Acta Societatis Botanicorum Poloniae.
Vol. III. Nr. 1. 1925.

L'influence des races de levures sur la fermentation et sur la composition chimique des vins de fruits.

Par

IRÈNE LIPSKA.

Les premiers travaux concernant l'étude expérimentale des vins de H. Müller-Thurgau ont paru en 1882 en Suisse, huit ans plus tard G. Jacquemin en France commença à publier sur le même sujet et en 1892 J. Wortmann en Allemagne. Ces trois auteurs doivent être considérés comme fondateurs de l'étude scientifique de la vinification. Leurs multiples travaux ont permis de reconnaître les lois fondamentales de ces processus où un moût de raisins devient petit à petit un vin naturel. Il a fallu découvrir les rapports réciproques entre les composés chimiques du moût et ceux du vin qui en résulte. Les nécessités de la pratique ont exigé de la science en premier lieu l'étude de différentes causes de l'insuccès dans la fabrication du vin. Tous les défauts et „les maladies" du vin ont été maintes fois le sujet d'étude des premiers savants cités et de leurs disciples; de ces derniers nous ne citerons que R. Meissner (ses premiers travaux parurent en 1903 en Allemagne) et A. Osterwalder, qui commença à publier en 1908 en Suisse [1]). Étant donné que les trois pays, nommés plus haut, ont leurs propres vignes, l'attention des savants a été portée surtout du côté des vins du raisin, tandis que l'étude du vin de fruits et de baies n'y a été qu'effleurée. Quant à la Pologne et tous les autres pays d'un climat plus froid où on ne peut produire que ces derniers vins, on se trouve borné à leur étude.

Passons maintenant à la question, qui nous intéresse plus spécialement, c'est-à-dire à l'influence de la race des levures sur les

[1]) Voir: H. Müller-Thurgau und A. Osterwalder [15].

fermentations alcooliques de la bière, du vin, etc. Elle a été résolue en sens positif, car il existe l'individualité des caractères physiologiques des levures [1]). Par ce fait les composés chimiques produits par des levures dans le moût de raisins doivent différer entre eux en qualité ou au moins en quantité. Comme parmi les travaux de notre connaissance il n'y a pas un seul qui ait comparé entre elles les fermentations de différents moûts de fruits produites par les différentes races de levures et qui ait donné l'analyse chimique des vins qui en résultent, nous nous sommes proposés de combler cette lacune. La sous-section des fermentations à l'Institut National Scientifique d'Agriculture à Bydgoszcz fait service des cultures pures de levures sélectionnées pour les vins des fruits, en fournissant à chaque demande une race bien appropriée au moût indiqué. Pour ces besoins pratiques ainsi que pour faciliter la prochaine législation polonaise des vins, on a entrepris l'étude de la fermentation des moûts de fruits les plus employés dans le pays avec toutes les meilleures races des levures de vins connus à l'étranger et cultivées à l'Institut. Ces levures proviennent de l'Institut d'Industrie des Fermentations et de Bacteriologie Agricole attaché au Musée d'Industrie et d'Agriculture à Varsovie où j'ai travaillé jusqu'à 1920; en profitant de l'occasion, je remercie le Directeur de cet Institut, M. le prof. W. Dąbrowski, de son obligeance avec laquelle il les a cédées à l'Institut de Bydgoszcz.

Parmi les questions que j'ai voulu résoudre, je ne citerai que les plus importantes, les unes présentant un intérêt plutôt biologique, les autres plutôt d'ordre chimique, à savoir:

1° Les races des levures conservent-elles leurs caractères spécifiques sur les moûts de différents fruits?

2° Parmi ces caractères physiologiques des levures est-ce qu'il en a qui varient sous l'influence de la composition chimique différente pour chaque moût des fruits?

3° Peut-on trouver un rapport constant entre les données de l'analyse chimique des vins, rapport qui permettra de reconnaître l'espèce des fruits dont le vin résulte?

4° Constater s'il existe le rapport entre les caractères spécifiques de la fermentation d'une certaine levure et la composition chimique du vin.

Au moment où j'ai composé le plan général de ce travail, je comptais pouvoir consacrer quatre années à l'étude de ces problemes

---

[1]) Cfr. J. Wortmann [24].

pour me rendre compte de l'influence des conditions météorologiques sur la composition des fruits et pour obtenir les résultats plus sûrs. Cette méthode exclut tout hasard et permet de constater si la variabilité des levures y entre en jeu. Parmi les vins des fruits on distingue „les vins secs", c'est-à-dire les vins avec un pourcent d'alcool de 10—12% et presque sans sucre non fermenté, ils ont peu d'extrait; le plus souvent ce sont les vins des fabriques, les vins à bon marché. J'ai voulu commencer par eux l'étude des vins pour trouver la première et inférieure limite de la composition des vins; ensuite, deux ans après, je me suis mise à l'étude d'une limite supérieure, des vins riches en extrait, bien sucrés, des vins de dessert, qui sont plus chers et qui sont préparés à la maison par les amateurs, propriétaires de leurs fruits. Entre ces deux limites extrêmes peuvent être placés tous les vins naturels, c'est-à-dire obtenus du jus des fruits fermenté sans aucune falsification.

Dans le présent travail je n'ai réuni qu'une partie des résultats obtenus pendant l'année 1922 et 23, vu la grande quantité de matériaux d'observation sur la fermentation et d'analyse chimique des fruits et des vins. Ce travail porte sur les six différents moûts des fruits fermentés avec les cinq races de levures allemandes et avec les trois races françaises.

Matériel et méthode.

Les fruits, dont on avait préparé les vins, ont été toujours analysés et les résultats obtenus sont présentés sur la table I. La discussion de ces données sera faite ensuite, pour le moment nous voulons faire connaître les détails de la mise en expérience. On a tâché de se servir toujours des fruits de la même provenance et qui étaient cueillis à la même saison par un beau temps. Les fruits étaient d'abord débarrassés des noyaux (les cerises) et de leurs parties vertes (les raisins et les groseilles); ensuite on les laissait passer par la petite machine Tutti-Frutti qui sépare bien le jus; les restes des fruits écrasés étaient encore comprimés dans une presse à la main. On laissait passer les pommes coupées en morceaux par une machine à couteaux employée pour hacher la viande et on les soumettait à l'action de la même presse. Comme ce dernier vin a été préparé en septembre, on pouvait laisser les fruits sortis de la presse avec de l'eau pendant vingt-quatre heures, sans courir le danger de la fermentation spontanée; de la sorte on obtenait le second moût. Selon les résultats de l'analyse chimique des fruits (degré de l'aci-

dité générale et celui de la densité du jus), on avait ajouté au jus une quantité d'eau et de sucre nécessaire pour obtenir un vin de ± 0,6% de l'acidité comptée en grammes d'acide tartrique et de ± 10% de l'alcool. Pour obtenir le vin de groseilles rouges da cette composition on a dilué ce jus en ajoutant pour chaque 2.5 litres de jus 8 litres d'eau, 2 kilos de sucre et 3 gr. de phosphate neutre d'ammonium. Le moût a été ensuite chauffé jusqu'à 55° C pour le débarrasser de tous les microorganismes préexistants sur les fruits à l'état végétatif. Après cette pasteurisation, il a été mis par fractions de quatre litres dans les grandes bouteilles à cinq litres. Chaque portion a été ensuite ensemencée avec 50 cm^3 de culture pure des levures de 24 heures faite sur le même jus des fruits; chaque bouteille a été fermée par un bouchon paraffiné avec un tube de fermentation. La première fermentation se passait à la température de 20° C environ. Durant les premiers dix jours, on faisait des observations et des notes toutes les 24 heures. Après ce délai de temps on a continué les observations en faisant des notes pour chaque portion à part, au moment d'un changement dans l'aspect du moût en fermentation, à savoir: la formation du dépôt, l'éclaircissement du liquide et la fin du dégagement de CO_2. Ce dernier moment arrivé pour les portions qui étaient en retard, on soutirait le vin avec un tube de verre très soigneusement pour ne pas troubler le dépôt et le vin passait à une seconde fermentation, qui est longue et calme. Les vins jeunes restaient maintenant dans les bouteilles d'un litre, remplies presque jusqu'au bord (il ne reste que 5 cm libres dans la gorge de la bouteille) et gardées à la temperature de 10° C environ. Au moment du premier soutirage on les a décrits comparativement, en se basant sur les données suivantes: l'hauteur du dépôt, le degré de la limpidité, les nuances de la couleur et la densité mesurée avec un aréomètre de Balling. Un an écoulé, on finissait l'expérience par l'adnotation des changements dans l'aspect du vin, par la dégustation et enfin par l'analyse chimique.

