

Zeitschrift: Bulletin de la Société botanique de Genève
Herausgeber: Société botanique de Genève
Band: 22 (1930)

Artikel: Étude sur la fermentation des dattes
Autor: Melliger, Raymond
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1099554>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Etude sur la fermentation des dattes

par

Raymond MELLIGER

Pharmacien diplômé de la Confédération Suisse

(Présenté en séance du 16 février)

I.

Les dattes

(*Phoenix dactylifera*)

Les dattes dont nous nous sommes servi, en vue d'en isoler les levures qui feront la base de la présente étude, sont de deux sortes bien distinctes :

datte d'une teneur en sucre suffisamment haute (60%) pour empêcher une fermentation et permettre ainsi l'exportation à partir des pays chauds ; ces dattes, bien connues en Europe, sont appelée « amhât » par les indigènes de l'Egypte ;

datte rouge, plus grande et de moins forte concentration en sucre, se prêtant par là facilement à des phénomènes de fermentation et ne pouvant donc être exportée ; cette datte, d'un goût ne rappelant en rien celui des dattes appréciées comme fruits de table chez nous, est appelée « hayani » en Egypte.

De la première qualité dont il vient d'être question ici, 4 échantillons ont été soumis à l'expérience.

Datte A. : de provenance inconnue, achetée au détail dans une épicerie genevoise.

B. : achetée en boîte, provenant du port de Marseille.

C. : achetée au détail dans une épicerie genevoise ; provenant de Biskra.

D. : échantillon de dattes nous ayant été remis par M. le Prof. CHODAT et provenant du port de Marseille ; ces dattes étaient des-séchées au moment d'être soumises à l'expérience ;

Nous exprimons à Monsieur le Professeur R. CHODAT nos plus sincères remerciements et notre profonde reconnaissance non seulement pour avoir bien voulu nous inspirer le sujet de la présente thèse, mais encore de nous avoir guidé d'une manière inappréciable dans nos recherches.

Un témoignage de vive gratitude va également à Monsieur le Prof. Dr. F. CHODAT pour son bienveillant et judicieux concours dont nous avons pu tirer profit pour mener à bonne fin cette étude.

Nos remerciements s'adressent de même à Monsieur le Dr. J. ZENDER pour les propositions précieuses que nous lui devons et pour les instructions qu'il nous a fournies au début de ce travail afin de nous mettre au courant des opérations techniques de laboratoire.

Notre reconnaissance va enfin à Monsieur FELLER, préparateur, qui a bien voulu se charger de l'exécution des photographies.

Relativement à cette sorte de dattes, consommées en Europe, nous trouvons dans Tschirch (6) «Handbuch der Pharmakognosie», la composition suivante :

sucres intervertis 28-66% (en moyenne environ 47%)
(glucose 20, 7-39, 3%,
fructose 22, 1-22, 4%)
eau 20, 8%
protides 6, 6%
pectose et gommes 11, 3%
matières grasses 0,2%
cellulose 5,5%
cendres 1,6%

Le saccharose qui ferait partie de cette composition d'après les auteurs anciens (Bonastre 1832), n'est actuellement plus admis comme un constituant des dattes.

E. : Un échantillon de dattes rouges nous a été envoyé par le Gouvernement Egyptien, grâce à l'intervention du Dr. TEWFIK FAHMY, 1er Mycologue au Ministère d'Agriculture, Egypte ; qu'il veuille trouver ici l'expression de notre vive reconnaissance pour le service qu'il a bien voulu nous rendre.

Sur ces dix fruits, chacun soigneusement gardé dans un verre bouché de coton, il est intéressant de noter que deux seuls nous sont arrivés sans avoir fermenté.

II.

Milieux employés

Moût de raisin : Nous nous sommes servi de moût provenant des vignobles genevois; ce milieu, ne devant guère être employé qu'en vue de la fermentation, nous n'avons pas craint de le stériliser à l'autoclave à 105° pendant 20 minutes (milieu de nourriture).

Jus de dattes : Les dattes n'ayant subi aucun traitement chimique en vue de la conservation — elles sont simplement séchées au soleil — la préparation du jus n'exige pas d'épuration préalable des fruits ; le jus obtenu, en effet, ne tardera pas à répondre par une fermentation intense à l'inoculation faite.

Des pulpes de dattes, pressées par la machine, afin de détruire autant que possible les tissus, ont été mélangées avec la même quantité d'eau dans un mortier, afin d'obtenir une pâte homogène. Cette pâte, chauffée pendant une heure à la vapeur d'eau, et pressée à la machine, après une nuit de repos, fournit un jus opaque qui a été pasteurisé pendant une heure à 75°, puis filtré pour éliminer les matières pectiques précipitées et enfin pasteurisé trois fois à 75°.

Le jus ainsi obtenu est d'une belle couleur brune-jaunâtre, et parfaitement clair ; son poids spécifique est 1,154 ; il titre 34,5% de sucres réducteurs et accuse un pH 5,5. Le jus a été dilué à différentes concentrations ou additionné de glucose pur, pour des concentrations plus élevées.

Moût de raisin en milieu solide : Pour solidifier le moût, nous nous sommes servi de la gélatine (15%) et de la gélose (1,5%) en suivant la technique couramment employée dans les laboratoires de microbiologie.

On a pris soin de procéder à chaque préparation de la même façon, afin d'obtenir des milieux autant que possible identiques entre eux ; ainsi avons-nous tenu, avant d'ajouter les substances solidifiantes, à neutraliser le moût au pH 6,0 par de la soude caustique à 10% ; de cette façon, nous évitons à cette concentration en ions H la couleur foncée des moûts alcalins et nous nous assurons une acidité favorable à la croissance des levures, tout en évitant une hydrolyse de la gélatine.

III.

Triages

En vue d'en isoler les levures, les échantillons doivent tout d'abord passer par une phase de fermentation commençante. Des flacons Erlenmeyer de 300 ccm environ, dont nous avons pris soin de couvrir le fond d'une couche de coton imbibé d'eau, ont été, bien bouchés de coton, stérilisés à l'autoclave. Dans ce milieu stérile et humide ont été introduits les fruits au nombre de 2 à 3 par flacon. Après 3 jours environ de séjour dans ce milieu à la température du laboratoire, ceux-ci montrèrent l'aspect de fruits blets ; de petits morceaux de pelure qui, à ce stade de décompo-

sition se détachent facilement des fruits, furent alors transportés dans du moût de raisin stérilisé. Le moût étant un milieu excessivement favorable au développement des levures, d'autres germes tels que les bactéries et les champignons moisissures n'arrivent guère à concurrencer, au début tout au moins, le développement des levures.

Nous n'avons, en effet, constaté que dans peu de flacons le développement de champignons moisissures. Au bout de 2 à 4 jours, le moût se montra en pleine fermentation. Le triage a été opéré de la façon suivante :

Dix tubes à essai, remplis de 1 ccm d'eau, à l'exception d'un seul recevant 2 ccm, ont été stérilisés à l'autoclave. Dans le tube renfermant 2 ccm d'eau, nous avons fait couler 3 gouttes du moût en fermentation à l'aide d'une pipette Pasteur ; la moitié du contenu du tube renfermant 2 ccm de liquide a été versé dans le tube suivant, en ayant soin de bien agiter ; en répétant cette manipulation, on opère de la sorte des dilutions de germes en raison d'une progression géométrique ; de la 10^{me}, 9^{me}, 8^{me} et 5^{me} dilution, une goutte a été prélevée afin d'en inoculer des milieux à la gélatine, coulés en plaques de PÉTRI, liquéfiés et ramenés à une température ne pouvant endommager les germes. Les germes renfermés dans la goutte ont été répartis d'une façon uniforme dans la gélatine en donnant aux plaques de PÉTRI un mouvement ondulatoire. Au bout de 4 à 5 jours, les colonies apparaissent visibles à l'œil ; la dixième dilution renferme généralement moins d'un germe par cm², la 9^{me} et 8^{me}, 1 à 3 germes par cm² ; la 5^{me} contenant un grand nombre de colonies, nous sert de contrôle pour des colonies plus rares qui auraient pu échapper à des dilutions plus fortes.

Les colonies ont été repiquées en strie sur moût agarisé à surface inclinée dans des tubes à essai à deux moments différents ; après une semaine environ, lorsque les colonies étaient suffisamment développées pour démontrer des différences morphologiques : après deux semaines environ, pour des colonies à croissance lente.

IV.

Groupement des levures isolées*Courbe de fermentation comparée*

Quelques triages convenablement opérés, mettent le chercheur en face d'une importante collection de souches. La détermination successive de chacune d'entr'elles serait très longue : c'est donc au sélectionneur de constituer des familles provisoires par ordre de ressemblance, sur la base de caractères cultureux et de propriétés physiologiques, liquéfaction de la gélatine, vitesse et intensité de la fermentation des sucres, etc.

Un de nos prédécesseurs au Laboratoire de fermentations de l'Institut de Botanique de Genève, M. le Dr J. STEINER, avait tiré parti avec succès de la fonction protéolytique (hydrolyse de la gélatine) pour constituer, avec le concours des premiers examens microscopiques, une classification préliminaire des souches sélectionnées. Rencontrant la même difficulté, nous avons plus spécialement porté notre attention sur les manifestations de la fermentation alcoolique. Cet examen nous a permis d'élaborer une méthode nouvelle que nous appelons : méthode de la courbe de fermentation comparée. Ce procédé nous a rendu de réels services pour grouper nos levures et nous en donnerons un exposé sommaire.

Au cours de nos recherches, nous avons en effet observé que les levures ayant certains caractères morphologiques communs, tels que phénomènes de sexualité, formation des asques par parthénogénèse, ou se rattachant à un même groupe par l'aspect des cellules végétatives, etc., fermentent toutes le sucre suivant une réaction semblable ; la vitesse de cette réaction peut s'exprimer par une courbe souvent très caractéristique, qui peut servir à classer une levure dans un groupe morphologico-physiologique.

L'expression graphique de cette réaction de fermentation peut être réalisée de deux manières, analogues à l'expression graphique de la vitesse de réaction des systèmes homogènes en chimie physique :

1° On porte sur l'abscisse le temps (évalué en jours) et sur l'ordonnée la quantité correspondante de sucre transformé, quantité conventionnellement évaluée par le poids spécifique du liquide.

2° On porte sur l'abscisse le temps (évalué en jours) et sur l'ordonnée la différence entre le poids spécifique initial et le poids spécifique à un moment connu de la réaction ; on a ainsi, à proprement parler, la courbe exprimant la vitesse de la réaction.

Dans la pratique, il serait trop coûteux et trop long de faire toute la série des analyses quantitatives, nécessaires pour tracer une courbe ; il suffira de constater chaque jour à la même heure la force de fermentation par la production d'écume qui suit l'agitation. Pour qualifier l'intensité de cette fermentation, on choisit alors une expression en quelque sorte quantitative, symbolisée par des croix :

- (†) dégagement de bulles gazeuses, sans production d'écume.
- † production d'une légère couche d'écume, ne tardant pas à se rompre pour laisser entrevoir la surface du moût.
- †† production d'une couche d'écume d'un ou de plusieurs cm. de hauteur.
- ††† fermentation brusque : production d'écume suffisamment intense pour que celle-ci pénètre dans le bouchon et arrive même à le chasser du flacon.
- (†) Indique — dans une même série — une fermentation négative pour certains flacons, une fermentation positive correspondant au signe † pour d'autres.
- † (†) indique une fermentation correspondant dans une même série au signe † pour certains flacons et †† pour d'autres.
- †† (†) indique une fermentation correspondant dans une même série au signe †† pour certains flacons et ††† pour d'autres.

Par opposition au terme de « courbe » de fermentation, nous appellerons « schéma » de fermentation cette deuxième manière de formuler la force de fermentation.

