharine de l'échantillon soumis à l'analyse, puisque l'on sait que les 10^{cc}. de liqueur cuivrique correspondent à 0^{gr}.,05 de sucre de cannes pur. Si, par exemple, il a fallu employer 10^{cc}.,4 de liquide sucré pour précipiter tout le cuivre des 10^{cc}. de liqueur cuivrique normale, on trouvera la quantité de sucre pur contenu dans l'échantillon à l'aide de la proportion suivante :

$$10^{\text{cc}}.,4 : 0^{\text{gr}}.,05 :: 200^{\text{cc}}. : x = 0^{\text{gr}}.,9615.$$

Il y avait donc dans 1^{er} de l'échantillon 0^{gr}.,9615 de sucre pur soit 96,15 pour cent.

Pour faciliter les opérations, ces calculs ont été faits d'avance et les résultats sont consignés dans la table I. La première colonne contient le volume de liqueur sucrée employée ; la seconde, la proportion correspondante pour 100 de sucre de cannes que l'échantillon renferme ; et la troisième, la quantité de sucre interverti que 100 parties de l'échantillon fourniraient si on venait à les traiter par un acide.

Cette même méthode s'applique aux essais des sucres défécule riches, avec cette différence qu'il n'est pas nécessaire de faire bouillir le liquide sucré dans la fiole de 200^{cc}. avec 10^{cc}. de liqueur normale acide. L'essai est donc plus simple puisqu'il suffit de peser 10^{gr}. de l'échantillon, de dissoudre dans la fiole de 500^{cc}. de porter le volume à 500^{cc}., puis de prendre 50^{cc}. de ce liquide, de les porter dans la fiole de 200^{cc}. et d'amener le volume à 200^{cc}.. Le nombre de cent. cubes de ce liquide employé donnera la richesse de l'échantillon, On trouvera en effet à la troisième colonne de la table I la quantité de glucose contenue dans 100 parties de l'échantillon, d'après le volume de liquide sucré employé et en face, dans la seconde colonne, la quantité de sucre de cannes équivalente.

La table I ne s'étend pas au-delà de 72 pour cent de sucre, limite de beaucoup inférieure à celle que présentent les variétés commerciales de sucre pour lesquelles elle a été spécialement construite. S'il y avait moins de 72 pour cent de sucre on aurait recours à la table II.

Bien que la burette ne porte qu'une graduation en dixièmes de centimètres cubes, il sera toujours facile d'apprécier une demi-division, et comme cette approximation a ici une grande importance, j'ai construit spécialement la table I pour ces sortes d'essais.

Cette même table convient aussi à la vérification de la liqueur normale cuivrique.

En joignant aux données fournies par cette méthode les résultats de l'incinération d'un poids connu de matière sucrée, on aura tous les éléments nécessaires pour apprécier la valeur commerciale d'un sucre.

CHAPITRE III.

ESSAI DES SUCRES BRUTS PAUVRES, DES MÉLASSES ET DES SIROPS.

Ces matières peuvent contenir avec le sucre ordinaire, des quantités variables de glucose ou de sucre interverti dont on reconnaîtra l'existence en dissolvant dans 50 centimètres cubes d'eau 1 gramme environ de la substance à essayer et faisant bouillir pendant quelques minutes la solution filtrée avec quelques centimètres cubes de liqueur cuivrique. Cette opération pourra s'exécuter dans une petite capsule de porcelaine, en ayant soin que la flamme ne touche que le fond de la capsule ; la

partie supérieure où n'atteint pas le liquide, étant préservée par un anneau plat en métal. Après quelques instants d'ébullition, on abandonnera la capsule en repos, et pour peu qu'il existe de glucose dans l'échantillon, on trouvera en décantant le liquide, un dépôt rouge vif au fond de la capsule, ou tout au moins de petites taches rouges, adhérentes aux parois, formées par de petits cristaux d'oxyde cuivreux.

En opérant avec ces précautions, je n'ai jamais trouvé de glucose dans les mélasses récentes du Nord de la France, fait signalé du reste depuis longtemps déjà par M. Dubrunfaut. On pourra donc, dans la plupart des cas, se dispenser de faire ces recherches préliminaires, à moins que l'on ait un intérêt direct au dosage du glucose. D'ailleurs, en négligeant la détermination du glucose ou du sucre interverti, et en ne faisant qu'un seul dosage, le résultat que l'on obtient représente le sucre de cannes contenu dans l'échantillon et le sucre transformé; c'est-à-dire la quantité de sucre de cannes primitivement contenue dans l'échantillon.

Ces considérations conduisent donc à distinguer le cas où l'on a affaire à des produits ne contenant ni glucose ni sucre interverti, du cas où l'on aurait à examiner un échantillon contenant un mélange de sucre de cannes, de glucose et de levulose. Je considérerai d'abord le premier cas parce que c'est celui que l'on rencontrera le plus ordinairement.

A. — PRODUITS NE CONTENANT PAS DE GLUCOSE NI DE SUCRE INTERVERTI.

Il y a encore lieu de distinguer ici plusieurs circonstances : ou bien l'on a affaire à des produits peu colorés et donnant des solutions presque incolores, ou bien l'on a à traiter une matière très-brune, donnant des dissolutions très-foncées en couleur et que l'on est dans la nécessité de décolorer. Dans ce dernier cas, les opérations sont un peu plus compliquées.

1° — *Produits peu colorés, mélasses des fabriques, par exemple.*

On pèse dans une petite capsule de porcelaine 10^{gr.} de l'échantillon ; on verse dessus de l'eau tiède , on agite avec une petite baguette de verre (*fig. 14*) de manière à bien dissoudre la matière , puis on introduit la solution dans la carafe de $\frac{1}{2}$ litre jaugée (*fig. 15*) en y joignant les eaux de rinçage de la baguette et de la capsule, et l'on complète le volume de 500^{cc.} au moyen d'eau distillée. On mélange le liquide en retournant la carafe, (*fig. 5*), comme il a été dit plus haut, puis on prélève au moyen d'une pipette jaugée 50^{cc.} du liquide (soit 1^{gr.} de l'échantillon), que l'on introduit dans la fiole de 100^{cc.} avec 10^{cc.} de liqueur normale acide. On porte cette liqueur acidulée à l'ébullition que l'on maintient pendant 15 à 20 minutes , en ayant soin que la flamme ne touche que le fond de la fiole, si le liquide n'est pas très-coloré ; dans le cas contraire, on chauffe la fiole au bain-marie à 100 degrés pendant 20 à 25 minutes.

Quand le liquide est revenu à la température de 15 degrés , soit par refroidissement à l'air, soit par immersion du vase dans l'eau froide, on complète le volume jusqu'à 100^{cc.} avec de l'eau distillée. On mélange par retournement (*fig. 5*) et on filtre la liqueur si elle n'est pas parfaitement claire , en la recevant sur un filtre sec et dans un flacon sec. A l'aide de la burette saccharimétrique on verse comme il a été expliqué au § V du chapitre I^{er} le liquide sucré dans les 10^{cc.} de liqueur cuivrique en ébullition, additionnés, s'il y a lieu, de quelques centimètres cubes d'eau distillée, et lorsque le terme de la précipitation est atteint, une simple lecture sur la burette permet de déduire de la table II la quantité pour 100 de sucre pur contenu dans l'échantillon soumis à l'analyse.

La première colonne de la table II renferme les volumes de liquide sucré employés ; la seconde, les proportions pour 100

de sucre de cannes que renferme l'échantillon analysé, et la troisième, les quantités de sucre interverti (mélange de glucose et de levulose) que l'on obtiendrait avec 100 parties de cet échantillon.

Cette table a été construite exactement comme la première, avec cette différence toutefois qu'on lui a donné plus d'étendue et que les volumes de liquide sucré varient de dixièmes en dixièmes de centimètres cubes, au lieu de varier par demi-dixièmes comme cela a lieu dans la première partie de la Table 1. Il est bon de remarquer que si l'on a affaire à un échantillon très-pauvre, ne contenant par exemple que 33 pour cent de sucre, il convient, pour conserver au procédé toute sa sensibilité de répéter l'essai en opérant sur 20^{gr.} de matière que l'on dissout dans la fiole de 500^{cc.}, au lieu de 10^{gr.} qui conviennent pour les cas ordinaires. Comme les 50^{cc.} de liquide que l'on introduit dans la fiole de 100^{cc.} pour l'inversion, contiennent 2^{gr.} de matière sucrée, il faudra prendre la moitié du nombre indiqué par la table pour obtenir la véritable richesse de la substance.

En un mot, il ne faut jamais perdre de vue que le procédé atteint son plus haut degré de sensibilité lorsque le volume de liquide sucré employé pour la réduction de la liqueur cuivrique est peu différent de dix centimètres cubes.

En consultant la table, on voit en effet qu'une division de la burette, soit un dixième de centimètre cube, correspond à une différence de 2 à 1,5 pour cent dans la teneur en sucre, quand le volume de liquide sucré employé pour la réduction varie de 5 à 6 centimètres cubes; tandis que cette différence ne varie que de 1 à 0,3 pour cent pour tous les volumes compris entre 7 et 13 centimètres cubes.

Ces différences deviennent de plus en plus petites au fur et à mesure que le volume de liquide sucré augmente, mais ce serait une erreur de croire que l'approximation dans le dosage du sucre s'accroît avec le volume de liquide employé; car, au-

delà de certaines limites, les liqueurs sont trop étendues et l'on ne peut plus commodément saisir la fin de l'opération. Le procédé qui vient d'être décrit atteint sa plus grande exactitude quand le volume de liquide employé ne s'écarte pas trop de 10 centimètres cubes, soit en plus, soit en moins. On a donné à la table l'étendue qu'elle possède dans le but de fournir, pour certains cas, des indications approchées sur la richesse de l'échantillon soumis à l'analyse.

En raison de la coloration des produits dont il est ici question, les teintes successives que présente la liqueur cuivrique peuvent être un peu différentes de celles mentionnées au chapitre II et résumées dans le tableau de la page 18, quand on n'a affaire qu'à du sucre pur. Le tableau suivant indique les modifications qu'elles éprouvent quand on emploie des matières peu colorées comme celles des fabriques de sucre.

PHASES de L'OPÉRATION.	CARACTÈRES FONDAMENTAUX.		CARACTÈRES SECONDAIRES.	
	Précipitation à la surface du liquide chaud et clair.	Coloration à la surface du liquide chaud et clair.	Couleur de la masse en pleine ébullition.	Couleur du liquide qui surnage le dépôt.
Commencement.	Précipité verdâtre, puis jaune, orangé, rouge.	Mêmes nuances que celles indiquées à la cinquième colonne.	Violacé.	Bleu foncé.
Vers le milieu.	Rouge brique.		Id.	Bleu
Vers la fin.	Précipité rouge très- sensible.		Rouge brique.	Bleu clair avec teinte verte.
Id.	Nuage rouge.		Rouge brique plus clair.	Jaune avec un peu de vert.
Fin.	Dernier nuage sensible.		Id.	Jaune clair.
Au-delà.	Absence de précipité.		Zône transparente, jaune.	Id.
Id.	Id.	Id.	Id.	Jaune plus foncé.

La mousse du liquide en ébullition, d'abord blanche, puis incolore, devient jaune quand la précipitation est terminée; au-delà le liquide exhale l'odeur de caramel.

2° Produits très-colorés, tels que les mélasses de raffineries.

Dosage direct.

Avec un peu d'habitude, on peut arriver à déterminer, avec une approximation suffisante dans la plupart des cas, la richesse des mélasses, quand même elles seraient très-colorées, sans avoir recours à la décoloration. On procède exactement comme pour le cas des mélasses peu colorées; toutefois on doit s'attendre à rencontrer un peu plus de difficulté pour saisir le terme de la précipitation. Cette détermination sera plus facile en consultant le tableau suivant qui indique les différentes phases d'une opération faite sur des mélasses très-colorées des raffineries du Nord.

PHASES de L'OPÉRATION.	CARACTÈRES FONDAMENTAUX.		CARACTÈRES SECONDAIRES.	
	Précipitation à la surface du liquide chaud et clair.	Coloration à la surface du liquide chaud et clair.	Couleur de la masse en pleine ébullition.	Couleur du liquide qui surnage le dépôt.
Commencement.	Précipité verdâtre, jaune-brun.	Mêmes nuances que celles indiquées dans la cin- quième colonne.	Violet bleu foncé.	Bleu foncé.
Id.	Rougeâtre.		Violacée.	Bleu.
Vers le milieu.	Id.		Id.	Bleu un peu verdâtre.
Id.	Id.		Rougeâtre.	Vert bleuâtre.
Vers la fin.	Id.		Rouge lie de vin.	Vert de mer.
Id.	Nuage orangé abondant.		Rouge plus clair.	Vert jaunâtre.
Id.	Id.		Id.	Jaunâtre un peu vert olive.
Très-près de la fin	Nuage très-léger.		Rouge clair.	Jaune foncé.
Fin.	Nuage à peine sensible.		Id.	Jaune plus clair.
Au-delà.	Absence de précipité.		Zone d'un jaune foncé, transparente.	Id.

La mousse du liquide en ébullition, est d'abord à peine colorée; puis, quand le terme de la précipitation est dépassé, elle prend une teinte jaune de plus en plus foncée en même temps que le liquide exhale une odeur de sucre brûlé.

3° *Produits très-colorés. — Dosage après décoloration.*

En prenant la précaution de décolorer d'abord les mélasses trop foncées en couleur, on arrive avec plus de facilité et d'exactitude à reconnaître le terme de la précipitation, sans toutefois que les manipulations soient beaucoup plus compliquées que celles décrites dans le procédé précédent. Voici comment il convient d'opérer :

On pèse dans une petite capsule de porcelaine à bec 8^{gr.} de l'échantillon à analyser que l'on dissout comme il a été dit plus haut par addition d'eau chaude. On introduit la liqueur dans une fiole de 200^{cc.} avec 10^{cc.} environ d'une solution de sous acétate de plomb moyennement concentrée, et l'on complète le volume de 200^{cc.} avec de l'eau distillée. On mélange par retournement (*fig. 5*), et l'on filtre dans un flacon sec à l'aide d'un filtre sec. On prend alors 50^{cc.} de ce liquide clair (soit 2^{gr.} de l'échantillon) que l'on introduit dans la fiole de 200^{cc.} et l'on amène le liquide à la température de l'ébullition. Dès que le liquide bout, on retire la fiole du feu et l'on ajoute au liquide 10^{cc.} de liqueur normale acide. Il se forme un précipité de sulfate de plomb qu'on agglutine par une ébullition de quelques minutes.

On enlève la fiole du feu, et on laisse le précipité se rassembler au fond du vase. On ajoute de nouveau 10 cent. cubes de liqueur acide normale, et si la liqueur qui surnage le précipité se trouble, on porte de nouveau à l'ébullition, comme il vient d'être dit.

Généralement, cette seconde addition d'acide n'occasionne pas de précipité dans la liqueur, la première ayant suffi largement pour éliminer entièrement le plomb du sous acétate employé qui existe encore dans la liqueur.

Si l'on se trouve réellement dans ce cas, et si tout le plomb a été précipité par l'addition des 10 premiers centimètres cubes

de liqueur acide normale, on ajoutera encore 0^{cc}. de liqueur acide (en tout 20^{cc}), afin d'être certain que l'acide est en excès, et l'on fera bouillir pendant 15 à 20 minutes afin d'invertir le sucre; ou bien l'on chauffera au bain-marie si l'on craint de reproduire une légère coloration. La fiole étant refroidie à la température de 15 degrés, on complètera le volume de 200^{cc}. avec de l'eau distillée. On mélangera par retournement, on filtrera dans un vase sec et le liquide sera introduit, quoique toujours un peu teinté de jaune, dans la burette saccharimétrique.

Ce liquide se comporte avec la solution cuivrique, absolument comme si l'on avait opéré avec du sucre pur, à cela près que tout à fait vers la fin de l'opération, le liquide que surnage le dépôt présente une teinte légèrement verdâtre que suit, en continuant; une teinte jaune-clair mêlée d'un peu de vert. Alors, une goutte de liquide fait naître un nuage presque imperceptible; l'opération est terminée, le liquide clair présente une teinte jaune pâle qui se fonce si l'on ajoute du liquide sucré. L'opération passe par les mêmes phases que celles indiquées au § V du chapitre I^{er} et résumées dans le tableau de la page 18 auquel je renverrai le lecteur. La table II permettra de déterminer la richesse de l'échantillon, d'après le volume de liquide sucré employé.

Ce procédé est susceptible d'une très-grande exactitude, la fin de l'opération présente une très-grande netteté, et en opérant comme il vient d'être dit, on n'a pas à regretter l'opération préliminaire de la décoloration de la liqueur.

B. — PRODUITS CONTENANT DU GLUCOSE OU DU SUCRE INTERVERTI.

Si l'essai préliminaire décrit plus haut dénote la présence d'une quantité appréciable de glucose ou de levulose que l'on ait intérêt à doser, on fera un premier essai en suivant exactement

la marche qui vient d'être indiquée, absolument comme si l'échantillon ne contenait ni glucose ni levulose. Le résultat obtenu représente la quantité de sucre de cannes qui se trouve réellement dans l'échantillon, et la quantité de sucre de cannes équivalente au glucose et au levulose que renferme le produit analysé. On déterminera cette dernière en opérant sur un poids de matière convenable, poids qui sera indiqué par l'essai préliminaire que l'on aura dû faire pour s'assurer de la présence du glucose ou du levulose. S'il y a une minime proportion de ces matières sucrées, il faudra prendre un poids notable de l'échantillon et inversement, s'il y en a beaucoup, il faudra opérer sur un poids de matière plus faible. Par différence, on aura facilement la quantité de chaque espèce de sucre contenu dans l'échantillon soumis à l'analyse. Dans l'impossibilité de donner une règle générale, je me bornerai à considérer un exemple particulier qui fera comprendre la marche à suivre dans tous les cas.

Supposons qu'il s'agisse d'une mélasse dans laquelle on ait reconnu la présence d'une quantité assez notable de sucre inverti, mélange de glucose et de levulose.

Un premier essai fait, d'après la méthode indiquée plus haut, chapitre III, A, comme s'il n'y avait ni glucose ni levulose, aura donné par exemple pour le sucre total 48,08 pour 100, nombre correspondant au volume 10^{cc}.4 inscrit dans la première colonne de la table II. Ce nombre 48,08 représente la somme du poids de sucre de cannes contenu réellement dans la mélasse et du poids de sucre de même nature équivalent au glucose et au levulose que l'échantillon renferme.

Un deuxième essai sera nécessaire pour déterminer les proportions de chacune des parties que comprend la somme 48,08.

On pèsera 8^{gr}. de la mélasse dans une petite capsule de porcelaine, on ajoutera de l'eau chaude pour dissoudre la matière et on introduira la solution dans une fiole de 100^{cc}. avec les eaux

de lavage en observant les précautions indiquées plus haut¹. On ajoutera à la liqueur 10^{cc.} d'une solution concentrée de sous-acétate de plomb, afin de la décolorer, ce qui est ici absolument nécessaire. Quand le liquide sera revenu à la température de 15 degrés, on complètera le volume de 100^{cc.} en ajoutant de l'eau distillée. La liqueur trouble, mélangée par retournement de la fiole, à plusieurs reprises, sera filtrée sur un filtre sec et recueillie dans un flacon sec.

On prendra à l'aide d'une pipette jaugeée 50^{cc.} de ce liquide clair, contenant par conséquent 4^{gr.} de la mélasse et on les introduira dans une fiole de 100^{cc.} avec une solution de sulfate de soude en quantité suffisante pour précipiter tout le plomb du sous-acétate employé en excès, à l'état de sulfate. Afin de faciliter l'agglutination du précipité et de rendre la filtration plus facile, on portera le liquide à l'ébullition et on le maintiendra quelque temps à une température voisine de 100 degrés. Puis la fiole étant revenue à la température de 15 degrés, on portera le volume à 100^{cc.} par addition d'eau. La liqueur étant bien mélangée par retournement de la fiole, sera filtrée sur filtre sec, recueillie dans un vase sec et introduite dans la burette saccharimétrique. Au moyen de cette burette on versera le liquide sucré dans 10^{cc.} de liqueur normale cuivrique maintenue en ébullition dans un tube, en observant les prescriptions indiquées plus haut au § V du chapitre I^{er}.

On reconnaîtra, par exemple, qu'il a fallu employer 12^{cc.}·9 de liquide sucré pour opérer la réduction de 10^{cc.} de la liqueur cuivrique. Dans la troisième colonne de la table II, on trouve, en face du nombre de centimètres cubes employé 12,9, le nombre 40,80, dont le quart 10,20 représente la quantité de glucose ou de sucre interverti contenu dans 100 parties de l'échantillon. Cela résulte de ce que l'on a opéré sur un poids de mélasse égal

¹ On neutraliserait immédiatement la liqueur si la mélasse contenait une proportion notable d'acide libre.

à 4^{es}. au lieu de 1^{es}. que suppose la construction de la table II. D'après cela, ce nombre 40,80 est quatre fois trop fort ; en le divisant par 4, on trouve 10,20 qui est la quantité de glucose et de levulose que renferment 100 parties de la mélasse soumise à l'analyse.

On obtiendra la quantité de sucre de cannes contenue dans cette mélasse en cherchant la quantité de ce sucre équivalente à 10,20 de glucose ou de levulose, et en retranchant le nombre obtenu du nombre trouvé dans l'essai primitif. La table II permet d'arriver à ce résultat par une simple lecture. En effet, en face du nombre 40,80 se trouve, dans la seconde colonne, le nombre 38,76, qui représente la quantité de sucre de cannes équivalente à 40,80 de glucose ou de levulose. Le quart de ce nombre, soit 9,69, indique donc la quantité de sucre de cannes équivalente à 10,20 de glucose et de levulose. En retranchant ce nombre 9,69 du nombre 48,08 trouvé dans le premier essai, la différence 38,39 représente la quantité réelle de sucre de cannes contenue dans la mélasse.

En résumé, les essais qui précèdent nous montrent que la mélasse analysée renferme 38,39 pour cent de sucre de cannes ; 10,20 pour cent de glucose ou levulose, quantité équivalente à 9,69 de sucre de cannes. En outre on sait que toutes les matières sucrées réunies équivalent à 48,08 pour cent de sucre de cannes.

Ainsi se trouvent déterminées d'une manière très-simple les proportions des différents principes sucrés contenus dans l'échantillon analysé.

On remarquera que le poids de 8^{es}. de mélasse sur lequel on a opéré dans l'exemple particulier qui a été choisi, n'a rien d'absolu et que ce poids devra varier d'après la quantité de glucose ou de sucre interverti que l'essai préliminaire aura décelé dans l'échantillon. En l'absence de prescription générale, la seule règle que l'on puisse donner, c'est de choisir un poids tel que le volume de liquide sucré nécessaire pour la précipitation complète du cuivre de la liqueur normale cuivrique, ne s'écarte

pas trop de 10^{cc.}; qu'il soit compris par exemple entre 5 et 15 cent. cubes. Au-delà de 15 cent. cubes, les liqueurs sont trop étendues et on éprouve certaines difficultés pour apprécier la fin de l'opération, et pour maintenir convenablement à l'ébullition un volume assez notable de liquide dans le tube où se fait l'essai.

Dans le cas où l'habitude n'aurait pas, d'après l'essai préliminaire, indiqué à l'expérimentateur le poids qu'il doit employer, il faudrait faire un second dosage en prenant pour guide le premier. On emploierait 2, 4, 8, 12, 16, etc. grammes de matière suivant la nature de l'échantillon; on ferait usage de la table II, comme il vient d'être indiqué, et l'on déterminerait, d'après le poids choisi, par quel nombre on doit diviser les indications de la table.

CHAPITRE IV,

ESSAI DES BETTERAVES.

La détermination de la richesse saccharine de la betterave par l'emploi du saccharimètre est une opération longue, difficile, impraticable même si elle devait s'appliquer aux diverses parties de la racine. C'est au contraire une opération très-rapide et très-exacte par l'emploi des liqueurs titrées. On en jugera par le procédé suivant que je vais d'abord d'écrire avant de rapporter les faits sur lesquels il est fondé.

§ I. — DÉTERMINATION DE LA RICHESSE SACCHARINE DE LA BETTERAVE.

A l'aide d'une petite sonde en acier à bords coupants (*fig. 16*) on détache un cylindre de matière du côté du collet, sensible-

ment au quart de la longueur de la betterave, comptée depuis le collet jusqu'à la partie où la racine se rétrécit rapidement vers son autre extrémité (*fig. 17*). On peut prendre l'échantillon soit perpendiculairement, soit obliquement à l'axe de la betterave, pourvu que la sonde rencontre l'axe au quart de la longueur telle que je viens de l'indiquer. On verra plus loin, que la richesse de cet échantillon représente très-sensiblement la richesse moyenne de la betterave.