Avant de passer à la discussion des résultats obtenus, nous devons expliquer le choix fait des fruits pris pour les vins d'expérience. On a préparé onze vins de groseilles rouges, car c'est le vin le plus estimé du pays; il est facile à faire même par la fermentation spontanée et de plus le jardin de l'Institut en livrait en abondance. Aussi nombreux étaient les vins de myrtilles (12 vins) à cause de l'abondance de ces baies dans nos forêts et de bon effet médical de ce vin en cas de diarrhée. Ce dernier vin est difficile à faire par

les amateurs, parce qu'il demande une addition des sels d'ammonium, vu la pauvreté d'azote du jus et ne donne pas de bons resultats sans levures appropriées; par contre ce vin bien réussi peut tenir concurrence à un vin de Bordeaux. C'est encore le vin de pommes qui peut devenir en Pologne l'objet de la production en gros, car nous avons en quantité des pommes d'automne magnifiques pour les vins, qui peuvent même être exportés dans les pays du Nord. Je n'ai préparé que huit vins de pommes à cause de la difficulté de leur donner durant la période de la première fermentation une temperature convenable, ce qui n'est pas facile au mois de novembre. A côté de ces trois sortes des vins, j'ai préparé encore huit vins de cerises excellents comme couleur et goût, mais dont la production présente des difficultés: premièrement leur culture est plus rare chez nous, que celle des groseilles ou des pommes, secondement elles demandent d'être nettoyés de leurs noyaux, ce qui se fait vite par les machines, mais prend beaucoup de temps si on le fait à la main. Cinquième sorte de vin en six portions c'était le vin de mûres sauvages, qu'on trouve en abondance aux bords de nos rivières et qui donnent facilement même par une fermentation spontanée un vin superbe, très aromatique, d'une magnifique couleur rouge foncé. Enfin j'ai préparé encore six vins de raisins; ces derniers fruits sont rares chez nous et ne mûrissent que si l'été à été bien long et chaud, par suite ces vins n'ont pas d'avenir en Pologne. Cependant je donne les résultats obtenus avec eux pour compléter la caractéristique des huit races des levures originaires des raisins. Il faut souligner qu'indiquant le nombre des vins de chaque espèce des fruits, je ne donne que ceux d'entre eux qui ont été préparés avec les huit races choisies de levures; tous les autres vins seront prochainement le sujet d'un autre travail, car pour le moment leurs analyses chimiques ne sont pas finies.

Expériences.

Commençons par l'examen de la table I, qui résume les résultats des analyses chimiques faites des fruits dont on a ensuite préparé des vins. Toutes les analyses chimiques ont été faites par M. St. Cholewicki, l'assistant chimiste de la sous-section des fermentations. Je le remercie bien sincèrement pour sa bienveillante collaboration. Cette table presente en somme douze analyses; elles sont faites en double pour chaque espèce des fruits pendant deux années consécutives 1922 et 23, sauf la seconde analyse des cerises

qui provient de 1924 et dont les vins n'entrent pas dans ce travail-ci néanmoins elle est donnée à cette place, vu le manque de l'analyse de 1922, pour donner aux lecteurs une idée des variations de la composition chimique de ces fruits. De même la seconde analyse des raisins est de l'année 1924, elle est insérée ici pour les mêmes raisons. En examinant les moyennes des résultats de l'analyse, nous pouvons constater une ressemblance de la composition chimique des fruits et les classifier par paires comme il suit: mûres et groseilles, myrtilles et cerises, pommes et raisins. Par l'ordre croissant des quantités de leurs constituants solubles et insolubles, ainsi que par la valeur de leur sucre, les fruits peuvent être rangés de la manière suivante: mûres, groseilles, myrtilles, pommes, raisins et cerises. Si nous suivons l'ordre croissant de leur acidité, nous serons forcés de changer leur place à savoir: pommes, raisins, myrtilles, cerises, mûres et groseilles. Enfin en nous basant sur la quantité des cendres, nous obtiendrons la série: pommes, myrtilles, raisins, mures, groseilles et cerises.

Un examen de la table I montre que la différence de la composition chimique des fruits d'une année à l'autre (1922 et 23) peut n'être que minime, comme cela se trouve pour les groseilles, qui étaient cueillies des mêmes arbustes du jardin de l'Institut. Cette différence devient plus considérable quand la provenance des fruits est diverse, comme c'était le cas pour les myrtilles et les mûres. En comparant les analyses des cerises et des raisins de l'année 1923 et 24, on est porté à conclure, vu que leur provenance était la même, que les variations de leur composition chimique sont dues à l'insolation plus grande et à la sécheresse de l'année 1924 en comparaison avec l'année précédente. De même on peut déduire des analyses des groseilles et des myrtilles, que l'année 1922 fut relativement plus chaude et sèche que 1923, quoique la quantité d'eau dans les mûres et dans les pommes fût plus petite cette dernière année, mais à notre avis cette différence provient cette fois-ci de leur état moins mûr.

Passons maintenant aux données de la fermentation des fruits. Malheureusement il nous manque ici des points de repère tout à fait objectifs et à cause de la grande subjectivité de ces observations nous nous bornerons à la relation des faits devenus sûrs par leur répétition régulière. Ayant sous les yeux entre autre le but de choisir les races des levures les mieux appropriées aux certains moûts des fruits, nous devions faire attention dans nos expériences avec des moûts pasteurisés plus spécialement sur la vitesse de la multi-

plication des levures et sur leur énergie de la fermentation, car ce n'est que les races les mieux douées sous ces rapports qui peuvent devenir vainqueurs dans une fermentation ordinaire d'un moût non pasteurisé, si riche qu'il est en germes les plus variés. Outre ces deux principaux caractères physiologiques des levures, il y en a encore plusieurs qui ont une valeur differentielle, à savoir: la durée et l'intensité de la fermentation (la quantité d'alcool formée), la formation ou l'absence de la mousse, la vitesse de la clarification, la grandeur du dépôt et ses autres propriétés. Nous suivrons dans notre relation l'ordre croissant de la composition chimique des fruits et nous commencerons par les mûres sauvages. Quant aux races des levures nous les indiquerons par commodité avec les numéros d'ordre de la collection de l'Institut, comme suit: N 1 — *Piesport*, N 3 — *Zeltingen*, N 5 — *Bingen-Scharlachberg*, N 8 — *Klosterneubourg*, N 12 — *Deidesheim*, ce sont les races allemandes, N 10 — *Chablis*, N 11 — *Champagne* et N 14 — *Chambertin* sont celles de l'origine française. La température de la fermentation durant nos expériences (1922, 23 et 24) était de 17 à 20° C; toutes les exceptions serons chaque fois indiquées.

Les différences observées pendant la fermentation du moût de mûres portent surtout sur la quantité de mousse; NN 1, 5, 8 et 14 en donnent plus, tandis que NN 3, 10 et 12 en donnent moins et N 11 n'en donne point, quoique le gaz ne cesse de s'y dégager abondamment du dépôt. Un second caractère qui varie, c'est la vitesse avec laquelle ces moûts commencent à se clarifier: après quinze jours les moûts suivant leur ordre descendant peuvent être rangés comme il suit: NN 14, 10, 11, 1, 5, 8, 12 et 3; une pleine clarification est atteinte en 30 jours et en ce moment le vin est soutiré. Quant au dépôt, on peut citer comme caractéristique, qu'il est plus volumineux dans les vins NN 8, 12, 14 et qu'il est plus petit avec NN 10 et 11. Ce dépôt est granuleux dans le vin N 12, il est au contraire pulvérulent avec les autres levures. L'atténuation du vin n'était mesurée à ce moment qu'avec le saccharimètre de Balling, elle était la plus grande pour les vins NN 8 et 10 (— 1·1° Bll). Soulignons ici que les résultats de l'analyse chimique faite dans une année peuvent démontrer une quantité d'alcoolplus grande dans les vins fermentés avec d'autres races, car l'alcool ne cesse de se former durant la fermentation secondaire et calme du vin. En se basant sur ces données de la fermentation, on peut conclure que pour le moût des mûres les meilleurs résultats donnent les races NN 10 et 11.

Sur le moût de groseilles il se forme beaucoup de mousse sur les portions NN 1, 3, 8, 14; N 11 n'en donne point, comme sur le moût de mûres. Les vingt jours de fermentation passés, les moûts NN 11, 5 et 10 commencent à se clarifier, tandis que NN 3 et 12 sont encore complètement opaques. Les vins de groseilles étaient mis en bouteilles après 40 jours de fermentation à $\pm 22^0$ C. Le dépôt était plus abondant dans les vins NN 11 et 14, il était moins volumineux avec NN 1 et 5 et granuleux avec N 12. La plus forte atténuation était obtenue cette fois avec NN 1 et 5, tandis que la plus grande densité du vin était notée pour les NN 11 et 14. On voit, par conséquent, que provisoirement les meilleures sont les races NN 1 et 5.