Le nombre total de nos souches de levures isolées est de 89 ; nous les avons numérotées successivement de 1 à 89, les numéros 1 à 42 provenant des dattes « amhât », 43 à 89 des dattes « hayani ».

Ces 89 levures se divisent en 6 groupes, chacun caractérisé par un schéma de fermentation, à l'exception de deux cultures — les deux encore différentes entre elles — qui ne se rattachent à aucun de ces groupes. En divisant le premier et le deuxième groupe en deux sous-groupes chacun, nous obtenons 8 et en ajoutant les deux cultures sus-mentionnées, cela fait 10 types de levures franchement distincts entre eux.

Dans l'énumération de nos cultures dans les tableaux suivants, nous ajoutons pour chaque levure le poids spécifique du moût fermenté « à bout » par cette levure.

Les chiffres n'ont évidemment qu'une valeur relative, le poids spécifique n'étant pas seulement fonction de la quantité d'alcool en présence, mais encore de la production de substances accessoires, en particulier de la glycérine ; aussi ne les ajoutons-nous qu'à titre de comparaison. Pour faire cet essai, nous nous sommes servi d'un même moût (poids spécifique 1,076), en mettant 50 ccm dans des flacons Erlenmeyer de 125 ccm qui tous, bien bouchés de coton, ont été stérilisés ensemble dans l'autoclave ; le poids spécifique a été déterminé 3 semaines après l'inoculation à l'aide de la balance de Mohr à la température du laboratoire, soit 18-20° C.

A. Levures originaires des dattes « amhât » :

1. Groupe I.

Levures appartenant au genre *Zygosaccharomyces*.

Schéma de fermentation 22° C.

Jours.....	1	2	3	4	5	6	7
Intensité...	—	(†)	†	††	††	† (†)	† (†)

a) Levures donnant sur milieux solides des macrocolonies d'apparence ridée ; poids spécifique du moût fermenté 1,037-1,048.

Levure No	<i>p. spéc. du moût f.</i>	No	<i>p. spéc. du moût f.</i>
1	1,040	27	1,042
2	1,042	28	1,045
5	1,048	29	1,037
10	1,040	30	1,038
11	1,045	32	1,040
25	1,040	34	1,045
26	1,040	—	—

b) Levures ne donnant les bras de copulation que sur plaques poreuses et sur milieu Gorodkowa ; macrocolonies sur milieux solides d'apparence lisse ; poids spécifique du moût fermenté 1,020 1,027.

<i>p. spéc. du moût f.</i>			<i>p. spéc. du moût f.</i>		
Levure No 2	1,020	No 8	1,026		
4	1,025	18	1,027		
6	1,020	—	—		

2. Groupe II.

Levures appartenant au genre *Saccharomyces*.

Schéma de fermentation 22° C. :

Jours.....	1	2	3	4	5	6	7
Intensité...	†(†)	††(†)	††(†)	††(†)	††	†(†)	—(†)

a) Levures liquéfiant la gélatine :

<i>p. spéc. du moût f.</i>	
Levure No 7	1,000
9	1,000

b) Levures ne liquéfiant pas la gélatine :

<i>p. spéc. du moût f.</i>		<i>p. spéc. du moût f.</i>	
Levure No 12	1,000	No 23	1,001
13	00	24	00
14	00	35	02
15	00	36	00
16	03	37	07
17	00	38	01
19	00	39	05
20	00	40	05
21	00	41	06
22	00	42	02

3° Levures N° 31 (1,040) et 33 (1,038).

B) Levures originaires des dattes « hayani » :

1. Groupe III. *Torula* ; ne donnant pas de fermentation proprement dite : simple dégagement de bulles gazeuses.

Schéma de fermentation. Température du laboratoire, soit 18°-20° C. :

Jours.....	1	2	3	4	5	6	7
Intensité...	—	—	(†)	(†)	(†)	(†)	(†)

<i>p. spéc. du moût f.</i>			<i>p. spéc. du moût f.</i>		
Levures No 43	1,061	No 57	1,062		
44	62	74	60		
47	63	—	—		

2. Groupe IV. Levures se rattachant au genre *Hanseniaspora*.

Schéma de fermentation. Température du laboratoire, soit 18°-20° C. :

Jours.....	1	2	3	4	5	6	7
Intensité...	—	(†)	††	††	††	††	††

<i>p. spéc. du moût f.</i>			<i>p. spéc. du moût f.</i>		
Levure No 45	1,029	No 70	1,025		
46	28	88	22		
69	24	—	—		

3. Groupe V. *Torula*.

Schéma de fermentation. Température du laboratoire, soit 18°-20° C. :

Jours.....	1	2	3	4	5	6	7
Intensité...	—	—	† †	† †	† †	† †	† †

<i>p. spéc. du moût f.</i>			<i>p. spéc. du moût f.</i>		
Levure No 48	1,002	No 62	1,007		
49	03	63	01		
50	03	71	02		
51	03	79	03		
52	04	80	02		
53	03	81	01		
59	08	85	01		
60	05	86	01		
61	03	—	—		

4° Groupe VI. *Mycoderma*.

Schéma de fermentation. Température du laboratoire, soit 18°-20° C. :

Jours.....	1	2	3	4	5	6	7
Intensité...	—	—	(†)	†	† †	† †	† †

		<i>p. spéc. du moût f.</i>			<i>p. spéc. du moût f.</i>
Levure No	54	1,010	No	73	1,007
	55	08		75	06
	56	08		76	05
	58	11		77	06
	64	10		78	08
	65	10		82	08
	66	10		83	07
	67	10		84	05
	68	10		87	06
	72	10		89	07

Les levures originaires des dattes « amhât » se divisent donc en deux grandes catégories : levures se rattachant aux genres Zygosaccharomyces et Saccharomyces. Il est intéressant de voir comment ces deux groupes se répartissent sur les 4 échantillons étudiés (voir page 4) :

- Datte A : Zygosaccharomyces et Saccharomyces
- » B : Zygosaccharomyces et N° 31 et 33.
- » C : Zygosaccharomyces et Saccharomyces
- » D : Saccharomyces.

Ce ne sont, en effet que les dattes fraîches et achetées au détail qui ont fourni et des levures Zygosaccharomyces et des Saccharomyces (A, C) ; les dattes B (boîte) n'ont pas donné de Saccharomyces ; les dattes D (desséchées) n'ont pas donné de Zygosaccharomyces.

Les levures des dattes rouges se divisent nettement en quatre groupes. Le schéma de fermentation n'a pu ici entièrement servir à la classification, les schémas des groupes IV et V ne montrant qu'une différence peu sensible (le deuxième jour). Ayant tout d'abord établi seulement trois groupes macroscopiques, l'étude microscopique nous a appris que l'un des groupes se divisait en deux groupes dont l'un était constitué par des levures à cellules apiculées, l'autre par des levures à cellules arrondies ou ovales. Ce n'est qu'alors que nous avons pu observer qu'il y avait en effet une légère différence (voir 2^e jour) entre les schémas de ces deux groupes de levures. (Il faudrait voir si à une température plus élevée que 18° les différences constatées entre les deux schémas ne s'exagéreraient pas). Les souches constituant un quelconque des 4 groupes établis sont conformes entre elles :

- 1° par l'aspect microscopique des cellules.
- 2° par l'aspect des macrocolonies.
- 3° par le schéma de fermentation.
- 4° par l'ordre de grandeur du poids spécifique du moût fermenté.

Dans l'étude de ces schémas de fermentation, il importe de se rendre compte que les schémas des levures des dattes « amhât » ont été établis à 22° C., ceux des levures des dattes « hayani » à température du laboratoire, soit 18°-20° C. En effet à 22° C. les levures du groupe *Hanseniaspora* (provenant des dattes « hayani ») fermentent le sucre avec la même intensité (†††) que les levures du groupe *Saccharomyces* provenant des dattes « amhât ».

Il existe donc aussi sur les dattes rouges des levures de grande capacité de fermentation. Pour doser la quantité d'alcool produit par nos levures dans les milieux sucrés, ainsi que pour déterminer la quantité de sucre restant dans le milieu fermenté, nous avons inoculé nos levures dans du jus de dattes. Les résultats de ces essais furent malheureusement peu satisfaisants (voir chapitre IX) ; il nous est par conséquent impossible d'indiquer en chiffres exacts les différences qu'il y a dans la capacité de fermenter les sucres pour les levures « amhât » d'une part et les levures « hayani » d'autre part.

De chaque groupe de nos levures enfin, nous avons choisi une culture dont nous faisons la description au chapitre suivant ; les caractères notés pour chacune d'elles sont en quelque sorte valables pour le groupe entier auquel cette levure appartient.

* * *

Le problème qui s'est alors posé, fut celui de la valeur du schéma de fermentation établi pour les différents groupes de levures étudiés dans ce travail ; dans quelle mesure le schéma de fermentation peut-il caractériser le genre ? D'autres espèces de *Saccharomyces*, de *Zygosaccharomyces*, fourniront-elles des schémas de fermentation conformes à ceux que nous avons découverts ? Pour répondre à cette question, nous avons inoculé dans du moût 4 espèces de levures du genre *Zygosaccharomyces*, 7 du genre *Saccharomyces* de la collection des levures de l'Institut de Botanique, afin d'en éta-

blir le schéma de fermentation ; les résultats obtenus furent des plus surprenants, comme le démontre le présent tableau :

Température du labor. (18°) jours	1	2	3	4	5	6	7
<i>Zygosaccharomyces Barkeri</i>	—	—	(†)	†	†	†	†
» <i>Mahonia</i>	—	—	(†)	†	†	†	†
» <i>ficicola</i>	—	—	(†)	†	†	†	†
» <i>Chevalieri</i>	—	—	(†)	†	†	†	†
<i>Saccharomyces ellipsoideus</i>	—	††	††	†	†	†	(†)
» <i>Pasteurianus</i>	—	††	††	†	†	†	(†)
» <i>Chodati</i>	—	††	††	†	†	†	(†)
» <i>cerevisiae</i>	—	††	††	†	†	†	(†)
» <i>Luciae</i>	—	††	††	†	†	†	†
» <i>(Traub)</i>	—	†	††	†	†	†	†
» <i>Marxianus</i>	—	—	(†)	†	†	†	†

Là encore les schémas de fermentation sont les mêmes pour un même groupe de levures ; en plus les schémas sont les mêmes que ceux que nous avons trouvés pour nos levures ; le retard d'un jour du commencement de la fermentation s'explique par la température qui fut ici plus basse (18° au lieu de 22°). En choisissant les mêmes conditions de température, les espèces de *Zygosaccharomyces* et les espèces de *Saccharomyces* que nous avons soumises à l'expérience — tant les espèces isolées par nous que les espèces du laboratoire, donnent le même schéma de fermentation caractéristique pour le groupe. En plus, nous pouvons ajouter toutes les espèces de *Saccharomyces* dont M. STEINER fait la description dans son travail sur les levures actives des vins valaisans. Nous trouvons dans ce travail la remarque « que le début et la durée de fermentation sont sensiblement les mêmes pour toutes nos levures ». Les levures décrites par lui se rattachent en effet toutes au genre *Saccharomyces*. Or l'un des représentants de *Saccharomyces*, faisant partie du travail de M. STEINER — *Saccharomyces Chodati* (Steiner) — a été examiné par nous et a fourni le schéma de fermentation tel que nous l'avons établi pour le groupe *Saccharomyces*.

Nous avons cependant constaté une exception :

Le *Saccharomyces Marxianus* donne un schéma identique à celui fourni par *Zygosaccharomyces ficicola*. Cette exception ne peut toutefois troubler le rapport que nous trouvons entre la marche de la fermentation d'une levure et ses caractères morphologiques. Le *Saccharomyces Marxianus* se distingue, en effet, facilement des autres représentants de son genre, par la facilité avec laquelle il forme des chainettes, par les conditions de sporulation — le *Sac-*

charomyces Marxianus ne nous a pas donné de spores dans des conditions où toutes les autres levures du genre nous les donnèrent facilement — et enfin par ses caractères physiologiques.