Après avoir enlevé l'épiderme, on coupe le petit cylindre de betteraves en lanières fines dans le sens de sa longueur jusqu'à concurrence de près de 10 grammes. Avant de déterminer définitivement la pesée, on découpe les lanières sur un plan de verre dépoli (*fig. 18*) en morceaux représentés en grandeur naturelle dans la *fig. 19*, et on les réunit dans un verre de montre placé dans le plateau de la balance où se fait la pesée que l'on termine alors très-exactement. On introduit, à l'aide d'une petite pince en fer (*fig. 20*), les 10^{gr.} de morceaux de betterave ¹ dans une fiole de 100^{cc.}; on ajoute 10^{cc.} de liqueur acide normale, environ 40^{cc.} d'eau distillée et l'on porte à l'ébullition (*fig. 7*), en préservant les parois de la fiole du contact direct de la flamme.

L'opération demande à être surveillée dès le début; car il se produit une mousse très-abondante aux premières bulles de vapeur et le liquide peut être entraîné au dehors. Cet inconvénient n'est point à craindre si l'on a soin de diminuer la flamme dès que l'ébullition commence. Peu après, l'opération marche régulièrement, les bulles se forment de préférence sur les morceaux de betterave, qui ne tardent pas à cuire et à tomber au

¹ Si l'on avait intérêt à ménager le tissu de la betterave, ce qui peut arriver dans le cas où l'on veut déterminer la richesse saccharine des portegraines, on se contenterait d'un poids de 5 gr. que l'on introduirait avec 5^{cc.} d'acide et 25^{cc.} d'eau dans une fiole de 50^{cc.} L'opération se termine comme dans le cas où l'on traite 10 gr. de racine dans une fiole de 100^{cc.}

fond du vase en perdant leur couleur blanche pour prendre une certaine transparence qui indique que l'opération est terminée. Cet effet se produit après 15 ou 20 minutes d'ébullition, qui suffisent dans la plupart des cas.

On retire la fiole du feu, on la laisse refroidir en la plongeant au besoin dans l'eau froide, et quand on juge que la température est de 15 degrés, on achève de la remplir jusqu'au trait avec de l'eau distillée. On mélange la masse par retournement, on filtre dans un vase sec, et le liquide clair, à peine coloré, est versé à l'aide de la burette saccharimétrique dans 10^{cc.} de liqueur cuivrique en ébullition, en suivant les prescriptions indiquées au § V du chapitre I^{er}, pour le cas où l'on a affaire à du sucre pur. Les caractères qui servent à déterminer la fin de l'opération sont à peu près les mêmes; ils sont résumés dans le tableau de la page 48.

Le nombre de divisions de la burette qu'il a fallu employer pour précipiter tout le cuivre de la liqueur cuivrique permet de connaître la quantité de sucre que 100 kilog. de betteraves renferment. En effet, le sucre de cannes qui existait dans la betterave a été interverti par l'action de l'acide, c'est-à-dire transformé en un mélange de glucose et de levulose, qui occupe un volume de 100 cent. cubes, car on verra bientôt que l'on peut ne pas tenir compte du volume occupé par les matières insolubles du tissu de la betterave. Dès-lors, s'il a fallu, par exemple, 6^{cc.} de liquide sucré pour réduire les 10^{cc.} de liqueur cuivrique, c'est que ces 6^{cc.} contiennent une quantité de glucose et de levulose provenant de 0^{gr.},05 de sucre de cannes, d'après la composition de la liqueur cuivrique que j'ai adoptée. Les 100^{cc.} de liquide, provenant de 10^{gr.} de betterave, contiennent donc une quantité de ces matières sucrées provenant des $\frac{100}{6}$ de 0^{gr.},05, soit de 0^{gr.},833 de sucre de cannes. Ainsi dans 10^{gr.} de betterave il y a 0^{gr.},833 de sucre de cannes; dans 100 de betteraves il y en aurait donc 8,33.

Pour plus de commodité, ces calculs ont été faits d'avance et les résultats obtenus ont été inscrits dans la table III. La première colonne de cette table contient les volumes de liquides sucrés employés pour réduire les 10^{cc} de liqueur cuivrique ; la seconde colonne, les quantités de sucre de cannes correspondantes, contenues dans 100 parties de betteraves ; et la troisième, la quantité de glucose et de levulose que ces 100 parties de betteraves pourraient fournir.

L'action du liquide sucré sur la liqueur cuivrique donne généralement naissance à la série de phénomènes décrits dans le cas où l'on opère sur du sucre pur. Toutefois, lorsque l'on a affaire à des betteraves qui ont commencé à bourgeonner, ce qui arrive vers le printemps, il y a quelques modifications légères à apporter aux teintes indiquées à la cinquième colonne du tableau de la page 18. Les teintes ne passent plus du bleu de plus en plus faible, mais toujours pur, au jaune ; avant d'arriver à la nuance jaune, on obtient des teintes légèrement verdâtres, comme avec la mélasse, mais un peu moins prononcées. Ces teintes proviennent de la matière colorante de la betterave qui s'est modifiée en devenant soluble et qui étant jaune donne du vert avec le bleu du sel de cuivre non entièrement décomposé. Il est très-important de ne pas confondre cette teinte jaune-verdâtre avec le jaune franc qui indique que l'opération est réellement terminée.

Ce procédé donne la quantité absolue de sucre contenue dans la betterave ; on en déduira par expérience, s'il y a lieu, le rendement industriel possible, d'après la quantité de pulpe produite et la proportion de sucre laissé dans la pulpe.

Il sera facile de déterminer la quantité de sucre que renferme la pulpe, en soumettant cette dernière aux opérations qui viennent d'être décrites pour la betterave. A la vérité, l'erreur relative au volume négligé est plus considérable ; mais comme il s'agit ici d'un essai approximatif, on peut ne pas en tenir compte, et du reste, en pareil cas, l'erreur n'atteint pas un pour cent du poids de sucre contenu dans la pulpe.

§ II.— JUSTIFICATION DE LA MÉTHODE D'ANALYSE ADOPTÉE.

La méthode qui vient d'être décrite se trouve justifiée par les observations suivantes, concernant le mode de dosage du sucre et la prise d'échantillon.

A. — MODE DE DOSAGE EMPLOYÉ. — SA COMPARAISON AVEC LES
PROCÉDÉS OPTIQUES.

Le procédé employé pour doser le sucre dans la betterave repose essentiellement sur l'action que l'acide sulfurique faible exerce, à la température de 100 degrés, sur le sucre contenu dans les cellules de la racine. Toute la question est de savoir si le mélange de glucose et de levulose provenant de l'action de l'acide sulfurique sur les 10^{gr.} de betteraves n'a point d'autre origine que le sucre de cannes contenu dans les cellules, et si d'autres matières ne pourraient pas, en se modifiant sous l'influence de l'acide, fournir du glucose dont l'action sur la liqueur cuivrique viendrait augmenter la proportion du sucre réellement contenue dans la betterave.

Il est bon de remarquer toutefois que s'il existe dans cette racine des substances douées de cette propriété, elles s'y trouvent en proportions très-minimes, et d'ailleurs, l'acide étendu n'agissant sur elles que pendant fort peu de temps, il se pourrait qu'elles puissent résister à l'action de cet agent jusqu'au moment où le sucre de cannes est transformé.

Pour résoudre la question, il faudrait isoler en nature tout le sucre d'un poids donné de betteraves et comparer la quantité de sucre obtenue avec celle qu'indiquerait la méthode proposée. Mais les difficultés que l'on éprouve à séparer le sucre des autres principes immédiats qui l'accompagnent, dans la betterave, m'a engagé à me borner, pour le moment, à comparer la méthode proposée avec la méthode optique. On ne saurait se

refuser à admettre que l'accord des deux méthodes doit établir de fortes présomptions en faveur de leur exactitude réciproque. Ce sont les résultats de cette comparaison que je vais rapporter.

Une tranche de 200^{gr}. prise longitudinalement dans une betterave de Silésie à collet vert, fut rapée, et la pulpe qui en provint fut pressée à la main dans un linge et épuisée par dix lavages successifs à l'eau bouillante en ayant soin de presser la matière fortement à la main après chaque lavage. On avait employé de l'eau bouillante afin de coaguler les matières albuminoïdes dans la pulpe.

Le liquide coloré fut traité par le sous acétate de plomb, et son volume porté à un litre à la température de 15 degrés par addition d'eau distillée. Après filtration, la liqueur claire donna au saccharimètre une déviation à droite de 12°, dans un tube de 20 centimètres. D'après les tables de M. Clerget, cette déviation correspondrait à 19^{gr}.76 de sucre par litre, si la liqueur ne contenait pas de substances actives sur la lumière polarisée autres que le sucre. Pour se mettre à l'abri de toute cause d'erreur, 100^{cc}. du liquide furent traités par 10^{cc}. d'acide chlorhydrique fumant, à la température de 78 degrés, et le volume amené à 110^{cc}., à la température ordinaire. Après l'inversion, la liqueur observée à la température de 18 degrés, dans le même tube de 20 centimètres, donna une déviation à gauche de 3° 9, à laquelle il faut ajouter un dixième de cette même déviation, soit 0° 39, ou sensiblement 0° 4 pour compenser l'effet de la dilution due à l'acide. Cela fait en tout pour la déviation après inversion 4° 3. Comme la déviation directe et la déviation après inversion sont de sens contraire, la première à droite, la seconde à gauche, il faut les ajouter et cela fait 16° 3 pour la déviation totale à 18°.

Or, dans le table de M. Clerget, à une déviation de 16° 2 à la température de 18°, correspondent 19^{gr}.76 de sucre par litre de liquide ; à ce nombre il faudra ajouter la quantité de sucre qui répond à la différence du nombre observé 16° 3 avec le nom-

bre des tables 16°,2. Cette correction se fait facilement en remarquant que dans les conditions actuelles, une différence de 1°,3 dans la déviation correspond à une différence de 1^{gr},65 dans la teneur en sucre par litre ; la différence de 0°,1 entre les nombres 16°,3 et 16°,2 devra correspondre à $\frac{1^{\text{gr}},65 \times 0^{\circ},1}{1^{\circ},3} = 0^{\text{gr}},13$

de sucre, qu'il faut joindre aux 19^{gr},76 trouvés plus haut. Il suit donc de là qu'à la déviation de 16°,3, à la température de 18 degrés, correspond la quantité de 19^{gr},76 + 0^{gr},13 = 19^{gr},89 de sucre par litre du liquide observé¹. Cette quantité de liquide provient précisément du lavage de 200^{gr} de pulpe; par conséquent le saccharimètre indique qu'il y avait dans la betterave analysée 19^{gr},89 de sucre pour 200^{gr}, soit 9,94 pour cent.

Le liquide provenant de l'inversion fut traité par la liqueur cuivrique de Febling, et je reconnus qu'il fallait employer 2^{cc},6 de liquide sucré pour précipiter tout le cuivre de 10^{cc} de la liqueur cuivrique, volume qui correspond à 0^{gr},05 de glucose. Les 110^{cc} de liquide interverti contenaient donc

$$\frac{0^{\text{gr}},05 \times 110}{2,6} = 2^{\text{gr}},115 \text{ de sucre interverti, mélange de glucose}$$

et de levulose. Cette quantité était fournie par 100^{cc} de liquide provenant du lavage des 200^{gr} de betteraves ; le litre de liquide aurait donc donné 21^{gr},15 de sucre interverti. D'autre part, comme 180 de sucre interverti, C¹²H¹²O¹², proviennent de 171

de sucre de cannes, C¹²H¹¹O¹¹, les $\frac{171}{180}$ ou les $\frac{19}{20}$ de 21^{gr},15

c'est-à-dire 20^{gr},09 représentent la quantité de sucre de cannes contenue dans les 200^{gr} de betteraves, soit 10,04 pour cent.

¹ Les deux nombres 19,76 et 19,89 trouvés, le premier par l'observation directe du liquide, et le second par l'observation après inversion, montrent que les substances actives sur la lumière polarisée, étrangères au sucre, sont en proportion très-minime dans la liqueur, si toutefois elles existent, la différence 0,13 étant de l'ordre des erreurs d'expériences.

Ainsi, par l'emploi du saccharimètre, je trouve dans le liquide provenant du lavage de 100 de betterave, 9,94 de sucre de cannes ; par l'emploi de la liqueur cuivrique, je trouve 10,04. La différence 0,1 entre ces deux déterminations est tout-à-fait insignifiante et rentre dans les erreurs d'expérimentation par le procédé optique ; il y a donc accord aussi complet que possible entre les deux méthodes lorsque l'on opère sur les mêmes liquides.

Mais cet accord subsistera-t-il si l'on compare le résultat précédent fourni par le saccharimètre avec le résultat obtenu dans le procédé que je propose, en faisant agir directement l'acide étendu sur la betterave ? La réponse à cette question sera fournie par l'expérience suivante :

Dans la betterave de Silésie qui avait fourni la tranche de 200^{gr.}, analysée comme il vient d'être dit, je prélevai un échantillon moyen de 20^{gr.} pris en différents points de la section longitudinale commune à la tranche de 200^{gr.} Cet échantillon devait être aussi semblable que possible à l'échantillon de 200^{gr.} précédemment analysé. Ces 20^{gr.} de betterave furent divisés en petites lanières de 3 à 4 cent. de longueur sur un demi cent. de largeur et autant d'épaisseur ; et ces fragments furent soumis à la température de l'ébullition, pendant 20 à 25 minutes, avec de l'eau acidulée contenant un pour cent d'acide sulfurique concentré. L'opération terminée, le liquide occupait, à la température ordinaire, un volume de 252 cent. cubes, et il fallut 5^{cc.},6 de ce liquide pour réduire 10 cent. cubes de la liqueur cuivrique de Fehling, correspondant à 0^{gr.},05 de glucose. Les 252^{cc.} de liquide contenaient donc $\frac{0^{\text{gr.}},05 \times 252}{5,6} = 2^{\text{gr.}},25$ de glucose, provenant de 20^{gr.} de betteraves, soit 1^{gr.},125 pour 10^{gr.}, ou encore 11,25 pour cent. Les $\frac{19}{20}$ de cette quantité, soit 10,68, représentent, comme on l'a vu plus haut, le poids

de sucre de cannes contenu dans 100 parties de la betterave analysée.

Ainsi en soumettant, comme je le conseille, directement la betterave à l'action de l'acide, je trouve, par l'emploi de la liqueur cuivrique, 10,68 pour cent de sucre, et par le saccharimètre, 9,94. La différence, 0,74, plus grande ici que celle obtenue en opérant sur le même liquide et qui était de $10,04 - 9,94 = 0,1$, peut s'expliquer soit par suite d'une différence réelle entre deux échantillons voisins, soit parce que tout le sucre n'a pas été enlevé dans la betterave par les dix lavages faits en employant un litre d'eau chaude.

Il est certain en effet que la pulpe des 200^{gr.} de betterave contenait encore un peu de sucre; car l'ayant soumise à l'ébullition dans de l'eau contenant un pour cent d'acide, j'en retirai, après plusieurs lavages, 760^{cc.} d'un liquide légèrement sucré, tel que 5^{cc.} réduisaient complètement 1^{cc.} de liqueur cuivrique de Fehling, correspondant à 0^{gr.},005 de glucose. Les 760^{cc.} conte-

naient donc $\frac{0^{\text{gr.}},005 \times 760}{5} = 0^{\text{gr.}}76$ de glucose, dont les $\frac{19}{20}$

ou 0^{gr.},722 représentaient la quantité de sucre restée dans la pulpe provenant des 200^{gr.} de betterave. En ajoutant la moitié de cette quantité, soit 0^{gr.},361 au nombre 9,94 fourni par le saccharimètre, on a le nombre 10,30, représentant la quantité pour cent de sucre qui se trouvait dans l'échantillon analysé. Ce nombre, 10,30, diffère peu du nombre 10,68 trouvé plus haut en traitant directement la betterave par l'acide; la différence, 0,38, peut être attribuée à une différence dans la composition des deux échantillons ainsi qu'aux pertes inévitables dans le procédé qui a été suivi pour l'analyse optique.

Ce qui précède montre qu'il y a entre les deux méthodes un accord aussi satisfaisant que possible. La différence que l'on trouve entre les résultats fournis par les deux méthodes est dans le sens que l'on peut prévoir, car il doit y avoir dans le procédé

optique des pertes inévitables, provenant des lavages à la main, de la filtration à travers un linge, et des transvasements du liquide. Toutes ces pertes sont évitées en traitant directement la betterave par l'eau acidulée. Dans l'emploi du saccharimètre, on laisse forcément une petite quantité de sucre dans la pulpe. On ne peut pousser trop loin les lavages, car ils auraient pour effet de fournir des liqueurs trop étendues. Les déviations de la lumière polarisée seraient trop minimes, et par suite, les erreurs de mesure entraîneraient des erreurs trop grandes dans le résultat final. D'ailleurs, comme on l'a vu plus haut, les deux méthodes concordent parfaitement quand on opère sur les mêmes liqueurs.

Ces deux méthodes très-différentes, conduisant sensiblement au même résultat, justifient le mode de dosage que j'ai proposé au commencement de ce chapitre; elles se fournissent un contrôle mutuel et prouvent qu'il n'y a pas lieu de tenir compte des influences que l'acide peut exercer sur les substances autres que le sucre de cannes, à moins toutefois d'admettre que ces substances soient influencées exactement de la même façon dans les deux méthodes. Je me propose, du reste, de contrôler ces deux méthodes en séparant le sucre des autres principes immédiats de la betterave, par l'emploi exclusif des dissolvants.

B. — INFLUENCE DU VOLUME DES PARTIES INSOLUBLES DE LA BETTERAVE
SUR LE MODE DE DOSAGE EMPLOYÉ.

Dans le procédé indiqué, il est dit d'introduire les 10^{gr.} de betterave dans une fiole de 100 cent. cubes avec un gramme d'acide sulfurique concentré et 40 à 50 cent. cubes d'eau; puis, après avoir transformé par l'ébullition le sucre de cannes de la betterave en sucre interverti, de porter le volume du liquide jusqu'à 100 cent. cubes. Comme on ne tient pas compte,

en opérant ainsi, du volume de matières insolubles dans l'eau acidulée qui se trouvent dans les 10 grammes de betterave, on est en droit d'objecter que le résultat trouvé est trop fort, puisque le liquide occupe en réalité un volume qui est la différence entre 100 cent. cubes et le volume des parties insolubles. Mais il résulte de l'expérience suivante, entreprise dans le but de déterminer le volume des parties insolubles de la betterave, que ce volume est excessivement petit par rapport au volume de 100 cent. cubes, et qu'en n'en tenant pas compte, on ne commet qu'une erreur plus petite que celle qui est inhérente au mode de dosage employé.

Dans le but de déterminer le volume des parties insolubles de la betterave, dans l'acide sulfurique faible, j'ai traité 200 grammes de betterave par l'eau acidulée, en opérant comme dans le procédé que j'indique pour le dosage du sucre. J'ai fait bouillir pendant 25 à 30 minutes ces 200^{gr.} de betterave avec un litre d'eau contenant 20 grammes d'acide sulfurique concentré; puis, après avoir décanté sur un filtre taré, j'ai lavé le précipité jusqu'à ce que toute trace d'acidité ait disparu. Le filtre, séché à 100 degrés, a éprouvé une augmentation de poids de 2^{gr.}472 due aux matières insolubles dans l'eau acidulée de 200 de betterave, soit 1,236 pour cent.

En admettant que ces matières insolubles, constituées principalement par la cellulose, aient la même densité que cette substance, c'est-à-dire 1,525, on voit que la partie insoluble de 100^{gr.} de tissu de betterave n'occupe qu'un volume de $\frac{1,236}{1,525} = 0^{\text{cc}},810$. Le tissu des 10 grammes n'occupe donc, très-sensiblement, qu'un volume de 0^{cc},080}; par conséquent, le volume de liquide sur lequel je conseille d'opérer étant de 100^{cc.}, — 0^{cc},080 = 99^{cc.},920 au lieu de 100^{cc.}, on doit trouver un résultat trop fort dans le rapport de 100 à 99,92. La quantité}

de sucre trouvée est donc les $\frac{100}{99,92}$ de ce quelle doit être, c'est-à-dire qu'elle est trop forte de $\frac{8}{99,92}$, quantité plus petite que un millième.

Ainsi, en négligeant le volume des parties insolubles de la betterave dans le procédé que j'indique, on commet une erreur plus petite qu'un millième sur le poids de sucre trouvé; cette erreur étant inférieure aux erreurs d'expérience, il est tout à fait inutile d'en tenir compte.

Il suffirait, du reste, pour se mettre à l'abri de cette cause d'erreur, de faire au-dessus du trait circulaire de la fiole un autre petit trait à 0^{cc},081 au-dessus du premier, et de faire affleurer le liquide à ce trait pour le dosage du sucre dans la betterave. Mais, je le répète, cela est fort inutile dans la pratique, d'autant plus que l'on trouve souvent des différences de volume bien plus considérables que celles-là entre les fioles graduées de 100 cent. cubes livrées par le commerce.

C. — DISTRIBUTION DU SUCRE DANS LA BETTERAVE.

Le mode de dosage du sucre décrit ci-dessus se trouve donc justifié par les considérations précédentes. Il reste maintenant à expliquer pourquoi l'échantillon doit être pris comme je l'indique, et comment il se fait que la richesse moyenne de la betterave s'obtient en analysant un échantillon pris dans la racine au quart de sa hauteur comptée à partir du collet. Les expériences suivantes montrent que cela résulte du mode de distribution du sucre dans la betterave.

1^o *Distribution du sucre dans une tranche de betterave coupée perpendiculairement à l'axe de la racine.*

On sait qu'une tranche mince de betterave coupée perpendiculairement à l'axe de la racine présente des zones concentriques blanches, assez nettement terminées dans la partie

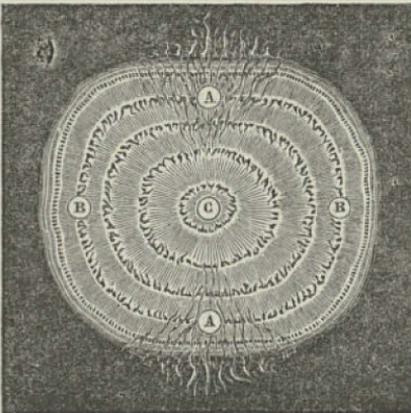
centrale, qui se détachent sur un fond d'apparence obscure lorsqu'on regarde les tranches par réflexion. Si l'on interpose ces tranches entre l'œil et la lumière, les zones blanches paraissent opaques, par rapport au reste du tissu plus transparent. Les recherches anatomiques de M. Deraisne et les travaux de M. Payen ont montré que les zones blanches étaient principalement formées d'un tissu cellulaire particulier, nommé tissu saccharifère, plus riche en sucre que le tissu cellulaire des portions intermédiaires. Le sucre ne serait donc pas réparti d'une manière uniforme dans les diverses parties d'une même tranche de betterave. Mais si l'on considère une étendue convenable de chaque série de zones, on constate que les différences qu'elles présentent dans leur teneur en sucre sont peu considérables, comme le démontre l'expérience suivante.

Dans une betterave blanche de Silésie, du poids de 460 gr., ayant une longueur de 20 cent. depuis le collet jusqu'à l'autre extrémité, je découpai perpendiculairement à l'axe quatre tranches d'environ 5^{mm} d'épaisseur, la première étant prise à 4 cent. du collet. Dans chacune des tranches je séparai, à l'aide d'une lame mince et tranchante, les zones blanches fibreuses des zones obscures. Je pris seulement, à partir du centre, les quatre premières zones blanches qui avaient environ 4^{mm} de largeur et les quatre premières zones obscures, qui avaient de 4 à 6^{mm} dans leur plus grande largeur. Je fis deux lots de 10^{gr.} représentant un échantillon moyen de chaque série de zones, et je soumis chacun d'eux au traitement décrit plus haut afin d'y doser le sucre par l'emploi de la liqueur cuivrique. Je constatai que la portion des zones fibreuses blanches contenait 14,50 pour cent de sucre, et que l'autre portion des zones obscures n'en renfermait que 13,89 pour cent. La différence 0,61 pour cent n'est donc pas très-considérable dans l'échantillon analysé.

Ainsi les zones blanches et les zones obscures de la betterave n'ont point tout-à-fait la même richesse en sucre et il peut se présenter des cas dans lesquels les proportions de sucre qu'elles

renferment sont peu différentes. On doit donc s'attendre à trouver la même proportion de sucre dans deux échantillons contigus pris dans la même tranche, à la condition que ces échantillons comprennent sensiblement la même étendue de zones blanches et de zones obscures. L'expérience confirme cette prévision et prouve qu'il y a en effet compensation entre les parties les plus riches et celles qui le sont le moins. Mais en sera-t-il de même en prenant les échantillons en des points éloignés dans une même tranche ? L'expérience suivante a été entreprise dans le but de répondre à cette question.

Dans une betterave de Silésie à collet rose, de forme régulière, provenant de la récolte de 1865, du poids de 1900 grammes et ayant 35 centimètres de longueur, je coupai perpendiculairement à l'axe deux tranches d'environ deux centimètres d'épaisseur, la première à quatre centimètres du collet, la seconde à huit centimètres. On distinguait nettement, dans chacune de ces tranches, les zones blanches et concentriques de tissu saccharifère, se détachant sur un fond d'apparence obscure. On voyait aussi des prolongements blanchâtres dans la région des racines, qui sont, comme l'on sait disposées parallèlement dans le sens de la longueur de chaque côté de la betterave, comme le montre la figure ci-jointe.