Passons maintenant au moût de myrtilles où la mousse est en général peu abondante: on la trouve dans NN 1, 5, 8 et 12, tandis que la race N 11 fermente encore cette fois presque sans écume. Ce moût reste longtemps trouble et ne s'eclaircit qu'après 20 jours de la fermentation à 20^0 C avec NN 5, 8 et 11; par contre NN 1, 3 et 10 ne sont pas complètement clarifiés même après 40 jours. Le soutirage de ce vin a eu lieu après 55 jours, à ce moment le dépôt était le plus volumineux dans les portions NN 5, 12 et 14, il était relativement moins abondant avec les NN 1, 3 et 11; N 12 est de nouveau granuleux. La production d'alcool dans ce stade de la fermentation est la plus considérable avec NN 5, 8 et 12, elle est plus faible avec NN 3 et 14. Les mieux appropriées pour le moût le moût de myrtilles semblent être les races NN 5 et 8.

Pour le moût de pommes ces rapports changent de nouveau; il faut cette fois prendre en considération que cette fermentation avait lieu au mois de novembre, quand la température même pendant le jour était basse (10—13^0 C), par conséquent la fermentation était très ralentie avec une faible production de mousse; les plus mousseux étaient les portions NN 1, 10 et 12. Dans ces conditions peu favorables, la clarification est tardive (30 jours), elle marche le mieux dans les vins NN 10, 11 et 12; par contre NN 3, 5 et 8 restent longtemps opaques. On a mis ce vin en bouteilles après 60 jours de fermentation, quoique sa clarification n'ait pas été encore complète. Le dépôt était à ce moment le plus volumineux dans les portions NN 1, 3, 12, il était moins abondant dans les vins NN 5, 8 et 10. L'atténuation la plus grande était obtenue avec les NN 1, 3 et 10. Le dépôt cette fois-ci se formait de nouveau dans les bouteilles, où il avait l'aire d'une masse colloïdale. Dans ces conditions

si difficiles de la fermentation, les meilleures se sont montrées les races NN 1 et 3.

Avec le moût de raisins nous revenons aux conditions normales de la fermentation, étant donnée la température de 13—15° C. Dans ces moûts la mousse se forme en masse sur les NN 3, 10, 12 et 14; avec N 11 le dégagement vif du gaz CO_2 se produit sans écume. La clarification des moûts commence dès le 12me jour avec les races NN 5, 8 et 11; elle est lente avec les NN 3 et 12. Le dépôt est dans ce moût minime et compact, la race N 12 se distingue de nouveau par son dépôt granuleux. Les vins de raisin étaient mis en bouteilles après 40 jours de fermentation. L'atténuation la plus grande était observée pour les NN 8 et 11 (— 1·2° Bll), elle atteignait pour les autres numéros 1·0° Bll, ce qui semble prouver que toutes les races étudiées sont bien adaptées à la composition du vin, vu leur provenance du raisin. Pour cette raison il est difficile à ce moment de la fermentation de désigner une race donnant les meilleurs résultats; provisoirement on peut nommer NN 8 et 11.

Il nous reste maintenant à relater nos observations concernant les vins de cerises. La fermentation du moût est très tumultueuse, NN 1, 8, 10 et 12 donnent abondamment la mousse, tandis que NN 3, 5 et 14 en produisent moins et le N 11 n'en donne presque point. Les moûts commencent à se clarifier dès le 10me jour dans les portions NN 1, 5 et 10, les plus opaques sont les NN 11 et 12. Une pleine clarté du moût est atteinte en 30 jours et en ce moment le vin est soutiré et mis en bouteilles. Quant au dépôt, il est plus abondant dans les vins NN 1, 5 et 14; il est moins volumineux dans les portions NN 8, 10 et 12; dans ce dernier vin le dépôt est plus granuleux qu'ailleurs. La production d'alcool à ce stade de la fermentation est la plus considérable avec NN 1, 8 et 14; elle est plus faible avec NN 5 et 12. En se basant sur ces données, on peut conclure que pour le moût de cerises les meilleurs résultats donnent les races NN 8 et 14.

Pour faciliter la revue de nos observations, nous les réunissons dans la table II. Soulignons encore une fois que nos données ne sont justes que pour les conditions définies de la température et de la dilution des moûts indiquées plus haut; leur valeur est principalement comparative. L'examen de la table II nous montre, qu'il y a parmi les races étudiées les unes douées des propriétés parfaitement stables, qui persistent malgré la différence de la composition chimique des moûts, ainsi par exemple: la race N 11 est caractérisée par son absence d'écume et la race N 12 — par son dépôt toujours

granuleux. A côté des races de levures avec des propriétés si constantes, il y en a d'autres dont certaines propriétés sont moins constantes et varient avec les moûts employés, à savoir: la vitesse de clarification de la race N 12 et la quantité d'alcool produit par la race N 1. Néanmoins le caractère prédominant d'une race le plus souvent persiste, p. ex.: la race N 3 est toujours lente à se clarifier et la race N 8 est constamment riche en alcool. En désignant provisoirement les races des levures les mieux adaptées à un moût donné, nous avons fait attention surtout à leur vitesse de la clarification et à leur abondance en alcool, car ce sont les caractères les plus précieux pour un vin jeune — il peut être alors soutiré plus vite et sans courir le danger de devenir ensuite malade.

Passons maintenant à la discussion des résultats de l'analyse chimique des vins, l'analyse qui était faite une année après leur soutirage. Pour cette analyse on a suivi les méthodes usuelles décrites chez A. Beythien (1). Les matériaux obtenus peuvent être rapportés de deux manières différentes: on peut les réunir suivant les espèces de moût (comme d'ailleurs les analyses étaient faites) ou les présenter en groupes suivant les races des levures; chaque mode de relation a ses raisons d'être. Pour le moment nous choisissons le premier pour faire mieux voir le degré de variation de différentes déterminations chimiques occasionnée par les levures. Toutes les données concernant les vins de mûres sont réunies dans la table III. Elles sont au nombre de neuf pour chaque vin, nous les avons arrangées de manière à mettre de suite les nombres qui sont en rapport mutuel, par exemple: quantité d'alcool et de sucre. Nous commençons par les données des races NN 5 et 12, car elles proviennent des vins de l'année 1922, tandis que d'autres sont de l'année 1923 analysés en 1924. L'analyse du vin N 3 manque malheureusement, la bouteille avec le vin correspondant fut cassée par accident. De l'examen de la table III nous voyons que de deux races NN 8 et 10, qui étaient les plus riches en alcool au moment du soutirage du vin, la race N 8 ne garde pas à présent sa place et qu'à côté de la race N 10 il faut mettre N 14, qui même la dépasse un peu, en servant d'exemple d'une fermentation lente, mais poussée bien loin. Les races NN 5 et 12 se sont montrées faibles comme producteurs d'alcool, vu leur jus plus riche en sucre. La race N 11 prend une place à part grâce à sa forte production de la glycérine; elle en produit 0·24 gr. de plus que la race N 1 qui est la plus faible. En prenant les moyennes de ces cinq analyses (NN 5 et 12 ne peuvent être pris en considération, car la composition chimique

de leur moût est trop differente, voir la table I) et en comparant avec elles les données d'une race particulière, on voit que ce n'est que la race N 14 qui les dépasse en tout. La race N 11, très bonne aussi, possède moins de tanin et les races NN 1 et 8 leur sont inférieures sous tous les rapports; la race N 10 est au beau milieu avec ses données demi-supérieures et demi-inférieures aux moyennes. Nous laissons de côté les valeurs du poids spécifique, de l'extrait, des cendres et du tanin, comme présentant moins d'importance et nous mettons pour chacune de cinq déterminations les cinq races de levures dans une série dégressive, de manière à former la table IV. La consultation de cette table nous montre que les meilleures sont les races N 10 et 14, c'est-à-dire celles qui donnent le plus d'alcool et ne produisent pas trop d'acidité. On voit aussi que des deux races choisies à raison de bonne marche de leur fermentation la race N 10 a retenu sa place, tandis que la race N 8 l'a perdue; le dernier mot à ce sujet il faut laisser à la dégustation; selon ses résultats les vins N 10 et 11 ont été trouvés les meilleurs, tous les autres ayant aussi une saveur agréable. Par cette constatation, nous voyons que pour la race N 10 les trois opinions sont d'accord, les races N 11 et 14 se disputent la deuxième place, quant à la dernière elle est occupée par la race N 1.

