

**Famille de situation :** amélioration des conditions de vie des populations

**Exemples de situation :** production des biens et services

**Catégorie d'action :** sensibilisation sur l'application de la biotechnologie à la production des biens et des services

**Actions :** - Produire les produits alimentaires à partir des fermentations - Produire le biogaz

## SEQUENCE 11 : LA BIOTECHNOLOGIE

**Situation problème et consignes**

**Compétences :**

- Maîtriser la technique de fabrication des vins, des boissons alcoolisées.
- Maîtriser la technique de fabrication des vinaigres.
- Maîtriser le processus de production du biogaz

### I-CONCEPT DE BIOTECHNOLOGIE

La biotechnologie est une fusion entre la biologie et la technologie.

Les biotechnologies sont un ensemble de méthodes et de procédés qui utilise les agents biologiques pour produire des biens ou des services. Dépendant de leur milieu d'application, nous avons :

- **biotechnologie industrielle** qui est appliquée dans les secteurs industriels
- **La biotechnologie microbienne** qui est l'application de la science et de la technologie à des organismes vivants.
- **La biotechnologie animale** qui est impliquée dans le secteur de la reproduction animale.
- **La biotechnologie végétale** qui est le domaine précis dans lequel des techniques scientifiques servent à mettre au point de nouvelles variétés de plantes ; elles reposent beaucoup plus sur les cultures in vitro.
- **La biotechnologie alimentaire** qui est l'ensemble des techniques qui utilisent les organismes vivants pour fabriquer des produits, améliorer des végétaux, les animaux ou développer des microbes pour des applications spéciales.

**La biotechnologie** est l'application et de la science et de la technologie à des organismes vivants ou à leur composante, produits ou modélisations dans le but de modifier des matériaux vivants ou non, à des fins de production de connaissances, de biens ou de services.

### II-EXEMPLES D'APPLICATIONS

Il est possible d'utiliser les microorganismes pour :

- la production des boissons alcoolisées (bière, vin)
- la production du vinaigre (blanc, cidre)
- la production du biogaz par méthanisation.

### Remarque

L'obtention des boissons alcoolisées comme le vin et la bière sont rendue possible grâce à l'action des **bactéries et les levures**. Ces microorganismes transforment le **sucré** contenu dans les substrats de départ en alcool par la **fermentation alcoolique**.

## 1- Fabrication de la bière

La fabrication de la bière consiste à produire une boisson désaltérante, savoureuse et plus ou moins alcoolisée par la fermentation d'un mout des céréales dont les sucres complexes ont été rendus fermentescibles. La plupart des bières sont généralement préparées à partir **des levures**, de l'eau, d'une céréale appelée l'**orge** et **du houblon** une plante herbacée vivace grimpante qui pousse en milieu frais, humide ou en bordure de l'eau ; c'est elle qui procure de l'amertume à la bière. Avant d'arriver dans nos verres, ils passent donc par différentes étapes de transformation qui sont :

- Le maltage
- Le brassage
- La cuisson du mout
- La fermentation alcoolique
- La garde

**Le maltage** : C'est une étape qui a pour objectif la fabrication des enzymes chargées de découper les molécules d'amidons non fermentescibles contenues dans l'orge. Ces enzymes serviront à catalyser la transformation de l'amidon en maltose puis du maltose en glucose. Pour y parvenir, les grains d'orge vont subir une hydratation, une germination, un séchage, un chauffage et enfin un nettoyage.

**Le brassage** : Cette étape permet d'activer les enzymes par chauffage; le malt est concassé et hydraté. Le mélange obtenu ne contient plus que des éléments fermentescibles.

**La cuisson du mout** : Après filtration le mout passe par une phase de cuisson afin de détruire les enzymes restantes : c'est la cuisson du mout. C'est à ce moment qu'il faut incorporer le houblon et épices qui vont donner l'essentiel de son goût à la bière. Le mout doit ensuite être à nouveau filtré puis refroidi pour éviter tout risque de contamination. Il est très important de l'oxygéner pour préparer le travail des levures.

**La fermentation alcoolique** : Elle désigne une réaction chimique naturelle qui transforme le sucre partiellement en alcool. Dans le cas de la bière, elle s'étale sur plusieurs jours et a lieu grâce à l'ajout des levures.