A l'aide d'une sonde, je prélevai trois échantillons qui furent analysés par la méthode décrite au commencement de ce chapitre. Le premier, pris en A, dans la région des racines, au milieu des filaments blancs qui se prolongent à l'intérieur contenait 12,82 pour cent de sucre. Le second, pris en

B dans le plan perpendiculaire au plan des racines, contenait exactement le même poids de sucre 12,82. Il fallut employer, pour chacun d'eux, 3^{cc},9 de liquide sucré, afin d'opérer la réduction des 10^{cc}. de liqueur cuivrique, ce qui, d'après la table III, donne 12,82 pour cent de sucre dans chaque échantillon. Le troisième échantillon pris en C, dans l'axe même de la betterave, fournit 12,19 pour cent de sucre, c'est-à-dire un peu moins que les précédents, probablement à cause de la proportion plus forte de zone obscure qui se trouve dans cette région, La différence 0,63 pour cent entre la richesse de ces échantillons est assez minime pour qu'on puisse admettre qu'en prenant dans une tranche de betterave faite perpendiculairement à l'axe de la racine un cylindre de 15 millimètres de diamètre, ce cylindre a sensiblement la même composition, quelque soit le point où on l'ait prélevé.

La seconde tranche de la betterave, un peu plus riche que la première, parce qu'elle s'éloigne plus du collet, me conduisit au même résultat. Je prélevai à l'aide de la sonde, en A, dans la région des racines, un échantillon qui fut analysé comme les précédents; il fournit 13,16 pour cent de sucre, quantité correspondante à 3^{cc},8 de liquide sucré dans la table III. Un second échantillon, pris en B, perpendiculairement au plan des racines, offrit rigoureusement la même composition et il contenait, comme le premier, 13,16 pour cent de sucre.

On peut donc regarder comme démontré, par les expériences qui précèdent, que les différentes parties d'une même tranche mince de betterave, coupée perpendiculairement à l'axe, ont sensiblement la même richesse en sucre, pourvu que ces parties aient une étendue convenable.

2° *Distribution du sucre dans le sens de l'axe de la betterave.*

J'ai fait un grand nombre d'expériences pour arriver à déterminer suivant quelle loi le sucre se trouve réparti dans le

sens de l'axe de la betterave. Toutes ces expériences étant concordantes, je me bornerai à en rapporter trois, entreprises dans des conditions très-diverses.

1. Dans une betterave à collet rose de Silésie de l'année 1865, de forme régulière, pesant 710^{gr}, je prélevai dans toute la longueur, sept échantillons à égale distance l'un de l'autre, depuis la naissance du collet, jusque vers l'extrémité renflée de la racine. Je dosai le sucre dans chacun d'eux d'après la méthode indiquée plus haut, et je trouvai les résultats inscrits dans le tableau suivant:

Numéros d'ordre des échantillons	Sucre pour 100 parties de l'échantillon.	Différence du sucre entre deux échantillons successifs.	Moyenne des analyses.
1	10, 42		
2	10, 54	0, 12	
3	10, 70	0, 16	
4	10, 80	0, 10	
5	10, 80	0, 14	10, 83
6	10, 94	0, 17	
7	11, 11	0, 22	
	11, 33		

Il suit de là que les différences entre les quantités de sucre de deux échantillons consécutifs, pris à égale distance sur l'axe de la betterave, ne sont pas rigoureusement constantes, mais on peut remarquer qu'elles diffèrent assez peu entre elles.

Le dernier échantillon présente, il est vrai, une différence un peu plus grande. Ce résultat s'explique : par suite du peu de largeur de la dernière tranche, on a dû prendre plusieurs échantillons à côté l'un de l'autre afin d'obtenir un poids convenable pour l'analyse. Par le fait, la matière analysée a été prise sur l'axe à une distance plus grande que les autres; dès-lors, rien

d'étonnant qu'elle soit un peu plus riche que celle qui aurait été prise rigoureusement à la même distance que les autres.

Ce tableau montre en outre que la moyenne des sept analyses donne un nombre 10,83 très-peu différent du nombre 10,80, qui exprime la richesse de la quatrième tranche prise vers le milieu, et que ce nombre 10,80 est la moyenne entre les nombres qui résultent de l'analyse des échantillons 3 et 5, 2 et 6, et 1 et 7, en tenant compte, pour les derniers, de l'observation faite plus haut.

2. Dans une betterave à collet vert de l'année 1865, très-riche, je prélevai trois échantillons équidistants et je les analysai comme les précédents. Le premier, pris près de la tête, renfermait 13,75 pour cent de sucre; le second, pris vers le milieu, en contenait 14,90, et le troisième, pris vers l'extrémité de la racine, 16,80. La moyenne de ces trois nombres est 15,15, nombre peu différent de 14,90, qui représente la quantité pour cent de sucre contenu dans la tranche du milieu équidistante des deux autres.

Ayant ensuite prélevé obliquement un échantillon dans l'espace occupé par les trois tranches, je trouvai qu'il renfermait 14,90 pour cent de sucre, c'est-à-dire la même quantité que dans la tranche moyenne. La partie inférieure de cet échantillon oblique, plus riche, compensait la partie supérieure, plus pauvre en sucre, et je retrouvais, par suite, le même nombre que dans la tranche moyenne.

3. Une betterave rose de Pologne, très-pauvre, provenant de la récolte de 1864, fut analysée comme les précédentes. La tranche supérieure, près le collet, renfermait 3,88 pour cent de sucre; celle du milieu, 4,95; une troisième, prise à égale distance du milieu, vers la partie inférieure de la racine, 6,58. La moyenne de ces trois nombres est 5,13, nombre peu différent de 4,96, qui représente la richesse saccharine de la tranche moyenne, prise à égale distance des tranches supérieure et inférieure.

Ces trois observations faites sur des betteraves d'origine, d'année, de richesse différentes, permettent de conclure, d'une manière générale, que la proportion de sucre pour cent, contenu dans la tranche prise au milieu d'une betterave, représente très-sensiblement la moyenne du sucre contenu pour cent parties dans chaque couple de tranches prises à égale distance de la tranche du milieu depuis le collet jusqu'à l'extrémité.

En d'autres termes : la proportion pour cent de sucre contenue dans les différentes parties de la betterave augmente depuis le collet jusque vers l'extrémité renflée de la racine, en suivant très-approximativement une progression arithmétique.

D. — CONSÉQUENCE DU MODE DE DISTRIBUTION DU SUCRE DANS
LA BETTERAVE.

Si l'on admet que l'on puisse envisager la betterave comme une sorte de cône, on déduit de la proposition qui précède qu'en analysant la tranche prise au quart de la hauteur à partir du collet, et en multipliant la proportion de sucre pour cent de cette tranche par le poids de la betterave privée de sa tête et de ses appendices radiculaires, on aura la quantité totale de sucre contenu dans cette racine.

Considérons, en effet, la betterave comme ayant exactement la forme d'un cône ; imaginons que ce cône soit décomposé en tranches infiniment minces, parallèles à sa base, et admettons (ainsi que le démontre l'expérience), que le titre de chacune de ces tranches, c'est-à-dire le rapport du poids du sucre qu'elle contient au poids de la tranche, aille en croissant uniformément de la base au sommet.

Si l'on désigne par a le titre de la tranche qui touche à la base, par b celui de la tranche qui touche au sommet, par P le poids du cône, le produit $P a$ représente un poids de sucre infé-

rieur à celui que contient le cône et que l'on veut calculer ; le produit $P b$ représente un poids supérieur. On conçoit dès-lors qu'il existe une tranche intermédiaire dont le titre, multipliant P , donnera le poids cherché. Proposons-nous de trouver à quelle distance de la base se trouve cette tranche de titre moyen.

Pour cela, remarquons que lorsqu'on passe de la tranche qui touche à la base à une tranche située à une distance l de cette base, le titre s'accroît de $\frac{b-a}{h} l$, h représentant la hauteur du cône ; c'est ce que l'on reconnaît à l'aide d'une simple proportion basée sur la loi d'uniformité d'accroissement. Le titre de cette tranche, située à une distance l de la base, est donc $a + \frac{b-a}{h} l$, et si p désigne le poids de cette tranche, le poids du sucre qui s'y trouve est donné par la formule

$$p a + p \frac{b-a}{h} l$$

Le cône étant composé de la réunion de toutes les tranches, le poids du sucre qu'il contient est égal à la somme

$$\sum p a + \sum p \frac{b-a}{h} l = a \sum p + \frac{b-a}{h} \sum p l$$

Or, $\sum p$ représente le poids total P du cône.

D'autre part, chaque tranche étant infiniment mince, l représente la distance de son centre de gravité à la base du cône, et $p l$ est le moment de cette tranche par rapport à la base. $\sum p l$ est donc égal au moment du cône, d'après le théorème des moments. D'ailleurs, le moment du cône est $P \frac{h}{4}$, puisque le centre de gravité d'un cône est situé sur l'axe, à une distance de la base égale au quart de la hauteur. Donc

$$\sum p a + \sum p \frac{b-a}{h} l = P a + P \frac{h}{4} \cdot \frac{b-a}{h} = P \left(a + \frac{b-a}{4} \right)$$

Tel est le poids du sucre contenu dans le cône. Le rapport de ce poids au poids du cône, ou le titre moyen, est donc $a + \frac{b-a}{4}$ et il est évident que la tranche qui a pour titre $a + \frac{b-a}{4}$ est située au quart de la hauteur à partir de la base.

C'est donc cette tranche qu'il suffit d'analyser pour déterminer le titre moyen de la betterave, et en multipliant ce titre par le poids de la betterave privée de collet et d'appendices radiculaires, on a la quantité totale de sucre qu'elle renferme.

Ainsi se trouve justifiée la manière de prélever l'échantillon indiquée au commencement de ce chapitre, pour procéder à l'analyse de la betterave.

§ III. — DÉTERMINATION DE LA RICHESSE SACCHARINE D'UN CHAMP DE BETTERAVES

Toute la difficulté consistera ici à obtenir un échantillon représentant la composition moyenne du champ. On arrivera à la résoudre en prélevant, à l'aide de la sonde, sur un nombre suffisant de racines, comme il a été indiqué plus haut, des échantillons d'environ 10^{gr}. On ramera tous les petits cylindres de betteraves obtenus et l'on mélangera intimement la pulpe avant d'en prendre 10^{gr}. que l'on traitera dans la fiole de 100^{cc}. exactement comme lorsqu'il s'agit d'un échantillon pris sur une seule betterave. On pourra encore, si l'on veut se dispenser de râper la betterave, détacher le long des cylindres de petites lanières aussi égales que possible, de manière à former un poids de 50^{gr}. que l'on introduira dans une fiole jaugée de 500^{cc}. avec 50^{cc}. de liqueur acide et environ 200^{cc}. d'eau. Puis on portera à l'ébullition, et on amènera le volume de la liqueur à 500^{cc}. lorsqu'elle sera froide. Cette liqueur sera expérimentée comme il a été dit plus haut lorsqu'il s'agit de doser le sucre dans une seule betterave.

CHAPITRE V.

ESSAI DES JUS DE BETTERAVES.

La détermination de la richesse saccharine d'un jus de betterave est une opération aussi simple que rapide, et en même temps d'une exactitude irréprochable.

On prélève, à l'aide d'une pipette jaugée, 10 cent. cubes de jus que l'on introduit dans une fiole graduée de 100 cent. cubes avec 10 cent. cubes de liqueur acide normale et environ 50 cent. cubes d'eau. On porte le liquide à l'ébullition en évitant que la flamme ne touche les parois du vase, (*fig. 7*) et aussitôt que le liquide a commencé à bouillir, on modère la flamme et l'on maintient le liquide à la température d'environ 100 degrés pendant quinze à vingt minutes. Ce temps est plus que suffisant pour transformer tout le sucre du jus en sucre interverti (mélange de glucose et de levulose). On retire la fiole du feu, on la laisse refroidir à l'air ou bien on active l'opération en plongeant la fiole dans l'eau froide et quand la température est revenue à 15 degrés, on complète le volume de 100 cent. cubes (*fig. 4*) par addition d'eau distillée. On mélange le liquide par retournement de la fiole (*fig. 5*) et on filtre sur un filtre et sur un entonnoir secs, en recevant la liqueur dans un flacon également sec.

A l'aide de la burette saccharimétrique on verse goutte à goutte le liquide clair dans 10 cent. cubes de liqueur cuivrique maintenue à l'ébullition dans un tube de verre (*fig. 10, 11, 12 et 13*) en suivant les prescriptions indiquées au § V du chapitre I^{er}, résumées dans le tableau de la page 18. Quand la réduction de la liqueur cuivrique est complète, on note le volume de liquide sucré employé, et en face de ce nombre, inscrit dans la première

colonne de la table III, se trouve, à la seconde colonne, le nombre de kilogrammes de sucre de cannes que contient, à la température de 15 degrés, un hectolitre du jus de betterave essayé. La troisième colonne de la table contient les nombres de kilogrammes de sucre interverti correspondants aux poids de sucre de cannes inscrits dans la deuxième colonne; la connaissance de ces résultats peut être utile au distillateur.

La table qui est employée ici est la même que celle qui sert au dosage du sucre dans la betterave; cela s'explique facilement d'après le mode de construction de cette table. Supposons, par exemple, qu'il ait fallu employer 4^{cc} de liquide sucré pour opérer la réduction de 10 cent. de liqueur cuivrique correspondants à 0^{gr},05 de sucre de cannes. Cela signifie que les 4^{cc} employés contiennent une quantité de glucose et de levulose provenant de 0^{gr},05 de sucre de cannes; les 100 cent. cubes contiennent donc une quantité de ces matières sucrées provenant de $\frac{0,05 \times 100}{4} = 1^{gr},250$ de sucre de cannes. Cette même quantité est précisément celle qui est contenue dans les 10 cent. cubes du jus de betterave sur lesquels on a opéré. Dans 100 cent. cubes de jus, il y aura donc 12^{gr},50 de sucre; ou, en d'autres termes, dans un hectolitre de jus il y aurait 12^{kil},50 de sucre.

Comme on opère ici sur 10 cent. cubes de jus, et que la table relative à la betterave suppose l'emploi de 10^{gr} de racine, on voit que les nombres abstraits de la deuxième et de la troisième colonne doivent être les mêmes dans les deux tables. Seulement, quand on applique la table au dosage du sucre dans la betterave, ces nombres indiquent la proportion de sucre que renferment 100 kilogr. de betteraves; tandis que quand on opère sur le jus, ils indiquent la proportion de sucre contenue dans 100 litres de jus.

Il serait très-facile de déduire de la table III la quantité de sucre contenue dans 100 kilogr. de jus, si l'on avait intérêt à

connaître la composition du jus en poids et non en volume. Il suffirait de prendre à l'aide du densimètre la densité du jus observé pour en déduire la solution cherchée. Soit par exemple 1,049 la densité d'un jus qui contient 9^k,80 de sucre de cannes à l'hectolitre ; cela signifie que l'hectolitre de ce jus pèse $1,049 \times 100^k = 104^k,9$ et que, par suite de l'analyse qui a été faite, ces 104^k,9 de jus contiennent 9^k,80 de sucre. Donc 100^k de ce jus contiendront $\frac{9,80 \times 100}{104,9} = \frac{9,80}{1,049} = 9^k,34$.

Pour obtenir le résultat cherché, on n'aura donc qu'à diviser le nombre de kilogr. de sucre contenu à l'hectolitre, nombre fourni par la table III, par la densité du jus analysé.

Comme ordinairement on exprime la richesse du jus d'après le nombre de kilogr. de sucre contenu dans un hectolitre, je n'ai pas cru devoir construire une table spéciale pour la proportion de sucre contenue dans 100 kilog. de jus.

Dans le procédé que je viens d'indiquer, j'ai eu en vue plus spécialement les jus que l'on rencontre habituellement et qui renferment de 12 à 7 kilogr. de sucre à l'hectolitre. Si l'on avait affaire à des jus excessivement riches, contenant, par exemple, de 16 à 17 kilogr. de sucre à l'hectolitre, il conviendrait de modifier légèrement le procédé, si l'on désirait obtenir une très-grande approximation dans le dosage du sucre.

En consultant la table III, on voit qu'une différence de 0,001 de liquide sucré, employé pour la réduction de la liqueur cuivrée correspond à une différence de 0,57 de sucre quand le jus contient de 16 à 17 kilogr. de sucre à l'hectolitre ; tandis que la même différence de 0,001 de liquide sucré correspond seulement à une différence de 0,1 de sucre quand le jus renferme seulement 7 kilogr. de sucre à l'hectolitre. L'approximation dans le dosage est donc d'autant plus grande que le liquide est moins riche, à la condition toutefois que les liqueurs ne soient point par trop étendues.

Si le jus est excessivement riche, s'il contient, par exemple, plus de 15 kilogr. de sucre à l'hectolitre, on recommencera l'essai de la manière suivante, si l'on désire une plus grande approximation. On introduira les 10 cent. cubes de jus de betteraves dans une fiole de 200 centimètres cubes et l'on procédera comme il a été indiqué plus haut, toutefois avec cette différence que l'on devra doubler le nombre de la table qui se trouve en face du nombre de centimètres cubes de liquide sucré employé.

De même si l'on opérât sur des jus très-pauvres contenant, par exemple, moins de 3^k à 3^k,5 de sucre à l'hectolitre, on introduirait 20 cent. cubes de jus au lieu de 10^{cc}. Dans la fiole de 100^{cc}, on procéderait comme à l'ordinaire, et après avoir cherché dans la table III le nombre de kilogr. de sucre correspondant au volume de liquide sucré employé, on prendrait la moitié de ce nombre et l'on obtiendrait ainsi la richesse réelle du jus.

On éviterait ainsi d'introduire trop peu ou trop de liqueur sucrée en présence de la liqueur cuivrique, ce qui pourrait occasionner les inconvénients signalés plus haut dans le chapitre II consacré au dosage des sucres riches. Du reste, la sagacité de l'opérateur suppléera facilement aux exceptions de ce genre; il suffit de les avoir signalées.

Justification de la méthode d'analyse employée.

Le procédé qui vient d'être décrit a été soumis au contrôle de la saccharimétrie optique et les résultats obtenus, que je vais indiquer, montrent son exactitude.

En traitant 10 cent. cubes de jus de betterave ayant pour densité 1,049, à la température de 15°, par le procédé que je viens de décrire, j'ai trouvé qu'il fallait employer 5^{cc},1 de liquide sucré pour opérer la réduction de 10 cent. cubes de liqueur cuivrique, ce qui correspond, d'après la table III, à 9^k,80 de sucre de cannes par hectolitre de jus.

J'introduisis ensuite 100 cent. de ce jus dans une fiole graduée, puis je portai le volume à 110 cent. cubes par addition de sous-acétate de plomb ; après filtration, le liquide, offrant une légère teinte jaunâtre, fut observé au saccharimètre ; il donna à la température de 15° et dans un tube de 20 cent. de longueur :

Une déviation à droite de 54°

A laquelle il faut ajouter le dixième pour dilution

due au sous-acétate, soit. 5°,4

Ce qui fait une déviation totale à droite de . . . 59°,4

Ce nombre correspond, dans la table de M. Clerget, à $97^{\text{gr}},17 + 0^{\text{gr}},66 = 97^{\text{gr}},83$ de sucre de cannes par litre de jus, soit 9^k,783 par hectolitre.

J'ai trouvé par la méthode que je propose 9^k,80. La différence $9^{\text{k}},80 - 9^{\text{k}},78 = 0^{\text{k}},02$ est tout-à-fait insignifiante et montre que les deux méthodes s'accordent parfaitement. Ce résultat prouve qu'elles sont également bonnes et qu'elles se contrôlent mutuellement, à moins d'admettre qu'il y ait dans le jus de betterave, quelque principe qui affecterait les deux déterminations de la même erreur.

Dans le but de pousser plus loin mes investigations, j'observai le jus après inversion ; mais je rencontrai une très-grande difficulté due à la coloration de la liqueur. On se rappelle que le jus, après avoir été traité par le sous-acétate de plomb, présentait une légère teinte jaunâtre. Cette circonstance provenait sans nul doute de ce que mes observations étaient faites à une époque très-reculée (11 avril 1865). J'ai eu occasion d'observer fréquemment qu'à cette époque de l'année il se fait, dans le tissu de la betterave, un travail moléculaire qui change la nature des principes immédiats contenus dans les cellules de la plante. Certains principes, notamment des matières colorantes, deviennent solubles ; elles ne sont très-probablement pas en-

traînées par le sous-acétate de plomb et peuvent donner au liquide une teinte jaunâtre. Ces mêmes matières, soumises à l'action de l'acide chlorhydrique, prennent une teinte rouge qui se communique au liquide interverti; de là une difficulté très-grande d'observer l'égalité des teintes dans la plaque à double rotation du saccharimètre; de là aussi une précision moins grande dans l'observation qui suit l'inversion.

Ces réserves étant établies, je rapporterai les résultats de l'opération exécutée dans les conditions défavorables où je me trouvais.

Je plaçai dans une fiole graduée 100 cent. cubes de ce liquide qui avait fourni une déviation totale de 59°,4 et je versai de l'acide chlorhydrique en quantité suffisante pour amener le volume à 110 cent. cubes, puis je chauffai le liquide au bain-marie à la température de 80 degrés pendant 20 à 25 minutes pour intervertir le sucre de cannes. Après refroidissement et filtration, le liquide présentant une teinte rouge fut observé au saccharimètre; il donna, à la température de 15 degrés :

Une déviation à gauche de	14°
à laquelle il faut ajouter le dixième pour dilution due au sous-acétate, soit	1°, 4
	15°, 4
A ce nombre il faut ajouter encore le dixième pour dilution due à l'acide, soit.	1°,54
	16°,94
Ce qui fait un total de	16°,94
Si à ce nombre on ajoute la déviation directe.	59°, 4
	76°,34

Dans la table de M. Clerget on trouve qu'à la température

de 15 degrés, la déviation totale de $76^{\circ},34$ correspond à $92^{\text{gr}},23$ de sucre par litre de jus, soit 9 kil. 223 par hectolitre.

On trouve ici un résultat un peu différent des précédents. On remarquera toutefois que la différence $9^{\text{k}},80$ ou $9^{\text{k}},78 - 9^{\text{k}},22 = 0^{\text{k}},56$ n'est pas très-considérable; elle n'est que de un demi pour cent. On peut supposer qu'elle provient de ce que le procédé optique perd de sa sensibilité par l'inversion dans le cas actuel, en raison de la coloration de la liqueur. Je me propose du reste, d'éclaircir ce point en opérant dans des conditions plus favorables. En attendant, on peut admettre que les deux méthodes présentent un accord aussi satisfaisant que possible et qu'elles se fournissent un contrôle mutuel.

CHAPITRE VI.

ESSAI DES LIQUIDES SUCRÉS QUELCONQUES

§ I. — LIQUIDES SUCRÉS D'UNE RICHESSE COMPARABLE A CELLE DES JUS DE BETTERAVES

On soumettra ces liquides au même traitement que le jus de betteraves, et on en déduira, à l'aide de la table III, la quantité totale de sucre qu'ils renferment.

Si, outre le sucre de cannes, ces liquides renfermaient du glucose ou du sucre interverti (mélange de glucose et de levulose) et s'il y avait lieu de déterminer la proportion relative de ces

divers principes sucrés, on suivrait une marche analogue à celle que j'ai décrite au chapitre III, page 35, alinéa B, auquel je renverrai le lecteur pour les deux opérations à exécuter. Un premier essai, fait comme pour les jus de betteraves, donnera la quantité de glucose ou de sucre interverti provenant de celui qui existe dans la liqueur et de celui qui résulte de la transformation du sucre de cannes. Dans une seconde opération, on déterminera directement le glucose ou le sucre interverti et par suite la quantité de sucre de cannes correspondante; puis par différence on aura la quantité de sucre de cannes réellement contenue dans le liquide soumis à l'analyse.

Supposons, par exemple, qu'il s'agisse d'un liquide peu coloré et que l'on ait reconnu qu'en opérant comme on l'a fait au chapitre V, avec le jus de betteraves, il ait fallu employer $4^{\text{cc}},2$ de liquide sucré acide, interverti, pour réduire 10 cent. cubes de liqueur cuivrique. La table III montre qu'à $4^{\text{cc}},2$ de liquide correspond $12^{\text{k}},53$ de glucose ou de sucre interverti par hectolitre du liquide analysé, quantité équivalente à $11^{\text{k}},90$ de sucre de cannes.

Supposons, en outre, que le liquide à analyser soit clair, peu coloré, qu'il puisse être directement introduit, à l'aide de la burette saccharimétrique, dans 10^{cc} . de liqueur cuivrique, et qu'il ait fallu pour opérer la réduction en employer $6^{\text{cc}},1$. On se reportera à la table IV, spécialement construite pour la recherche du sucre dans un liquide quelconque, et on trouvera qu'à $6^{\text{cc}},1$ correspondent $0^{\text{k}},863$ de glucose, par hectolitre de liquide, provenant de $0^{\text{k}},820$ de sucre de cannes. La différence $11^{\text{k}},90 - 0^{\text{k}},82 = 11^{\text{k}},08$ fournira la quantité de sucre de cannes contenu dans le liquide à analyser, qui renferme donc, par hectolitre, $11^{\text{k}},08$ de sucre de cannes et $0^{\text{k}},82$ de glucose ou de sucre interverti.