Suivant l'ordre accepté plus haut, il faut maintenant traiter les résultats d'analyse des vins de groseilles rouges, qui sont présentés sur la table V. Toutes ces données portent sur les vins de l'année 1922 analysés en 1923. Malheureusement nous n'avons pas déterminé le tanin. On peut y ajouter les résultats obtenus pour les races NN 3, 11 et 14 en 1923—24, vu la grande ressemblance de la composition chimique de leur jus (voir la table I). Au moment du soutirage, les plus riches en alcool étaient les vins faits avec les races NN 1 et 5, maintenant la mesure du grade alcoolique démontre que ce sont les vins NN 8 et 14 qui sont les plus forts; au contraire les races NN 1 et 5 sont à présent presque les plus faibles. La race N 11 se fait de nouveau remarquer par sa production abondante de la glycérine; cette quantité est plus que double en comparaison avec celle produite par les races NN 8 et 14. Le fait prouve aussi que la composition chimique du jus de groseilles active la production de la glycérine chez la race N 11, parce qu'elle s'accroît de 0·64 gr. pour les mûres à 0·88 gr. p. 100. L'examen de la table V nous montre que la proportion de certains composés chimiques produits par les levures peut être assez variable, par exemple: l'acidité volatile varie de 0.015 gr. pour la race N 8 à 0·044 gr. p. 100

pour la race N 10. En général, en comparant les données particulières avec les moyennes, on voit que la race N 3 est au-dessus d'elles; la race N 10 est plus faible que la moyenne une seule fois, notamment dans sa production de la glycérine. Les races NN 1 et 5 restent toujours au-dessous des moyennes, la première occupe cette place déjà pour la seconde fois, elle se comportait de même pour le vin de mûres. Nous avons composé sur le même principe, qui a été indiqué plus haut pour les mûres, les cinq séries comprenant chacune huit races mises dans un ordre descendant (voir la table VI). D'après cette table on peut reconnaître comme les meilleurs les vins faits avec les races NN 8 et 14 riches en alcool et peu acides. Il faut souligner cette divergence des résultats obtenus premièrement au moment de soutirage du vin (on a reconnu alors comme meilleurs les vins NN 1 et 5) et secondement une année après, quand ressortent les vins NN 8 et 14. Cette dernière race occupe la place de tête une seconde fois après l'avoir obtenue pour les vins de mûres. En comparant les résultats de l'année 1923 obtenus pour les vins NN 3, 11 et 14, on est forcé de constater une parfaite concordance de leur propriétés, à savoir: la race N 11 produit de nouveau beaucoup de glycérine et peu d'alcool; la race N 14 est de même caractérisée par sa richesse en alcool; quant à la race N 3, elle occupe cette fois aussi une place moyenne entre les deux précédentes. Si nous revenons à présent au choix des races fait à la base de la dégustation du vin de groseilles, nous constaterons qu'on a nommé comme meilleurs les vins NN 5 et 14. Cette opinion reconcilie les deux précédentes, en faisant ressortir les deux races qui ont déjà une fois obtenu la première distinction.

Maintenant ce sera le tour du vin de myrtilles. Les résultats de l'analyse de ce vin fait avec les races NN 8 et 10 sont de l'année 1922, les six autres sont de 1923. Consultant la table I nous constatons que la différence de leur jus n'a pas été trop accentuée et que nous pouvons, par conséquent, comparer entre eux les caractères de huit races de levures, ce qui nous facilite la table VII. Les plus riches en alcool à ce moment sont les vins NN 5 et 14 (le degré plus fort d'alcool chez les vins NN 8 et 10 s'explique par la grande quantité de sucre dans leur moût). La race N 14 se caractérise déjà pour la troisième fois sur les divers moûts par sa production d'alcool lente, mais abondante. De même, la race N 11 garde aussi sur ce moût sa qualité de produire la plus grande quantité de glycérine, notamment 0·83 gr. p. 100. La différence de la valeur de produits chimiques de diverses races n'est pas en général considé-

rable; elle est plus prononcée en cas d'acidité volatile où nous trouvons 0.036 gr. chez la race N 11 et 0.056 gr. p. 100 chez la race N 3. De la comparaison de six données avec les moyennes résulte que la race N 14 seule les dépasse toujours, tandis que la race N 5, première pour la production d'alcool, leur est partout inférieure. La table VIII nous présente les cinq séries dégressives formées de six races. De cette table on déduit que le meilleur vin est fait avec la race N 5, grâce à sa richesse en alcool et à sa faible acidité. Il est difficile d'indiquer une seconde bonne race, car la race N 14 malgré sa forte atténuation donne trop d'acidité. On voit que des deux races choisies à raison de bonne marche de leur fermentation, c'est la race N 5 qui a retenu aussi à present sa place de distinction. Selon les résultats de la dégustation, les vins NN 3 et 5 sont les meilleurs, les autres ont été trouvés d'ailleurs bons comme saveur et arome. C'est pour la prémière fois que les trois opinions sont en plein accord en désignant la place supérieure à la race N 5.

Suivant l'ordre indiqué plus haut, il faut maintenant nous occuper du vin de pommes. Ce moût a été moins dilué (parties égales de deux moûts I et II additionées d'un tiers d'eau) et il a fermenté à une température plus basse, comme nous l'avons déjà indiqué plus haut. Il en résulte que partout dans ce vin reste une partie de sucre non fermenté à côté d'une assez forte production d'alcool. L'analyse du vin N 14 nous manque malheureusement, car cette race n'a pas fermenté dans ces conditions, ce qui semble montrer qu'elle demande une température plus élevée. Les données des races NN 10 et 11 proviennent de l'année 1923, tandis que toutes les autres sont de l'année 1922. La table IX nous facilite la comparaison des valeurs obtenues: nous y voyons une grande uniformité dans la composition chimique chez les diverses races, sauf les quantités d'alcool et de sucre. La race N 11 produit cette fois moins de glycérine (0·759 gr. p. 100), mais toujours beaucoup plus que toutes les autres levures. Les moyennes ne sont prises que de cinq vins, car ceux avec les NN 10 et 11 ne peuvent pas être comptés vu la différence de leur moût. Dans ces vins, pas une seule race ne dépasse les moyennes, car l'unique race N 12, qui les a prévalues quatre fois, est la plus faible dans la production d'alcool. Par contre, les races N 1 et 3 sont très riches en alcool, surtout la dernière avec 15·07 p. 100, ce qui est une valeur déjà proche du maximum d'alcool (17—18 p. 100) lequel peut être produit par les levures pendant la fermentation du moût de raisin (voir F. L a f a r [7]). L'examen de la table X, qui comprend les cinq séries composées de cinq races mises dans

un ordre descendant, nous montre que les meilleurs sont les vins avec les races NN 1 et 3, car, étant riches en alcool, ils ne sont pas trop acides. Cette fois-ci nous constatons une concordance des résultats obtenus premièrement au moment de soutirage du vin et secondement après une année, quand les vins NN 1 et 3 ressortent de nouveau. Il faut souligner que ces deux races ont été reconnues comme médiocres pour les moûts plus dilués des mûres et des groseilles, malgré les bonnes conditions de la température. Pendant la dégustation on a marqué comme les meilleurs les vins NN 1 et 8; le vin N 3, très bon d'ailleurs, permet de reconnaître la saveur des pommes, ce qui est selon nous un défaut. La race N 1 pour les pommes reste toujours la meilleure dans les trois opinions émises sur ce vin.

Passons maintenant au vin de raisin. Les résultats concernant ce vin sont réunis sur la table XI. Nous avons six analyses datant de l'année 1922 et il nous manque encore deux: celles de vins NN 3 et 14. Nous devons insister que toutes les expériences avec les huit races de levures ont été encore une fois répétées en 1924 sur les six moûts et les analyses qui nous font à présent défaut seront completées en 1925 et publiées dans la deuxième partie de cette étude. La table XI nous renseigne sur le fait que les races NN 5 et 8 sont les plus riches en alcool, tandis que l'atténuation au moment de soutirage fut la plus prononcée chez les vins NN 8 et 11. La race N 11 reste fidèle à son trait caractéristique et domine toutes les autres dans la production de glycérine; cette dernière est égale en quantité à celle produite par cette race dans le vin des pommes (0·759 gr. p. 100). Etant donné que les conditions de la température de cette fermentation étaient normales et que la composition du moût était spécialement favorable aux levures, nous ne devons pas être étonnés que le dégré alcoolique de ce vin est bien haut et que le sucre y est presque complètement décomposé. L'individualité des levures s'était prononcée malgré le grande uniformité de la composition chimique, à savoir: la race N 10 se distingue par son acidité totale et volatile plus prononcée, la race N 5 se fait remarquer par son économie du travail, elle a produit plus d'alcool, plus de glycérine et d'acidité, en dépensant en même temps moins de sucre que la race N 8. En comparant ensuite les moyennes avec les données particulières, nous constatons que pas une seule race ne les dépasse en totalité. La race N 5, malgré la force qu'elle a montrée, produit moins d'acidité totale et de glycérine. De même on ne peut trouver une race toujours inférieure aux moyennes, quoique il y en ait plu-

sieurs qui le sont trois fois, voir les races NN 1, 8, 10 et 11. Tâchons maintenant de former la table XII, en rangeant nos six races de levures suivant l'ordre descendant pour les cinq composées chimiques. Cette table nous aide à faire le choix de meilleurs vins, qui sont ceux faits avec les races NN 5 et 8, car non seulement ils sont riches en alcool, mais il sont en même temps d'une acidité modérée. Quant à la dégustation, la différence de saveur et d'arome n'était pas cette fois fort prononcée, en fin de compte la préférence fut accordée par nos experts aux vins NN 8 et 11.