* * *

Enfin, nous avons tenu à tracer la courbe de fermentation pour les deux genres dont la courbe est particulièrement caractéristique : *Zygosaccharomyces* et *Saccharomyces*. L'analyse du sucre ne nous ayant pas donné des résultats assez précis, nous avons eu recours à la détermination du poids spécifique du moût en voie de fermentation.

Nous répétons ici la remarque faite à propos du poids spécifique du moût de raisin fermenté « à bout » :

Le poids spécifique ne peut être une expression exacte de la quantité de sucre transformé, vu que ce poids spécifique n'est pas seulement fonction de la disparition du sucre, respectivement de la formation de l'alcool, mais encore de la production de substances accessoires ; en plus, l'on sait qu'une certaine quantité de sucre est assimilée par la levure.

Des flacons d'Erlenmeyer de 125 ccm renfermant 50 ccm du même moût ont été stérilisés ensemble dans l'autoclave et inoculés la même heure, d'une part, d'une levure du genre *Zygosaccharomyces*, d'autre part, d'une levure du genre *Saccharomyces*, en double série. Chaque jour à la même heure, nous avons prélevé 2 flacons correspondant à chacune des deux levures, pour déterminer le poids spécifique du moût. En voici les résultats :

Saccharomyces N° 13.

Zygosaccharomyces N° 18.

Moût naturel p H 3,3, teneur en sucre 18,4% (glucose), poids spécifique 1,076.

Température 22,8° C. (Age des cultures : 5 mois sur agar).

Saccharomyces :

Jours	1re série	2me série	valeur choisie	Différence
1	1,0715	1,0720	1,0715	0,0045
2	500	510	510	205
3	380	380	—	250
4	080	085	080	180
5	0,9970	0,9980	0,9975	105
6	1,0055	1,0020	—	020
7	0,9950	0,9950	950	005
8	950	950	950	0
9	950	940	950	0
10	950	950	950	0

Zygosaccharomyces:

Jours

1	1,0725	1,0725	1,0725	0,0035
2	670	670	660	65
3	580	580	570	90
4	480	450	480	90
5	390	420	405	75
6	370	350	345	60
7	250	290	290	55
8	240	—	235	55
9	170	190	180	55
10	130	—	125	55

Encore là, les mesures ne sont pas suffisamment nombreuses pour permettre de tracer une courbe basée sur la valeur moyenne ; nous nous sommes permis de choisir entre les deux valeurs trouvées, la plus favorable à l'établissement de la courbe, ou même de varier le résultat de la valeur 0,001, valeur ne dépassant pas l'ordre de grandeur de l'erreur d'expérience ; enfin nous avons dû négliger les valeurs de deux jours (3^{me} et 6^{me}) de la courbe *Saccharomyces* en les substituant par des valeurs hypothétiques ; (3^{me} 1,026 ; 6^{me} 0,9955).

a) Courbe en fonction du poids spécifique (quantité transformée) et du temps :

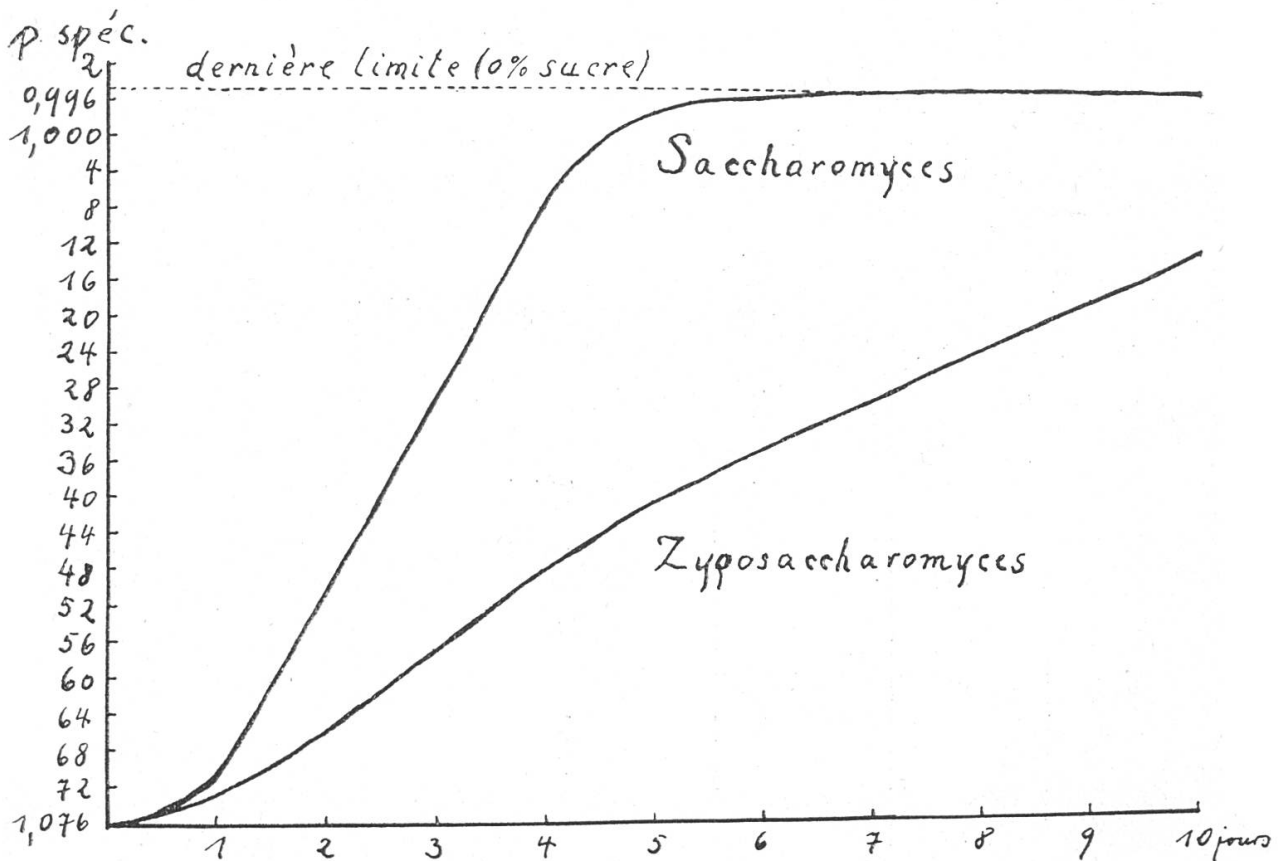


Fig. 1

b) Courbe en fonction de la différence du poids spécifique (vitesse de réaction) et du temps :

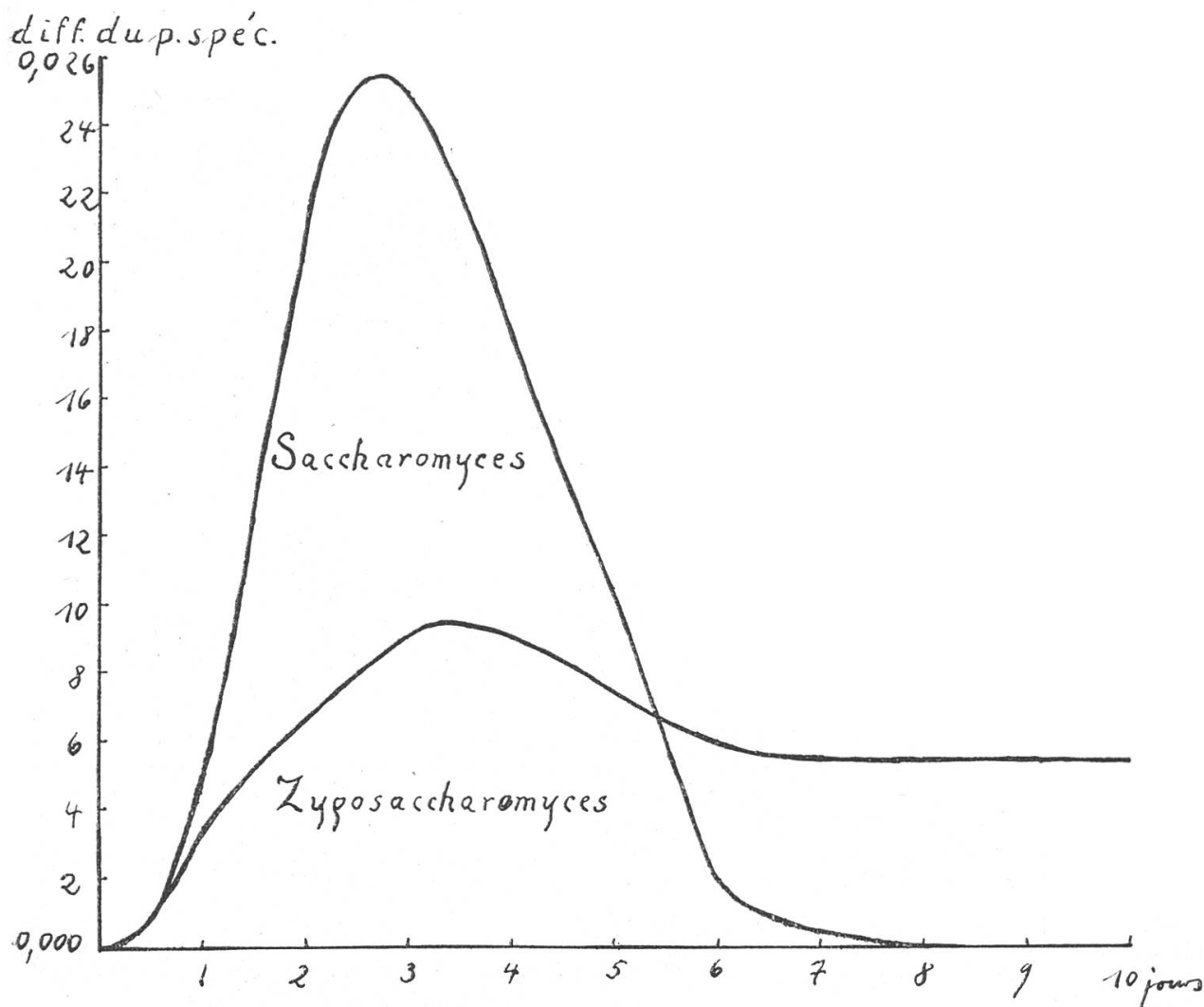


Fig. 2

Ces dernières courbes, et en particulier la courbe représentant la fermentation du sucre sous l'influence des levures appartenant au genre *Saccharomyces* semblent être la résultante de deux courbes, l'une ascendante, représentant le développement de la levure et de son pouvoir ferment, l'autre descendante qui est en quelque sorte l'analogue de la courbe d'une réaction monomoléculaire. Le maximum de fermentation est atteint à l'intersection de ces deux courbes, c'est-à-dire au moment où la somme de la force du pouvoir ferment et de la quantité de sucre en présence est au maximum.

Il y a deux caractères qui différencient la courbe du *Saccharomyces* de celle du *Zygosaccharomyces* :

a) Les levures *Saccharomyces* consomment pratiquement tout le sucre (18,4%) en 5 à 7 jours : les levures *Zygosaccharomyces* n'y parviennent jamais (voir courbe a).

La liqueur de Fehling étant chauffée avec la même quantité de moût fermenté par une levure du genre *Saccharomyces* ne donne que des traces d'oxyde de cuivre ; ce même essai effectué avec du moût fermenté par une levure du genre *Zygosaccharomyces* donne une forte réduction.

b) la courbe indiquant la variation de la vitesse de réaction des levures *Saccharomyces* donne un maximum bien accentué ; la courbe homologue pour les levures *Zygosaccharomyces* ne montre pas de maximum proprement dit.