Si la quantité de glucose était trop grande dans le liquide à analyser, ce qui arriverait s'il fallait employer une trop minime

proportion de liquide, moins de 1^{cc}. par exemple, pour opérer la réduction de la liqueur cuivrique, on ferait une dilution convenable du liquide et on multiplierait comme il convient le nombre trouvé dans la table IV. On pourrait aussi prendre 10^{cc} de liquide qu'on étendrait d'eau jusqu'à 100^{cc}. et l'on verserait ce liquide étendu dans la liqueur cuivrique comme on l'a fait pour les jus de betteraves; on aurait alors recours à la table III pour terminer l'analyse.

La table IV a été obtenue en divisant par 10 tous les nombres de la deuxième et de la troisième colonne de la table III. Le procédé suivi résulte de la composition de la liqueur cuivrique sur laquelle on opère et de la construction de la table III. Nous savons en effet que les 10^{cc}. de liqueur cuivrique correspondent à 0^{gr}.05 de sucre de cannes; s'il a fallu, par exemple, 6^{cc}.1 de liquide sucré pour réduire les 10^{cc}. de liqueur cuivrique, c'est que ces 6^{cc}.1 de liquide sucré contiennent une quantité de glucose ou de sucre interverti correspondant à 0^{gr}.05 de sucre; les 100^{cc}. de ce même liquide en fourniraient donc $\frac{0^{\text{gr}}.05 \times 100}{6,1}$. C'est précisément ce même calcul que l'on a fait pour établir la table III; seulement on a dû ensuite multiplier ces mêmes nombres par 10 à cause de la dilution du liquide que l'on a faite en plaçant 10^{cc}. de jus dans une fiole et portant le volume à 100 cent. cubes.

S'il était nécessaire de décolorer le liquide, il faudrait, d'après la richesse de la solution, en prendre par exemple 100 cent. cubes, les introduire dans une fiole de 200^{cc}. avec 10 ou 5 cent. cubes de sous-acétate de plomb et compléter le volume de 200 cent. cubes par addition d'eau distillée. Le liquide se trouve dilué dans le double de son volume primitif par suite de cette première opération. Après filtration on introduirait 50 cent. cubes de liquide clair et incolore dans une fiole de 100 cent. cubes; la liqueur étant chauffée jusqu'à l'ébullition, on ajouterait une solution de sulfate de soude en quantité suffisante pour.

précipiter tout le plomb à l'état de sulfate. L'ébullition serait maintenue quelque temps afin d'agglutiner le précipité, puis la fiole étant revenue à la température de 15 degrés, on ajouterait de l'eau distillée de manière à compléter le volume de 100 cent. cubes. Dans cette seconde opération, nécessaire pour enlever le plomb en excès dans la liqueur, on a étendu le liquide de l'opération précédente du double de son volume. Le liquide primitif occupe donc un volume quatre fois plus grand que celui qu'il occupait d'abord. S'il est suffisamment riche, on le traitera comme le précédent, avec cette différence que l'on multipliera par 4 les résultats obtenus. S'il est trop pauvre par suite des dilutions qu'il a subies, on opérera par exemple sur 40 cent. cubes de ce liquide que l'on introduirait dans la fiole de 100 cent. cubes au lieu de 10 cent. cubes que l'on emploie ordinairement.

Il appartient du reste à l'expérimentateur de déterminer le degré de dilution le plus convenable; ce qui précède suffit pour le guider dans les différentes analyses qu'il peut avoir à effectuer.

§ II. — LIQUIDES SUCRÉS PAUVRES, CONTENANT AU PLUS 5^{kil.} DE SUCRE A L'HECTOLITRE.

La table IV a été spécialement construite pour ces liquides comme il a été expliqué au § I de ce chapitre.

Généralement le sucre est transformé en totalité ou en partie dans les liquides de cette nature que l'on rencontre dans l'industrie, aussi peut-on d'abord les observer. Leur étude complète exige, dans la plupart des cas, deux opérations plus ou moins compliquées suivant l'état de coloration ou de transparence de la liqueur.

Voici comment il convient d'opérer dans les diverses circonstances qui peuvent se présenter.

A. — LIQUIDES PEU OU POINT COLORÉS.

1° *Dosage direct du glucose ou du sucre interverti contenu dans la liqueur.*

Le liquide, filtré s'il y a lieu, sera versé directement à l'aide de la burette saccharimétrique dans les 10 cent. cubes de liqueur cuivrique, comme on l'a indiqué au § I de ce chapitre, et quand le terme de la réduction sera atteint, on notera le nombre de centimètres cubes de liquide employé. Dans la table IV, en face de ce nombre, dans la troisième colonne, se trouve le nombre de kilogrammes de glucose ou de sucre interverti contenu dans un hectolitre du liquide à examiner. Ce sera, je suppose : 6^{cc},1 de liquide employé, correspondant à 0^k,863 de glucose ou de sucre interverti, équivalant à 0^k,820 de sucre de cannes par hectolitre.

2° *Dosage du sucre de cannes contenu dans la liqueur.*

On introduira à l'aide d'une pipette jaugée (*fig. 6*), 50 cent. cubes de liquide dans une fiole de 100 cent. cubes avec 10 cent. de liqueur normale acide, et on portera la liqueur à l'ébullition pendant 15 ou 20 minutes. Après refroidissement à l'air ou au contact de l'eau, on amènera le volume du liquide à 100 cent. cubes, à la température de 15 degrés, par addition d'eau distillée. On filtrera, s'il y a lieu, et on fera agir le liquide sur 10 cent. cubes de liqueur cuivrique, comme il a été dit au paragraphe V du chapitre I^{er}. Du nombre de centimètres cubes employés on déduira facilement la quantité de sucre que l'on veut déterminer. L'exemple que je vais citer montrera quelle est la marche à suivre.

Supposons qu'il ait fallu employer 4^{cc},9 de liquide sucré pour opérer la réduction des 10 cent. cubes de liqueur cuivrée. Dans la table IV, on trouve qu'à ce nombre correspondent 1^k,074 de glucose ou 1^k,020 de sucre de cannes par hectolitre de liquide. Dans le cas actuel il faut prendre le double de ces nombres, soit 2^k,148 de glucose ou 2^k,040 de sucre, puisque le liquide a été amené au double de son volume après l'inversion.

Comme d'ailleurs on a trouvé au paragraphe II, A, 1^o de ce chapitre que ce liquide contient 0^k,863 de glucose ou de sucre interverti par hectolitre, correspondant à 0^k,820 de sucre de cannes, il y aura la différence entre 2^k,040 et 0^k,820, soit 1^k,22 de sucre de cannes par hectolitre de liquide.

Ainsi, le liquide soumis à l'analyse contient 1^k,22 de sucre de cannes et 0^k,863 de glucose ou de sucre interverti, et la somme des poids de ces deux principes sucrés équivaut à 2^k,040 de sucre de cannes ou 2^k,148 de glucose ou de sucre interverti par hectolitre de liquide.

B. — LIQUIDES PEU OU POINT COLORÉS, MAIS TROUBLES ET FILTRANT MAL ¹.

1^o Dosage du glucose ou du sucre interverti contenu dans la liqueur.

On introduira 50^{cc}. de liquide dans une fiole de 100^{cc}. et, s'il est fortement acide, on le neutralisera avec une solution de carbonate de soude, en ayant soin de maintenir une légère réaction acide.

¹ Ce cas se présente lorsque l'on a affaire à des résidus de distilleries, ou à des liquides provenant de la saccharification des féculs ou des farines de céréales.

On ajoutera dans la liqueur quelques centimètres cubes d'une dissolution d'albumine faite avec du blanc d'œuf délayé et battu dans l'eau, puis on chauffera la fiole au bain marie, vers 100 degrés. La liqueur refroidie sera amenée au volume de 100 cent. cubes, à la température de 15 degrés, et on fera agir ce liquide filtré sur les 10 cent. cubes de liqueur cuivrique comme il a été expliqué plus haut. On doublera le nombre trouvé dans la table IV, d'après le volume de liqueur employé, en raison de la dilution du liquide primitif.

2° *Dosage du sucre de cannes contenu dans la liqueur.*

On procédera exactement comme il a été dit au paragraphe II, A. 2° de ce chapitre, avec cette différence qu'après l'inversion et avant de porter le volume à 100 cent. cubes on ajoutera quelques centimètres cubes d'une dissolution moyennement concentrée d'albumine du blanc d'œuf. Puis, on chauffera de nouveau vers 80 ou 100 degrés pour coaguler l'albumine, et enfin, on amènera à 100 cent. cubes la liqueur refroidie, puis on continuera l'essai comme il a été indiqué au paragraphe cité.

C. — LIQUIDES FORTEMENT COLORÉS ET PLUS OU MOINS TROUBLES.

1° *Dosage du glucose ou du sucre interverti contenu dans la liqueur.*

On introduira, à l'aide de la pipette jaugée, deux fois 50 cent. cubes du liquide dans une fiole de 200 cent. cubes, puis 10 cent. cubes de sous-acétate de plomb, et l'on amènera le volume à

200 cent. cubes par addition d'eau distillée. Le liquide sera agité par retournement, puis filtré sur filtre sec, et recueilli dans un flacon sec. On introduira 50 cent. cubes de ce liquide clair dans une fiole de 100 cent. cubes, et l'on précipitera le plomb en excès au moyen de la solution de sulfate de soude ajoutée en quantité suffisante, à la température de l'ébullition, comme il a été indiqué au paragraphe I de ce chapitre; puis, l'on amènera le volume à 100 cent. cubes par addition d'eau distillée. On fera agir ce liquide sur les 10 cent. cubes de la liqueur cuivrique comme il a été dit plus haut au paragraphe II. A. 1^o de ce chapitre, et l'on aura soin de quadrupler le résultat obtenu en raison de la dilution de la liqueur primitive.

2^o *Dosage du sucre de cannes contenu dans la liqueur.*

On introduira dans une fiole de 100 cent. cubes, 50 cent. cubes du liquide précédent, privé de plomb par l'emploi de la solution de sulfate de soude, puis l'on ajoutera 10 cent. cubes de liqueur acide normale et on maintiendra le tout à la température de l'ébullition pendant 15 à 20 minutes. La liqueur refroidie, amenée à 100 cent. cubes, sera expérimentée comme il a été indiqué au paragraphe II. A, 2^o de ce chapitre, en remarquant que l'on opère sur une liqueur qui contient le huitième de son volume de la liqueur primitive. On devra donc multiplier par 8 les nombres correspondants au volume de liquide employé pour opérer la réduction de la liqueur cuivrique.

§ III. — LIQUIDES EXCESSIVEMENT PAUVRES, CONTENANT MOINS DE 0^k,333 DE SUCRE PAR HECTOLITRE.

Comme il faudrait dans ce cas des quantités considérables de liquide sucré pour effectuer la réduction de 10 centimètres cubes de la liqueur cuivrique, les liqueurs seraient tellement diluées qu'il ne serait plus possible ni d'apprécier les différences des nuances, ni de distinguer s'il se forme ou non un précipité à la surface. Il est préférable d'opérer sur 5^{cc.} de la liqueur cuivrique, ou sur 2^{cc.}, ou même sur 1 cent. cube, que l'on mesurera à l'aide d'une pipette graduée (*fig.* 21). Dans ce cas on prendra soit la moitié, soit le cinquième, soit le dixième des indications fournies par la table IV.

On pourrait aussi amener un volume donné de liqueur par évaporation lente à un volume qui pourrait être la moitié, le cinquième ou le dixième du volume primitif, si toutefois les liqueurs ne se colorent pas trop en se concentrant par le feu.

§ IV. — URINES DIABÉTIQUES.

On évaporera au bain-marie, jusqu'à siccité, un certain volume d'urine, 100^{cc.} par exemple, et l'on reprendra le résidu par l'alcool. La solution alcoolique sera chauffée au bain-marie afin de volatiliser l'alcool, et le résidu, repris par l'eau, sera amené au volume primitif de 100 cent. cubes. On fera agir directement ce liquide sur 10^{cc.} de liqueur cuivrique; s'il faut en employer 6^{cc.}, c'est que, d'après la table IV, l'urine renferme 0^k,877 de glucose par hectolitre, soit 8^{gr.},77 par litre.

Si ce liquide est trop riche, on en prendra 10^{cc.} que l'on étendra d'eau jusqu'à 100^{cc.}, et l'on fera agir le liquide étendu sur 10^{cc.} de liqueur cuivrique. S'il faut en employer 9^{cc.}, c'est que, d'après la table III, l'urine contient 5^k,850 de glucose par hectolitre, soit 58^{gr.},5 par litre.

NOTE EXPLICATIVE.

On trouvera à la suite de ce travail le résumé que j'en ai fait sous ce titre : INSTRUCTION PRATIQUE *sur le dosage du sucre au moyen des liqueurs titrées*;

Ce résumé contient, sous une forme abrégée, les procédés de dosage du sucre qui viennent d'être décrits. Il est spécialement destiné aux praticiens étrangers aux notions de chimie les plus élémentaires. Cela explique pourquoi j'ai décrit avec autant de détails des manipulations familières aux chimistes. C'est là aussi la raison pour laquelle je me suis borné dans ce résumé à l'exposition pure et simple des faits, renvoyant le lecteur, pour leur explication, à mon travail principal.

En agissant ainsi, j'ai pensé atteindre plus sûrement le but que je me suis proposé, c'est-à-dire de faire pénétrer dans nos fabriques de sucre, dans nos distilleries, des procédés de dosage rapides, d'un emploi facile et sûr, pouvant à chaque instant rendre les plus grands services à l'industrie sucrière.

Je ferai remarquer, en outre, que les quatre tables servant au dosage du sucre au moyen de la liqueur cuivrique que j'ai choisie, sont suivies de deux autres tables à l'usage des personnes qui accorderaient la préférence à la liqueur de Fehling. On se rappelle que la liqueur que je conseille d'employer et pour laquelle les tables I, II, III, IV ont été construites, est telle que 10 cent. cubes de cette liqueur correspondent à 0^{gr},05 de sucre de cannes, ou à 0^{gr},052.63 de glucose, tandis que la liqueur de Fehling, pour laquelle les tables V et VI ont été établies, est telle que 10 cent. cubes de cette liqueur correspondent à 0^{gr},047.5 de sucre ou 0^{gr},05 de glucose.

DEUXIÈME PARTIE.

INSTRUCTION PRATIQUE

SUR LE

DOSAGE DU SUCRE

AU MOYEN DES LIQUEURS TITRÉES.

LETTRE DE M. DE LAUNAY

Paris, le 10 Mars 1789.

LETTRE DE M. DE LAUNAY

Paris, le 10 Mars 1789.

LETTRE DE M. DE LAUNAY

Paris, le 10 Mars 1789.

CHAPITRE 1^{er}.

INSTRUMENTS ET OBJETS EMPLOYÉS.

Le matériel nécessaire pour le dosage du sucre n'est pas très-considérable ; il se compose des objets suivants :

1° Un flacon de liqueur normale cuivrique telle que 10^{cc.} correspondent à 0^{gr.} 05 de sucre de cannes , avec pipette de 10^{cc.} plongeant dans le liquide , et recouverte d'une petite coiffe en caoutchouc (*fig. 1*) ;

2° Un flacon de liqueur normale acide contenant , aussi exactement que possible , 100^{gr.} d'acide sulfurique concentré par litre , avec pipette de 10^{cc.} (*fig. 1*) ;

3° Quelques tubes de verre fermés par un bout , de 20 à 22 millimètres de diamètre , sur une longueur de 22 à 24 centimètres , dans lesquels on introduit la liqueur normale cuivrique ;

4° Un flacon contenant quelques fragments de pierre ponce lavés , absolument nécessaires pour que l'ébullition de la liqueur cuivrique soit régulière et pour éviter tout accident résultant des projections d'un liquide très-alkalin ;

5° Quelques fioles de 100^{cc.} , 200^{cc.} , 500^{cc.} ;

6° Une burette saccharimétrique divisée en centimètres cubes et dixièmes de centimètres cubes (*fig. 9*) ;

7° Une pipette de 50^{cc.} cubes , deux de 10^{cc.} et une de 5^{cc.} cubes divisée en centimètres cubes ;

8° Deux lampes à esprit-de-vin , avec supports (*fig. 7 et 10*) ,

9° Trois flacons contenant : de l'acide chlorhydrique du commerce, du sous-acétate de plomb et du sulfate de soude en solution ;

10° Une pissette d'eau distillée (*fig. 2*) ;

11° Une pince en bois, une petite capsule en porcelaine, des agitateurs, quelques petits entonnoirs, des filtres en papier, quelques flacons secs de 250^{cc}. cubes environ ;

12° Une petite sonde en acier (*fig. 16*) ;

13° Une petite balance sensible, pouvant peser 10^{gr.}, avec poids de 10^{gr.} et ses subdivisions jusqu'au gramme.

CHAPITRE II.

ESSAI DES SUCRES RAFFINÉS, DES SUCRES CANDIS, DES SUCRES BRUTS RICHES

ET DES SUCRES DE FÉCULE RICHES.

On pèse 10^{gr.} de l'échantillon pulvérisé que l'on introduit, (*fig. 3*), dans une carafe jaugée de demi-litre, avec environ 200 cent. cubes d'eau distillée ; on agite le liquide en faisant tourner la carafe, et lorsque tout le sucre est dissous, on la remplit jusqu'au trait circulaire avec de l'eau distillée de manière à faire affleurer exactement la partie courbe inférieure du liquide avec le trait circulaire gravé sur le col de la carafe, (*fig. 4*), cette dernière étant posée sur une table bien horizontale¹.

¹ L'affleurement, dans tous les appareils, étant produit de cette façon, je ne reviendrai plus sur ce détail dans ce qui va suivre.

Cela fait, on mélange le liquide par retournement de la carafe à plusieurs reprises (*fig. 5*), en ayant le soin d'appliquer fortement la paume de la main gauche sur l'ouverture, pendant que de l'autre main on soulève le fond.

On reconnaît que le mélange est bien intime lorsque toute strie a disparu dans la liqueur. On prélève alors sur la masse, à l'aide d'une pipette jaugée, 50^{cc} de liquide, soit 1^{er}. de l'échantillon, que l'on introduit dans la fiole de 200^{cc} (*fig. 6*); on ajoute 10^{cc} de liqueur normale acide, un peu d'eau, 30 à 40^{cc} environ, et on porte le tout à l'ébullition, en ayant soin de préserver les parois de la fiole du contact direct de la flamme. On arrive à ce résultat en posant la fiole sur un anneau plat, mince, garni d'une toile métallique (*fig. 7 et 8*). On modère la flamme aussitôt que le liquide est en ébullition, et l'on maintient la liqueur à 100° pendant 15 à 20 minutes. On retire la fiole du feu, on la refroidit au besoin par l'eau froide, et lorsque la température est descendue à 15°, on achève de remplir la fiole jusqu'au trait circulaire avec de l'eau distillée (*fig. 4*), puis on mélange le liquide comme plus haut, par retournement de la fiole (*fig. 5*). On filtre la liqueur dans un petit flacon sec, à l'aide d'un entonnoir sec, si elle n'est pas d'une transparence parfaite.

Cette liqueur est introduite dans la burette saccharimétrique en la faisant affleurer jusqu'au zéro de l'échelle. On a eu soin préalablement, pour faciliter l'écoulement du liquide, d'enduire le bec de la burette d'une couche très-légère de paraffine ou de suif. D'un autre côté, on introduit dans un tube d'essai 10^{cc} de liqueur cuivrique [normale, une petite pincée de pierre-ponce en fragments, et l'on porte le tout à l'ébullition, en inclinant légèrement le tube (*fig. 10*).

Je ne saurais trop recommander de ne jamais oublier d'introduire de la ponce dans la liqueur. Sans cette précaution, le liquide bout mal, on court le risque d'avoir des projections d'un

liquide alcalin bouillant, qui peuvent occasionner des brûlures dangereuses; aussi, par excès de prudence, convient-il de diriger l'orifice du tube de manière à n'être point atteint par le liquide, en cas d'oubli; mais, je le répète, aucun accident n'est à craindre, si l'on se conforme de point en point à mes prescriptions.

Quand le liquide est en pleine ébullition depuis quelques instants, on retire le tube du feu en le saisissant à l'aide d'une pince en bois, et en le tenant verticalement de la main gauche, tandis que de l'autre on y verse le liquide sucré goutte à goutte (*fig. 11*). On reporte sur le feu (*fig. 12*), on fait bouillir quelques instants, on verse une nouvelle quantité de liquide sucré et l'on continue la même manœuvre jusqu'à ce que l'on reconnaisse que tout le cuivre est précipité. Alors on lit sur la burette, après l'avoir maintenue verticalement pendant quelques instants, le nombre de centimètres cubes et la fraction de centimètres cubes de liquide sucré employés, et dans la table I, en face de ce nombre inscrit dans la première colonne, on trouve la quantité de sucre pour cent que l'échantillon analysé renferme.

Supposons, par exemple, qu'il s'agisse d'un échantillon de sucre brut et qu'il ait fallu pour précipiter tout le cuivre des 10 cent. cubes de liqueur cuivrique employer 10^{cc},30 de liquide sucré. En face de ce nombre on trouve dans la table I, dans la deuxième colonne, 97,09. Cela signifie que l'échantillon analysé contient 97,09 pour cent de sucre de cannes pur.

Dans la troisième colonne de la table I, on trouve, en face de 10,30 et de 97,09 le nombre 102,20, qui indique que 100 kil. de l'échantillon, soumis à certaines opérations chimiques, peuvent fournir 102^k,20 de sucre interverti, mélange de deux principes sucrés qui sont: le glucose, ou sucre de fécule, et le levulose, autre sucre analogue au sucre de fécule, mais incristallisable. Ce résultat est de nature à offrir un certain intérêt au distillateur.

S'il s'agissait d'analyser un sucre de fécule riche, on procè-

derait, comme il vient d'être dit, avec cette différence qu'il n'est pas nécessaire d'ajouter d'acide, ni de faire bouillir le liquide sucré dans la fiole de 200^{cc}. Tout le reste des opérations doit être exécuté comme dans ce qui précède. S'il a fallu employer 10 cent. cubes 70 de liquide sucré pour précipiter tout le cuivre, on cherchera dans la table I, et en face du nombre 10,70, inscrit dans la première colonne, on trouvera dans la troisième colonne le nombre 98,38 qui indique la proportion de sucre de fécule pur que contient l'échantillon analysé. A côté de ce nombre, dans la seconde colonne, on trouve le nombre 93,46, qui indique la quantité de sucre de cannes équivalente à 98,38 de sucre de fécule.

Ces opérations sont très-simples, comme on le voit, mais tout repose sur la question de savoir comment on peut reconnaître que tout le cuivre a été précipité, a disparu des 10 cent. cubes de liqueur cuivrique? C'est là le fait fondamental de la méthode, fait qui se reproduit à chaque dosage, aussi m'y arrêterai-je avec quelques détails qui me dispenseront d'y revenir dans la suite.

Lorsque l'on verse le liquide sucré de la burette dans la liqueur cuivrique portée à la température de l'ébullition, et maintenue au repos, on ne tarde pas à voir se former à la surface un trouble ou précipité d'abord jaunâtre, passant rapidement à l'orangé, puis au rouge, surtout par l'action de la chaleur. Ce trouble est dû à la formation d'un corps insoluble dans la liqueur, et qui naturellement se précipite au fond parce qu'il est plus lourd qu'elle. Ce corps a pris naissance aux dépens du composé de cuivre que renferme la liqueur cuivrique et par l'action qu'exerce sur elle le sucre modifié par l'acide; on conçoit donc que lorsqu'il ne se formera plus, c'est que tout le cuivre aura disparu de la solution, et l'on conçoit aussi qu'il soit possible d'établir un rapport entre la quantité de cuivre précipité et la quantité de sucre employé à opérer cette réaction.

Ainsi l'absence de précipité formé à la surface du liquide clair

constitue un excellent caractère pour saisir la fin de l'opération. Toutefois, quand l'opération touche à son terme, ce caractère est difficile à saisir en raison de la ténuité du précipité, qui n'apparaît que comme un léger nuage à la surface; aussi, pour mieux saisir la fin de l'opération, convient-il de tenir grand compte des caractères suivants, corrélatifs du premier.

Ce précipité, lorsqu'il a été isolé, présente une belle couleur rouge vif; mais au début de l'expérience, vu à travers la liqueur qui est d'un bleu foncé, il paraît violet, et il communique cette même teinte à toute la masse maintenue en pleine ébullition. A mesure qu'on verse du liquide sucré, la liqueur bleue, perdant du cuivre, devient de plus en plus pâle, en même temps que le précipité apparaît dans toute la masse en ébullition avec une teinte qui se rapproche de plus en plus du rouge vif. En sorte que vers la fin, la liqueur est à peine colorée et elle peut paraître incolore, bien qu'il y ait encore un peu de cuivre, ce dont on est averti par la formation de précipité nuageux à la surface.

A ce terme limite, on pourrait quelquefois commettre une légère erreur, en prenant pour un précipité une apparence due à un effet de réfraction occasionné par le mélange des deux liquides à la surface, surtout si quelques corpuscules nagent dans la liqueur.

