

Dominante BIOLOGIE
Dominante GEOLOGIE MIXTE

Nom du candidat : Prénoms :

Banque AGRO-VETO-BCPST

2022 N° Candidat : A BCPST - . . .

Noms des auteurs

En cas de travail commun :

DURAND Clh a

KOCIK Margot

LAGNIEZ Solène

LELONG Cassandre

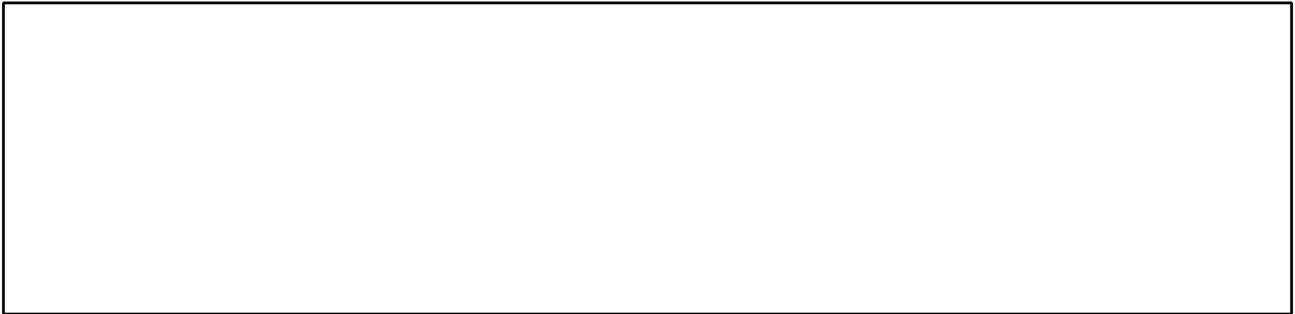
BANQUE AGRO-VETO – Session 2022

T.I.P.E.

Maximum 6 à 10 pages (illustrations comprises), 20 000 caractères maximum, Times New Roman 12 ou Arial 10, interligne simple espaces compris.

IMPORTANT : *n'inscrire sur cette couverture aucune référence à l'établissement scolaire.*

TITRE : Fabrication de vinaigre de vin et de cidre, mère de vinaigre, biofilm, évolution du ph?



Nombre de caractères (espaces compris) :

Le document, constitué uniquement de feuilles blanches A4, sera **simplement agrafé**, avec en couverture cette présentation. Aucune couverture de couleur, cartonnée, rhodoïd ou autre.

Il ne sera surtout pas relié avec une spirale, ou une réglette.

La fabrication de vinaigre de vin et de cidre

Le vinaigre existe depuis plus de 5000 ans. Il était utilisé comme boisson rafraîchissante. Il était aussi sans doute connu pour être un antibiotique naturel, c'est pour cela qu'il a été utilisé lors de l'épidémie de la peste. De nos jours, le vinaigre est devenu un produit du quotidien. Il a réussi à avoir une place importante dans la cuisine, permettant d'exalter les saveurs et dans le ménage en tant que désinfectant. Il existe une grande diversité de vinaigre grâce à leur différence d'origine. En effet, le vinaigre peut provenir de vin, de cidre, de moût de raisin, de bière et bien d'autres encore.

Nous savons tous que le vinaigre provient d'alcool mais nous ne savons pas exactement comment se déroule la transformation de l'alcool en vinaigre. C'est pour cela que nous avons étudié la fabrication de vinaigre à partir de vin rouge, de cidre et de vin blanc. Nous les avons ensuite analysés pour voir leur évolution.

Problématique: Comment l'alcool peut se transformer pour donner du vinaigre?