* * *

En concluant ce chapitre, nous voudrions encore attirer l'attention sur quelques points se rattachant à cette étude :

a) pour ce qui est des conditions qui influent le schéma de fermentation, nous avons pu constater que ni l'âge des cultures, ni la quantité de levure inoculée, ni la quantité du moût en présence, ne jouent pratiquement de rôle.

b) la façon dont une levure suit la courbe qui lui est propre est absolue : nous n'avons jamais constaté d'exception.

c) les différentes courbes obtenues dans un même groupe ne se superposeront pas nécessairement : ce n'est que l'allure de la courbe qui est caractéristique pour un même groupe de levures.

d) pour tracer la courbe de fermentation, il sera nécessaire de garder la température rigoureusement constante ; pour le schéma de fermentation on peut se passer d'étuve, il suffira de conserver les cultures ensemble. L'on choisira une température de 22° C. environ, les courbes pouvant se confondre à températures extrêmes. En pratique, on inoculera les levures dans environ 10 ccm de moût en une double série de tubes à essai : en inoculant respectivement à 1 jour de distance 2 séries, un contrôle exécuté tous les deux jours à la même

heure suffira pour obtenir le schéma de fermentation entier. L'attention de l'observateur se portera surtout sur les premiers jours : les schémas se confondent après une semaine environ.

V.

Description des espèces

Les formes des cellules, ainsi que l'aspect des macrocolonies des levures étant sujets à des variations en fonction des conditions du milieu (composition du milieu et du verre, acidité, température, âge des cultures, etc.), nous indiquons les conditions dans lesquelles nous avons fait la description microscopique et macroscopique de nos levures.

Morphologie des cellules : cultures en strie sur tubes de moût gélosé à surface inclinée.

p H du moût 6,0 ; gélose 1,5% ; âge des cultures 7 jours environ ; température du laboratoire soit 22°-24° C.

Formation des spores : Pour obtenir les spores, nous avons utilisé deux méthodes :

1. *Méthode de Chodat* : inoculation de cultures jeunes et vigoureuses sur plaques de porcelaine dégourdie, en tubes de Roux, plongées dans de l'eau par leur partie inférieure.

2. *Méthode de Gorodkowa* : inoculation de cultures jeunes et vigoureuses sur milieu Gorodkowa à la gélose dont voici la formule :

Peptones.....	2 gr.
chlorure de sodium.....	0,5 »
glucose	0,25 »
agar.....	1 »
eau (ordinaire) q.s.	pour 100 gr.

Morphologie des colonies en strie sur moût gélatinisé et gélosé en tubes à surface inclinée :

Afin de réaliser des conditions aussi semblables que possible, nous avons pris soin de choisir des tubes de même grandeur et autant que possible de même qualité de verre, de les remplir d'un même milieu et de les stériliser ensemble à l'autoclave. Les milieux, au sortir

de l'autoclave ont été inoculés après une semaine seulement, afin de permettre à la surface du milieu de se solidifier suffisamment pour ne pas être blessée par le fil de platine lors de l'inoculation des levures.

Morphologie des colonies géantes : Du moût du p H 6,0 solidifié à la gélatine (15%) respectivement à la gélose (1,5%) a été coulé dans des flacons Erlenmeyer de 125 ccm de façon à couvrir le fond du flacon d'une couche de 2 cm de hauteur environ.

Le milieu stérilisé a été conservé pendant une semaine, puis inoculé de levures au moyen d'un bâton de verre suffisamment épais, dont l'extrémité servant de support aux levures a été arrondie à la flamme. Cette inoculation s'est faite à partir de colonies sur moût gélosé en tubes à surface inclinée en apportant un petit morceau de la colonie au centre de la surface du milieu gélosé dans le flacon Erlenmeyer.

Les colonies géantes et les colonies en strie dont nous donnons les photographies, de même les colonies géantes dont nous faisons la description, sont cultivées exclusivement sur milieu à la gélose ; une grande partie de nos levures liquéfiant la gélatine ou se cultivant mal sur la gélatine, nous avons renoncé à ce milieu comme standard.

De chaque groupe dont il a été question dans le chapitre précédent, nous avons choisi une culture pour la description :

Groupe I	a) (<i>Zygosaccharomyces</i>)	: Levures N° 2
»	b) (<i>Zygosaccharomyces</i>)	: » » 18
» II	a) (<i>Saccharomyces</i>)	: » » 7
»	b) (<i>Saccharomyces</i>)	: » » 12
» III	(<i>Torula</i>)	: » » 44
» IV	(<i>Hanseniaspora</i>)	: » » 88
» V	(<i>Torula</i>)	: » » 48
» VI	(<i>Mycoderma</i>)	: » » 54

Levure N° 2 (Groupe I a). Voir fig. 3.

(*Zygosaccharomyces Cavaræ* Rodio ?)

Cellules rondes de 3 à 5 μ , de diamètre ou ovoïdes (longueur 5 à 7 μ , largeur 3 à 4 μ).

Forme des bras de copulation sur milieu gélosé ; copulations hétérogamiques : le phénomène de la sexualité semble s'arrêter à la plasmogamie ; nous n'avons pas constaté la formation de spores.

Fermente le saccharose et moins fortement le maltose.

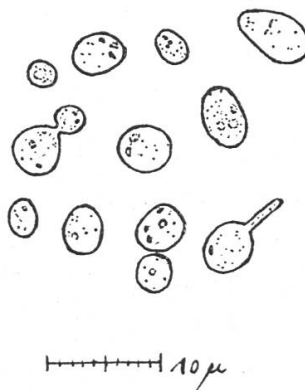


Fig. 3.

Croissance en dépôt dans les milieux liquides sucrés.

Macrocolonies, sur tous les milieux solides, blanches et ridées. Croît facilement sur la gélatine sans la liquéfier.

Levure N° 18 (Groupe I b.)

Levure à aspect de *Torula* : cellules rondes de 3 à 5 μ . de diamètre, souvent avec une bulle de graisse ; plus rarement cellules ovales (longueur 3 à 4 μ , largeur 1,5 à 2 μ). Forme les bras de copulation seulement sur plaques poreuses et sur milieu Gorodkowa. Des spores n'ont pas été observées.

Fermente le saccharose mais pas le maltose.

Donne par fermentation du jus de datte, titrant 30% de sucre interverti, un liquide limpide, d'une odeur légèrement moisie, d'un degré alcoolique de 5,78 % en volume. Croissance en dépôt.

Macrocolonies lisses ; colonie géante : grisâtre avec bord blanc, petite zone jaunâtre entre le centre et le bord.

Agar en strie : colonie grisâtre avec bord de teint plus clair.

Ne liquéfie pas la gélatine.

N. B. — Les levures n°s 29 et 30, rentrant dans le groupe I a, sont caractérisées par des bras de copulation recourbés de 90° à la base ; les deux cultures sont encore concordantes par le poids spécifique du moût fermenté (29 : 1,037 ; 30 : 1,038).

Levure N° 7 (Groupe II a).

Saccharomyces.

Cellules ovales, largeur 5 à 6 μ , longueur 7 à 9 μ et cellules cylindriques mesurant 10 à 12 μ en longueur et 3 μ en largeur.

Forme sur plaques poreuses des asques par parthénogénèse à 2 et 4 spores, disposées en tétrades.

Fermentent avec intensité saccharose et maltose.

Croissance en dépôt dans les solutions sucrées.

Colonie géante : blanche brunâtre, avec cratère au milieu, zone foncée à une distance de quelques mm. du bord de la colonie.

Agar : colonie blanche, élévation au milieu, avec cannelures horizontales vers le bord.

Liquéfie fortement la gélatine.

Levure N° 12 (Groupe II b).

Saccharomyces.— Voir fig. 4 et 5.

Cellules ovales (longueur 5 à 9 μ , largeur 4 à 7 μ). Forme facilement les asques à 2 et 4 spores sur plaques poreuses.

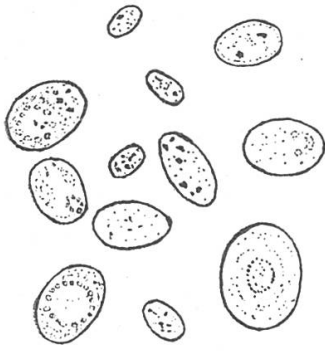


Fig. 4.

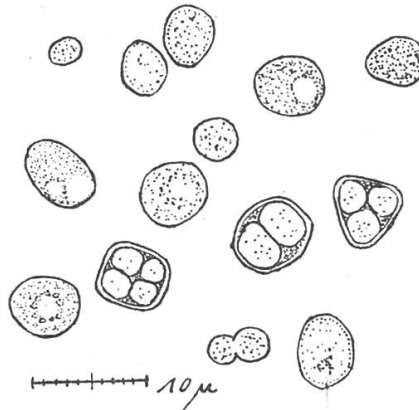


Fig. 5.

Fermente intensément saccharose et maltose.

Produit, dans le jus de dattes, à 30% de sucre interverti, 6,55% d'alcool en volume. Croissance en dépôt.

Colonie géante blanche avec cratère au milieu.

Agar : colonie blanche avec légère élévation au milieu.

Ne liquéfie pas la gélatine ; élévation marquée au milieu de la colonie.

Levure N° 31.

Torula. Voir fig. 6.

Levure à cellules petites, de forme ovale, longueur 2 à 5 μ , largeur 1,5 à 3 μ .

Ne forme pas d'asques ni sur plaques de plâtre, ni sur milieu Gorodkova.

Fermente le saccharose, mais pas le maltose.

Produit 7,32% d'alcool en volume dans le jus de dattes à 30% de sucre interverti.

Croissance en dépôt.

Colonie géante lisse, brune foncée, avec bord blanc.

Agar : colonie brune, brillante, lisse, avec fin bord blanc.

Croissance très faible sur gélatine.

Levure N° 33.

Torula.

Levure semblable au N° 31.

En diffère par la présence de cellules cylindriques (2 à 3 : 7 à 8 μ).

Ne fermente ni le saccharose ni le maltose.

Poids spécifique du moût fermenté : 1,038.

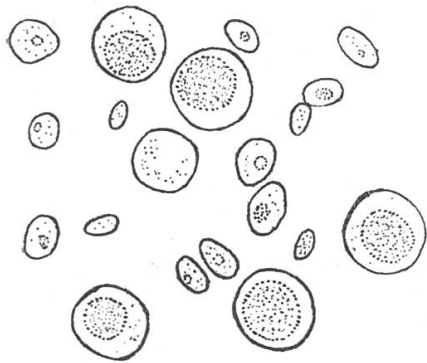
Levure N° 44. (Groupe III.) (v. fig. 7.)

Torula.



Fig. 6.

Levure composée de cellules grandes et rondes, de 6 à 8 μ , de diamètre avec une grande bulle de graisse, rappelant les cellules du *Torula pulcherrima*, et d'autres cellules plus petites et ovales (longueur 2 à 4 μ , largeur 1,5 à 3 μ). Par sa composition de cellules grandes et petites, cette levure rappelle l'amidon de blé. Un retriage nous a prouvé que nous étions bien en présence d'une culture pure ; les grandes cellules des cultures âgées de 1 ou 2 jours ne sont pas



10 μ

Fig. 7.

encore en possession des bulles de graisse, celles-ci n'apparaissent que le quatrième jour environ.

Levure ne fermentant presque pas.

Colonie géante : toute lisse et blanche, progressivement plus foncée vers le centre.

Agar : colonie blanche sans aucun caractère particulier.

Gélatine : croît avec pigment rouge ; liquéfie fortement la gélatine en la colorant en rouge foncé.

Levure N° 88. (Groupe IV.)