Il nous reste encore la description de derniers vins de cerises. Les résultats de ces analyses sont résumés dans la table XIII, où les vins NN 10 et 11 proviennent de l'année 1922 et les six autres de 1923. Les plus riches en alcool sont cette fois-ci les vins NN 3 et 5, tandis qu'au moment de soutirage c'étaient les vins NN 1, 8 et 14. Ainsi nous constatons encore une fois que suivant le moût et la race des levures la production d'alcool peut être variable durant la fermentation secondaire, surtout dans les cas où le soutirage fut bien précoce. Quant à la race N 11, elle se distingue toujours par sa haute teneur en glycérine égale à 0·884 gr. p. 100. Indiquons maintenant les écarts notés de la composition des vins faits avec les diverses races de levures; ils sont partout assez grands. Il est important et intéressant de comparer le rendement chimique de deux races, par exemple celui de la race N 1 et de N 12. La race N 12 remporte l'avantage sur celle N 1 dans la production d'acidité totale, d'alcool et de glycérine, quoique les deux races aient consommé la même quantité de sucre; ce n'est que dans la teneur en acidité volatile et en tanin que la race N 1 dépasse la première. Mettons à present en parallèle les moyennes de composés chimiques avec les données de diverses races particulières; il s'ensuit que pas une seule ne les dépassent en tout; la race N 3 leur est inférieure dans la production de glycérine et la race N 5 — dans les deux acidités, ce qu'on peut d'ailleurs compter comme son avantage. La race N 1 leur est quatre fois inférieure, en produisant néanmoins un peu plus d'acidité volatile. Consultons encore la table XIV, qui nous présente les cinq séries composées de six races de levures suivant leur valeur décroissante. Cette table nous permet de reconnaître comme les meilleures les races NN 3 et 5, c'est-à-dire celles qui donnent le plus d'alcool en n'augmentant en même temps pas trop l'acidité totale du vin. Il y a cette fois un désaccord complet entre les caractères des vins issus de la fermentation principale et ceux des mêmes vins une année plus tard. Il ne reste, par conséquent, que d'abandonner

l'appréciation à la dégustation. Au dire des experts, le vin de cerises est plein et harmonieux. Les primes parmi ces vins ont gagné les NN 8 et 14, lesquels se sont déjà distingués au moment de soutirage du vin.

Pour la commodité d'un aperçu général nous résumons dans la table XV les résultats des trois décisions prises au sujet de vins, à savoir: premièrement au moment de leur soutirage, secondement après une année à raison des données de l'analyse chimique et enfin troisièmement à la suite de leur dégustation. L'examen de cette table nous montre les rapports existant entre ces opinions, notamment les races NN 1, 5, 8 et 10 sont de choix toutes les trois fois; les races NN 3, 5 8, 11 et 14 se sont distinguées deux fois chacune; il n'existe pas un cas où une race soit choisie une seule fois. Vu le grand avantage que présente une table en faisant ressortir certains détails et en permettant en même temps de mieux s'apercevoir des relations qui existent entre les résultats particuliers, nous réunissons dans la table XVI les moyennes de cinq composés chimiques obtenues pour les six vins. Il est interéssant de noter que la production d'acidité volatile est la plus prononcée dans le vin de mûres. De plus on voit que la teneur des vins en glycérine est la plus considérable dans ceux de myrtilles, leur composition chimique doit par conséquent favoriser sa production. La fermentation la plus complète a eu lieu dans les moûts de raisin et de cerises, ce qui trouve l'explication dans le fait que la composition de ces jus était plus appropriée aux exigences vitales et fermentatives des levures. A côté de la table XVI nous pouvons mettre la table XVII où se trouvent réunies les cinq séries formées pour les composés chimiques les plus importants de six espèces de vins mises dans un ordre descendant. L'examen de cette table montre qu'on peut trouver le plus de ressemblance dans les séries des acidités où les sortes de vin (myrtilles, raisin et cerises) occupent les mêmes places, ce qui est bien compréhensible, vu que les acides volatils se forment dans les vins aux dépens des acides organiques (voir E. Kayser [5]). Les séries d'alcool et de sucre sont, comme il fallait s'attendre, dans une relation inverse, excepté les vins de mûres et de pommes qui n'ont pas fini leur fermentation. Les séries d'acidité volatile et de glycérine présentent une coïncidence complète, si l'on fait exception pour le vin des mûres riche en acides volatils et pauvre en glycérine.

En parlant du vin de chaque espèce de fruits, nous avons déjà donné les tables avec les séries décroissantes des races de levures formées pour les cinq principaux composés chimiques, voir tables

IV, VI, VIII, X, XII et XIV. Une comparaison de ces données nous permettra de trouver une réponse à la question, s'il y a une permanence des aptitudes de levures malgré leur dépendance de la composition chimique des moûts. La table XVIII nous facilite ce travail en présentant tous les résultats réunis suivant les cinq composés chimiques. L'étude de cette table montre que les races NN 1 et 8 se distinguent comme étant bonnes dans l'acidité totale, car elles occupent la dernière ou l'avant-dernière place. Elles sont moins stables dans la production d'acides volatils et malheureusement sont faibles producteurs d'alcool. Elles poussent la fermentation bien jusqu'à la fin en ne laissant que quelques traces de sucre, ce qui est bien important en assurant une meilleure conservation du vin. Ces races ne sont pas constantes dans la formation de glycérine. On voit par cet exemple et par l'inspection de la table entière, que la production des composés chimiques pour une levure varie suivant les moûts de fruits. Parfois on peut noter une tendance à conserver le même caractère sur des moûts plus proches par leur composition, voir sous la rubrique de sucre où on est frappé par la grande similitude de trois premières séries. Un caractère peut aussi devenir parfaitement stable et indépendant de la composition des moûts, comme c'est le cas bien intéressant de la formation de glycérine par la race N 11; la quantité de glycérine produite par cette levure est la plus grande dans tous les six moûts étudiés, malgré la différence de la température pour le vin de pommes et celle des années 1922 et 1923 (voir les tables IX et XIII). Un autre cas tout aussi exceptionnel nous avons déjà signalé plus haut, c'est la parfaite stabilité de la race N 12 qui se manifestait dans la formation d'un dépôt toujours granuleux; certes dans ce caractère joue un rôle le mouveau équilibre des forces physico-chimiques, qui sont entrées en jeu durant la fermentation principale (la décomposition sans doute des substances pectiques et ensuite leur coagulation).

En général les résultats obtenus dans les expériences prouvent que nous avons bien réussi à faire de bons vins de fruits d'une composition déterminée d'avance, d'une saveur agréable et d'un bouquet fin, suivant les données d'expertise.

Il ne nous reste maintenant que de discuter nos résultats en les comparant en même temps aux données d'autres auteurs. On sera peut-être étonné que nous n'avons pas utilisé pour nos expériences, comme témoins, des vins abandonnés à une fermentation spontanée, mais pour la marche de fermentation et surtout pour l'analyse chimique ces vins n'avaient rien donné à cause de leur

caractère purement accidentel. D'ailleurs nous croyons que le fait de la grande utilité d'usage de levures sélectionnées aussi pour les moûts de fruits est bien fondé et déjà accepté par tous depuis la constation par H. Müller-Thurgau [12] que les fruits possèdent en général une microflore peu favorable, qui ne peut assurer une bonne fermentation d'un moût et que la composition des moûts convient mieux au développement des levures sauvages. A ce sujet E. Kayser [5] s'exprime à la page 160: „On a pu avec des levures sélectionnées fournir des améliorations de bouquet et de parfum, obtenir une meilleure utilisation du sucre, une bonne clarification et surtout une fermentation plus régulière".

Ceci posé, il faut revoir les résultats de nos observations faites durant et après la fermentation principale. La durée de fermentation tumultueuse varie beaucoup suivant les races, mais d'après H. Müller-Thurgau [11] il n'est pas très avantageux quand elle est courte et se passe avec trop d'énergie, car le gaz carbonique en s'échappant entraîne avec lui aussi des produits odorants (éthers). Un second inconvenient de la trop grande vitesse de la fermentation est le fait que ces vins perdent alors trop tôt leur gaz, vieillissent prématurement et deviennent un peu fades. Les résultats de la dégustation de nos vins n'ont pas été spécialement favorables aux races d'une fermentation lente, voir tables II et XV. Quant à la clarification du vin, elle doit être assez rapide et surtout complète, en permettant alors d'opérer un soutirage plus précoce et sans un collage artificiel. Ce dernier se fait le mieux avec de la gélatine, qui en se coagulant sous l'influence de l'alcool et du tanin entraîne toutes les matières qui troublaient la transparence du vin. On n'est pas encore bien au clair sur les causes qui déterminent une bonne clarification naturelle. Parmi les moûts de divers fruits le mieux et le plus vite se clarifient ceux qui sont plus riches en tanin, c'est-à-dire dans nos experiences les mûres et les cerises, voir table II. Il est plus difficile de trouver une explication pour les différences des races sous ce rapport. D'après les recherches de J. Wortmann et de H. Müller-Thurgau ce sont les races avec les parois des cellules plus visqueuses qui se déposent moins bien. Quant à la grandeur des cellules et leur poids spécifique ils n'influent pas sensiblement sur la vitesse de la clarification, comme cela résulte des recherches de F. Schönfeld [21]. De nos expériences on voit qu'une race avec un dépôt fin peut assurer une clarification plus précoce qu'une autre caractérisée par un dépôt lourd et granuleux (voir les races NN 11 et 12). Un dépôt granuleux, comme celui de la dernière

race, est surtout avantageux pour la fabrication en gros, en permettant de soutirer une plus grande quantité de vin d'un tonneau sans être forcé de le filtrer à asbeste, ce qui prend du temps et augmente les frais. Certainement la quantité d'alcool produit par les levures influe fort bien sur la clarification du moût, mais la relation n'est pas si simple. En effet on constate que la race N 11, bonne au point de vue de la clarification, occupe presque partout la dernière place dans la production d'alcool (voir table II). Ce n'est que l'étude bien approfondie des diastases hydrolysantes, qui permettra, selon nous, de resoudre cette question.