Mais en continuant de verser le liquide sucré, deux gouttes par deux gouttes, par exemple, et faisant bouillir, on voit, lorsque tout le cuivre a disparu, le liquide resté clair jusqu'alors prendre une teinte jaune ambrée qui est un excellent caractère pour reconnaître que l'opération est complètement terminée et même qu'elle a été poussée un peu trop loin. Cette nuance jaune se distingue très-nettement en regardant le tube incliné au-dessus d'un papier blanc, dans sa section elliptique faite par la surface liquide (*fig. 13*); la partie du liquide, un peu relevée sur les bords, présente une nuance d'un beau jaune ambré. Pour peu que l'opération soit dépassée, l'addition d'une nou-

velle dose du liquide produit à la surface une zone d'un jaune de gomme gutte parfaitement transparente.

En continuant à verser le liquide sucré et à faire bouillir la liqueur, on voit cette dernière abandonnée au repos se foncer davantage en couleur. Ce caractère est d'une grande sensibilité; il est aussi important que la formation du précipité à la surface, et il permet de comprendre le terme de la précipitation entre deux limites parfaitement nettes, l'une supérieure, l'autre inférieure. En prenant l'une ou l'autre, ou la moyenne des deux, on arrive à un dosage qui ne le cède en précision à aucun autre fait par des méthodes différentes. La décoloration de la liqueur bleue, la coloration d'un rouge vif du précipité, vu en pleine ébullition, ne sont que des caractères secondaires qui servent à guider la marche de l'opération, mais qui ne sauraient en marquer le terme précis.

Il est bon de remarquer aussi que la mousse qui se forme pendant l'ébullition, à la surface du liquide, présente les mêmes teintes que lui. Elle est d'abord bleuâtre, puis incolore quand l'opération touche à sa fin, puis jaune et jaune brun quand le terme de la précipitation est dépassé. En même temps, dans ce dernier cas, le liquide prend une odeur de caramel ou de sucre brûlé.

Dans aucun cas, il ne faut juger des nuances en interposant le tube entre l'œil et la lumière du jour, il faut se placer dans un endroit bien éclairé, en face de murs blancs, autant que possible. On évite ainsi les colorations étrangères dues à des effets de réfraction; souvent on distingue mieux le précipité formé à la surface, en regardant à faux le tube placé un peu de côté et au-dessous de l'œil.

Toutes les phases de l'opération sont résumées dans le tableau suivant :

PHASES de L'OPÉRATION.	CARACTÈRES FONDAMENTAUX.		CARACTÈRES SECONDAIRES.		
	Précipitation à la surface du liquide chaud et clair.	Coloration à la surface du liquide chaud et clair.	Couleur de la masse en pleine ébullition.	Couleur du liquide qui surnage le dépôt.	
Commencement.	Précipité, jaune, puis orangé, puis rouge.	Mêmes nuances que celles du liquide entier, comme il est dit à la cinquième colonne.	Bleu foncé, violet.	Bleu foncé.	
Vers le milieu.	Précipité rouge-orangé.		Violet rougeâtre.	Bleu clair.	
Vers la fin.	Id. id. tr.-sensible		Rouge brique.	Bleu très-clair.	
Id.	Id. id. id.		Rouge franc.	Bleu très-pâle.	
Id.	Nuage léger.		Rouge vif.	Bleu à peine sensible.	
Fin.	Dernier nuage à peine sensible.		Beau rouge clair.	Incolore.	
Au-delà de la fin	Absence de précipité.		Zone transparente, ambrée	Id.	Jaune paille.
Id.	Id.		Id., couleur plus foncée	Id.	Ambrée.
Id.	Id.		Id., couleur de gomme gutte.	Rouge clair un peu jaune.	Plus foncée.
Id.	Id.		Id., jaune foncé brun.	Rouge un peu brun.	Jaune de gutte.

La mousse du liquide en ébullition, d'abord bleuâtre, devient incolore à la fin de l'opération, puis jaune et jaune brun quand la précipitation est dépassée. Alors le liquide exhale une odeur de sucre brûlé.

L'opération étant terminée, on lave le tube à l'eau d'abord, en le tenant avec la pince en bois, puis à l'acide chlorhydrique faible, qui dissout facilement le précipité rouge qui adhère aux parois dans la partie où le liquide a bouilli. On rince le tube à grande eau d'abord, intérieurement et extérieurement, puis enfin à l'eau distillée, car il importe de conserver une grande transparence à ses parois.

Quand on a plusieurs essais à faire, il convient, après avoir décanté le liquide sucré de la burette, de rincer cette dernière avec la liqueur sucrée que l'on va essayer, plutôt qu'avec de l'eau, on évite ainsi de laver et de sécher la burette. La même remarque s'applique à tous les autres essais qui seront ultérieurement décrits.



CHAPITRE III.

ESSAI DES SUCRES BRUTS PAUVRES, DES MÉLASSES ET DES SIROPS.

Ces matières peuvent contenir, avec le sucre ordinaire, des quantités variables de glucose ou de sucre interverti dont on reconnaîtra l'existence en dissolvant dans 50 cent. cubes d'eau 1^{er}. environ de la substance à essayer et faisant bouillir, pendant cinq minutes, la dissolution filtrée avec quelques cent. cubes de liqueur cuivrique. Après quelques instants de repos, on trouvera en décantant le liquide un dépôt rouge vif cristallin, au fond de la capsule, pour peu qu'il existe de glucose dans l'échantillon. Il faut avoir soin, dans cette opération, de ne pas laisser les parois de la capsule en contact avec la flamme, là où n'arrive pas le liquide, et de les protéger par un anneau plat en fer formant écran. En opérant avec ces précautions, je n'ai jamais trouvé de glucose dans les mélasses récentes du Nord, comme M. Dubrunfaut l'avait du reste signalé depuis longtemps.

Il y a donc lieu de distinguer les deux cas qui peuvent se rencontrer.

A. — PRODUITS NE CONTENANT PAS DE GLUCOSE NI DE SUCRE INTERVERTI.

Il convient encore de distinguer ici plusieurs circonstances.

1° *Produits peu colorés, mélasses des fabriques, par exemple.*

On pèse dans une petite capsule de porcelaine 10^{er}. de l'échantillon; on verse dessus de l'eau bouillante, on agite avec une petite baguette de verre (*fig. 14*), de manière à bien dissoudre la matière, puis on verse la solution dans la carafe de demi litre jaugée (*fig. 15*), en y joignant les eaux de rinçage de la baguette et de la capsule, et l'on complète le volume de 500^{cc.} au moyen d'eau distillée (*fig. 4*). On mélange le liquide en retournant la carafe (*fig. 5*), comme il a été dit plus haut, puis on prélève au moyen d'une pipette jaugée 50^{cc.} du liquide (soit 1^{er}. de l'échantillon), que l'on introduit dans la fiole de 100^{cc.}, (*fig. 6*), avec 10^{cc.} de liqueur normale acide. On porte cette liqueur acidulée à l'ébullition, que l'on maintient pendant 15 à 20 minutes, en ayant soin que la flamme ne touche que le fond de la fiole (*fig. 7*), si le liquide n'est pas très-coloré; dans le cas contraire, on chauffe la fiole au bain-marie à 100 degrés pendant 20 à 25 minutes.

Quand le liquide est revenu à la température de 15°, soit par refroidissement à l'air, soit par immersion du vase dans l'eau froide, on complète le volume jusqu'à 100^{cc.} avec de l'eau distillée. On mélange par retournement (*fig. 5*), et on filtre la liqueur si elle n'est pas parfaitement claire, en la recevant sur un filtre sec et dans un flacon sec. A l'aide de la burette saccharimétrique, on verse, comme il a été expliqué au chapitre II, le liquide sucré dans les 10^{cc.} de liqueur cuivrique en ébullition, et lorsque le terme de la précipitation est atteint, une simple lecture sur la burette permet de déduire de la table II la quantité pour 100 de sucre pur contenu dans l'échantillon soumis à l'analyse.

La première colonne de la table II renferme les volumes de liquide sucré employés; la seconde, la proportion pour 100 de

sucres de cannes que renferme l'échantillon analysé, et la troisième, les quantités de sucre interverti (mélange de glucose et de levulose), qu'on obtiendrait avec 100 parties de l'échantillon.

Supposons qu'un échantillon de mélasse de fabrique ait été traité comme il vient d'être dit, et que l'on ait trouvé que 10^{cc},3 de liquide sucré étaient nécessaires pour opérer la réduction des 10 cent. cubes de liqueur cuivrique. On cherchera dans la table II, dans la colonne des centimètres cubes employés, le nombre 10,3, et en face on trouve le nombre 48^k,54, qui indique que la mélasse contient 48,54 pour 100 de sucre de cannes, et dans la troisième colonne on voit que ces 48,54 de sucre pourraient fournir 51^k,40 de sucre interverti si on les soumettait à l'action d'un acide à une température convenable.

En raison de la coloration des mélasses, les teintes successives que présente la liqueur cuivrique sont un peu différentes de celles indiquées au chapitre précédent, quand on n'a affaire qu'à du sucre pur. Le tableau suivant indique les modifications qu'elles éprouvent.

PHASES de L'OPÉRATION.	CARACTÈRES FONDAMENTAUX.		CARACTÈRES SECONDAIRES.	
	Précipitation à la surface du liquide chaud et clair.	Coloration à la surface du liquide chaud et clair.	Couleur de la masse en pleine ébullition.	Couleur du liquide qui surnage le dépôt.
Commencement.	Précipité verdâtre, puis jaune, orangé, rouge.	Mêmes nuances que celles indiquées à la cinquième colonne.	Violacée.	Bleu foncé.
Vers le milieu.	Rouge brique.		Id.	Bleu
Vers la fin.	Précipité rouge très- sensible.		Rouge brique.	Bleu clair avec teinte verte.
Id.	Nuage rouge.		Rouge brique plus clair.	Jaune avec un peu de vert.
Fin.	Dernier nuage sensible.		Id.	Jaune clair.
Au-delà.	Absence de précipité.	Zône transparente, jaune.	Id.	Jaune foncé.
Id.	Id.	Id.	Id.	Jaune plus foncé.

La mousse du liquide en ébullition, d'abord blanche, puis incolore, devient jaune quand la précipitation est terminée; au-delà le liquide exhale l'odeur de caramel.

2° Produits très-colorés, tels que les mélasses des raffineries.

Dosage direct.

Avec un peu d'habitude, on peut arriver à déterminer, avec une approximation suffisante, dans la plupart des cas, la richesse des mélasses même très-colorées sans avoir recours à la décoloration. On procède exactement comme pour le cas des mélasses peu colorées, seulement il est un peu plus difficile de saisir le terme de la précipitation. Pour faciliter cette détermination, on fera bien de consulter le tableau suivant indiquant les différentes phases d'une opération faite sur des mélasses de raffineries du Nord, très-colorées.

PHASES de L'OPÉRATION.	CARACTÈRES FONDAMENTAUX.		CARACTÈRES SECONDAIRES.	
	Précipitation à la surface du liquide chaud et clair.	Coloration à la surface du liquide chaud et clair.	Couleur de la masse en pleine ébullition.	Couleur du liquide qui surnage le dépôt.
Commencement.	Précipité verdâtre, jaune-brun.		Violet bleu foncé.	Bleu foncé.
Id.	Rougeâtre.		Violacée.	Bleu.
Vers le milieu.	Id.		Id.	Bleu un peu verdâtre.
Id.	Id.		Rougeâtre.	Vert bleuâtre.
Vers la fin.	Id.	Mêmes nuances que celles indiquées dans la cin- quième colonne.	Rouge lie de vin.	Vert de mer.
Id.	Nuage orangé abondant.		Rouge plus clair.	Vert jaunâtre.
Id.	Id.		Id.	Jaunâtre un peu vert olive.
Tr.-près de la fin	Nuage très-léger.		Rouge clair.	Jaune foncé.
Fin.	Nuage à peine sensible.		Id.	Jaune plus clair.
Au-delà.	Absence de précipité.	Zone d'un jaune foncé, transparente.	Id.	Jaune franc mais qui va en se fonçant.

La mousse du liquide en ébullition, est d'abord à peine colorée; puis, quand le terme de la précipitation est dépassé, elle prend une teinte jaune de plus en plus foncée en même temps que le liquide exhale une odeur de sucre brûlé.

3° *Produits très-colorés. — Dosage après décoloration.*

En prenant la précaution de décolorer d'abord les mélasses trop foncées en couleur, on arrive avec plus de facilité et d'exactitude à reconnaître le terme de la précipitation, sans toutefois que les manipulations soient beaucoup plus compliquées que dans le procédé précédent. Voici comment il convient d'opérer :

On pèse dans une petite capsule de porcelaine à bec 8^{gr.} de l'échantillon à analyser, que l'on dissout comme plus haut par addition d'eau chaude et l'on introduit la liqueur dans une fiole de 200^{cc.} avec 10^{cc.} environ d'une solution de sous-acétate de plomb moyennement concentrée, et l'on complète le volume de 200^{cc.} avec de l'eau distillée. On mélange par retournement (*fig. 5*), et l'on filtre dans un flacon sec. On prend alors 50^{cc.} de ce liquide clair (soit 2^{gr.} de l'échantillon) que l'on introduit dans la fiole de 200^{cc.} et l'on amène le liquide à la température de l'ébullition. On retire alors du feu et l'on introduit dans la fiole 10^{cc.} de liqueur normale acide. Il se forme un précipité blanc qu'on agglutine par une ébullition de quelques minutes, on le laisse se rassembler au fond du vase, et l'on voit si la liqueur claire ne précipite plus par addition de quelques gouttes d'eau acidulée. Dans ce cas, on ajoute encore 10^{cc.} de liqueur acide, et l'on fait bouillir pendant 15 à 20 minutes, ou l'on chauffe au bain-marie si l'on craint de reproduire une légère coloration.

Si les quelques gouttes de liquide acide avaient occasionné un précipité, on ajouterait 10^{cc.} de liqueur acide normale, on ferait bouillir quelques minutes, puis le précipité étant rassemblé par le repos, on ajouterait définitivement 10 cent. cubes de liqueur acide, et on porterait à l'ébullition pendant 15 à 20 minutes.

Dans l'un et l'autre cas, on laisse refroidir la fiole et l'on complète le volume de 200^{cc.} avec de l'eau distillée, quand sa tempé-

rature est revenue à 15°. On mélange par retournement (*fig. 5*), on filtre dans un vase sec et l'on introduit le liquide toujours un peu teinté de jaune dans la burette saccharimétrique. Ce liquide se comporte avec la solution cuivrique, absolument comme si l'on avait opéré sur du sucre pur, à cela près que tout à fait vers la fin de l'opération le liquide qui surnage le dépôt présente une teinte légèrement verdâtre que suit une teinte jaune-clair mêlée d'un peu de vert. Alors une goutte de liquide fait naître un nuage presque imperceptible, l'opération est terminée, le liquide clair présente une teinte jaune-pâle qui se fonce si l'on ajoute du liquide sucré. L'opération passe par les mêmes phases que celles qui ont été indiquées au chapitre II et résumées dans les tableaux des pages 18 et 84, auxquels je renverrai le lecteur.

Ce procédé est susceptible d'une très-grande exactitude, la fin de l'opération présente une très-grande netteté, et en opérant comme il vient d'être dit, on n'a pas à regretter l'opération préliminaire de la décoloration de la liqueur.

B. — PRODUITS CONTENANT DU GLUCOSE OU DU SUCRE INTERVERTI.

Si l'essai préliminaire décrit au commencement de ce chapitre dénote la présence d'une quantité appréciable de glucose ou de sucre interverti que l'on ait intérêt à doser, il sera nécessaire de faire deux opérations successives pour déterminer les quantités respectives des différents éléments sucrés qui composent l'échantillon. Un exemple fera comprendre la marche à suivre dans tous les cas.

Supposons qu'il s'agisse d'une mélasse contenant du sucre interverti en proportion assez notable.

Un premier essai fait comme il vient d'être dit chapitre III-A, sans se préoccuper de l'existence du sucre interverti, aura

donné pour le sucre 48,08 pour cent, nombre correspondant au volume 10^{cc},4 inscrit dans la première colonne de la table II. Ce nombre 48,08 représente le poids de sucre de cannes de la mélasse et en outre le poids de sucre équivalent à la quantité inconnue de sucre interverti de l'échantillon.

Pour le deuxième essai, on pèsera 8^{gr}. de la mélasse dans une petite capsule de porcelaine, on la délayera dans l'eau chaude, (*fig. 14*), et on introduira la solution, avec les eaux de lavage, dans une fiole de 100^{cc}, en ajoutant 10^{cc}. d'une solution de sous-acétate de plomb, puis de l'eau distillée de manière à compléter le volume de 100^{cc}. à la température ordinaire de 15 degrés. La liqueur, mélangée par retournement (*fig. 5*), sera filtrée, et 50^{cc} de liquide clair, contenant 4^{gr}. de mélasse, seront introduits dans une fiole de 100^{cc}., avec une solution de sulfate de soude en quantité suffisante pour précipiter tout le plomb du sous-acétate¹, après quoi on complètera le volume avec de l'eau jusqu'à 100^{cc}. La liqueur, mélangée par retournement de la fiole, sera filtrée dans un vase sec, puis introduite dans la burette saccharimétrique et versée dans 10^{cc}. de liqueur cuivrique en ébullition, en suivant les prescriptions indiquées au chapitre II.

On reconnaîtra, par exemple, qu'il a fallu employer 12^{cc},9 de liquide sucré pour opérer la réduction de la liqueur cuivrique. En face du nombre 12^{cc}.,9, dans la troisième colonne de la table II, se trouve le nombre 40,80, dont le quart 10,20 représente la quantité de glucose ou de sucre interverti contenu dans 100 parties de l'échantillon. On a pris ici le quart de 40,80, parce que l'on a employé 4^{gr}. de mélasse au lieu de 1^{gr}. que suppose la construction de la table. On voit par là que le poids 8^{gr}. de mélasse n'a rien d'absolu et que ce poids pourra varier d'après la quantité de glucose que l'essai préliminaire indiquera dans l'échantillon, en tenant compte, bien entendu, de la correction qui devra être apportée au nombre donné par la table.

¹ On chauffera le liquide vers 100 degrés afin de faciliter l'agglutination du précipité et rendre la filtration plus facile.

Dans la seconde colonne de la table II, en face du nombre 40,80 se trouve le nombre 38,76, représentant la quantité de sucre de cannes équivalente à 40,80 de glucose ou de sucre interverti, le quart de ce nombre, soit 9,69, représente la quantité de sucre de cannes équivalente à 10,20 de glucose, et en le retranchant du nombre 48,08, la différence 38,39 représente la quantité de sucre de cannes contenue dans la mélasse.

En résumé, la mélasse analysée renferme donc 38,39 pour cent de sucre de cannes, et 10,20 de glucose ou de sucre interverti.

On voit, par cet exemple, comment on doit procéder dans des cas analogues. La seule règle qu'on puisse donner, c'est de se placer dans des conditions telles que, dans le deuxième essai, le volume de liquide sucré employé pour la réduction de la liqueur cuivrique soit compris entre 5 et 15 cent. cubes.

CHAPITRE IV.

ESSAI DES BETTERAVES.

DÉTERMINATION DE LA RICHESSE SACCHARINE DE LA BETTERAVE.

A l'aide d'une petite sonde en acier à bords coupants (*fig. 16*), on détache un cylindre de matière prise du côté du collet, sensiblement au quart de la longueur de la betterave, comptée entre le collet et la partie où la racine se rétrécit rapidement vers son autre extrémité (*fig. 17*). On peut prendre l'échantillon soit perpendiculairement, soit obliquement à l'axe de la betterave, pourvu que la sonde rencontre cet axe au quart de la longueur, telle que je viens de l'indiquer. Des expériences nombreuses, dont les résultats sont consignés dans la première partie de ce travail, m'ont prouvé que la richesse de cet échantillon re-

présente très-sensiblement la richesse moyenne de la betterave ; c'est-à-dire qu'en multipliant la quantité de sucre pour cent trouvée dans cette tranche , par le poids de la betterave privée de collet et d'appendices radiculaires , on a la quantité de sucre réellement contenu dans la betterave.

On enlève l'épiderme du petit cylindre de betteraves et on le coupe en lanières fines dans le sens de sa longueur, jusqu'à concurrence de près-de 10 grammes. Avant de déterminer définitivement la pesée, on découpe les lanières sur un plan de verre dépoli (*fig. 18*), en morceaux représentés en grandeur naturelle, (*fig. 19*), que l'on réunit dans un verre de montre placé dans le plateau de la balance où se fait la pesée, que l'on termine alors très-exactement¹. On introduit alors, à l'aide d'une petite pince en fer (*fig. 20*), les 10^{gr.} de morceaux de betterave dans une fiole de 100^{cc} ; on ajoute 10^{cc} de liqueur acide normale, environ 40^{cc} d'eau distillée, et l'on porte à l'ébullition (*fig. 7*), en préservant les parois de la fiole du contact direct de la flamme.

L'opération demande à être surveillée dès le début ; car il se produit une mousse très-abondante aux premières bulles de vapeur, et le liquide pourrait être entraîné au-dehors. Cet inconvénient n'est point à craindre si l'on a soin de diminuer la flamme dès que l'ébullition commence. Peu après, l'opération marche régulièrement, les bulles se forment de préférence sur les morceaux de betterave, qui ne tardent pas à cuire et à tomber au fond, en perdant leur couleur blanche pour prendre une certaine transparence. Cet effet se produit après 15 ou 20 minutes d'ébullition ; l'opération est alors terminée. On retire la fiole du feu, on la laisse refroidir en la plongeant au besoin dans

¹ Si l'on avait intérêt à ménager le tissu de la betterave, ce qui peut arriver dans le cas où l'on veut déterminer la richesse saccharine des porte-graines, on se contenterait de 5^{gr.}, que l'on introduirait, avec 5^{cc} d'acide et 25^{cc} d'eau, dans une fiole de 50^{cc}, le reste de l'opération est le même que lorsque l'on traite 10^{gr.} de racine dans une fiole de 100^{cc}.

l'eau froide, et quand on juge que la température est de 15° , on achève de la remplir jusqu'au trait avec de l'eau distillée (*fig. 4*). On mélange la masse par retournement, on filtre dans un vase sec, et le liquide clair, à peine coloré, est versé à l'aide de la burette saccharimétrique dans 10 cent. cubes de liqueur cuivrique en ébullition, en suivant les prescriptions indiquées au chapitre II, pour le cas où l'on a affaire à des sucres purs. Les caractères qui servent à déterminer la fin de l'opération sont à peu près les mêmes; ils sont résumés à la fin du chapitre cité, à la page 84. On notera le nombre de cent. cubes employé pour opérer la réduction des 10 cent. cubes de liqueur cuivrique, et en face de ce nombre, dans la table III, on trouve la quantité de sucre que renferment cent parties de la tranche analysée, c'est-à-dire dans le cas actuel, la richesse moyenne de la betterave. Dans la troisième colonne on trouve la quantité de sucre interverti que pourraient fournir ces 100 parties de betteraves.

Supposons, par exemple, qu'il ait fallu employer $4^{\text{cc}},5$ de liquide sucré pour réduire la liqueur cuivrique. La table III montre qu'il y a 11,11 pour cent de sucre dans la tranche analysée. Si, de plus, on sait que la betterave privée de collet et d'appendices radiculaires pèse 800 grammes, on connaîtra la quantité de sucre contenue dans la betterave en multipliant son poids évalué en hectogrammes par 11,11; on obtient ainsi $88^{\text{gr}},88$ de sucre, qui représentent très-approximativement la quantité de sucre réellement contenue dans la betterave. La table III montre en outre, en consultant le nombre de la troisième colonne, écrit en face de $4^{\text{cc}},5$, que cette betterave pourrait fournir $11,70 \times 8^{\text{h}},00 = 93^{\text{gr}},6$ de sucre interverti si on la soumettait à l'action des acides minéraux étendus. Ce dernier résultat peut offrir un certain intérêt au distillateur en lui fournissant immédiatement un élément de calcul pour déterminer l'alcool que la betterave est susceptible de fournir par fermentation.

L'action du liquide sucré sur la liqueur cuivrique donne naissance, à très-peu près, à la série de phénomènes décrits au chapitre II dans les essais des sucres raffinés. Toutefois, lorsque l'on opère sur des betteraves qui ont commencé à bourgeonner, ce qui arrive vers le printemps, il y a quelques modifications légères, à apporter aux teintes indiquées à la cinquième colonne du tableau du chapitre II, page 84. Les teintes ne passent plus du bleu de plus en plus faible, mais toujours pur, au jaune; avant d'arriver au terme de l'opération, on obtient des teintes légèrement verdâtres, comme avec la mélasse, moins prononcées il est vrai. Ces teintes proviennent de la matière colorante de la betterave, qui s'est modifiée en devenant soluble, et qui, étant devenue jaune sous l'influence de l'acide, donne du vert avec le bleu du sel de cuivre non entièrement décomposé. Il ne faut pas confondre cette teinte jaune verdâtre avec le jaune franc qui indique que l'opération est terminée réellement.

Ce procédé donne la quantité absolue de sucre contenu dans la betterave, on en déduira par expérience le rendement industriel possible, connaissant la quantité de pulpe produite et la quantité de sucre laissée dans la pulpe.