I. Le rôle des bactéries acétiques

a. La bactérie Acétobacter

b. La fermentation acétique

II. La transformation de l'alcool en vinaigre

a. La fabrication du vinaigre

b. L'évolution du vinaigre

c. Les limites de la transformation

I. Le rôle des bactéries acétiques

a. La bactérie AcétoBacter

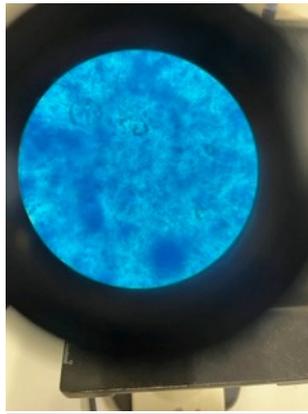
Les bactéries acétiques sont présentes dans une grande diversité de milieu, en effet nous les retrouvons dans le vin mais aussi dans les fruits, ou encore dans les sécrétions de certains insectes comme les abeilles. Ce sont des bactéries aérobies qui s'organisent en une communauté multicellulaire symbiotique qui adhère entre elles et à une surface. On appelle ce type d'organisation un biofilm qui est également nommé, dans notre cas, mère de vinaigre. Pour la transformation d'alcool en vinaigre nous nous intéresserons plus spécifiquement à la bactérie acétoBacter. Il s'agit d'une bactérie que l'on retrouve dans le plancton aérien, qui constitue l'ensemble des animaux volants microscopiques. Ces bactéries ont besoin de s'attaquer à l'alcool éthylique pour pouvoir vivre. En effet, ce sont des bactéries hétérotrophes pour le carbone, elles ont donc besoin d'une source de carbone organique pour pouvoir produire de l'énergie et grandir. Pour cela elles oxydent l'éthanol en acide acétique, cependant cette oxydation n'est pas complète car elle ne produit pas de CO₂, elle peut donc être comparée à une fermentation qui se fait en milieu anaérobie.

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{O}_2 = \text{CH}_3\text{-COOH} + \text{H}_2\text{O} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ (équation de l'oxydation de l'éthanol en acide acétique)

Nous avons observé nos bactéries acétiques au microscope en grossissement 400, mais, ne voyant pas grand chose, nous avons fini par réaliser un frottis qui nous a permis de mieux voir l'organisation symbiotique.



photographie des bactéries acétiques vues au microscope optique (x400)



Photographie des bactéries acétiques en immersion vues au microscope optique (x1000)

b. La fermentation acétique

La fermentation acétique transforme l'éthanol (alcool) en acide acétique, par ailleurs, les pourcentages présents sur les bouteilles de vinaigre ne représentent pas le pourcentage d'alcool recueilli, mais le pourcentage d'acide acétique présent dans la bouteille de vinaigre. Une fermentation, est une réaction qui ne nécessite pas de dioxygène et qui permet de transformer des glucides en gaz, en acide ou en alcool pour en extraire de l'énergie sous forme d'ATP et pour réoxyder les coenzymes réduits. Cette réaction ne permet pas une grande production d'ATP, puisque ce ne sont que 2 ATP qui sont formés à l'issue d'une fermentation tandis qu'à l'issue de la respiration cellulaire ce sont 36 ATP qui sont produits. La fermentation acétique est l'oxydation de l'alcool éthylique en acide acétique, ce n'est pas une fermentation au sens propre car elle nécessite la présence de dioxygène. En effet, cette fermentation est essentiellement réalisée par la bactérie *Acetobacter* qui est une bactérie aérobie, cela explique donc la nécessité d'avoir du dioxygène pour réaliser la réaction chimique. Les solutions subissant une fermentation acétique sont elles-même issues d'une fermentation alcoolique. A l'issue de cette fermentation, des acides volatiles sont formés et engendrent l'organisation de la mère de vinaigre. Au-delà d'un certain taux d'acide acétique dans l'acidité volatile de la solution, cette dernière subit une piqûre acétique, c'est à dire que l'éthanol va être transformé en acide acétique et une partie va être estérifiée en acétate d'éthyle. Ces produits ont pour but d'augmenter l'acidité volatile de la solution qui permettra de provoquer une fermentation acétique qui est à l'origine du vinaigre.