Passons maintenant à la discussion des faits d'ordre chimique. L'étude entreprise par H. Müller-Thurgau et autres savants a demontré que les moûts de fruits sont pauvres en azote (spécialement celui de myrtilles) et qu'une addition d'un sel ammoniacal en forme de sulfate ou de phosphate leur assure une meilleure fermentation. Cette addition devient indispensable en cas de moûts fortement dilués, comme dans cette série de nos expériences (voir K. Windisch [23]). En additionnant nos moûts de phosphate d'ammonium en raison de 3 gr. pour 8 litres d'eau ajoutée au jus nous n'avons eu aucune difficulté dans la fermentation; dans le cas des myrtilles nous avons augmenté la dose du sel jusqu'à 6 gr. pour la même quantité d'eau.

Une divergence d'opinions est à constater au sujet de la formation d'acidité totale et volatile. Suivant les données plus récentes de C. v. d. Heide u. W. I. Baragiola [4] et de H. Lüers [8] l'impression d'acidité dans les vins est due à la quantités des ions H libres, c'est-à-dire à l'acidité active et non à l'acidité passive qui est mesurée par la titration avec la soude caustique; il faudrait donc exprimer l'acidité du vin par la mesure de la concentration en ions hydrogénés. Suivant les résultats de R. Meisner [9, 10] l'acide lactique peut être produit par les levures durant la fermentation principale aux dépens des acides malique, succinique, tartrique et citrique. Cette constatation est contredite par les recherches de E. Buchner u. J. Meisenheimer [2] d'après lesquelles l'acide lactique ne peut être formé par les levures. A ce sujet nous ne pouvons exprimer notre propre opinion, car nous n'avons pas déterminé qualitativement les acides organiques dans nos vins par suite du manque de temps. Quant à la production des acides volatils, qui donnent naissance à des composés chimiques odorants (éthers) et influent sur la saveur et le bouquet des vins, elle est attribuée à l'activité des levures. R. Reich [17] conclut même de ses recher-

ches qu'il existe une relation entre la force de fermentation des levures et l'acidité volatile des vins. Cette conclusion est contestée par A. Osterwalder [16]. L'examen de la table XVIII nous montre que la quantité d'acides volatils produits par une certaine race varie suivant les moûts de divers fruits; elle n'est pas non plus toujours proportionnelle à la force fermentative d'une levure. Nos résultats ne semblent pas vérifier l'existence d'un rapport entre la quantité de sucre dans un moût et celle d'acidité volatile du vin (voir R. v. d. Heide [3]). S'il en était ainsi, la plus haute acidité volatile devrait être notée dans le vin de pommes. tandis que de la table XVI on voit que son maximum est atteint dans le vin de mûres (0·063 gr. p. 100). Cette quantité n'est pas grande en comparaison avec celles obtenues par E. Kayser [5] dans une expérience citée à la page 165 avec un moût de raisin stérilisé et fermenté avec des levures sélectionnées. On y trouve des variations depuis 0·0250 gr. jusqu'à 0·0986 gr. p. 100 et ce n'est que ce dernier vin qui soit apprécié par les experts plus acide que le témoin de 0·0558 gr. p. 100.

L'effet d'une spécificité des levures est encore plus marqué dans la production de la glycérine. On admettait autrefois l'existence d'une relation définie et fixe entre la quantité d'alcool et celle de glycérine (pour 100 parties d'alcool 7—14 p. de glycérine). D'après les recherches plus récentes ce rapport n'existe point (voir J. Wortmann [25]). C'est H. Müller-Thurgau qui nous a fait le premier reconnaître que la formation de glycérine est sous la dépendance de la nutrition des levures. Les recherches de P. Kulisch [6] ont confirmé cette constatation. Plus récemment R. Reisch [18] a fait une étude assez détaillée de la même question et a constaté que le moût moins riche en azote a produit plus de glycérine; il convient néanmoins de noter que la différence trouvée par cet auteur ne fut que de 0·062 gr. p. 100 de glycérine. D'ailleurs nous savons que les méthodes de détermination de glycérine ne sont pas bien précises et que la différence des quantités de glycérine pour les diverses races fermentant sur un même moût dans les conditions identiques peut aller jusqu'à 0·487 gr. p. 100, comme on voit dans la table V. D'une comparaison des moyennes de glycérine obtenues dans nos six vins, on doit conclure, selon nous, que les causes déterminant la production de glycerine sont très compliquées. En effet la table XVI nous montre que le vin de pommes, le plus riche en alcool et en sucre, ne se fait pas distinguer par sa teneur en glycérine; le prime a obtenu le vin de myrtilles et non celui de cerises le plus riche en matières dissoutes. Nous avons signalé déjà plus

haut la grande et constante prédominance constatée dans la production de la glycérine chez la race N 11. Ajoutons que la teneur en glycérine joue un grand rôle dans la bonification des vins, intervenant d'une certaine façon dans leur saveur; grace à sa présence le vin devient plus plein et plus moelleux; cet effet est surtout marqué pour le vin de pommes qui, étant fait avec cette race, est de qualité très supérieure. Quant à la solution du problème d'origine de glycérine, elle est difficile et délicate, ainsi que pour d'autres composés chimiques; nous ne l'avons même pas touchée, car elle demande des recherches chimiques spéciales. Pour la même raison nous avons laissé de côté la question de la marche de la formation de glycérine; à ce sujet les auteurs déjà cités, W. Seifert u. R. Reisch [22] et R. Reisch [18], admettent à la suite de leurs recherches, que le maximum de production de la glycérine correspond à celui de dégagement de CO_2.

Passons maintenant à la discussion de la quantité de tanin et de matières colorantes dans le vin. On sait, par les travaux de H. Müller-Thurgau [13] et de A. Rosenstiehl [19, 20], qu'une forte proportion de tanin et de matières colorantes entrave la fermentation alcoolique et que l'effet de cette influence inhibitoire varie suivant les races de levures. La table XVI montre que la dose de tanin et de matières colorantes fut la plus grande pour le vin de cerises et par contre la plus petite pour celui de pommes. Étant donné la grande dilution des moûts, elle n'était pas assez forte pour pouvoir gêner leur fermentation. Dans quatre sortes de vins, celui fait avec la race N 1 se trouve parmi ceux, qui sont les plus riches en tanin, dans trois vins ce sont les races NN 5 et 12 et enfin dans deux sortes — ce sont les vins NN 3 et 14 qui contiennent le plus de tanin. Il serait intéressant de vérifier, si la teneur en tanin d'un vin dépend de la faculté des levures de l'absorber, comme A. Rosenliehl semble d'admettre. Une autre explication plus probable, selon nous, ferait intervenir ici une formation plus ou moins riche des composés insolubles de tanin avec des substances albuminoïdes. Cette manière de voir paraît trouver une confirmation dans la relation qu'on trouve entre la quantité d'alcool et celle de tanin pour nos vins. Ce rapport est toujours inverse, car la plus grande teneur en alcool d'un vin facilite la formation de dépôt de ces composés insolubles. Il serait cependant bien prématuré de vouloir tirer une conclusion en ce sens de nos données, bien que les nombres obtenus soient très suggestifs.