Hanseniaspora. (v. fig. 8 et 9.)

Cellules à formes apiculées, longueur 7 à 11 μ , largeur 3 à 5 μ . Tendance à allonger les apicules qui peuvent ainsi atteindre une longueur de 14 μ ; de la sorte, une seule cellule peut prendre une longueur de 24 μ . A côté de cela, cellules petites, rondes ou ovales, 2 à 4 μ de longueur, 1 à 2 μ de largeur ; en opérant un retriage, nous avons pu nous assurer que nous étions bien en présence d'une culture pure.

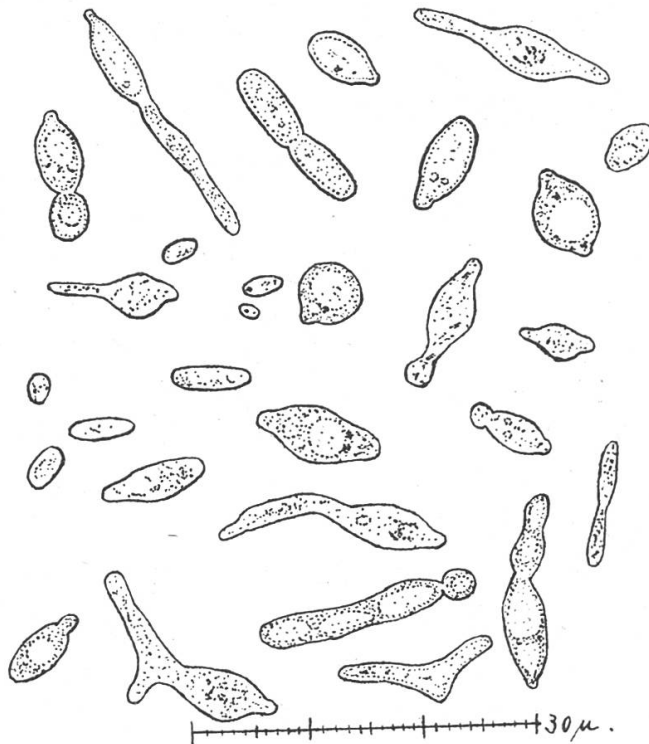


Fig. 8.

Des formes particulières, surtout en étoiles lobées, ont été très souvent observées.

Forme des asques à 4 spores, rondes ou de forme irrégulière. Les asques toujours en petite quantité, ont été observées dans des cultures sur agar âgées de quelques jours seulement, comme dans les cultures âgées de sept mois.

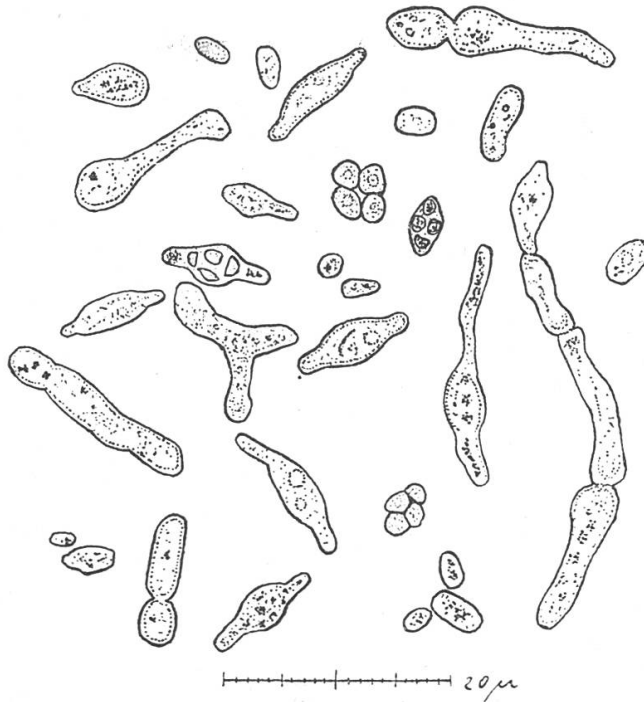


Fig. 9.

Fermente le saccharose, mais pas le maltose.

Produit 4,27% d'alcool en volume dans le jus de dattes à 30% de sucre interverti; le liquide fermenté étant d'une odeur rafraîchissante d'éther de fruits.

Croissance en dépôt dans les milieux liquides sucrés.

Colonie géante : brune foncée, avec secteurs de couleur plus claire
Bord très mince blanchâtre.

Agar : colonie brune, lisse, brillante, pourtant légèrement lobé.

Croît faiblement sur gélatine en s'enfonçant dans le milieu sans le liquéfier.

Levure N° 48. (Groupe V.) (v. fig. 10.)

Torula.

Cellules rondes ou légèrement elliptiques de 4 à 5 μ de diamètre : plus rarement cellules allongées. Des spores n'ont jamais été observées ni sur plaques de plâtre ni sur milieu Gorodkova.

Fermente le saccharose mais pas le maltose.

Produit dans le jus de datte à 30% de sucre interverti 6,55% d'alcool en volume.
Croissance en dépôt.



Fig. 10.

Colonie géante : lisse, de couleur brune avec bord blanchâtre.

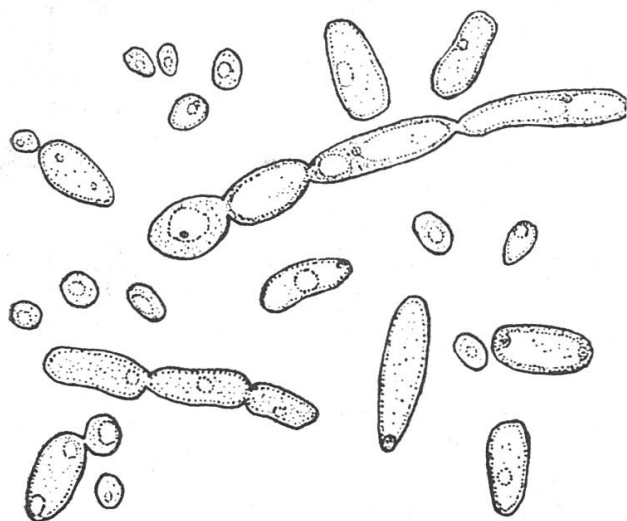
Agar : colonie d'un brillant d'émail, brune au centre, avec bord blanc.

Les colonies sur gélatine s'enfoncent dans le milieu sans le liquéfier.

Levure N° 54. (Groupe VI.)

(*Mycoderma*) Voir fig. 11.

Cellules mycodermiques, longueur 10-15 μ , largeur 2 à 4 μ ; proplasma vacuolisé et cellules plus petites de forme ovoïde, longueur 3 à 5 μ , largeur 1,5 à 3 μ . Forme facilement des chaînes. Des spores



20 μ

Fig. 11.

n'ont pas été observées ni sur plaques de plâtre ni sur milieu Gorodkova.

Fermente le saccharose mais pas le maltose. Forme dès le début de la fermentation un voile intense sur les milieux liquidés sucrés; donne par fermentation du jus de dattes à 30 % de sucre interverti, 4,27 % d'alcool en volume, en colorant le jus d'une belle couleur orange.

Croît avec intensité sur

tous les milieux : colonie géante : de couleur grisâtre, ridée, pourtour irrégulier, masse centrale élevée et moins ridée.

Croissance irrégulière sur agar et gélatine. Ne liquéfie la gélatine que faiblement.

Pour terminer ce chapitre, nous réunissons dans un tableau synoptique les caractères morphologiques et physiologiques essentiels des levures dont nous venons de faire la description.

LEVURE N ^o	NOM	C R O I S S A N C E			Alcool en volume (jus de dattes)	FERMENTATION du	
		sur gélatine (liquéfaction)	sur agar	dans les milieux liquides sucrés		saccharose	maltose
{ 2 18 7 12 31 33 « Amhat » }	<i>Zygosaccharomyces</i>	ridée (—)	ridée	dépôt	—	†	†
	<i>Zygosaccharomyces</i>	lisse (—)	lisse	dépôt	5,78%	†	—
	<i>Saccharomyces</i>	blanche (†)	blanche	dépôt	—	†	†
	<i>Saccharomyces</i>	blanche (—)	blanche	dépôt	6,55%	†	†
	<i>Torula</i>	faible (—)	brune	dépôt	7,32%	†	—
	<i>Torula</i>	faible (—)	brune	dépôt	—	—	—
{ 44 88 48 54 « Hayami » }	<i>Torula</i>	pig. rouge.(†)	blanche lisse	dépôt	ne	fermente	pas
	<i>Hanseniaspora</i>	faible (—)	brune	dépôt	4,27%	†	—
	<i>Torula</i>	faible (—)	brune, bord blanc	dépôt	6,55%	†	—
	<i>Mycoderma</i>	intense (—)	intense rid.	voile	4,27%	†	—

PROVENANT DES DATTES

VI.

Thermostabilité relative

Nous trouvons dans la littérature de multiples indications sur les recherches faites au sujet de la température-limite de l'existence des levures. C'est surtout le *Saccharomyces apiculatus* que les savants ont voulu soumettre à ces expériences.

KLÖCKER (17) a exposé ses cultures à des températures de 42° à 52° C, la plus résistante supportant la température de 50° pendant 1 heure (moût de bière).

MULLER-THURGAU (12) dit que certaines races de *Saccharomyces apiculatus* supportèrent un séjour de 10 minutes à 55° (moût de raisin).

KAYSER (13) indique 45° comme température mortelle en milieu liquide pour *Saccharomyces apiculatus*.

BOUTROUX (14) : 52° C. température limite.

WILL (15) : 54° C pendant 30 minutes, température limite.

ITO (16) : indique que pour une apiculée des coings, la mort se produit à 60° après 1/2 heure.

Afin de nous renseigner sur la résistance de nos levures aux températures élevées, nous avons soumis toute la série à des températures de 70°, 75°, 80° C. dans un thermostat (Altmann, Berlin) :

Des cultures sur agar, âgées de 4 à 5 mois (les levures 43-89 ayant été isolées plus tard, étaient âgées de 3 semaines) ont été inoculées au moyen du fil de platine dans du moût stérilisé (10 ccm dans des tubes à essai) ; ces cultures ont été abandonnées à la température du laboratoire pendant 1 jour et soumises à la température voulue dans un bain-marie. En constatant une première fois combien la température de l'eau dans l'appareil diminuait en recevant les éprouvettes, celle-ci fut dans la suite chauffée au-dessus de la température de l'expérience, afin qu'en plaçant les éprouvettes, la température s'abaisse le plus vite possible au degré voulu ; celui-ci atteint, les cultures ont été laissées sous l'influence de la chaleur pendant 20 minutes ; sorties du bain, les éprouvettes furent placées à une température de 25° C environ ; la grande majorité de nos

levures fermentant bien, nous avons pris la fermentation recommençante comme critère de la vie de ces cultures ; les 5 cultures du groupe III ne fermentant pas, ont été inoculées sur milieu solide.

Résultat : 11 cultures sur 89 (les N^{os} 19, 20, 21, 22, 23, 36, 39, 40, 41, 42, 88) — dont certaines à plusieurs reprises — ont résisté à l'influence d'une température de 70° C pendant 20 minutes ; 1 culture (N^o 41) à 75° C pendant 20 minutes.

Les 11 cultures se répartissent exclusivement sur les deux de nos groupes de levures formant les asques par parthénogénèse : groupe II (*Saccharomyces*) 10 cultures sur 22, groupe IV (*Hanseniaspora*) 1 culture sur 5.

Ces cultures du groupe *Saccharomyces* — au moment d'être soumises à l'expérience — étaient totalement privées de spores ; seule la culture de *Hanseniaspora* en contenait une petite quantité.