II. La transformation de l'alcool en vinaigre

a. La fabrication du vinaigre

Nous avons décidé d'étudier le vinaigre de cidre et de vin. Tout d'abord, le vin est issu d'un cépage de raisin, c'est à dire une récolte. La transformation du raisin en vin se fait en 4 étapes. Les plus importantes nous concernant sont la macération du moût de raisin car c'est lors de cette étape que de l'alcool va commencer à apparaître. Ensuite vient la fermentation du vin où la fermentation alcoolique va démarrer grâce à des levures indigènes comme des champignons présents dans le raisin ou grâce à des levures indigènes sélectionnées spécialement que l'on rajoute dans le jus de raisin. Il peut aussi y avoir une seconde fermentation dite malolactique qui va transformer l'acide

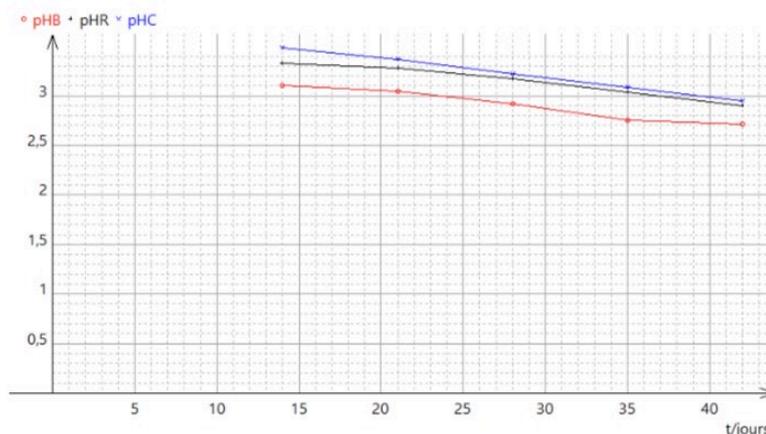
malique contenue dans le raisin en acide lactique. Cela permet de réduire l'acidité du vin et de l'adoucir. Pour le cidre, le processus de fabrication est différent. En effet, les pommes vont macérer et être broyées pour permettre ensuite la fermentation du sucre en alcool. Lors de la fermentation, les impuretés du jus vont être séparées et vont établir deux groupements cellulaires, le chapeau-brun qui se trouve sur le dessus et la lie sur le dessous. Le jus se trouvant entre les deux va être extrait pour ensuite devenir du cidre. La fermentation est stoppée par une centrifugation qui permet d'enlever les levures qui en sont responsables. En effet les pommes contiennent une Flore levurienne très diversifiée responsable de la fermentation du moût. Cette fermentation se fait en deux étapes. Dans un premier temps les levures non-Saccharomyces produisent le CO₂ et l'éthanol puis une fois que le taux d'alcool arrive aux environs des 4 degrés les levures Saccharomyces uvarum prennent le relai et terminent la fermentation. Elle vont consommer les sucres restants du moût et avec ce processus fabriquer les arômes du cidre.

Pour étudier l'évolution du vinaigre de cidre et de vin, nous avons acheté du vin rouge ainsi que du vin blanc et du cidre. Nous nous sommes également procuré une mère de vinaigre auprès d'un camarade de classe. Pour la préparation de nos solutions nous avons versé 600 mL de chaque alcool dans des béchers différents puis nous avons découpé des morceaux de mère de vinaigre que nous avons ajouté à ces béchers afin que la fermentation acétique puisse s'établir. Au début, nous avons mixé la mère de vinaigre mais nous nous sommes rendu compte que cela fonctionnait mieux si l'on mettait des morceaux plus importants.

b. L'évolution du vinaigre

L'étude de l'évolution de la fermentation acétique se fait grâce au pH, en effet, cette dernière produisant de l'acide acétique à partir d'éthanol, des ions H₃O⁺ sont libérés. Or nous savons que le pH mesure la quantité de ces ions dans une solution, c'est donc pour cette raison que le pH est un bon moyen de contrôle pour la fermentation alcoolique.