**La garde** : Une fois débarrassée des restes de levures, la bière entre dans une phase de maturation appelée **la garde**. Elle repose dans une cuve étanche à une température de 0°C pendant deux à six semaines et se gorge de gaz carbonique.

**Le Protocole de fabrication de la bière est le suivant :**

Les grains d'orges riches en amidon sont d'abord maltés, c'est-à-dire mis à germer. L'orge maltée est ensuite broyée et placée dans de l'eau chaude.

L'extrait aqueux appelé mout est séparé des restes de grains d'orge et porté à ébullition avec du houblon, constitué des fleurs femelles de la plante du même nom. L'ébullition du mout permet d'une part d'extraire des composés parfumés du houblon responsable de l'amertume de la bière, mais aussi d'autre part de stopper l'action des enzymes.

Après refroidissement, le mout houblonné estensemencé avec une souche de levures qui va faciliter la transformation des sucres en éthanol (alcool) et en dioxyde de carbone. Ce dernier contribuera à former la mousse de bière.

## 2- Fabrication du vin

La fabrication du vin se fait en huit grandes étapes qui sont:

**Le vendage** qui désigne la récolte des raisins lorsqu'ils arrivent à leur maturité. Le goût du vin dépend de la maturité des raisins qui favorisent l'augmentation de ses composantes aromatiques.

L'**égrappage** ou **eraflage** est une opération mécanique qui consiste à séparer **les rafles des baies**; le but est d'éviter que le vin ait un goût herbacé et amer. Cette étape est réalisée par une machine nommée l'érafloir

qui ne conserve que les baies de raisins. La rafle est l'axe central d'une grappe de raisin par laquelle circule la sève. Les baies sont des grains de raisin.

**Le foulage** : ici, les baies sont éclatées à l'aide de la machine afin d'obtenir le mout qui est mélange de jus de la peau et de pépins. C'est à cette étape que le viticulteur décide de produire soit un vin rouge ou un vin. En effet, c'est la peau du raisin qui donne la couleur rouge au vin, d'où son élimination. Pour la production du vin blanc, cette étape met en contact **les levures de la pruine** avec la pulpe du raisin. la pruine est la mince couche qui recouvre le raisin ; elle retient une microflore de levures apportée par les insectes et le vent.

**La fermentation alcoolique et macération** : ici on laisse le raisin fermenter avec sa peau dans les cuves. Pendant la fermentation, la pulpe et la peau du raisin flottent sur. Le jus : c'est le chapeau. Grâce aux levures spéciales, le sucre est transformé en alcool éthylique et en CO<sub>2</sub>. Lorsque la fermentation est terminée, on sépare le mout du **marc** (résidu des fruits que l'on a pressé pour extraire le jus). Pour colorer le jus et libérer les tanins de la peau, on doit mêler le jus avec le chapeau : c'est la macération.

**Le pressurage et l'égouttage** : ici, il y'aura production de deux(2) vins différents: le vin de presse le plus riche en colorant et tanins obtenu par pressage du marc premièrement et le vin de goutte très fruité obtenu par égouttage du mout.

**L'assemblage** : ici le viticulteur peut décider de mélanger des vins de presses avec des vins de gouttes ; tout dépendra du vin qu'il souhaite obtenir (tanique ou fruité).

**L'élevage, le vieillissement** : ici le vin est mis en tonneaux de chêne (bois) ou il munit et vieillit. Il peut également être conservé dans des cuves métalliques. Après un temps les composants en suspension dans le vin tombent dans le fond entraînant ainsi une augmentation du degré alcoolique.

**La mise en bouteille** se fait entre six(6) et trente (30) mois après les vendages. Le vin est embouteillé grâce à une machine nommée : la tireuse.

### **3- Production des vinaigres (blanc, de cidre)**

L'obtention du vinaigre blanc ou de cidre nécessite l'intervention des microorganismes qui ont l'habilité de faciliter la fermentation d'un substrat riche en sucre en alcool puis en acide éthanoïque encore appelé acide acétique. Ces microorganismes sont des bactéries acétiques du genre **Acéto bacter**.