Les résultats des expériences correspondantes ne concordent toutefois pas entre elles ; une culture se montrant thermostable une première fois, succombe à la chaleur dans une deuxième série d'essais dans des conditions apparemment identiques ; la levure N^o 41 résistant une fois à 75°, ne résiste pas à 70° une autre fois. Seul le fait que les cultures thermostables se rattachent toutes à un des deux groupes en question, constitue une concordance entre tous les essais faits.

Cette même observation a été faite par plusieurs auteurs : KLÖCKER (17) dit que « malgré tous les soins apportés à entourer les neuf espèces de conditions tout à fait identiques, chaque espèce ne se comporta néanmoins pas, dans quelques cas, de la même façon dans les séries expérimentales correspondantes ». Ou encore KUFFERATH (11) : « La détermination de la température mortelle par chauffage a été préconisée comme caractère distinctif des diverses levures. Il semble qu'il faille abandonner cette méthode à cause de son imprécision à tous les points de vue. Il est d'autres caractères distinctifs de plus de valeur et moins sujets à des erreurs expérimentales. »

Nos recherches sur l'influence des conditions sur la thermostabilité (influence de l'âge et de la concentration des cultures, action protectrice du sucre, action destructrice de l'alcool) furent également infructueuses. Nous ne pouvons nous prononcer que sur l'influence de l'âge des cultures : en effet, des cultures âgées de 3 à 6 mois sur agar ont — en conditions voulues — toujours donné un résultat

positif, alors que des cultures âgées de quelques semaines ne montrèrent que rarement la thermostabilité ; les cultures âgées de quelques jours seulement, ne se sont jamais montrées thermostables.

En changeant la disposition expérimentale, telle que nous l'avons décrite plus haut, les résultats devinrent rarement positifs ; par contre, en répétant vigoureusement cette technique, nous avons dans chaque série d'essai observé un certain nombre de cultures thermostables. Les cellules échappées à l'influence mortelle de la température semblent être en très petite quantité, la vie ne recommençant à se manifester dans les flacons que plusieurs jours après le chauffage (5 à 10 jours, rarement le deuxième jour).

VII.

Stérilisation des disaccharides en solution acide

L'étude physiologique des levures nécessite l'emploi de milieux sucrés différents. Quelle méthode faut-il choisir pour les composer ? et — question plus importante — quelle méthode emploiera-t-on pour les stériliser ? La stérilisation des monoses en solution n'implique pas de difficulté ; mais comment éviter l'hydrolyse des bioses en solution sous l'action de la chaleur ?

Il existe dans les laboratoires de microbiologie des méthodes pour préparer les solutions stériles de disaccharides en mélangeant les sucres stérilisés d'une part, avec les liquides stérilisés d'autre part. Cette méthode nécessite un travail long et pénible et qui souvent encore — toutes les précautions étant prises d'ailleurs — se termine par des infections.

Dans l'intention de trouver moyen de faire ces solutions rapidement et avec le minimum de danger d'infections, nous avons fait des recherches quantitatives sur l'hydrolyse des bioses en solution, en fonction de la température, du temps et du pH.

Les essais portent sur les trois bioses : lactose, maltose, saccharose. L'indice réducteur des solutions de ces sucres a été déterminé avant et après la pasteurisation ou stérilisation par la méthode de BERTRAND :

L'oxyde de cuivre réduit le sulfate ferrique en ferreux, qui est de nouveau oxydé en sulfate ferrique par une solution de permanganate de potasse de titre connu.

Les chiffres dans les tableaux expriment la quantité de cuivre en mgr, réduit par 10 ccm de la solution sucrée à 1%, avant et après l'expérience.

I. Raulin acide ; pH 3,3. Pasteurisation à 80° pendant 20 min

	<i>avant</i>	<i>après</i>
Lactose	126	126
Maltose	111	113
Saccharose.....	0	28

Le saccharose étant hydrolysé dans ces conditions, nous avons fait une deuxième expérience, moins favorable à l'hydrolyse ; le maltose qui donna une petite différence avant et après le chauffage a été également soumis à ce deuxième essai ;

II. Raulin acide ; pH 3,3. Pasteurisation 3 fois à 70° pendant 30 minutes chaque fois.

	<i>avant</i>	1	2	3
Maltose	91	92	92	92
Saccharose.....	0	12	19	29

Le saccharose étant là encore hydrolysé, une troisième expérience a été faite :

III. Le saccharose a été dissout dans milieu Raulin acide, neutralisé à différents degrés d'acidité par de la potasse caustique à 10% et pasteurisé 3 fois pendant 20 minutes à 80°.

	<i>avant</i>	1	2	3
pH 7,0	0	0	0	0
6,0.....	0	0	0	0
5,0	0	0	0	0
4,0	0	6	11	13

* * *

Quelque temps plus tard, nous avons fait des recherches, afin de nous renseigner sur la possibilité de stériliser dans l'autoclave les solutions des disaccharides. Nous avons chauffé à 105° pendant 25 minutes des solutions à 5% de lactose, maltose et saccharose dans Raulin acide, neutralisé au pH 6,0.

2 ccm de ces solutions donnent avant et après stérilisation en mgr Cu :

	<i>avant</i>	<i>après</i>
Lactose	124	125
Maltose	92	92
Saccharose.....	0	0

Nous pouvons affirmer qu'il n'y a pas eu d'hydrolyse dans ces conditions ; la différence de 1 mgr pour le lactose ne peut indiquer une décomposition de ce sucre, une différence aussi petite étant nécessairement comprise dans les fautes de l'expérience ; en outre, nous ne pouvons croire à une hydrolyse du lactose alors que dans les mêmes conditions le saccharose — de beaucoup le plus délicat à l'inversion de ces 3 bioses — ne montre aucune altération.

Ce même essai, répété avec Raulin, neutralisé au pH 5,0 seulement, a donné une légère hydrolyse pour le saccharose.

En nous appuyant sur ces expériences, nous avons dès lors stérilisé nos milieux de disaccharides en solution à l'autoclave, à 105° pendant 25 minutes, en ayant soin de neutraliser au préalable le liquide dissolvant au pH 6,0.

VIII.

Fermentation des disaccharides

Afin de nous renseigner sur l'action enzymatique de nos levures, des solutions de 5% de sucres purs dans le milieu de Raulin acide, ont été stérilisées dans les conditions décrites au chapitre précédent et inoculées par nos levures. Les résultats obtenus ont montré que ce milieu minéral auquel les conditions vitaminiques font défaut, est impropre à ces recherches. Des essais ont été répétés, en remplaçant le Raulin acide, par du vin blanc, désalcoolisé, neutralisé au pH 6,0, additionné du sucre (maltose, saccharose 5%) et stérilisé à l'autoclave. Le tableau suivant indique les résultats obtenus de la fermentation de ces milieux :

LEVURE N ^o	GROUPE	GENRE	Fermentation du		
			saccharose	maltose	
Provenant des dattes «Hmhât» Nayani	2	I a)	<i>Zygosaccharomyces</i>	†	†
	18	I b)	<i>Zygosaccharomyces</i>	†	—
	7	II a)	<i>Saccharomyces</i>	†	†
	12	II b)	<i>Saccharomyces</i>	†	†
	31	—	<i>Torula</i>	†	—
	33	—	<i>Torula</i>	—	—
	88	IV	<i>Hanseniasspora</i>	†	—
	48	V	<i>Torula</i>	†	—
	54	VI	<i>Mycoderma</i>	†	—

Ce tableau nous apprend que les levures provenant des dattes rouges, N^{os} 88, 48 et 54, ne contiennent pas de maltase ; par contre, elles renferment de l'invertine, mais en plus petite quantité — le N^o 54 excepté — que les levures provenant des dattes amhât. Celles-ci — à l'exception du N^o 33 — contiennent toutes de l'invertine en grande quantité.

La maltase se trouve dans les deux levures du genre *Saccharomyces* (N^o 7, 12) qui fermentent le maltose avec la même intensité que le saccharose et dans la levure de *Zygosaccharomyces* N^o 2 qui montre moins d'affinité pour le maltose que pour le saccharose.

Seule la levure *Torula* N^o 33 — qui d'ailleurs fermente fortement le moût de raisin — ne contient ni maltase ni invertine.

IX.

Fermentation alcoolique du jus de dattes par ses propres levures

L'usage du moût de raisin dans cette étude a une utilité pour certaines recherches (courbe de fermentation, etc.) ; mais nous avons affaire à des levures triées de dattes, et c'est surtout les rapports de ces levures et de ce substratum fermentescible qui nous préoccupe.

C'est pourquoi nous avons préparé des milieux de dattes, en suivant la technique décrite au début de ce travail (chap. II), en inoculant ce milieu — réparti dans de grands flacons Erlenmeyer — de nos levures triées, en ayant soin de choisir pour chaque échantillon du milieu un type de levure aussi différent que possible.

De même, nous avons étudié la fermentation du jus de dattes :

1° à hautes concentrations, en faisant fermenter le jus de dattes normal, additionné de glucose pur.

2° à concentrations inférieures à 30% en faisant fermenter le jus normal dilué.

Sous A, nous résumons les observations faites à propos de la fermentation du jus normal ; sous B, nous ferons le rapport des essais entrepris relativement à la fermentation des jus à hautes concentrations ; enfin nous exposerons, sous C, les résultats obtenus par la fermentation du jus dilué.

A. *Fermentation du jus normal* (obtenu suivant la technique décrite au chapitre II).

La courbe de fermentation des *Saccharomyces* nous indique que les levures appartenant à ce genre consomment pratiquement tout le sucre du moût de raisin en peu de temps (5 à 7 jours). Par l'allure de la courbe relative au genre *Saccharomyces*, il est facile de voir que la concentration de sucre du moût de raisin est loin de suffire aux exigences de ces levures, ferments par excellence ; c'est pourquoi — afin de démontrer toute la capacité de fermentation de nos levures — nous nous sommes adressé à des concentrations de sucre supérieures à celle du moût de raisin.

Le jus de dattes, préparé comme il a été dit au début de ce travail, renferme 34,5% de sucre interverti. Afin d'être en présence d'un milieu de concentration bien définie en matière sucrée, nous l'avons dilué avec de l'eau de façon à ce qu'il renferme 30% de sucre. Un représentant de chaque groupe de nos levures a été inoculé dans ce milieu qui fut abandonné à température du laboratoire.

Les résultats obtenus par ces essais furent peu satisfaisants : le jus de dattes, tout en fermentant avec intensité, ne présente pas aux levures des conditions aussi favorables à la fermentation que le moût de raisin ; pour des liquides titrant la même quantité de sucre, la durée de fermentation est de beaucoup plus longue, la quantité d'alcool formé généralement bien plus petite (plus grande dans d'autres cas).

Nous venons de dire que nos levures de *Saccharomyces* fermentent en totalité et avec une rapidité remarquable le moût de raisin ; en plus, nous apprenons dans la littérature que le moût de raisin enrichi en matière sucrée, de manière à titrer 30% de glucose et fermenté par une bonne levure, peut être analysé, relativement à sa teneur en alcool, après 3 semaines ; or, voici que la fermentation du jus de dattes (à 30% de sucre interverti) est à peine terminée au bout de 5 semaines pour 2 de nos levures et même 6 semaines pour 4 de nos levures.

Nous n'avons pas fait des essais pour découvrir les causes de cette faiblesse de fermentation. Peut-on accuser un principe accessoire (gomme, pectine, tanin) d'être l'inhibiteur ? La viscosité serait-elle suffisante pour rendre l'élimination du CO² difficile et ralentir ainsi la marche de la fermentation ? Le problème est de grand intérêt ; nous regrettons de ne plus avoir eu l'occasion de faire des essais pour rechercher son explication.

Dans le tableau ci-joint, nous indiquons la quantité d'alcool formé, en poids et en volume, la quantité de sucre restant en %, le nombre de semaines après lesquelles la détermination a pu être faite, et à titre de comparaison le poids spécifique du moût de raisin fermenté à bout par ces levures (chiffres dont il a été question au chapitre IV).