On pourrait craindre que ce procédé ne soit affecté d'une petite erreur par suite de ce que l'on a négligé le volume de la partie insoluble du tissu des 10^{es} de la betterave. Or, pour cette quantité, cette partie insoluble se réduit à un volume moindre que 0^{cc},4; il en résulte que le volume de liquide sur lequel on a opéré est en réalité à peu près de 99^{cc},9 au lieu de 100; par suite, la quantité de sucre est les $\frac{100,0}{99,9}$ de ce qu'elle doit être; il faudrait donc, pour être exact, retrancher $\frac{1}{99,9}$ ou sensiblement 0,001 du poids de sucre obtenu, ou ajouter 0^{cc},1 de liquide au-dessus du trait circulaire d'affleurement. Ces corrections, rentrant dans les limites des erreurs expérimentales et des erreurs de graduations des fioles, il est fort inutile d'en tenir compte.

DÉTERMINATION DE LA RICHESSE SACCHARINE D'UN CHAMP
DE BETTERAVES.

Toute la difficulté consistera ici à produire un échantillon représentant la composition moyenne du champ. On atteindra le but que l'on se propose en prélevant, à l'aide de la sonde, des échantillons d'environ 10^{gr.} sur un certain nombre de betteraves. On râpera tous ces petits cylindres et l'on mélangera intimement la pulpe avant d'en prendre 10^{gr.}, que l'on traitera dans la fiole de 100^{cc}, exactement comme l'échantillon pris sur une seule betterave. On pourra encore, si l'on veut se dispenser de râper la betterave, détacher le long des cylindres de petites lanières aussi égales que possible, de manière à former un poids de 50^{gr.} que l'on introduira dans une fiole jaugée de 500^{cc} avec 50^{cc} de liqueur acide, et environ 200^{cc} d'eau; puis on portera à l'ébullition, et on complètera le volume de la liqueur à 500^{cc}, lorsqu'elle sera froide. Cette liqueur sera expérimentée comme il a été dit plus haut, lorsqu'il s'agit de doser le sucre dans une seule betterave.

CHAPITRE V.

ESSAI DES JUS DE BETTERAVES.

La détermination de la richesse saccharine d'un jus de betterave est une opération aussi simple que rapide, et en même temps d'une exactitude irréprochable. On prélève, au moyen d'une pipette jaugée, 10^{cc} de jus, que l'on introduit dans une fiole graduée de 100^{cc} avec 10^{cc} de liqueur acide normale et

environ 50^{cc} d'eau. On porte le liquide à l'ébullition, qui doit être maintenue pendant 15 à 20 minutes, en évitant que la flamme ne touche les parois de la fiole (*fig. 7*), et en modérant le feu aussitôt que le liquide a commencé à bouillir. On retire alors la fiole du feu, on la laisse refroidir à l'air ou au besoin dans l'eau, et quand la température est descendue à 15°, on achève de remplir la fiole avec de l'eau distillée jusqu'au trait circulaire marqué sur le col (*fig. 4*.) Puis on mélange le liquide par retournement (*fig. 5*), et on filtre sur un filtre et sur un entonnoir secs, en recevant la liqueur dans un flacon également sec.

A l'aide de la burette saccharimétrique, on verse goutte à goutte le liquide clair dans 10 cent. cubes de liqueur cuivrique maintenue en ébullition dans un tube de verre (*fig. 10, 11, 12 et 13*), en suivant les prescriptions indiquées au chapitre II. Quand la réduction de la liqueur cuivrique est complète, on note le volume de liquide sucré employé, et en face de ce nombre inscrit dans la première colonne de la table III, se trouve, à la seconde colonne, le nombre de kilogrammes de sucre de cannes que contient, à la température de 15 degrés, un hectolitre de jus de betterave essayé. La troisième colonne de la table contient les nombres de kilogrammes de sucre interverti correspondant aux poids de sucre de cannes inscrits dans la deuxième colonne, résultat qui peut être utile au distillateur.

La remarque faite au chapitre précédent, relativement aux betteraves anciennes, s'applique également aux jus de betteraves provenant de racines qui ont éprouvé un commencement de végétation qui n'est pas même apparent à l'extérieur.

Il serait très-facile de déduire de la table III la quantité de sucre contenu dans 100 kilogrammes de jus, si l'on avait intérêt à connaître la composition du jus en poids et non en volume. Il suffirait de prendre au densimètre la densité du jus observé

pour en déduire la solution cherchée. Supposons que l'on ait reconnu qu'un jus traité comme il vient d'être dit contienne $9^k,80$ de sucre de cannes à l'hectolitre et que ce jus, observé au densimètre, marque 1,049. L'hectolitre de ce jus pèse, d'après cela, $1,049 \times 100 = 104^k,9$. Donc $104^k,9$ de jus contiennent $9^k,80$ de sucre ; 100 kil. de jus en contiendraient donc

$$\frac{9,80 \times 100}{104,9} = \frac{9,80}{1,049} = 9^k,34.$$

On obtiendra donc le résultat cherché en divisant le nombre de kilog. de sucre contenu à l'hectolitre par la densité du jus analysé.

Comme ordinairement on exprime la richesse des jus d'après le nombre de kilog. de sucre contenu dans un hectolitre, je n'ai pas cru devoir construire une table spéciale pour cette détermination.

Si l'on avait affaire à un jus excessivement riche contenant, par exemple, de 16 à 17 kil. de sucre à l'hectolitre, on aurait une approximation plus grande en recommençant l'essai de la manière suivante. On introduirait les 10^{cc} de jus dans une fiole de 200^{cc}, et on procéderait comme à l'ordinaire, seulement on doublerait le nombre fourni par les indications de la burette dans la table III.

De même, si l'on opérait sur des jus excessivement pauvres, on introduirait 20^{cc} de jus dans une fiole de 100^{cc}, ce qui revient à opérer sur une quantité de jus double de la quantité ordinaire ; on prendrait alors la moitié du résultat trouvé dans la table III.

On éviterait ainsi d'introduire trop peu ou trop de liqueur sucrée en présence de la liqueur cuivrique, ce qui pourrait occasionner quelques inconvénients.

Du reste, la sagacité de l'opérateur suppléera facilement aux exceptions de ce genre ; il suffit de les avoir signalées.

CHAPITRE VI.

ESSAI DES LIQUIDES SUCRÉS QUELCONQUES.

§ I. LIQUIDES SUCRÉS D'UNE RICHESSE COMPARABLE A CELLE DES JUS DE BETTERAVES.

On soumettra ces liquides au même traitement que les jus de betteraves et on en déduira, à l'aide de la table III, la quantité totale de sucre qu'ils renferment.

Si, outre le sucre de cannes, ces jus contiennent du glucose ou du sucre interverti, on déterminera les proportions relatives de ces principes sucrés par un second essai, en suivant une marche analogue à celle qui a été décrite au chapitre III, B.

Supposons qu'il s'agisse d'un liquide peu coloré et que l'on ait reconnu qu'en opérant comme on l'a fait au chapitre V, avec les jus de betteraves, il ait fallu employer $4^{\text{cc}},2$ de liquide sucré acide pour réduire les 10^{cc} de liqueur cuivrique. Dans la table III, on trouve en face de $4^{\text{cc}},2$, $11^{\text{k}}90$ de sucre de cannes à l'hectolitre, ou $12^{\text{k}},53$ de glucose ou de sucre interverti, qui sont des quantités équivalentes.

Supposons, en outre, que le liquide à analyser soit clair, peu coloré, qu'il puisse être directement introduit à l'aide de la burette saccharimétrique dans 10^{cc} de liqueur cuivrique et qu'il ait fallu pour opérer la réduction en employer $6^{\text{cc}},1$. On se reportera à la table IV, spécialement construite pour la recherche du sucre dans un liquide quelconque et on trouvera qu'à $6^{\text{cc}},1$, correspondent $0^{\text{k}},863$ de glucose, par hectolitre de liquide,

provenant de $0^k,820$ de sucre de cannes. La différence entre $11^k,90$ et $0^k,820$, soit $11^k,08$, sera la quantité de sucre de cannes contenue dans le liquide à analyser, qui renferme donc, par hectolitre, $11^k,08$ de sucre de cannes et $0^k,82$ de glucose ou de sucre interverti.

Si la quantité de glucose était trop grande, ce qui arriverait s'il fallait employer trop peu de liquide, moins de 1^{cc} par exemple, pour opérer la réduction de la liqueur cuivrique, on ferait une dilution convenable du liquide et on réduirait comme il convient les nombres de la table IV, ou bien on prendrait 10^{cc} du liquide, qu'on étendrait d'eau jusqu'à 100^{cc} et on verserait ce liquide étendu d'eau dans la liqueur cuivrique comme on l'a fait pour les jus de betteraves et on aurait recours à la table III.

S'il était nécessaire de décolorer le liquide, il faudrait, d'après la richesse de la solution, prendre 100^{cc} du liquide, les introduire dans une fiole de 200^{cc} avec 5 à 10^{cc} de sous-acétate de plomb, et compléter le volume avec de l'eau distillée jusqu'à 200^{cc} . Après avoir filtré, on prendrait 50^{cc} de ce liquide décoloré, on les introduirait dans la fiole de 100^{cc} et on ajouterait à la température de 100 degrés assez d'une solution de sulfate de soude pour précipiter tout le plomb à l'état de sulfate. En complétant le volume jusqu'à 100^{cc} , mêlant et filtrant, on aurait une liqueur incolore dont il serait facile de déterminer la quantité de sucre équivalente à la quantité de glucose qu'elle renferme, en opérant comme précédemment. Comme cette liqueur résulte d'une dilution de la liqueur primitive, étendue de quatre fois son volume, on multipliera par quatre la quantité trouvée dans la table IV, pour avoir le glucose contenu dans la liqueur primitive.

C'est à l'expérimentateur de déterminer le degré de dilution le plus convenable; ce qui précède suffit pour le guider dans les différents cas qui peuvent se présenter.

II. — LIQUIDES SUCRÉS PAUVRES, CONTENANT AU PLUS 5^{kil.} DE SUCRE A L'HECTOLITRE.

La table IV a été spécialement construite pour ces liquides, provenant, dans la plupart des cas, des cuves de fermentation.

Généralement, les liquides de cette nature, que l'on rencontre dans l'industrie, contiennent du sucre transformé, en tout ou en partie; aussi peut-on tout d'abord les observer. Leur étude complète exige deux opérations, suivant l'état de coloration ou de transparence de la liqueur.

A. — LIQUIDES PEU OU POINT COLORÉS.

1° *Dosage du glucose ou du sucre interverti contenu dans la liqueur.*

Le liquide, filtré s'il y a lieu, sera versé directement dans les 10^{cc} de liqueur cuivrique, comme il a été indiqué plus haut, au § I, à l'aide de la burette saccharimétrique, et quand le terme de la saturation sera atteint, il suffira de chercher dans la table IV le nombre de cent. cubes employés; en face, dans la troisième colonne, se trouvera le nombre de kilogrammes de glucose ou de sucre interverti contenu dans chaque hectolitre de liquide; dans la seconde colonne se trouvera le poids de sucre de cannes équivalant au sucre modifié que contient la liqueur. Ce sera, par exemple, 6^{cc},1 correspondant à 0^k,863 de glucose ou de sucre interverti, équivalant à 0^k,820 de sucre de cannes par hectolitre.

2° *Dosage du sucre total.*

On introduira, à l'aide d'une pipette jaugée (fig. 6), 50^{cc} du liquide dans une fiole de 100^{cc} avec 10^{cc} de liqueur acide normale; on portera à l'ébullition pendant 15 à 20 minutes, puis on laissera refroidir à l'air ou au contact de l'eau, et quand la



température sera de 15°, on achèvera de remplir la fiole jusqu'au trait marqué sur le col avec de l'eau distillée. On filtrera, s'il y a lieu, et on fera agir le liquide sur 10 cent. de liqueur cuivrique. Du nombre de cent. cubes employés on déduira facilement la quantité de sucre que l'on veut déterminer. L'exemple que je vais citer montrera la marche à suivre.

Supposons qu'il ait fallu employer pour opérer la réduction des 10^{cc} de liqueur cuivrique 4^{cc},9 de liquide sucré. Dans la table IV on trouve qu'à ce nombre correspondent 1^k,074 de glucose ou 1^k,020 de sucre de cannes par hectolitre de liquide. Dans le cas actuel, il faut prendre le double de ces nombres, soit 2^k,148 de glucose ou 2^k,040 de sucre, puisque le liquide a été amené au double de son volume.

Comme, d'ailleurs, on a trouvé que ce liquide contient 0^k,863 de glucose ou de sucre interverti par hectolitre, correspondant à 0^k,820 de sucre de cannes, il y aura la différence entre 2^k,040 et 0^k,820, soit 1^k,22 de sucre de cannes par hectolitre de liquide.

Ainsi, le liquide soumis à l'analyse contient 1^k,22 de sucre de cannes et 0^k,863 de glucose ou sucre interverti, et la somme des poids de ces deux principes sucrés équivaut à 2^k,040 de sucre de cannes ou 2^k,148 de glucose ou de sucre interverti par hectolitre de liquide.

B. — LIQUIDES PEU OU POINT COLORÉS, MAIS TROUBLES
ET FILTRANT MAL ¹.

1° *Dosage du glucose ou du sucre interverti contenu dans la liqueur.*

On introduira 50^{cc} du liquide dans une fiole de 100^{cc}, on le neutralisera, s'il est trop acide, avec un peu de carbonate de

¹ Ce cas se présente lorsqu'on a affaire à des résidus de distilleries ou à des liquides provenant de la saccharification des féculs ou des farines de céréales.

soude en dissolution, en ayant soin de maintenir une légère réaction acide. On ajoutera un peu de blanc d'œuf délayé dans l'eau, et l'on chauffera la fiole au bain-marie vers 100°. La liqueur refroidie sera amenée à 100^{cc}, à 15 degrés, et on fera agir ce liquide filtré sur 10^{cc} de liqueur cuivrique, comme il a été expliqué au chapitre II. On doublera le nombre trouvé dans la table IV, d'après le volume de liqueur employé, en raison de la dilution du liquide primitif.

2° Dosage du sucre de cannes contenu dans la liqueur.

On procédera exactement comme plus haut (chap. VI § II, A. 2°), avec cette différence qu'après l'inversion et avant de porter le volume à 100^{cc}, on ajoutera un peu d'albumine du blanc d'œuf. Puis on chauffera au bain-marie vers 100°, et enfin la liqueur refroidie sera amenée à 100^{cc}. On continuera alors l'essai comme il a été indiqué au paragraphe cité.

C. — LIQUIDES FORTEMENT COLORÉS ET PLUS OU MOINS TROUBLES.

1° Dosage du glucose ou du sucre interverti contenu dans la liqueur.

On introduira, à l'aide de la pipette jaugée, deux fois 50 cent cubes du liquide dans la fiole de 200^{cc}, puis 10^{cc} de sous-acétate de plomb, et l'on amènera le volume à 200^{cc}, par addition d'eau distillée. On agitera par retournement, et l'on filtrera la liqueur dans un flacon sec. On introduira 50^{cc} de ce liquide clair dans une fiole de 100^{cc}, et l'on précipitera le plomb en excès au moyen de la solution de sulfate de soude ajoutée en quantité suffisante. Le volume sera amené à 100^{cc} par addition d'eau. On fera agir ce liquide sur la liqueur cuivrique, comme il a été dit plus haut (chap. VI, § II, A, 1°), et l'on aura soin de quadrupler le résultat obtenu en raison de la dilution de la liqueur primitive.

2° *Dosage du sucre de cannes contenu dans la liqueur.*

On introduira dans une fiole de 100^{cc}, 50^{cc} du liquide précédent, privé de plomb par l'emploi de la solution de sulfate de soude; on ajoutera 10^{cc} de liqueur acide normale et on maintiendra le liquide à la température de l'ébullition pendant 15 à 20 minutes. La liqueur refroidie, amenée à 100^{cc} sera expérimentée comme il a été indiqué au § II, A. 2° de ce chapitre, en remarquant que l'on opère sur une liqueur qui contient le huitième de son volume de la liqueur primitive. On devra donc multiplier par 8 les nombres correspondants au volume de liquide employé pour opérer la réduction de la liqueur cuivrée.

D — LIQUIDES EXCESSIVEMENT PAUVRES CONTENANT MOINS DE 0^k333 PAR HECTOLITRE.

Comme il faudrait dans ce cas des quantités considérables de liquide sucré pour effectuer la réduction de 10^{cc} de liqueur cuivrée, les liqueurs seraient tellement diluées qu'il ne serait plus possible ni d'apprécier les différences des nuances, ni de distinguer s'il se forme ou non un précipité à la surface. Il est préférable d'opérer sur 5^{cc} de liqueur cuivrée, ou sur 2^{cc}, ou même sur 1^{cc}, que l'on mesurera à l'aide de la pipette (*fig. 21*). Dans ce cas on prendra soit la moitié, soit le 1/5, soit le 1/10 des indications fournies par la table.

On pourrait aussi amener un volume donné de liqueur par évaporation lente à un volume qui pourrait être la moitié, le cinquième ou le dixième du volume primitif, si toutefois les liqueurs ne se colorent pas trop en se concentrant par le feu.

Les détails dans lesquels je viens d'entrer suffiront, je l'espère, pour guider l'expérimentateur dans tous les cas qui pourront se présenter.

TABLES

POUR LE

DOSAGE DU SUCRE

Au moyen de la liqueur cuivrique de M. Viollette,

CORRESPONDANT A 0^{gr},05 DE SUCRE DE CANNES

OU A 0^{gr},052.63 DE GLUCOSE PAR 10 CENT. CUBES.

TABLES
DOSAGE DU SUCRE

Annuaire de la Société chimique de Lille
L'analyse du sucre est une opération importante dans l'industrie sucrière. Elle consiste à déterminer la teneur en sucre d'un échantillon de matière sucrée. Cette opération est effectuée à l'aide d'un appareil appelé réfractomètre. Le réfractomètre mesure l'indice de réfraction de la solution sucrée, qui est proportionnel à sa concentration. Les tables de dosage du sucre permettent de déterminer la teneur en sucre d'un échantillon à partir de sa mesure de réfraction.

TABLE I

servant aux

**ESSAIS DES SUCRES RAFFINÉS, DES SUCRES CANDIS, DES SUCRES
BRUTS RICHES ET DES SUCRES DE FÉCULE RICHES.**

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE inverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE inverti.
40,	100,	105, 26	41,	90, 91	95, 69
40, 05	99, 50	104, 74	41, 05	90, 50	95, 26
40, 10	99, 01	104, 22	41, 10	90, 09	94, 83
40, 15	98, 52	103, 74	41, 15	89, 69	94, 44
40, 20	98, 04	103, 20	41, 20	89, 29	93, 98
40, 25	97, 56	102, 70	41, 25	88, 89	93, 57
40, 30	97, 09	102, 20	41, 30	88, 50	93, 15
40, 35	96, 62	101, 70	41, 35	88, 10	92, 74
40, 40	96, 15	101, 21	41, 40	87, 72	92, 34
40, 45	95, 69	100, 73	41, 45	87, 34	91 93
<hr/>					
40, 50	95, 24	100, 25	41, 50	86, 96	91, 53
40, 55	94, 79	99, 78	41, 55	86, 58	91, 14
40, 60	94, 34	99, 30	41, 60	86, 21	90, 74
40, 65	93, 90	98, 84	41, 65	85, 84	90, 35
40, 70	93, 46	98, 38	41, 70	85, 47	89, 97
40, 75	93, 02	97, 92	41, 75	85, 11	89, 58
40, 80	92, 59	97, 47	41, 80	84, 75	89, 21
40, 85	92, 17	97, 02	41, 85	84, 39	88, 83
40, 90	91, 74	96, 57	41, 90	84, 03	88, 46
40, 95	91, 32	96, 13	41, 95	83, 68	88, 08

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
12,	83, 33	87, 72	13,	76, 92	80, 97
12, 1	82, 64	86, 99	13, 1	76, 34	80, 35
12, 2	81, 97	86, 28	13, 2	75, 76	79, 74
12, 3	81, 30	85, 58	13, 3	75, 19	79, 15
12, 4	80, 64	84, 89	13, 4	74, 63	78, 55
12, 5	80, "	84, 21	13, 5	74, 07	77, 97
12, 6	79, 36	83, 54	13, 6	73, 53	77, 40
12, 7	78, 74	82, 88	13, 7	72, 99	76, 83
12, 8	78, 12	82, 24	13, 8	72, 46	76, 28
12, 9	77, 52	81, 60	13, 9	71, 94	75, 73

12, 00	85, 00	85, 11	13, 001	76, 00	80, 01
12, 10	84, 00	84, 11	13, 101	76, 00	80, 01
12, 20	83, 00	83, 11	13, 201	75, 00	79, 01
12, 30	82, 00	82, 11	13, 301	74, 00	78, 01
12, 40	81, 00	81, 11	13, 401	73, 00	77, 01
12, 50	80, 00	80, 11	13, 501	72, 00	76, 01
12, 60	79, 00	79, 11	13, 601	71, 00	75, 01
12, 70	78, 00	78, 11	13, 701	70, 00	74, 01
12, 80	77, 00	77, 11	13, 801	69, 00	73, 01
12, 90	76, 00	76, 11	13, 901	68, 00	72, 01

12, 19	80, 00	80, 11	13, 001	72, 00	76, 01
12, 29	79, 00	79, 11	13, 101	71, 00	75, 01
12, 39	78, 00	78, 11	13, 201	70, 00	74, 01
12, 49	77, 00	77, 11	13, 301	69, 00	73, 01
12, 59	76, 00	76, 11	13, 401	68, 00	72, 01
12, 69	75, 00	75, 11	13, 501	67, 00	71, 01
12, 79	74, 00	74, 11	13, 601	66, 00	70, 01
12, 89	73, 00	73, 11	13, 701	65, 00	69, 01
12, 99	72, 00	72, 11	13, 801	64, 00	68, 01
13, 00	71, 00	71, 11	13, 901	63, 00	67, 01

TABLE II

servant aux

ESSAIS DES SUCRES BRUTS PAUVRES, DES MÂLASSES, DES SIROPS.