#### **a) Fabrication du vinaigre de cidre de pomme (artisanalement)**

C'est un produit naturel qui a des bienfaits pour la santé. Sa fabrication nécessite des **pommes, de l'eau, du sucre ou du miel**.

#### **Préparation de la base**

- Choisissez les pommes de la meilleure qualité qui auront une bonne influence sur la saveur du produit final. Essayez de mélanger plusieurs types de pommes pour obtenir un produit complexe à la saveur marquée.

- Lavez les pommes sélectionnées à l'eau froide, puis découpez les cubes ca plus vous exposez de surface, plus le vinaigre fermente vite.

- Mettez les pommes dans un bocal en verre stérilisé d'environ 1 litre à ouverture large et laissez fermenter jusqu'à trois mois. Les pommes doivent remplir le bocal aux 3/4; n'utilisez jamais un bocal d'acier inoxydable pour faire la fermentation car l'acidité du vinaigre pourrait abimer l'acier et donner un gout métallique a votre vinaigre.

- Couvrez complètement les pommes d'eau pour éviter que les bouts non immergés pourrissent au lieu de fermenter. Utiliser de l'eau filtrée /minérale pure (sans impuretés) pour de meilleur résultat. Contrôlez la quantité d'eau a mettre car un excès rendra vote vinaigre de cidre moins fort car trop dilué tandis qu'un déficit d'eau exposera vos pommes à pourrir.

- Ajoutez une cuillerée à café pour haquet pomme. Remuez bien le mélange pour une bonne homogénéisation. Le sucre fermentera et donnera de l'alcool, ce qui produira le cidre dont vous allez vous servir pour faire le vinaigre. Le sucre cru serait plus approprié. Mais vous pouvez aussi y mettre du miel.
- Couvrez le bocal d'une étamine vu que pendant la fermentation le liquide aura besoin de respirer ; utilisez un morceau d'étamine maintenu en place autour du goulot du bocal avec un élastique. Cela permet d'éviter que les impuretés tombent dans le mélange tout en laissant sortir les gaz produits par la fermentation. Ainsi est préparée la base.

### **Faire fermenter le vinaigre**

- Gardez le bocal dans un lieu chaud et sombre ou il ne sera pas exposé à la lumière directe du soleil car le bocal doit être tenu à température ambiante (environ 21°C) pendant que le contenu fermente ;
- Remuez le mélange avec une cuillère en bois une à deux fois par jour pendant les deux premières semaines afin d'améliorer la fermentation. Pensez à observer l'apparition des bulles qui indique que la fermentation se produit.
- Attendez que les pommes coulent au fond du bocal pour indiquer qu'elles ont fermenté et que vous n'en avez plus besoin pour préparer le vinaigre. Si vous remarquez l'apparition d'écume sur le dessus du liquide, sortez la rapidement et jetez. Si l'écume est verte, grise, noire, marron ou fait de moisissures, jetez et recommencez car cela indique la présence des bactéries dangereuses susceptible de rendre malade.
- Filtrer le cidre à l'aide d'une passoire en plastique ou une étamine propre pour retirer les pommes du cidre (Évitez d'utiliser les objets en métal). Après cette filtration verser de nouveau le cidre dans le bocal, couvrez avec l'étamine et reposez-le dans un lieu sombre et chaud.
- Laissez fermenter le cidre pendant 3 à 6 semaines ; Au bout de 6 semaines verser le vinaigre dans un bocal en verre propre et stérilisé avec couvercle qui ferme bien pour mettre fin à la fermentation. Conserver le au réfrigérateur.

### **b) Fabrication industrielle du vinaigre blanc**

Le vinaigre blanc est un produit naturel et industriel. Il est le seul vinaigre qui ne contient pas ni vin, ni cidre, ni fruit d'aucune sorte. Il est fabriqué industriellement par acétification d'alcool de la betterave ou de maïs par fermentation acétique de l'éthanol en acide acétique en présence d'air (milieu aérobie). Elle fait intervenir les bactéries acétiques ou acétiques du genre *Acetobacter*.

Son processus de fabrication industrielle est simple et rapide.

Le vinaigre blanc est fabriqué à partir du suc de la betterave pour un meilleur rendement.

- Le suc de betterave est transformé en concentré d'alcool qui s'élève à 95%.
- Il est ensuite modifié pour devenir de l'acide acétique, le plus pur possible.