Pour doser l'alcool, nous avons distillé les 2/3 du volume ; en établissant, par la balance de Mohr, le poids spécifique du liquide distillé ramené au volume initial, nous trouvions dans les tables alcoolométriques la concentration en alcool correspondant au poids spécifique du liquide.

Levure N ^o	Groupe	GENRE	Semaines	Alcool en p.	Alcool en vol.	Sucre restant	p. spec. du moût fermenté
18	I	<i>Zygosaccharomyces</i>	5	4,62	5,78	19,28	1,027
12	II	<i>Saccharomyces</i>	6	5,25	6,55	18,05	1,000
31	—	<i>Torula</i>	6	5,87	7,32	13,33	1,040
88	IV	<i>Hanseniaspora</i>	5	3,41	4,27	24,09	1,022
48	V	<i>Torula</i>	6	5,25	6,55	19,46	1,002
54	VI	<i>Mycoderma</i>	6	3,41	4,27	20,53	1,010

Le *Torula* 31 donne ici plus d'alcool que dans le moût, alors que le *Saccharomyces* (N° 12) n'en donne que 5,25% en poids ; moins que le *Torula* ! Il faut signaler le fait que les flacons, restant au laboratoire pendant 5 à 6 semaines, à une température d'été atteignant facilement 24° C, des pertes d'alcool semblent très probables, de sorte que les chiffres ci-dessus doivent être considérés comme étant légèrement trop bas.

Il est bien évident que ces chiffres ne peuvent être une mesure du pouvoir ferment de nos levures, fait sur lequel il nous importe d'attirer l'attention puisqu'au chapitre V nous nous sommes servi de ces chiffres pour compléter la description des espèces.

B. Fermentation de jus enrichis.

Pour connaître la dose maximale de sucre permettant de fermenter encore, nous avons préparé — simultanément avec les expériences sus-décrites — des jus de dattes titrant 35, 40, 45... 60% de sucre en additionnant le jus normal de glucose pur.

Les milieux ainsi préparés, inoculés de la levure N° 12 (*Saccharomyces*) ont été abandonnés à l'étuve à la température de 29° C. Une fermentation avec forte production d'écume fut encore observée dans le jus titrant 50% en sucre interverti.

Ceci constaté, nous avons répété les fermentations des concentrations de 45% et 50% en quantités suffisamment grandes pour permettre le dosage de l'alcool. Nous indiquons ici les détails de ces fermentations :

45% : Température 29 °C. Fermente avec intensité après 4 jours pendant 2 semaines environ : détermination de l'alcool après un mois (100 ccm du liquide + 100 ccm d'eau; distillation de la moitié du volume).

Alcool en poids 4,00%; alcool en volume 5,00%; sucre restant 40,07%.

Odeur du liquide fermenté plutôt moisie.

La détermination du sucre par la méthode de BERTRAND devient difficile à de si fortes concentrations; l'analyse nous a donné en effet, une concentration en sucre restant devant nécessairement être trop haute.

50 % : Température 29° C. Fermente après 11 jours pendant quelques jours, pour ne plus donner de fermentation ensuite. Le liquide en voie de fermentation répond à l'agitation par la formation d'une belle couche d'écume.

La quantité d'alcool formé devant être minime (voir conc. à 45 %) nous avons négligé d'en faire le dosage.

Les essais nous montrent qu'il peut y avoir des phénomènes de fermentation même à de très hautes concentrations de sucre; mais le phénomène s'arrête bientôt: après un certain temps, l'activité enzymatique des levures s'arrête en présence de si grandes quantités de sucre.

C. Fermentation de jus dilués.

Dans une troisième série d'essais, nous recherchons la possibilité d'une fermentation remplissant les exigences d'une bonne fermentation (à savoir: courte durée, production maximale d'alcool sans production de substances accessoires fâcheuses). Pour cela nous faisons fermenter le jus de dattes à des concentrations en matières sucrées inférieures à 30% (25%, 20%, 15%) en diluant le jus normal avec de l'eau.

Levure inoculée: N° 12 (Saccharomyces).

25 %: Température du laboratoire soit: 22°-24° C. Fermente après 1 jour. Durée de la fermentation: 2 semaines. Alcool en poids 6,57%, alcool en volume 8,18% sucre restant 8,68%.

20 %: Température du laboratoire, soit 22°-24° C. Fermente après 1 jour. Durée de la fermentation 10 jours. Alcool en poids 5,87 %, alcool en volume 7,32 % sucre restant 4,66 %.

15 %. Température du laboratoire, soit 22°-24° C. Fermente après 15 heures. Durée de la fermentation: 10 jours.

Alcool en poids 5,87 %, alcool en volume 7,32 % sucre restant 0,26 %.

p H. du liquide avant et après fermentation:

avant 4,8 après 4,0

acidité titrable: 50 ccm du liquide fermenté + 100 ccm d'eau distillée + 1 ccm de solution de phénolphtaléine nécessitant 4,5 ccm de $\text{Na OH} \frac{n}{2}$ pour atteindre la coloration rose. Le liquide fermenté est d'une belle couleur jaune d'or, parfaitement limpide et clair, de l'odeur agréable d'un bon moût fermenté. — Ce n'est donc qu'en le diluant à 15% de sucre que nous réussissons à faire fermenter le jus de dattes rapidement et sans perte sensible de matière sucrée. Pour fermenter les grandes quantités de sucre renfermé dans les dattes, nous sommes donc obligé de diluer fortement le jus pressé; nous parlerons dans le dernier chapitre de ce travail à propos d'un

essai d'une fermentation rationnelle du jus de dattes à 15 % de sucre initial.

* * *

En concluant ce chapitre, nous représentons par une table, puis graphiquement, la corrélation qui existe entre les fermentations des diverses concentrations.

Température du laboratoire (22°-24° C) sauf pour les concentrations supérieures (45 % et 50 %) : 29° C.

Conc. initiale en sucre	Production d'alcool en %		Sucre consommé %	Sucre restant %	Début de la fermentation après :	Durée de la fermentation
	en poids	en vol.				
15 %	5,87	7,32	14,74	0,26 %	15 heures	10 jours
20 %	5,87	7,32	15,34	4,66 %	1 jour	10 jours
25 %	6,57	8,18	16,32	8,68 %	1 jour	2 semaines
30 %	5,25	6,55	11,95	18,05 %	qq. jours	6 semaines
45 %	4,00	5,00	[4,93]	[40,07]	4 jours	2 semaines
50 %			—	jours	11 jours	qq. jours

Afin de rendre cette table plus intelligible, nous l'exprimons graphiquement en traçant 4 courbes en fonction de la concentration initiale en matières sucrées du milieu fermentescible ; soit la courbe

- 1° de la quantité d'alcool produit
- 2° de la quantité de sucre restant après fermentation
- 3° du début de la fermentation
- 4° de la durée de fermentation.

Nous indiquons sur l'abscisse la concentration initiale en % du sucre du jus de dattes : et sur l'ordonnée ;

- 1° la quantité d'alcool produit en % (poids)
- 2° la quantité de sucre restant en %
- 3° le début de la fermentation en jours.
- 4° la durée de la fermentation en semaines.

La production d'alcool est approximativement constante, quelle que soit la quantité de sucre présent. La courbe représentant la variation de la quantité de sucre restant est fortement ascendante ; la quantité d'alcool formé étant la même quelle que soit la quantité initiale de sucre, il doit en effet rester plus de sucre pour une concen-

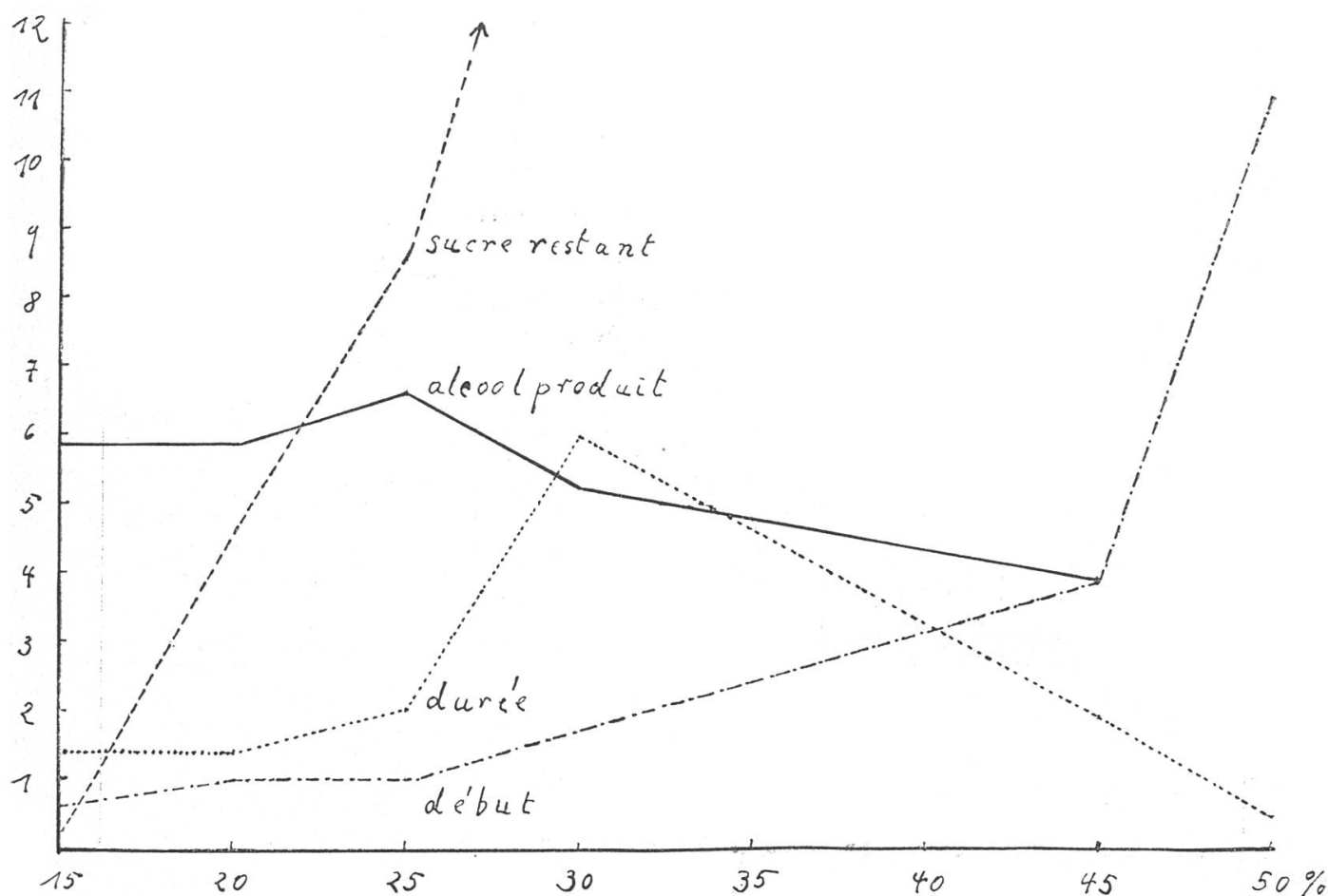


Fig. 12.

tration initiale ; plus haute, la quantité de sucre consommé par la levure pour son développement végétatif pour la production de substances accessoires étant très petite par rapport à la quantité de sucre transformé en alcool, n'influence pratiquement pas l'allure de la courbe représentant le sucre resté après la fermentation.

La courbe représentant la durée de fermentation par le maximum qu'elle atteint à la concentration moyenne (30 %) ; la courbe du début de fermentation nous dit enfin que la fermentation se déclare d'autant plus tard que la concentration initiale en sucre est plus haute.