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
5,	100, 00	105, 26	7,	71, 43	75, 49
5, 1	98, 04	103, 20	7, 1	70, 42	74, 43
5, 2	96, 45	101, 21	7, 2	69, 44	73, 40
5, 3	94, 34	99, 31	7, 3	68, 49	72, 40
5, 4	92, 59	97, 47	7, 4	67, 57	71, 42
5, 5	90, 91	95, 69	7, 5	66, 67	70, 48
5, 6	89, 29	93, 99	7, 6	65, 79	69, 25
5, 7	87, 72	92, 34	7, 7	64, 94	68, 35
5, 8	86, 21	90, 74	7, 8	64, 40	67, 48
5, 9	84, 74	89, 20	7, 9	63, 29	66, 62
<hr/>					
6,	83, 33	87, 72]	8,	62, 50	65, 79
6, 1	81, 97	86, 28	8, 1	61, 73	64, 98
6, 2	80, 64	84, 89	8, 2	60, 98	64, 49
6, 3	79, 36	83, 54	8, 3	60, 24	63, 41
6, 4	78, 13	82, 24	8, 4	59, 52	62, 66
6, 5	76, 92	80, 97	8, 5	58, 82	61, 92
6, 6	75, 76	79, 75	8, 6	58, 14	61, 20
6, 7	74, 63	78, 55	8, 7	57, 47	60, 50
6, 8	73, 53	77, 40	8, 8	56, 82	59, 81
6, 9	72, 46	76, 28	8, 9	56, 48	59, 44

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
9,	55, 56	58, 48	42,	44, 67	43, 86
9, 1	54, 95	57, 84	42, 1	44, 32	43, 50
9, 2	54, 35	57, 21	42, 2	40, 98	43, 44
9, 3	53, 76	56, 59	42, 3	40, 65	42, 79
9, 4	53, 19	55, 99	42, 4	40, 32	42, 45
9, 5	52, 63	55, 40	42, 5	40, »	42, 44
9, 6	52, 08	54, 82	42, 6	39, 68	41, 77
9, 7	51, 55	54, 26	42, 7	39, 37	41, 44
9, 8	51, 02	53, 71	42, 8	39, 06	41, 12
9, 9	50, 51	53, 16	42, 9	38, 76	40, 80
<hr/>					
40,	50, 00	52, 63	43,	38, 46	40, 49
40, 1	49, 51	52, 11	43, 1	38, 17	40, 18
40, 2	49, 02	51, 60	43, 2	37, 88	39, 87
40, 3	48, 54	51, 10	43, 3	37, 59	39, 57
40, 4	48, 08	50, 61	43, 4	37, 31	39, 28
40, 5	47, 62	50, 13	43, 5	37, 04	38, 99
40, 6	47, 17	49, 65	43, 6	36, 77	38, 70
40, 7	46, 73	49, 19	43, 7	36, 50	38, 42
40, 8	46, 30	48, 73	43, 8	36, 23	38, 14
40, 9	45, 87	48, 29	43, 9	35, 97	37, 87
<hr/>					
44,	45, 45	47, 85	44,	35, 71	37, 59
44, 1	45, 05	47, 42	44, 1	35, 46	37, 33
44, 2	44, 64	46, 99	44, 2	35, 21	37, 06
44, 3	44, 25	46, 58	44, 3	34, 97	36, 81
44, 4	43, 86	46, 17	44, 4	34, 72	36, 55
44, 5	43, 48	45, 77	44, 5	34, 48	36, 30
44, 6	43, 10	45, 37	44, 6	34, 25	36, 05
44, 7	42, 74	44, 98	44, 7	34, 01	35, 80
44, 8	42, 37	44, 60	44, 8	33, 78	35, 56
44, 9	42, 02	44, 23	44, 9	33, 56	35, 32

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
45,	33, 33	35, 09	48,	27, 78	29, 24
45, 1	33, 41	34, 86	48, 1	27, 63	29, 08
45, 2	32, 90	34, 63	48, 2	27, 47	28, 92
45, 3	32, 68	34, 40	48, 3	27, 32	28, 76
45, 4	32, 47	34, 18	48, 4	27, 17	28, 60
45, 5	32, 26	33, 96	48, 5	27, 03	28, 45
45, 6	32, 05	33, 74	48, 6	26, 88	28, 30
45, 7	31, 85	33, 52	48, 7	26, 74	28, 15
45, 8	31, 65	33, 31	48, 8	26, 60	28, 00
45, 9	31, 45	33, 10	48, 9	26, 46	27, 85
<hr/>					
46,	31, 25	32, 90	49,	26, 32	27, 70
46, 1	31, 06	32, 69	49, 1	26, 18	27, 56
46, 2	30, 86	32, 49	49, 2	26, 04	27, 41
46, 3	30, 68	32, 29	49, 3	25, 91	27, 27
46, 4	30, 49	32, 09	49, 4	25, 77	27, 13
46, 5	30, 30	31, 90	49, 5	25, 64	26, 99
46, 6	30, 12	31, 71	49, 6	25, 51	26, 85
46, 7	29, 94	31, 52	49, 7	25, 38	26, 72
46, 8	29, 76	31, 33	49, 8	25, 25	26, 58
46, 9	29, 59	31, 14	49, 9	25, 13	26, 45
<hr/>					
47,	29, 41	30, 96	20	25, "	26, 32
47, 1	29, 23	30, 78	21	23, 81	25, 06
47, 2	29, 07	30, 60	22	22, 73	23, 92
47, 3	28, 90	30, 42	23	21, 74	22, 88
47, 4	28, 74	30, 25	24	20, 83	21, 93
47, 5	28, 57	30, 08	25	20, "	21, 05
47, 6	28, 41	29, 90	26	19, 23	20, 24
47, 7	28, 24	29, 74	27	18, 52	19, 49
47, 8	28, 09	29, 58	28	17, 86	18, 80
47, 9	27, 93	29, 40	29	17, 24	18, 15

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSÉ ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
30	46, 67	47, 54	47	40, 64	41, 20
34	46, 43	46, 98	48	40, 42	40, 97
32	45, 63	46, 45	49	40, 20	40, 74
33	45, 45	45, 95			
34	44, 71	45, 48			
35	44, 29	45, 04	50	40, "	40, 53
36	43, 89	44, 62	55	9, 09	9, 57
37	43, 51	44, 23	60	8, 33	8, 77
38	43, 16	43, 85	65	7, 69	8, 40
39	42, 82	43, 50	70	7, 44	7, 52
			75	6, 67	7, 02
			80	6, 25	6, 58
40	42, 50	43, 46	85	5, 88	6, 49
41	42, 20	42, 84	90	5, 56	5, 85
42	41, 91	42, 53	95	5, 26	5, 54
43	41, 63	42, 24			
44	41, 36	41, 96			
45	41, 11	41, 70	100	5, "	5, 26
46	40, 87	41, 44			

TABLE III

servant aux

ESSAIS DES BETTERAVES ET DES JUS DE BETTERAVES.

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
0, 50	400, 00	405, 26	2,	25, 00	26, 32
0, 55	90, 94	95, 69	2, 1	23, 84	25, 06
0, 60	83, 33	87, 72	2, 2	22, 73	23, 92
0, 65	76, 92	80, 97	2, 3	21, 74	22, 88
0, 70	71, 26	75, 49	2, 4	20, 83	21, 93
0, 75	66, 67	70, 47	2, 5	20, 00	21, 05
0, 80	62, 50	65, 79	2, 6	19, 23	20, 24
0, 85	58, 82	61, 92	2, 7	18, 52	19, 49
0, 90	55, 55	58, 48	2, 8	17, 86	18, 80
0, 95	52, 63	55, 40	2, 9	17, 24	18, 45
1,	50, 00	52, 63	3,	16, 67	17, 54
1, 1	45, 45	47, 85	3, 1	16, 43	16, 98
1, 2	44, 67	43, 86	3, 2	15, 62	16, 45
1, 3	38, 46	40, 48	3, 3	15, 15	15, 95
1, 4	35, 71	37, 59	3, 4	14, 71	15, 48
1, 5	33, 33	35, 09	3, 5	14, 29	15, 04
1, 6	31, 25	32, 89	3, 6	13, 89	14, 62
1, 7	29, 44	30, 96	3, 7	13, 51	14, 22
1, 8	27, 78	29, 24	3, 8	13, 16	13, 85
1, 9	26, 32	27, 70	3, 9	12, 82	13, 49

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
4,	42, 50	43, 46	7,	7, 44	7, 52
4, 1	42, 49	42, 84	7, 1	7, 04	7, 41
4, 2	41, 90	42, 53	7, 2	6, 94	7, 31
4, 3	41, 63	42, 24	7, 3	6, 85	7, 21
4, 4	41, 36	41, 96	7, 4	6, 76	7, 11
4, 5	41, 11	41, 70	7, 5	6, 67	7, 02
4, 6	40, 87	41, 44	7, 6	6, 58	6, 92
4, 7	40, 64	41, 20	7, 7	6, 49	6, 83
4, 8	40, 42	40, 96	7, 8	6, 41	6, 75
4, 9	40, 20	40, 74	7, 9	6, 33	6, 66
<hr/>					
5,	40, 00	40, 53	8,	6, 25	6, 58
5, 1	9, 80	40, 32	8, 1	6, 17	6, 50
5, 2	9, 61	40, 12	8, 2	6, 10	6, 42
5, 3	9, 43	9, 93	8, 3	6, 02	6, 34
5, 4	9, 26	9, 75	8, 4	5, 95	6, 26
5, 5	9, 09	9, 57	8, 5	5, 88	6, 19
5, 6	8, 93	9, 40	8, 6	5, 81	6, 12
5, 7	8, 77	9, 23	8, 7	5, 75	6, 05
5, 8	8, 62	9, 07	8, 8	5, 68	5, 98
5, 9	8, 47	8, 92	8, 9	5, 62	5, 91
<hr/>					
6,	8, 33	8, 77	9,	5, 55	5, 85
6, 1	8, 20	8, 63	9, 1	5, 49	5, 78
6, 2	8, 06	8, 49	9, 2	5, 43	5, 72
6, 3	7, 94	8, 35	9, 3	5, 38	5, 66
6, 4	7, 81	8, 22	9, 4	5, 32	5, 60
6, 5	7, 69	8, 10	9, 5	5, 26	5, 54
6, 6	7, 57	7, 97	9, 6	5, 21	5, 48
6, 7	7, 46	7, 85	9, 7	5, 15	5, 42
6, 8	7, 35	7, 74	9, 8	5, 10	5, 37
6, 9	7, 25	7, 63	9, 9	5, 05	5, 32

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE inverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE inverti.
10,	5, 00	5, 26	13,	3, 85	4, 05
10, 1	4, 95	5, 21	13, 1	3, 82	4, 02
10, 2	4, 90	5, 16	13, 2	3, 79	3, 99
10, 3	4, 85	5, 11	13, 3	3, 76	3, 96
10, 4	4, 81	5, 06	13, 4	3, 73	3, 93
10, 5	4, 76	5, 01	13, 5	3, 70	3, 90
10, 6	4, 72	4, 96	13, 6	3, 68	3, 87
10, 7	4, 67	4, 92	13, 7	3, 65	3, 84
10, 8	4, 63	4, 87	13, 8	3, 62	3, 81
10, 9	4, 59	4, 83	13, 9	3, 60	3, 79
<hr/>					
11,	4, 54	4, 78	14,	3, 57	3, 76
11, 1	4, 50	4, 74	14, 1	3, 55	3, 73
11, 2	4, 46	4, 70	14, 2	3, 52	3, 71
11, 3	4, 42	4, 66	14, 3	3, 50	3, 68
11, 4	4, 39	4, 62	14, 4	3, 47	3, 65
11, 5	4, 35	4, 58	14, 5	3, 45	3, 63
11, 6	4, 31	4, 54	14, 6	3, 42	3, 60
11, 7	4, 27	4, 50	14, 7	3, 40	3, 58
11, 8	4, 24	4, 46	14, 8	3, 38	3, 56
11, 9	4, 20	4, 42	14, 9	3, 35	3, 53
<hr/>					
12,	4, 17	4, 38	15,	3, 33	3, 51
12, 1	4, 13	4, 35	15, 1	3, 31	3, 48
12, 2	4, 10	4, 31	15, 2	3, 29	3, 46
12, 3	4, 06	4, 28	15, 3	3, 27	3, 44
12, 4	4, 03	4, 24	15, 4	3, 25	3, 42
12, 5	4, 00	4, 21	15, 5	3, 22	3, 39
12, 6	3, 97	4, 18	15, 6	3, 20	3, 37
12, 7	3, 94	4, 14	15, 7	3, 19	3, 35
12, 8	3, 91	4, 11	15, 8	3, 16	3, 33
12, 9	3, 88	4, 08	15, 9	3, 14	3, 31

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
16,	3, 12	3, 29	19,	2, 63	2, 77
16, 1	3, 10	3, 27	19, 1	2, 62	2, 75
16, 2	3, 09	3, 25	19, 2	2, 60	2, 74
16, 3	3, 07	3, 23	19, 3	2, 59	2, 73
16, 4	3, 05	3, 21	19, 4	2, 58	2, 71
16, 5	3, 03	3, 19	19, 5	2, 56	2, 70
16, 6	3, 01	3, 17	19, 6	2, 55	2, 68
16, 7	2, 99	3, 15	19, 7	2, 54	2, 67
16, 8	2, 98	3, 13	19, 8	2, 52	2, 66
16, 9	2, 96	3, 11	19, 9	2, 51	2, 64
<hr/>					
17,	2, 94	3, 09	20	2, 50	2, 63
17, 1	2, 92	3, 08	21	2, 38	2, 51
17, 2	2, 91	3, 06	22	2, 27	2, 39
17, 3	2, 89	3, 04	23	2, 17	2, 29
17, 4	2, 87	3, 02	24	2, 08	2, 19
17, 5	2, 86	3, 01	25	2, 00	2, 10
17, 6	2, 84	2, 99	26	1, 92	2, 02
17, 7	2, 82	2, 97	27	1, 85	1, 95
17, 8	2, 81	2, 95	28	1, 78	1, 88
17, 9	2, 79	2, 94	29	1, 72	1, 81
<hr/>					
18,	2, 78	2, 92	30	1, 67	1, 75
18, 1	2, 76	2, 91	31	1, 61	1, 70
18, 2	2, 75	2, 89	32	1, 56	1, 64
18, 3	2, 73	2, 88	33	1, 51	1, 59
18, 4	2, 72	2, 86	34	1, 47	1, 55
18, 5	2, 70	2, 84	35	1, 43	1, 50
18, 6	2, 69	2, 83	36	1, 39	1, 46
18, 7	2, 67	2, 81	37	1, 35	1, 42
18, 8	2, 66	2, 80	38	1, 31	1, 38
18, 9	2, 64	2, 78	39	1, 28	1, 35

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE inverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE inverti.
40	4, 25	4, 31	46	4, 09	4, 14
41	4, 22	4, 28	47	4, 06	4, 12
42	4, 19	4, 25	48	4, 04	4, 10
43	4, 16	4, 22	49	4, 02	4, 07
44	4, 14	4, 20			
45	4, 11	4, 17	50	4, 00	4, 05

TABLE IV

servant aux

ESSAIS DES LIQUIDES SUCRÉS QUELCONQUES.

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
0, 50	10, 000	10, 526	2,	2, 500	2, 632
0, 55	9, 090	9, 569	2, 1	2, 381	2, 506
0, 60	8, 333	8, 772	2, 2	2, 273	2, 392
0, 65	7, 692	8, 097	2, 3	2, 174	2, 288
0, 70	7, 126	7, 519	2, 4	2, 083	2, 193
0, 75	6, 666	7, 017	2, 5	2, 000	2, 105
0, 80	6, 250	6, 579	2, 6	1, 923	2, 024
0, 85	5, 882	6, 192	2, 7	1, 852	1, 949
0, 90	5, 555	5, 848	2, 8	1, 786	1, 880
0, 95	5, 263	5, 540	2, 9	1, 724	1, 845
<hr/>					
1,	5, 000	5, 263	3,	1, 667	1, 754
1, 1	4, 545	4, 785	3, 1	1, 613	1, 698
1, 2	4, 167	4, 386	3, 2	1, 562	1, 645
1, 3	3, 846	4, 048	3, 3	1, 515	1, 595
1, 4	3, 571	3, 759	3, 4	1, 471	1, 548
1, 5	3, 333	3, 509	3, 5	1, 429	1, 504
1, 6	3, 125	3, 289	3, 6	1, 389	1, 462
1, 7	2, 941	3, 096	3, 7	1, 351	1, 422
1, 8	2, 778	2, 924	3, 8	1, 316	1, 385
1, 9	2, 632	2, 770	3, 9	1, 282	1, 349

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
4,	4, 250	4, 316	7,	0, 714	0, 752
4, 1	4, 220	4, 284	7, 1	0, 704	0, 741
4, 2	4, 490	4, 253	7, 2	0, 694	0, 731
4, 3	4, 463	4, 224	7, 3	0, 685	0, 721
4, 4	4, 436	4, 196	7, 4	0, 676	0, 711
4, 5	4, 441	4, 170	7, 5	0, 667	0, 702
4, 6	4, 087	4, 144	7, 6	0, 658	0, 692
4, 7	4, 064	4, 120	7, 7	0, 649	0, 683
4, 8	4, 042	4, 096	7, 8	0, 641	0, 675
4, 9	4, 020	4, 074	7, 9	0, 633	0, 666
<hr/>					
5,	4, 000	4, 053	8,	0, 625	0, 658
5, 1	0, 980	4, 032	8, 1	0, 617	0, 650
5, 2	0, 961	4, 012	8, 2	0, 610	0, 642
5, 3	0, 943	0, 993	8, 3	0, 602	0, 634
5, 4	0, 926	0, 975	8, 4	0, 595	0, 626
5, 5	0, 909	0, 957	8, 5	0, 588	0, 619
5, 6	0, 893	0, 940	8, 6	0, 581	0, 612
5, 7	0, 877	0, 923	8, 7	0, 575	0, 605
5, 8	0, 862	0, 907	8, 8	0, 568	0, 598
5, 9	0, 847	0, 892	8, 9	0, 562	0, 591
<hr/>					
6,	0, 833	0, 877	9,	0, 555	0, 585
6, 1	0, 820	0, 863	9, 1	0, 549	0, 578
6, 2	0, 806	0, 849	9, 2	0, 543	0, 572
6, 3	0, 794	0, 835	9, 3	0, 538	0, 566
6, 4	0, 781	0, 822	9, 4	0, 532	0, 560
6, 5	0, 769	0, 810	9, 5	0, 526	0, 554
6, 6	0, 757	0, 797	9, 6	0, 521	0, 548
6, 7	0, 746	0, 785	9, 7	0, 515	0, 542
6, 8	0, 735	0, 774	9, 8	0, 510	0, 537
6, 9	0, 725	0, 763	9, 9	0, 505	0, 532

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
10,	0, 500	0, 526	13,	0, 385	0, 405
10, 1	0, 495	0, 521	13, 1	0, 382	0, 402
10, 2	0, 490	0, 516	13, 2	0, 379	0, 399
10, 3	0, 485	0, 511	13, 3	0, 376	0, 396
10, 4	0, 481	0, 506	13, 4	0, 373	0, 393
10, 5	0, 476	0, 501	13, 5	0, 370	0, 390
10, 6	0, 472	0, 496	13, 6	0, 368	0, 387
10, 7	0, 467	0, 492	13, 7	0, 365	0, 384
10, 8	0, 463	0, 487	13, 8	0, 362	0, 381
10, 9	0, 459	0, 483	13, 9	0, 360	0, 379
<hr/>					
11,	0, 454	0, 478	14,	0, 357	0, 376
11, 1	0, 450	0, 474	14, 1	0, 355	0, 373
11, 2	0, 446	0, 470	14, 2	0, 352	0, 371
11, 3	0, 442	0, 466	14, 3	0, 350	0, 368
11, 4	0, 439	0, 462	14, 4	0, 347	0, 365
11, 5	0, 435	0, 458	14, 5	0, 345	0, 363
11, 6	0, 431	0, 454	14, 6	0, 342	0, 360
11, 7	0, 427	0, 450	14, 7	0, 340	0, 358
11, 8	0, 424	0, 446	14, 8	0, 338	0, 356
11, 9	0, 420	0, 442	14, 9	0, 335	0, 353
<hr/>					
12,	0, 417	0, 438	15,	0, 333	0, 351
12, 1	0, 413	0, 435	15, 1	0, 331	0, 348
12, 2	0, 410	0, 431	15, 2	0, 329	0, 346
12, 3	0, 406	0, 428	15, 3	0, 327	0, 344
12, 4	0, 403	0, 424	15, 4	0, 325	0, 342
12, 5	0, 400	0, 421	15, 5	0, 322	0, 339
12, 6	0, 397	0, 418	15, 6	0, 320	0, 337
12, 7	0, 394	0, 414	15, 7	0, 318	0, 335
12, 8	0, 391	0, 411	15, 8	0, 316	0, 333
12, 9	0, 388	0, 408	15, 9	0, 314	0, 331

NOMBRE de cent. eubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. eubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
16,	0, 312	0, 329	19,	0, 263	0, 277
16, 1	0, 310	0, 327	19, 1	0, 262	0, 275
16, 2	0, 309	0, 325	19, 2	0, 260	0, 274
16, 3	0, 307	0, 323	19, 3	0, 259	0, 273
16, 4	0, 305	0, 321	19, 4	0, 258	0, 271
16, 5	0, 303	0, 319	19, 5	0, 256	0, 270
16, 6	0, 301	0, 317	19, 6	0, 255	0, 268
16, 7	0, 299	0, 315	19, 7	0, 254	0, 267
16, 8	0, 298	0, 313	19, 8	0, 252	0, 266
16, 9	0, 296	0, 311	19, 9	0, 251	0, 264
<hr/>					
17,	0, 294	0, 309	20	0, 250	0, 263
17, 1	0, 292	0, 308	21	0, 238	0, 251
17, 2	0, 291	0, 306	22	0, 227	0, 239
17, 3	0, 289	0, 304	23	0, 217	0, 229
17, 4	0, 287	0, 302	24	0, 208	0, 219
17, 5	0, 286	0, 301	25	0, 200	0, 210
17, 6	0, 284	0, 299	26	0, 192	0, 202
17, 7	0, 282	0, 297	27	0, 185	0, 195
17, 8	0, 281	0, 296	28	0, 178	0, 188
17, 9	0, 279	0, 294	29	0, 172	0, 181
<hr/>					
18,	0, 278	8, 292	30	0, 167	0, 175
18, 1	0, 276	0, 291	31	0, 161	0, 170
18, 2	0, 275	0, 289	32	0, 156	0, 164
18, 3	0, 273	0, 288	33	0, 151	0, 159
18, 4	0, 272	0, 286	34	0, 147	0, 155
18, 5	0, 270	0, 284	35	0, 143	0, 150
18, 6	0, 269	0, 283	36	0, 139	0, 146
18, 7	0, 267	0, 281	37	0, 135	0, 142
18, 8	0, 266	0, 280	38	0, 131	0, 138
18, 9	0, 264	0, 278	39	0, 128	0, 135

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE inverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE inverti
40	0, 425	0, 434	46	0, 409	0, 444
41	0, 422	0, 428	47	0, 406	0, 442
42	0, 419	0, 425	48	0, 404	0, 440
43	0, 416	4, 422	49	0, 402	0, 407
44	0, 414	4, 420			
45	0, 411	0, 417	50	0, 400	0, 405

TABLES

POUR LE

DOSAGE DU SUCRE

Au moyen de la liqueur cuivrique de Fehling

CORRESPONDANT A 0^{gr.},047.5 DE SUCRE DE CANNES,

OU A 0^{gr.},050 DE GLUCOSE PAR 10 CENT. CUBES.

PRODUIT	QUANTITE	UNITE	PREMIER	DEUXIEME	TROISIEME
1	100	kg	100	100	100
2	100	kg	100	100	100
3	100	kg	100	100	100
4	100	kg	100	100	100
5	100	kg	100	100	100
6	100	kg	100	100	100
7	100	kg	100	100	100
8	100	kg	100	100	100
9	100	kg	100	100	100
10	100	kg	100	100	100

DOSAGE DU SUCRE

Au moyen de la liqueur oxygénée de Fehling

CORRECTION A 0,0175 DE SUCRE EN CARRÉ

OU A 0,050 DE SUCRE PAR 10 CARRÉS

TABLE V

servant aux

ESSAIS DES SUCRES BRUTS PAUVRES, DES MÉLASSES, DES SIROPS.

(Liquueur de Fehling).

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
5,	95, 00	400, 00	7,	67, 86	74, 43
5, 1	93, 44	98, 04	7, 1	66, 90	70, 42
5, 2	94, 35	96, 45	7, 2	65, 97	69, 44
5, 3	89, 62	94, 34	7, 3	65, 07	68, 49
5, 4	87, 96	92, 59	7, 4	64, 49	67, 57
5, 5	86, 36	90, 91	7, 5	63, 33	66, 67
5, 6	84, 82	89, 29	7, 6	62, 50	65, 79
5, 7	83, 33	87, 72	7, 7	61, 69	64, 93
5, 8	81, 90	86, 21	7, 8	60, 90	64, 40
5, 9	80, 51	84, 74	7, 9	60, 43	63, 29
<hr/>					
6,	79, 47	83, 33	8,	59, 37	62, 50
6, 1	77, 87	81, 97	8, 1	58, 64	61, 73
6, 2	76, 61	80, 64	8, 2	57, 93	60, 97
6, 3	75, 40	79, 36	8, 3	57, 23	60, 24
6, 4	74, 22	78, 42	8, 4	56, 55	59, 52
6, 5	73, 41	76, 92	8, 5	55, 88	58, 82
6, 6	71, 97	75, 76	8, 6	55, 23	58, 44
6, 7	70, 89	74, 63	8, 7	54, 60	57, 47
6, 8	69, 85	73, 53	8, 8	53, 98	56, 82
6, 9	68, 84	72, 46	8, 9	53, 37	56, 48

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
9,	52, 78	53, 53	12,	39, 58	41, 67
9, 1	52, 20	54, 94	12, 1	39, 26	41, 32
9, 2	51, 63	54, 35	12, 2	38, 93	40, 98
9, 3	51, 07	53, 76	12, 3	38, 62	40, 65
9, 4	50, 53	53, 19	12, 4	38, 31	40, 32
9, 5	50, "	52, 63	12, 5	38, "	40, "
9, 6	49, 48	52, 08	12, 6	37, 70	39, 68
9, 7	48, 97	51, 53	12, 7	37, 40	39, 37
9, 8	48, 47	51, 02	12, 8	37, 11	39, 06
9, 9	47, 98	50, 50	12, 9	36, 82	38, 76
<hr/>					
10,	47, 50	50, "	13,	36, 54	38, 46
10, 1	47, 03	49, 50	13, 1	36, 26	38, 17
10, 2	46, 57	49, 02	13, 2	35, 98	37, 88
10, 3	46, 12	48, 54	13, 3	35, 71	37, 59
10, 4	45, 67	48, 08	13, 4	35, 45	37, 31
10, 5	45, 24	47, 62	13, 5	35, 18	37, 04
10, 6	44, 81	47, 17	13, 6	34, 93	36, 76
10, 7	44, 39	46, 73	13, 7	34, 67	36, 50
10, 8	43, 98	46, 30	13, 8	34, 42	36, 23
10, 9	43, 58	45, 87	13, 9	34, 17	35, 97
<hr/>					
11,	43, 18	45, 45	14,	33, 93	35, 71
11, 1	42, 72	45, 04	14, 1	33, 69	35, 46
11, 2	42, 41	44, 64	14, 2	33, 45	35, 21
11, 3	42, 03	44, 25	14, 3	33, 22	34, 96
11, 4	41, 67	43, 86	14, 4	32, 99	34, 72
11, 5	41, 30	43, 48	14, 5	32, 76	34, 48
11, 6	40, 95	43, 10	14, 6	32, 53	34, 25
11, 7	40, 60	42, 73	14, 7	32, 31	34, 01
11, 8	40, 25	42, 37	14, 8	32, 09	33, 78
11, 9	39, 92	42, 02	14, 9	31, 88	33, 56

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE inverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE inverti.
45,	31, 67	33, 33	48,	26, 39	27, 78
45, 1	31, 46	33, 41	48, 1	26, 24	27, 62
45, 2	31, 25	32, 89	48, 2	26, 40	27, 47
45, 3	31, 05	32, 68	48, 3	25, 96	27, 32
45, 4	30, 84	32, 47	48, 4	25, 81	27, 47
45, 5	30, 64	32, 26	48, 5	25, 68	27, 03
45, 6	30, 45	32, 05	48, 6	25, 54	26, 88
45, 7	30, 25	31, 85	48, 7	25, 40	26, 74
45, 8	30, 06	31, 65	48, 8	25, 27	26, 60
45, 9	29, 87	31, 45	48, 9	25, 13	26, 45
<hr/>					
46,	29, 69	31, 25	49,	25, 00	26, 32
46, 1	29, 50	31, 06	49, 1	24, 87	26, 18
46, 2	29, 32	30, 86	49, 2	24, 74	26, 04
46, 3	29, 14	30, 67	49, 3	24, 61	25, 91
46, 4	28, 96	30, 49	49, 4	24, 48	25, 77
46, 5	28, 79	30, 30	49, 5	24, 36	25, 64
46, 6	28, 61	30, 12	49, 6	24, 23	25, 51
46, 7	28, 44	29, 94	49, 7	24, 11	25, 38
46, 8	28, 27	29, 76	49, 8	23, 99	25, 25
46, 9	28, 11	29, 59	49, 9	23, 87	25, 12
<hr/>					
47,	27, 94	29, 44	20	23, 75	25, *
47, 1	27, 78	29, 23	21	22, 62	23, 81
47, 2	27, 62	29, 07	22	21, 59	22, 73
47, 3	27, 46	28, 90	23	20, 65	21, 74
47, 4	27, 30	28, 74	24	19, 79	20, 83
47, 5	27, 14	28, 57	25	19, *	20, *
47, 6	26, 99	28, 41	26	18, 27	19, 23
47, 7	26, 84	28, 24	27	17, 59	18, 52
47, 8	26, 68	28, 09	28	16, 96	17, 86
47, 9	26, 54	27, 93	29	16, 38	17, 24

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
30	45, 83	46, 67	47	40, 44	40, 64
31	45, 32	46, 43	48	9, 89	40, 42
32	44, 84	45, 62	49	9, 69	40, 20
33	44, 39	45, 45			
34	43, 97	44, 74			
35	43, 57	44, 29			
36	43, 49	43, 89	50	9, 50	40, 0
37	42, 84	43, 54	55	8, 64	9, 09
38	42, 50	43, 46	60	7, 92	8, 33
39	42, 48	42, 82	65	7, 34	7, 69
			70	6, 79	7, 44
			75	6, 33	6, 67
			80	5, 94	6, 25
40	41, 87	42, 50	85	5, 59	5, 88
41	44, 58	42, 49	90	5, 28	5, 55
42	44, 31	44, 90	95	5, 0	5, 26
43	44, 05	44, 63			
44	40, 79	44, 36			
45	40, 56	44, 44			
46	40, 33	40, 87	100	4, 75	5, 0

TABLE VI

servant aux

ESSAIS DES BETTERAVES ET DES JUS DE BETTERAVES.