Il nous reste encore à considérer le dernier composé du vin

c'est-à-dire les alcools supérieurs ou fusel, qui interviennent avec les produits odorants (éthers) dans la formation du bouquet de vin. Dans notre étude présente nous n'avons pas déterminé les alcools supérieurs et nous nous sommes contentés de noter après la dégustation les cas indiqués par nos experts comme les plus intéressants. Quant à l'origine de ces substances odorantes, on sait par les travaux de J. Wortmann [24], de H. Müller-Thurgau [11], de A. Rosenstiehl [20] et d'autres savants, qu'elles sont prémièrement produites par la plante elle-même et emmagasinées dans les fruits, secondement elles sont formées pendant la fermentation par une transformation des produits non odorants des fruits et enfin elles prennent naissance aussi pendant la fermentation, mais cette fois-ci des produits de la dégradation des matières albuminoïdes qui composaient le propre corps des levures. D'une façon générale, on peut s'assurer que le goût et l'arome spécial des fruits peuvent déjà après une année suivant les races de levures rester ou être plus ou moins recouverts par les nouveaux produits odorants. Nous en donnerons quelques exemples pour les fruits d'un goût spécifique plus marqué, comme c'est le cas pour les myrtilles où le vin fait avec les races NN 1 et 5 permet de reconnaître l'espèce de fruits; de même pour les cerises où le caractère spécifique des fruits se conserve le mieux dans le vin NN 1, 5 et 12; enfin pour le vin de pommes où la race N 3 se distingue, comme nous l'avons déjà indiqué, par cette propriété, qui ne lui a pas permis de gagner la première place. Pour les vins de groseilles, de mûres et de raisin la différence des races à ce sujet ne s'est pas laissée constater, tous ce vins ne gardent presque pas de goût ni d'arome des fruits.

Le dernier agent qui peut influencer la saveur et le bouquet des vins, c'est la pasteurisation du moût; dans nos vins nous n'avons pas constaté le moindre goût de cuit. En général, notre étude nous a persuadé, que l'individualité des levures s'exprime dans une spécificité de leur fonctionnement qui influe dans sa complexité sur la composition chimique et sur la qualité des vins.

Conclusions.

1° Il existe plusieurs races de levures de raisin qui donnent de bons résultats pour les moûts des fruits.

2° Un jus de fruits même fortement dilué peut donner un bon vin, si l'on fait usage d'une race pure de levures appropriées.

3° Un certain caractère spécifique d'une levure peut être constant et ne pas changer avec les moûts de fruits.

4⁰ Parmi les propriétés caractéristiques des levures il y en a qui varient sous l'influence de la composition chimique de divers moûts de fruits.

5⁰ On n'a pas constaté une relation entre un certain caractère de la fermentation d'une levure et celui de l'analyse chimique du vin.

6⁰ Un produit chimique de la fermentation peut varier en quantité dans le même vin suivant les diverses races de levures.

7⁰ La spécificité des levures trouve aussi son expression dans la différence de l'économie de leur fonctionnement vital et fermentatif.

Littérature.

1. Beythien, A. Vol. 3 (1920) p. 484.
2. Buchner, E. u. Meisenheimer, J. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. Vol. 43 (1910) p. 1773.
3. v. d. Heide, R. Jahresber. d. Lehranst. f. Wein-, Obst- u. Gartenbau in Geisenheim (1907) p. 254.
4. v. d. Heide, C. u. Baragiola, W. I. Landw. Jahrbücher. Vol. 39 (1910) p. 1021.
5. Kayser, E. Microbiologie appl. à la transform. des prod. agric. (1921) p. 159.
6. Kulisch, P. Zeitschr. f. angew. Chemie. (1896) p. 418.
7. Lafar, F. Handbuch der techn. Mykologie, Vol. 5 (1905—1914) p. 381.
8. Lüers, H. Zeitschr. f. techn. Biologie. Vol. 7 (1919) p. 186.
9. Meissner, R. Zeitschr. f. Gärungsphysiol. Vol. 2 (1913) p. 129.
10. Meissner, R. Technische Betriebskontrolle im Weinfach. (1920) p. 216.
11. Müller-Thurgau, H. Bericht d. schweiz. Versuchanstalt in Wädenswil (1892/3) p. 73.
12. Müller-Thurgau, H. idem. (1900) p. 108.
13. Müller-Thurgau, H. idem. (1899—1902) p. 86.
14. Müller-Thurgau, H. u. Osterwalder, A. idem. (1905/6) p. 53.
15. Müller-Thurgau, H. u. Osterwalder, A. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Vol. 48 (1918) p. 1.
16. Osterwalder A. idem. Vol. 32 (1912) p. 481.
17. Reisch, R. idem. Vol. 14 (1905) p. 572.
18. Reisch, R. idem. Vol. 18 (1907) p. 396.
19. Rosenstiehl, A. Comptes rend. de l'Acad. Vol. 130 (1900) p. 195.
20. Rosenstiehl, A. idem. Vol. 134 (1902) p. 119 et p. 1378.
21. Schönfeld, F. Woch. f. Brauerei. Vol. 27 (1910) p. 541.
22. Seifert, W. u. Reisch, R. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Vol. 12 (1904) p. 574.
23. Windisch, K. Jahresber. d. Lehranst. in Geisenheim (1902) p. 154.
24. Wortmann, J. Landw. Jahrbücher. Vol. 21 (1892) p. 901.
25. Wortmann, J. idem. Vol. 27 (1898) p. 631.

Table I.

Vins de:	Acidité totale	Sucre reduit	Parties dissoutes	Parties non dissoutes	Cendres	Eau	Date
Mûres	1·73	1·98	7·85	6·53	0·40	85·61	1-IX-22
	2·40	2·01	8·68	8·08	0·59	83 24	5-IX-23
Moyennes	2·06	2·49	8·26	7·30	0·49	84·42	
Groseilles	2·63	4·08	9·50	6·91	0·52	83·59	14-VII-22
	2·32	4·09	9·21	5·25	0·50	85·54	17-VII-23
Moyennes	2·47	4·085	9·35	6·08	0·51	84 56	
Myrtilles	1·58	6·61	13·40	5·96	0·34	80·64	19-VII-22
	1·22	4·78	10·60	5·08	0·30	84 32	11-VII-23
Moyennes	1·40	5·69	12·0	5·52	0·32	82 48	
Pommes	0·57	6·59	12·60	2·32	0·26	85·08	5-XI-22
	0·60	7·14	13·70	3·54	0·38	82 72	14-XI-23
Moyennes	0·58	6·86	13·15	2·93	0 32	83·90	
Raisin	0·78	8·07	12·60	3·09	0 48	84·31	26-IX-23
	1·20	10·51	14·20	2·71	0·35	83·09	29-IX-24
Moyennes	0 99	9·29	13·40	2·60	0 41	83·70	
Cerises	1·88	8·42	16·90	1·87	0·65	81·23	20-VIII-23
	2·10	11·04	21·30	1·48	0 69	77·22	12-VIII-24
Moyennes	1·99	9·73	19·10	1·67	0·67	79·22	

Table II.

Vins de:	Mousse	Clarification	Dépôt	Alcool	Temps de soutirage
Mûres Peu	3-10-12	10-11-14	10-11	1-11-14	30 jours
Mûres Beaucoup	1-5-8-14	3-12	8-12-14	8-10	
Groseilles	1-3-8-14	5-10-11 3-12	1-5-12 11-14	11-12 1-5	40 „
Myrtilles	3-14 1-5-8-12	5-8-11 1-3-10	1-3-11 5-12-14	3-14 5-8-12	55 „
Pommes	1-10-12	10-11-12 3-5-8	5-8-10 1-3-12	1-3	60 „
Raisin	3-10-12	5-8-11 3-12	11-12 1-5-8	8-11	40 „
Cerises Peu	3-5-14	1-5-10	8-10-12	5-12	30 „
Cerises Beaucoup	1-8-10	11-12	1-5-14	1-8-14	

Table III.

Poids spécifique	Extrait	Alcool	Sucre	Glycérine	Acidité totale	Acidité volatile	Tanin	Cendres	Races NN
0·9959	2·84	11·50	0·116	0·505	1·316	0·058	0·109	0·271	5
0·9984	3·49	11·50	0·268	0·574	1·492	0·085	0·121	0·313	12
0·9917	1·45	11·01	0·090	0·400	0·525	0 050	0 059	0·110	1
0·9913	1·25	11·05	0·063	0·480	0·532	0 060	0 053	0·090	8
0·9901	1·49	12·18	0 142	0·412	0 637	0·062	0 053	0·108	10
0·9920	1·84	11·76	0·214	0·640	0 652	0·074	0·050	0·107	11
0·9913	1·52	12·27	0 211	0·486	0·580	0·072	0·057	0·105	14
Moyennes	1·51	11·65	0 144	0·483	0·585	0 063	0 054	0·104	

Table V.

Poids spécifique	Extrait	Alcool	Sucre	Glycérine	Acidité totale	Acidité volatile	Tanin	Cendres	Races NN
0·9909	1·39	11·41	0 049	0·420	0·712	0·023		0·120	1
0·9914	1·45	11·56	0 071	0·523	0·825	0·024		0·119	3
0·9912	1·36	11·30	0·048	0 440	0·720	0 022		0·091	5
0·9907	1·37	11·86	0 063	0·393	0·708	0·015		0·120	8
0·9910	1·41	11·56	0 048	0·410	0·750	0·021		0·130	12
0·9914	1·40	11 65	0·075	0·480	0 787	0·044		0·120	10
0·9937	2·06	11·05	0·136	0·880	0·832	0·023		0·134	11
0·9908	1·33	11·85	0·087	0·393	0 700	0 018		0·119	14
Moyennes	1·47	11·53	0·072	0·492	0·752	0·024		0·118	
0·9913	1·54	11·17	0·082	0·478	0·705	0·027	0 016	0·082	3
0·9930	1·92	10 90	0·095	0·821	0·810	0·025	0·017	0·097	11
0·9918	1·78	11·55	0·106	0·540	0·787	0·030	0·020	0 098	14

Table VI.