Nous répétons ce qui a déjà été dit dans ce chapitre, à savoir que le chiffre relatif à la concentration de 50 %, représentant la quantité de sucre restant après fermentation, doit être considéré comme trop élevé et celui représentant la quantité de sucre consommé comme trop bas ; c'est pourquoi nous avons muni de crochets ces deux chiffres.

X.

Essai d'une fermentation rationnelle et économique du jus de dattes

Dans le précédent chapitre, nous avons vu que seule la fermentation du jus de dattes à 15 % de sucre remplit les conditions d'une bonne fermentation (fermentation rapide, production maximale de sucre sans production de substances accessoires fâcheuses).

Nous étudions dans ce chapitre la fermentation économique du sucre renfermé dans les dattes en faisant fermenter le jus de datte titrant 15 % en matière sucrée.

Détermination du sucre contenu et dans les jus et dans les marcs par la méthode de Bertrand.

En préparant l'extrait de dattes, comme il a été décrit au chapitre II, nous obtenons pour 1000 gr. de pulpes de dattes :

jus 1331 gr. (34,5 % sucre)

marc 565 gr. (32,8 % sucre).

a) le jus étant dilué de façon à renfermer 15 % de sucre, nous obtenons 3061 gr. de liquide qui par fermentation — dans les conditions citées ci-dessus — donne 5,87 % d'alcool en poids = 180 gr. en alcool absolu ; sucre restant (perte) 0,26 % = 8 gr.

b) pour utiliser le sucre renfermé dans le marc, nous avons employé deux méthodes, d'usage courant dans l'industrie :

1) l'on extrait une deuxième fois le marc avec de l'eau, en dirigeant les opérations comme indiqué pour la première extraction ; le jus obtenu est fermenté et le liquide obtenu distillé.

2) on fait fermenter le marc en suspension dans une grande quantité d'eau (5 parties d'eau pour 1 partie de marc) et l'on distille le liquide, pressé après fermentation.

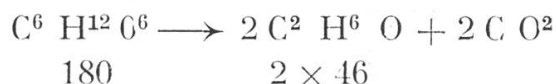
Le rendement est plus élevé dans le deuxième cas ; en soumettant les 565 gr. de marc à ce (deuxième) procédé, nous obtenons :

2945 gr. de liquide pressé, ne renfermant plus de sucre et titrant 4,51 % d'alcool en poids = 133 gr. d'alcool absolu, et

242 gr. de deuxième marc, titrant 4,02 % = 9,7 gr. de sucre.

1000 gr. de pulpes de dattes (=1300 gr. de dattes avec les noyaux) nous donnent donc 313 gr. d'alcool absolu, dont 180 gr. du 1^{er} et 133 gr. du 2^{me} jus ; sucre restant : 10 gr.

Ce chiffre est vérifié par le calcul théorique : les dattes ayant servi à ces expériences contenaient, d'après l'analyse faite, 67 % de sucre ; d'après la formule classique de Gay-Lussac :



la quantité d'alcool formé est légèrement plus grande que la moitié de la quantité de sucre en présence ; les 670 gr. de sucre fournissent donc environ 340 gr. d'alcool, chiffre bien en concordance avec le chiffre trouvé pratiquement. Il faut rappeler que la levure consomme une certaine quantité de sucre pour la formation de produits accessoires, tel que la glycérine, l'acide succinique, etc., et qu'en plus une certaine quantité de sucre est assimilée par la levure. — Le bilan ci-joint fera mieux comprendre les résultats dont nous venons de faire le compte rendu.

Les 670 gr. de sucre renfermé dans 1000 gr. de pulpe donnent 340 gr. d'alcool d'après le calcul théorique ; nous obtenons pratiquement 313 gr. soit le 92 % du rendement théorique.

Les 8 % perdus sont :

1^o Les 0,26 % (=8gr.) de sucre qui restent dans le premier jus après la fermentation.

2^o Les 10 gr. de sucre du 2^{me} marc (résidu).

3^o Le sucre consommé par les levures pour la production de substances accessoires et le sucre étant assimilé par la levure.

4^o Le sucre perdu au cours des manipulations (presseur, etc.)

Cette fermentation remplit toutes les conditions d'une bonne fermentation, mais elle ne peut guère être appelée une « fermentation industrielle. » La dilution aussi forte du milieu fermentescible exige des appareils particulièrement grands et occasionne une dépense considérable d'énergie pour la concentration de l'alcool du liquide fermenté ; c'est dire que le problème de l'autofermentation (c. a. d. par les levures de datte) industrielle des grandes quantités de sucre renfermé dans les dattes attend toujours sa solution définitive.

**Bilan d'une fermentation rationnelle et économique
de pulpe de datte.**

Matières premières : pulpes de dattes	Poids en gr. 1000	Sucre en gr. 670	Alcool Rendement théorique en gr. 340
extraites, pressées.			Rendement pratique
↓ jus recueilli.	1331	345	
↓ dilué 15 % sucre.	3061	345	
↓ fermenté.		8	180
↓ 1er marc	565	328	
↓ dilué au 1/6	3390	328	
↓ fermenté, pressé			
↓ jus recueilli.	2945	0	133
↓ 2me marc (résidu, perte)	242	9,70	
	Total. . . .		313

Bibliographie

- (1) BEAUVÉRIE, J. : Sur un Zygosaccharomyces de la datte iso-hétérogame. *Bulletin de la Soc. myc. de France*. Tome XLV 2^{me} Fascicule.
- (2) RODIO, G. : Di un Saccaromicete del Dattero (Zygosaccharomyces Cavaræ nov. sp.) *Bulletin dell'Orto Botanico della R. Università di Napoli*. T. VII, p. 1 à 12, tavola I.
- (3) MASON, Silas C. : Date culture in Egypt and the Sudan. U. S. Department of Agric. *Bulletin* N° 1457. Washington May 1927.
- (4) KEARNEY, Thomas H. : Date varieties and date culture in Tunis U. S. Department of Agric. *Bulletin* N° 92. Washington, September 1906.
- (5) WEHMER, C. : Die Pflanzenstoffe. Jena : Gust. Fischer 1929. *Phoenix dactylifera*. Dattelpalme p. 69.
- (6) TSCHIRCH : Handbuch der Pharmakognosie. Leipzig; Tauchschnitz 1909-1927.
- (7) CHODAT, R. et LENDNER, A. : Sur quelques levures du vignoble genevois. *Arch. d. Sc. Ph. et Nat.* Genève 1900.
- (8) STEINER, J.-M. : Etude sur les Levures actives des vins valaisans. Thèse Université de Genève, 1924.
- (9) ZENDER, J. : Sur quelques nouvelles espèces de Levures et d'Endomyces. *Bull. Soc. Bot.*, Genève, vol. 17 (1925) p. 258.
- (10) GUILLIERMOND, A. : Les Levures. Paris (1912) Doin, Edit. Clef dichotomique pour la détermination des levures. Paris 1928.
- (11) KUFFERATH, H. : A propos des Spores du *Pseudosaccharomyces apiculatus* (Rees-Hansen) Klöcker. *Ann. de la Soc. de Zymologie pure et appl.* vol. I. N° 5. p. 214. Gand.
- (12) MÜLLER-THURGAU, H. : Die Herstellung unvergorener und alkoholfreier Obst- und Traubenweine. 3. Aufl. Frauenfeld 1896.
- (13) KAYSER, E. : Action de la chaleur sur les levures. *Ann. Inst. Pasteur*, 1889, 3, 513.

- (14) BOUTROUX, L. : Sur la conservation des ferments alcooliques dans la nature. *Ann. Sc. Natur., Botan.*, 1884, 6^{me} Série XVII, 144.
- (15) WILL, H. : Vergleichende morphologische und physiologische Untersuchungen an vier Kulturen der Gattung *Pseudo-saccharomyces Klöcker* (Sacch. apic. Rees). *CBt. f. Bakter.* II. 1915, 44, 225.
- (16) ITO, H. : Yeasts from Quince liquor. *J. of the Coll. Agric. Imp. Univ. Tokyo*, 1911, 1, 337.
- (17) KLÖCKER, A. : Recherches sur 17 formes du *Saccharomyces apiculatus* C. R., Carlsberg. Copenhague, 1911.
- (18) BATSCHINSKAJA : *Journ. microb. Russe*, 1926.
- (19) GAUMANN, E. : Vergleichende Morphologie der Pilze, Jena 1926.
- (20) FISCHER, Ed. : Pilze. Handwörterbuch der Naturw., 7. 880-929.
- (21) KNIEP : Die Sexualität der niederen Pflanzen Jena, Gust. Fischer 1928.
- (22) WALDSCHMIDT-LEITZ, E. : Die Emzyme, Wirkungen und Eigenschaften. Braunschweig, 1926.
- (23) PACOTTET, Paul : Vinification. Encyclopédie Agric. Paris 1904.
- (24) BERTRAND et THOMAS : Guide pour les manipulations de chimie biologique. 1910.
- (25) LEVY. Les moûts et les vins en distillerie. Naud, Edit., Paris, (1903).

EXPLICATIONS DES FIGURES

Figure 1 : Courbe de fermentation en fonction du poids spécifique (quantité transformée) du moût en voie de fermentation et du temps ; voir page 478.

Figure 2 : Courbe de fermentation en fonction de la différence du poids spécifique (vitesse de réaction) et du temps ; voir page 479.

Figure 3 : *Zygosaccharomyces* No 2 (Groupe I) ; culture en strie sur moût gélosé, âgée de 7 jours.

Figure 4 : *Saccharomyces* No 12 (Groupe II) ; culture en strie sur moût gélosé, âgée de 7 jours.

Figure 5 : *Saccharomyces* No 12 (Groupe II) ; une semaine sur plaques poreuses.

Figure 6 : *Torula* No 31 ; culture en strie sur moût gélosé, âgée de 7 jours.

Figure 7 : *Torula* No 44 (Groupe III) ; culture en strie sur moût gélosé, âgée de 7 jours.

Figure 8 : *Hanseniaspora* No 88 (Groupe IV) ; culture en strie sur moût gélosé, âgée de 7 jours.

Figure 9 : *Hanseniaspora* No 88 (Groupe IV) ; 7 mois sur moût gélosé.

Figure 10 : *Torula* No 48 (Groupe V) ; culture en strie sur moût gélosé, âgée de 7 jours.

Figure 11 : *Mycoderma* No 54 (Groupe VI) ; culture en strie sur moût gélosé, âgée de 7 jours.

Figure 12 : Courbes relatives à la fermentation alcoolique du jus de dattes ; voir page 500.

EXPLICATIONS DES PLANCHES

Planche 1. De gauche à droite :

- Culture No 2 : *Zygosaccharomyces* (Groupe I. a.)
 » 18 : *Zygosaccharomyces* (Groupe I. b.)
 » 7 : *Saccharomyces* (Groupe II. a.)
 » 13 : *Saccharomyces* (Groupe II. b.)
 » 31 : *Torula*
 » 44 : *Torula* (Groupe III)
 » 48 : *Torula* (Groupe V)
 » 54 : *Mycoderma* (Groupe VI)
 » 88 : *Hanseniaspora* (Groupe IV)

Planche 2. De gauche à droite :

- Culture No 88 : *Hanseniaspora* (Groupe IV).
 » 18 : *Zygosaccharomyces* (Groupe I. b.).
 » 2 : *Zygosaccharomyces* (Groupe I. a.).

Au milieu, de gauche à droite :

- Culture No 31 : *Torula* ;
 » 7 : *Saccharomyces* (Groupe II. a.).
 » 12 : *Saccharomyces* (Groupe II. b.).

En bas, de gauche à droite :

- Culture No 44 : *Torula* (Groupe III).
 » 54 : *Mycoderma* (Groupe VI)
 » 48 : *Torula* (Groupe V).