(Liquueur de Fehling).

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
cc 0, 50	95, "	100, "	2, "	23, 75	25, "
0, 55	86, 36	90, 91	2, 1	22, 62	23, 81
0, 60	79, 47	83, 33	2, 2	21, 59	22, 73
0, 65	73, 08	76, 92	2, 3	20, 65	21, 74
0, 70	67, 86	71, 26	2, 4	19, 79	20, 83
0, 75	63, 33	66, 67	2, 5	19, "	20, "
0, 80	59, 37	62, 50	2, 6	18, 27	19, 23
0, 85	55, 88	58, 82	2, 7	17, 59	18, 52
0, 90	52, 78	55, 55	2, 8	16, 96	17, 86
0, 95	50, "	52, 63	2, 9	16, 38	17, 24
<hr/>					
4, "	47, 50	50, "	3, "	15, 83	16, 67
4, 1	43, 18	45, 45	3, 1	15, 32	16, 13
4, 2	39, 58	44, 67	3, 2	14, 84	15, 62
4, 3	36, 54	38, 46	3, 3	14, 39	15, 15
4, 4	33, 93	35, 71	3, 4	13, 97	14, 71
4, 5	31, 67	33, 33	3, 5	13, 57	14, 29
4, 6	29, 69	31, 25	3, 6	13, 19	13, 89
4, 7	27, 94	29, 44	3, 7	12, 84	13, 51
4, 8	26, 39	27, 78	3, 8	12, 50	13, 16
4, 9	25, "	26, 32	3, 9	12, 18	12, 82

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
4,	41, 87	42, 50	7,	6, 78	7, 44
4, 1	44, 58	42, 49	7, 1	6, 69	7, 04
4, 2	41, 31	44, 90	7, 2	6, 60	6, 94
4, 3	44, 05	44, 63	7, 3	6, 51	6, 85
4, 4	40, 79	44, 36	7, 4	6, 42	6, 76
4, 5	40, 56	44, 44	7, 5	6, 33	6, 67
4, 6	40, 33	40, 87	7, 6	6, 25	6, 58
4, 7	40, 41	40, 64	7, 7	6, 47	6, 49
4, 8	9, 89	40, 42	7, 8	6, 09	6, 44
4, 9	9, 69	40, 20	7, 9	6, 04	6, 33
<hr/>					
5,	9, 50	40, .	8,	5, 94	6, 25
5, 1	9, 31	9, 80	8, 1	5, 86	6, 47
5, 2	9, 43	9, 64	8, 2	5, 79	6, 40
5, 3	8, 96	9, 43	8, 3	5, 72	6, 02
5, 4	8, 80	9, 26	8, 4	5, 65	5, 95
5, 5	8, 64	9, 09	8, 5	5, 59	5, 88
5, 6	8, 48	8, 93	8, 6	5, 52	5, 81
5, 7	8, 33	8, 77	8, 7	5, 46	5, 75
5, 8	8, 19	8, 62	8, 8	5, 40	5, 68
5, 9	8, 05	8, 47	8, 9	5, 34	5, 62
<hr/>					
6,	7, 92	8, 33	9,	5, 28	5, 55
6, 1	7, 79	8, 20	9, 1	5, 22	5, 49
6, 2	7, 66	8, 06	9, 2	5, 16	5, 43
6, 3	7, 54	7, 94	9, 3	5, 11	5, 38
6, 4	7, 42	7, 81	9, 4	5, 05	5, 32
6, 5	7, 34	7, 69	9, 5	5, .	5, 26
6, 6	7, 20	7, 57	9, 6	4, 95	5, 21
6, 7	7, 09	7, 46	9, 7	4, 90	5, 15
6, 8	6, 98	7, 35	9, 8	4, 85	5, 10
6, 9	6, 88	7, 25	9, 9	4, 80	5, 05

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE inverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE inverti.
40,	4, 75	5, 0	43,	3, 65	3, 85
40, 4	4, 70	4, 95	43, 4	3, 63	3, 82
40, 2	4, 66	4, 90	43, 2	3, 60	3, 79
40, 3	4, 61	4, 85	43, 3	3, 57	3, 76
40, 4	4, 57	4, 81	43, 4	3, 54	3, 73
40, 5	4, 52	4, 76	43, 5	3, 52	3, 70
40, 6	4, 48	4, 72	43, 6	3, 49	3, 68
40, 7	4, 44	4, 67	43, 7	3, 47	3, 65
40, 8	4, 40	4, 63	43, 8	3, 44	3, 62
40, 9	4, 36	4, 59	43, 9	3, 42	3, 60
<hr/>					
41,	4, 32	4, 54	44,	3, 39	3, 57
41, 4	4, 27	4, 50	44, 4	3, 37	3, 55
41, 2	4, 24	4, 46	44, 2	3, 34	3, 52
41, 3	4, 20	4, 42	44, 3	3, 32	3, 50
41, 4	4, 17	4, 39	44, 4	3, 30	3, 47
41, 5	4, 13	4, 35	44, 5	3, 27	3, 45
41, 6	4, 09	4, 31	44, 6	3, 25	3, 42
41, 7	4, 06	4, 27	44, 7	3, 23	3, 40
41, 8	4, 02	4, 24	44, 8	3, 21	3, 38
41, 9	3, 99	4, 20	44, 9	3, 19	3, 35
<hr/>					
42,	3, 96	4, 17	45,	3, 17	3, 33
42, 4	3, 92	4, 13	45, 4	3, 14	3, 31
42, 2	3, 89	4, 10	45, 2	3, 12	3, 29
42, 3	3, 86	4, 06	45, 3	3, 10	3, 27
42, 4	3, 83	4, 03	45, 4	3, 08	3, 25
42, 5	3, 80	4, 0	45, 5	3, 06	3, 22
42, 6	3, 77	3, 97	45, 6	3, 04	3, 20
42, 7	3, 74	3, 94	45, 7	3, 02	3, 18
42, 8	3, 71	3, 91	45, 8	3, 01	3, 16
42, 9	3, 68	3, 88	45, 9	2, 99	3, 14

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE interverti.
16.	2, 97	3, 12	19.	2, 50	2, 63
16, 1	2, 95	3, 10	19, 1	2, 49	2, 62
16, 2	2, 93	3, 09	19, 2	2, 47	2, 60
16, 3	2, 91	3, 07	19, 3	2, 46	2, 59
16, 4	2, 90	3, 05	19, 4	2, 45	2, 58
16, 5	2, 88	3, 03	19, 5	2, 44	2, 56
16, 6	2, 86	3, 01	19, 6	2, 42	2, 55
16, 7	2, 84	2, 99	19, 7	2, 41	2, 54
16, 8	2, 83	2, 98	19, 8	2, 40	2, 52
16, 9	2, 81	2, 96	19, 9	2, 39	2, 51
<hr/>					
17,	2, 79	2, 94	20	2, 37	2, 50
17, 1	2, 78	2, 92	21	2, 26	2, 38
17, 2	2, 76	2, 91	22	2, 16	2, 27
17, 3	2, 74	2, 89	23	2, 06	2, 17
17, 4	2, 73	2, 87	24	1, 98	2, 08
17, 5	2, 71	2, 86	25	1, 90	2, 0
17, 6	2, 70	2, 84	26	1, 83	1, 92
17, 7	2, 68	2, 82	27	1, 76	1, 85
17, 8	2, 67	2, 81	28	1, 70	1, 78
17, 9	2, 65	2, 79	29	1, 64	1, 72
<hr/>					
18,	2, 64	2, 78	30	1, 58	1, 67
18, 1	2, 62	2, 76	31	1, 53	1, 61
18, 2	2, 61	2, 75	32	1, 48	1, 56
18, 3	2, 59	2, 73	33	1, 44	1, 51
18, 4	2, 58	2, 72	34	1, 40	1, 47
18, 5	2, 57	2, 70	35	1, 36	1, 43
18, 6	2, 55	2, 69	36	1, 32	1, 39
18, 7	2, 54	2, 67	37	1, 28	1, 35
18, 8	2, 53	2, 66	38	1, 25	1, 31
18, 9	2, 51	2, 64	39	1, 22	1, 28

NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE inverti.	NOMBRE de cent. cubes employés.	SUCRE DE CANNES.	GLUCOSE ou SUCRE inverti.
40	4, 19	4, 25	46	4, 03	4, 09
41	4, 16	4, 22	47	4, 01	4, 06
42	4, 13	4, 19	48	0, 99	4, 04
43	4, 10	4, 16	49	0, 97	4, 02
44	4, 08	4, 14			
45	4, 05	4, 11	50	0, 95	4, 0

STATION	DATE	TIME	TEMPERATURE	WIND	WEATHER
1	10/10/1918	08:00	15.0	0	C
2	10/10/1918	09:00	14.5	0	C
3	10/10/1918	10:00	14.0	0	C
4	10/10/1918	11:00	13.5	0	C
5	10/10/1918	12:00	13.0	0	C
6	10/10/1918	13:00	12.5	0	C
7	10/10/1918	14:00	12.0	0	C
8	10/10/1918	15:00	11.5	0	C
9	10/10/1918	16:00	11.0	0	C
10	10/10/1918	17:00	10.5	0	C
11	10/10/1918	18:00	10.0	0	C
12	10/10/1918	19:00	9.5	0	C
13	10/10/1918	20:00	9.0	0	C
14	10/10/1918	21:00	8.5	0	C
15	10/10/1918	22:00	8.0	0	C
16	10/10/1918	23:00	7.5	0	C
17	10/10/1918	00:00	7.0	0	C
18	10/10/1918	01:00	6.5	0	C
19	10/10/1918	02:00	6.0	0	C
20	10/10/1918	03:00	5.5	0	C
21	10/10/1918	04:00	5.0	0	C
22	10/10/1918	05:00	4.5	0	C
23	10/10/1918	06:00	4.0	0	C
24	10/10/1918	07:00	3.5	0	C
25	10/10/1918	08:00	3.0	0	C



TABLE DES MATIÈRES.

Première partie.

DOSAGE DU SUCRE AU MOYEN DES LIQUEURS TITRÉES

Introduction	pages. 1
------------------------	----------

CHAPITRE 1^{er}.

PRÉPARATION ET EMPLOI DE LA LIQUEUR NORMALE CUIVRIQUE	5
I. Préparation du sulfate de cuivre pur et cristallisé	5
II. Préparation du sel de Seignette pur	7
III. Préparation de la lessive de soude caustique à 22 ou 24 degrés Beaumé	8
IV. Formules pour la préparation de la liqueur normale cuivrrique	9
Formules de Fehling	10
Autre formule pour liqueur se conservant bien	11
Formule adoptée par l'auteur	12
V. Emploi de la liqueur normale cuivrrique. — Principe fonda mental de la méthode	14
Action des acides étendus sur le sucre de cannes	14
Glucose. — Levulose. — Sucre interverti	15
Inversion du sucre	15
Fragments de pierre ponce ; leur emploi	16
Action du sucre interverti sur la liqueur cuivrrique	16
Tableau résumant l'action du sucre interverti sur la liqueur cuivrrique	18
VI. Vérification de la liqueur normale cuivrrique	21
VII. Liqueur acide normale ; sa préparation	23

CHAPITRE II.

ESSAI DES SUCRES RAFFINÉS , DES SUCRES CANDIS , DES SUCRES BRUTS RICHES ET DES SUCRES DE FÉCULE RICHES	25
Sucres de cannes ou de Betteraves	25
Construction de la table I	27
Sucres de fécule	27

CHAPITRE III.

ESSAI DES SUCRES BRUTS PAUVRES , DES MÉLASSES ET DES SIROPS .	28
Comment on reconnaît la présence du glucose dans ces produits.	28
A. Produits ne contenant pas de glucose ni de sucre interverti.	29
1° Produits peu colorés, mélasses des fabriques par exemple.	30
Construction de la table II	31
Tableau résumant les phases de l'opération	32
2° Produits très-colorés tels que les mélasses de raffineries.— Dosage direct	33
Tableau résumant les phases de l'opération	33
3° Produits très-colorés. — Dosage après décoloration	34
B. Produits contenant du glucose ou du sucre interverti	35
Examen d'un cas particulier, analyse d'une mélasse. Dosage du sucre de cannes et du sucre interverti	36

CHAPITRE IV.

ESSAI DES BETTERAVES	39
§ I. DÉTERMINATION DE LA RICHESSE SACCHARINE DE LA BETTERAVE.	39
Procédé d'analyse	39
Construction de la table III	42
§ II. JUSTIFICATION DE LA MÉTHODE D'ANALYSE ADOPTÉE	43
A. Mode de dosage employé.— Sa comparaison avec les procédés optiques	43
B. Influence du volume des parties insolubles de la betterave sur le mode de dosage employé	48
C. Distribution du sucre dans la betterave	50
1° Dans une tranche de betterave perpendiculaire à l'axe	50
2° Dans le sens de l'axe	53
Loi relative à la distribution du sucre dans la betterave	56

D. Conséquence du mode de distribution du sucre dans la betterave.	56
§ III. DÉTERMINATION DE LA RICHESSE SACCHARINE D'UN CHAMP DE BETTERAVES.	58

CHAPITRE V.

ESSAI DES JUS DE BETTERAVES.	59
Procédé suivi.	59
Comment la table III peut servir à la fois au jus et à la betterave.	60
Quantité de sucre contenu dans 400 kilog. de jus.	60
Jus excessivement riches.	61
Jus très-pauvres.	62
Justification de la méthode d'analyse employée.	62

CHAPITRE VI.

ESSAI DES LIQUIDES SUCRÉS QUELCONQUES.	65
§ I. LIQUIDES SUCRÉS D'UNE RICHESSE COMPARABLE A CELLE DES JUS DE BETTERAVES.	65
Dosage du sucre de cannes et du sucre interverti contenus dans ces liquides.	66
Construction de la table IV.	67
§ II. LIQUIDES SUCRÉS PAUVRES CONTENANT AU PLUS 5 KILOG. DE SUCRE A L'HECTOLITRE.	68
A. Liquides peu ou point colorés.	69
1° Dosage direct du sucre interverti.	69
2° Dosage du sucre de cannes.	69
B. Liquides peu ou point colorés, mais troubles et filtrant mal.	70
1° Dosage du sucre interverti.	70
2° Dosage du sucre de cannes.	71
C. Liquides fortement colorés et plus ou moins troubles.	71
1° Dosage du sucre interverti.	71
2° Dosage du sucre de cannes.	72
§ III. LIQUIDES EXCESSIVEMENT PAUVRES, CONTENANT MOINS DE 0 ^k ,333 DE SUCRE PAR HECTOLITRE.	73
§ IV. URINES DIABÉTIQUES.	73
Note explicative.	74

Deuxième Partie.

INSTRUCTION PRATIQUE SUR LE DOSAGE DU SUCRE. . . 75

CHAPITRE I.

INSTRUMENTS ET OBJETS EMPLOYÉS 77

CHAPITRE II.

ESSAI DES SUCRES RAFFINÉS, DES SUCRES CANDIS, DES SUCRES
BRUTS RICHES ET DES SUCRES DE FÉCULE RICHES. 78

 Sucres de cannes et de betteraves 78

 Sucres de fécule. 80

 Action du sucre, modifié par les acides sur la liqueur
 cuivrique 81

 Tableau résumant les phases de l'opération 84

CHAPITRE III.

ESSAI DES SUCRES BRUTS PAUVRES, DES MÉLASSES ET DES SIROPS. . 85

 A. Produits ne contenant pas de sucre interverti 86

 1° Produits peu colorés, mélasses des fabriques, par exemple. 86

 Tableau résumant les phases de l'opération. 87

 2° Produits très-colorés, tels que les mélasses des raffineries;
 dosage direct. 88

 Tableau résumant les phases de l'opération 88

 3° Produits très-colorés; — dosage après décoloration . . . 89

 B. Produits contenant du glucose ou du sucre interverti. 90

 Examen d'un cas particulier 90

CHAPITRE IV.

ESSAI DES BETTERAVES	92
Détermination de la richesse saccharine de la betterave . .	92
Détermination de la richesse saccharine d'un champ de betteraves	96

CHAPITRE V.

ESSAI DES JUS DE BETTERAVES	96
---------------------------------------	----

CHAPITRE VI.

ESSAI DES LIQUIDES SUCRÉS QUELCONQUES	99
§ I LIQUIDES SUCRÉS D'UNE RICHESSE COMPARABLE A CELLE DES JUS DE BETTERAVES	99
§ II. LIQUIDES SUCRÉS PAUVRES CONTENANT AU PLUS 5 KILOGR. DE SUCRE A L'HECTOLITRE	404
A Liquides peu ou point colorés	404
1° Dosage du sucre interverti	404
2° Dosage du sucre de cannes	404
B. Liquides peu ou point colorés, mais troubles et filtrant mal .	402
1° Dosage du sucre interverti	402
2° Dosage du sucre de cannes	403
C. Liquides fortement colorés et plus ou moins troubles	403
1° Dosage du sucre interverti	403
2° Dosage du sucre de cannes	404

TABLES POUR LE DOSAGE DU SUCRE

au moyen de la liqueur cuivrique adoptée par l'auteur, correspondant à 0gr.,05 de sucre de cannes ou à 0gr.,052.63 de glucose par 40 cent. cubes 105

TABLE I.— SERVANT AUX ESSAIS DES SUCRES RAFFINÉS, DES SUCRES CANDIS, DES SUCRES BRUTS RICHES ET DES SUCRES DE FÉCULE RICHES. 104
Sa construction. 27

TABLE II.— SERVANT AUX ESSAIS DES SUCRES BRUTS PAUVRES, DES MÉLASSES ET DES SIROPS. 109
Sa construction. 31

TABLE III. — SERVANT AUX ESSAIS DES BETTERAVES ET DES JUS DE BETTERAVES 113
Sa construction. 42

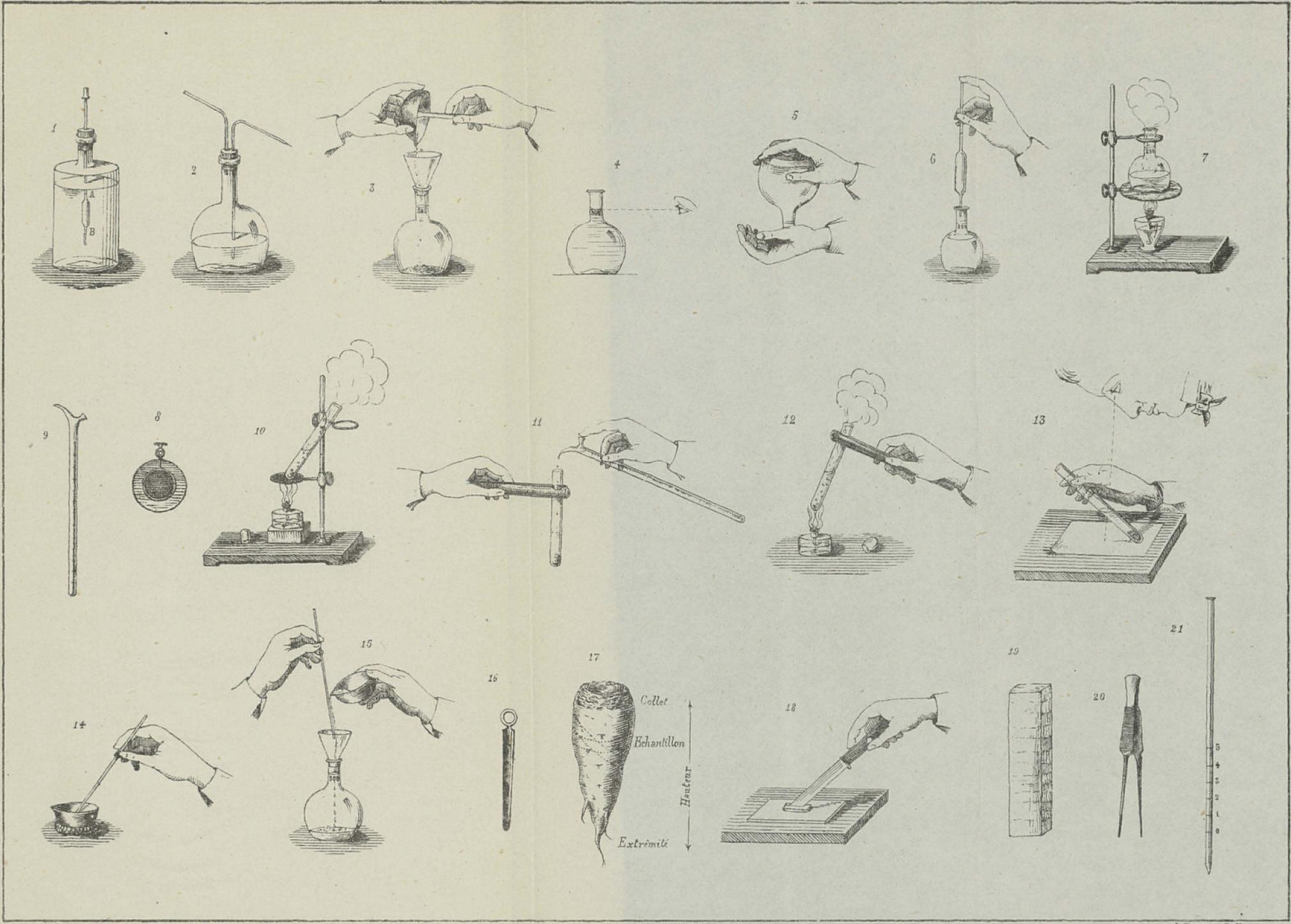
TABLE IV. — SERVANT AUX ESSAIS DES LIQUIDES SUCRÉS QUELCONQUES. 118
Sa construction. 67

TABLES POUR LE DOSAGE DU SUCRE

au moyen de la liqueur cuivrique de Fehling, correspondant à 0gr.,047.5 de sucre de cannes, ou à 0gr.,050 de glucose par 40 cent. cubes 123

TABLE V.— SERVANT AUX ESSAIS DES SUCRES BRUTS PAUVRES, DES MÉLASSES ET DES SIROPS. 125

TABLE VI. — SERVANT AUX ESSAIS DES BETTERAVES ET DES JUS DE BETTERAVES. 129



L. Danel à Lille

MUSÉE
COMMERCIAL
LILLE