Poids spécifique	Extrait	Alcool	Sucre	Glycérine	Acidité totale	Acidité volatile	Tanin	Cendres	Races NN
0·9908	1·78	12·85	0 220	0·650	0·590	0·052	0·022	0·085	8
0 9949	2·30	11·59	0·781	0·654	0 667	0·109	0·027	0 088	10
0 9918	1·78	11·43	0·141	0·607	0·558	0·046	0 030	0 087	1
0·9926	1·81	10·88	0·145	0 563	0 607	0·056	0 034	0 076	3
0·9916	1·78	11·68	0·118	0·555	0 581	0·044	0·038	0·088	5
0·9915	1·70	11·50	0·122	0 560	0·551	0·052	0·035	0·094	12
0 9936	1·99	10 63	0 145	0·835	0·660	0·036	0·033	0·078	11
0·9924	1·96	11·59	0·166	0 608	0·662	0 052	0·026	0 089	14
Moyennes	1·83	11·28	0·139	0·621	0·596	0·047	0·033	0 085	

Table IX.

Poids spécifique	Extrait	Alcool	Sucre	Glycérine	Acidité totale	Acidité volatile	Tanin	Cendres	Races NN
0·9962	3 67	14·15	1·462	0·554	0·487	0·078	0·018	0·182	10
1·0108	6·93	12·25	7·900	0·759	0·485	0 043	0·007	0·177	11
0·9934	2·75	14·08	1·335	0·580	0·363	0·038	0·032	0·124	1
0·9882	1·62	15·07	0·330	0·575	0·420	0·037	0·026	0·126	3
1·0221	9·18	9·98	6·763	0·510	0·558	0·033	0 034	0·112	5
0·9964	3·35	13·90	1·918	0·519	0·397	0 039	0·026	0·120	8
1·0229	9·29	9·62	5·507	0·593	0·480	0·047	0·037	0·117	12
Moyennes	5·23	12·55	3·170	0·553	0·443	0·038	0·031	0·119	

Table XI.

Poids spécifique	Extrait	Alcool	Sucre	Glycérine	Acidité totale	Acidité volatile	Tanin	Cendres	Races NN
0·9902	1·13	11·92	0·037	0·455	0·528	0·032	0 049	0·136	1
0·9902	1·33	12·08	0 040	0·480	0·550	0·018	0·056	0·125	5
0·9901	1·23	11·94	0 028	0 422	0·500	0·037	0 041	0 120	8
0·9907	1·35	11·87	0 032	0·447	0 580	0 031	0 047	0·141	12
0·9914	1·38	11·35	0·031	0·450	0·592	0·050	0·032	0·140	10
0·9919	1·70	11·31	0 035	0·760	0·558	0·033	0·037	0·142	11
Moyennes	1·35	11·79	0 034	0·502	0·551	0·037	0·043	0·134	

Table XIII.

Poids spécifique	Extrait	Alcool	Sucre	Glycérine	Acidité totale	Acidité volatile	Tanin	Cendres	Races NN
0·9920	1·88	11·71	0·073	0·586	0·510	0·050	0·052	0·127	10
0 9930	2·05	11·52	0·090	0·884	0·506	0 040	0 058	0·135	11
0·9933	2·14	11·41	0 059	0·453	0·405	0·026	0·081	0·166	1
0·9933	2·22	11·68	0·082	0 433	0·450	0 019	0 087	0·131	3
0·9929	2·12	11·68	0·069	0·495	0·412	0·012	0·066	0·171	5
0·9933	2·13	11·32	0·062	0·520	0·420	0·011	0·072	0·155	8
0·9932	2·17	11·64	0·059	0·513	0·450	0·013	0·067	0·156	12
0·9936	2·22	11·57	0·064	0·503	0 465	0·028	0·089	0·162	14
Moyennes	2·16	11 55	0 066	0·486	0·434	0·018	0 077	0·157	

Table IV.

Acidité totale	11, 10, 14, 8, 1
Acidité volatile	11, 14, 10, 8, 1
Alcool	14, 10, 11, 8, 1
Sucre	11, 14, 10, 1, 8
Glycérine	11, 14, 8, 10, 1

Table VI.

Acidité totale	11, 3, 10, 12, 5, 1, 8, 14
Acidité volatile	10, 3, 1, 11, 5, 12, 14, 8
Alcool	8, 14, 10, 3, 12, 1, 5, 11
Sucre	11, 14, 10, 3, 8, 1, 5, 12
Glycérine	11, 3, 10, 5, 1, 12, 8, 14

Table VIII.

Acidité totale	11, 14, 3, 5, 1, 12
Acidité volatile	3, 14, 12, 1, 5, 11
Alcool	5, 14, 12, 1, 3, 11
Sucre	14, 11, 3, 1, 12, 5
Glycérine	11, 14, 1, 3, 12, 5

Table X.

Acidité totale	5, 12, 3, 8, 1
Acidité volatile	12, 8, 1, 3, 5
Alcool	3, 1, 8, 5, 12
Sucre	5, 12, 8, 1, 3
Glycérine	12, 1, 3, 8, 5

Table XII.

Acidité totale	10, 12, 11, 5, 1, 8
Acidité volatile	10, 5, 8, 11, 1, 12
Alcool	5, 8, 1, 12, 10, 11
Sucre	5, 1, 11, 12, 10, 8
Glycérine	11, 5, 1, 10, 12, 8

Table XIV.

Acidité totale	14, 12, 3, 8, 5, 1
Acidité volatile	14, 1, 3, 12, 5, 8
Alcool	3, 5, 12, 14, 1, 8
Sucre	3, 5, 14, 8, 1, 12
Glycérine	8, 12, 14, 5, 1, 3

Table XVI.

Vins de:	Extrait	Alcool	Sucre	Glycérine	Acidité totale	Acidité volatile	Tanin	Cendres
Mûres	1·51	11·65	0·144	0·483	0·585	0·063	0 054	0·104
Groseilles	1·47	11·53	0·072	0·492	0·752	0·024	—	0·118
Myrtilles	1·83	11·28	0·139	0·621	0·596	0·047	0·033	0·085
Pommes	5·23	12·55	3·170	0·553	0·443	0·038	0·031	0·119
Raisin	1·35	11·79	0·034	0·502	0·551	0·037	0 043	0·134
Cerises	2·16	11·55	0·066	0·486	0·434	0·018	0·077	0·157

Bydgoszcz. Institut National Scientifique d'Agriculture.

(Wpłynęło do redakcji 10 lutego 1925 r.).

Table XV.

Vins de:	Soutirage	Analyse	Dégustation
1. Mûres	10-11	10-14	10-11
2. Groseilles	1-5	8-14	5-14
3. Myrtilles	5-8	5-14	5-3
4. Pommes	1-3	1-3	1-8
5. Raisin	8-11	5-8	8-11
6. Cerises	8-14	3-5	8-14

Table XVII.

Acidité totale	Groseilles	myrtilles	mûres	raisin	pommes	cerises
Acidité volatile	Mûres	myrtilles	pommes	raisin	groseilles	cerises
Alcool	Pommes	raisin	mûres	cerises	groseilles	myrtilles
Sucre	Pommes	mûres	myrtilles	groseilles	cerises	raisin
Glycérine	Myrtilles	pommes	raisin	groseilles	cerises	mûres

Table XVIII.

Vins de:	Acidité totale	Acidité volatile	Alcool	Sucre	Glycérine
Mûres	11-10-14-8-1	11-14-10-8-1	14-10-11-8-1	11-14-10-1-8	11-14-8-10-1
Groseilles	11-3-10-12-5-1-8-14	10-3-1-11-5-12-14-8	8-14-10-3-12-1-5-11	11-14-10-3-8-1-5-12	11-3-10-5-1-12-8-14
Myrtilles	11-14-3 5-1-12	3-14-12-1-5-11	5-14-12-1-3-11	14-11-3-1-12-5	11-14-1-3-12-5
Pommes	5-12-3-8-1	12-8-1-3-5	3-1-8-5-12	5-12-8-1-3	12-1-3-8-5
Raisin	10-12-11-5-1-8	10-5-8-11-1-12	5-8-1-12-10-11	5-1-11-12-10-8	11-5-1-10-12-8
Cerises	14-12-3-8-5-1	14-1-3-12-5-8	3-5-12-14-1-8	3-5-14-8-1-12	8-12-14-5-1-3