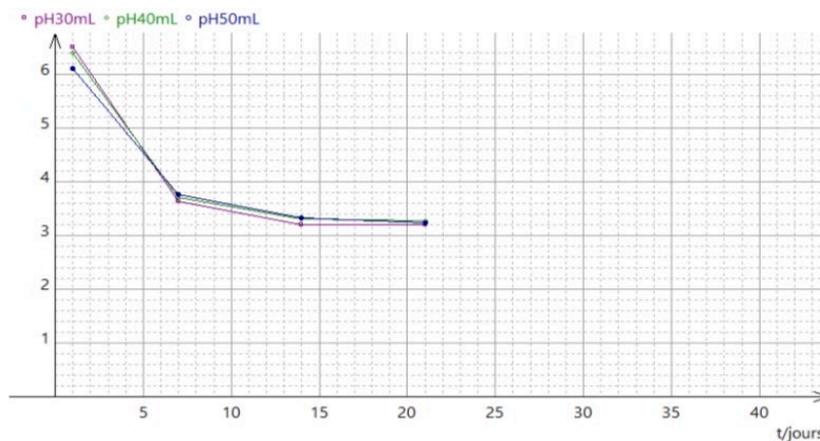
Nous avons commencé par mesurer le pH de nos trois alcools à l'aide d'un pH-mètre, puis nous avons continué à prendre des mesures toutes les semaines une fois que nous avons rajouté la mère de vinaigre. Suite à des erreurs de mesures, nous n'avons pas pu mettre le pH des solutions au jour 1 et jour 7: si ces mesures avaient été présentes, nous aurions pu observer une importante chute de pH sur les 7 premiers jours (comme dans le graphique présent dans la partie C), signe de la piqûre acétique. La baisse significative du pH de nos alcools nous indique que leur teneur en acide acétique a augmenté. Par conséquent, nous pouvons affirmer que la fermentation acétique a bien eu lieu et que nos alcools ont commencé leur transformation en vinaigre.



c. Les limites de la transformation

Nous nous sommes demandé quelles étaient les conditions limites pour que la fermentation acétique ait lieu. Pour cela, nous avons disposé du vinaigre dans des solutions à 30%, 40% et 50% d'alcool. Ces dernières ont été préparées grâce à une dilution d'une solution d'alcool à 96%. Puis nous avons effectué les même tests de pH que pour le cidre, le vin blanc et le vin rouge. Nous pouvons observer que pour ces concentrations d'alcool que la mère de vinaigre peut encore se former, au-delà de ces valeurs, elle ne devrait plus pouvoir. Ainsi pour observer avec plus de précision cette fermentation, il faudrait reproduire ces expériences avec des taux d'alcools encore plus élevés par exemple avec de l'alcool à 70 degrés.

Au cours de ces expériences nous avons pu observer une seconde limite: à température trop élevée, la mère de vinaigre se dessèche et finit par mourir. Nous avons été confrontées à cette situation, ce à quoi nous avons fait suite en recommençant nos expériences, cette fois-ci en veillant à bien recouvrir nos solutions pour éviter une évaporation excessive due à la température de la salle étant un peu trop élevée. On notera également que si l'on mettait nos solutions dans un milieu froid la réaction de fermentation serait en théorie ralentie: en effet, la fermentation acétique produit un peu de chaleur donc le froid devrait inhiber la réaction. Il s'agit donc d'une limite que l'on pourrait tester.



Conclusion:

Pour finir, l'alcool se transforme à l'aide de bactéries acétiques, ici l'Acétobacter, qui permettent sa fermentation acétique. Pour comprendre cette transformation il est donc essentiel d'avoir au préalable compris que le vinaigre est fabriqué par enchaînement de réactions chimiques, qu'il est nécessaire que la réaction évolue en faveur d'une baisse du pH et que cette réaction est limitée par plusieurs facteurs tels que la température et la concentration en alcool des solutions.

Sources :

<https://www.mediachimie.org/actualite/quelle-est-la-chimie-du-vinaigre>

<https://www.aquaportail.com/definition-9881-fermentation-acetique.html>

<http://www.vignes.be/vinaigre.htm>

<https://www.valderance.com/la-cooperative/savoir-faire-cidre>