Le pourcentage d'acidité indiqué sur les bouteilles de vinaigre blanc indique la proportion d'acide acétique. Le degré d'acidité du vinaigre blanc se situe généralement autour de 8%.

Il est commercialisé sous le nom de vinaigre d'alcool, vinaigre industriel ou vinaigre cristal

### **4 La production du biogaz par la fermentation des ordures ménagères**

Les ordures ménagères organiques qui sont collectés et transportés dans des centrales de traitement ou de recyclage peuvent être soit :

- Compostés: c'est le compostage.
- Méthanisés: c'est la méthanisation (processus de décomposition des matières organiques).

**Remarque:** La **méthanisation** est une transformation par fermentation des déchets organiques pour produire du **biogaz/biométhane** et un **digestat** sous l'action des **bactéries méthanogènes** en milieu anaérobie maintenu à une température de 38°C. Lors de cette fermentation anaérobie, il y'a un dégagement d'un gaz constitué de méthane (CH<sub>4</sub>) et du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dont les proportions dépendent de la nature des matières fermentés.

Le processus de méthanisation se déroule en 4 grandes étapes qui sont : l'hydrolyse, l'acidogénèse, l'acétogénèse et la méthanogénèse.

L'hydrolyse : est la décomposition de la matière organique en substances simples par plusieurs groupes de **bactéries anaérobies**

L'acidogénèse : c'est une digestion durant laquelle les acides aminés, sucres et graisses sont transformés en acides organiques par les **bactéries acidogènes**.

L'acétogénèse permet la transformation des divers composés obtenus lors de l'acidogénèse en précurseurs directe du méthane comme l'acétate, le CO<sub>2</sub>, et l'hydrogène grâce aux **bactéries acétogènes**.

La **méthanogénèse** est assurée par les *micro-organismes anaérobies stricts* et aboutie à la production de méthane à partir de l'hydrogène et du CO<sub>2</sub> par les **espèces hydrogénotrophes** d'une part et à partir de l'acétate par **les espèces acétotrophes**. En tant que bioprocédé la méthanisation dépollue les rejets (eaux usées, boue de station d'épuration, déjection animales, déchets ménagers, industriels, agricoles) tout en produisant de l'énergie sous forme de méthane qui est un biogaz dont la valorisation permet d'obtenir de l'électricité, de la chaleur, du biométhane ou du biométhane carburant.

#### ACTIVITES D'INTEGRATION A LA FIN DE CE DOCUMENT

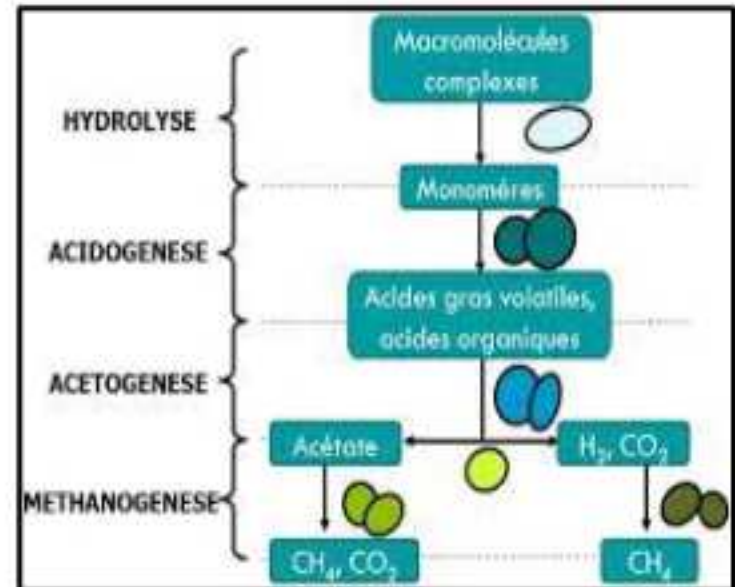


Schéma de la production du biogaz





**Le houblon est l'un des ingrédients nécessaires à la fabrication de la bière. Il lui procure son amertume**



**Figure 1 :Le houblon**



**Figure 2 : les raisins**



**Figure 3 : L'orge**



**Figure 4 : les Etamine (pour vinaigre de cidre)**

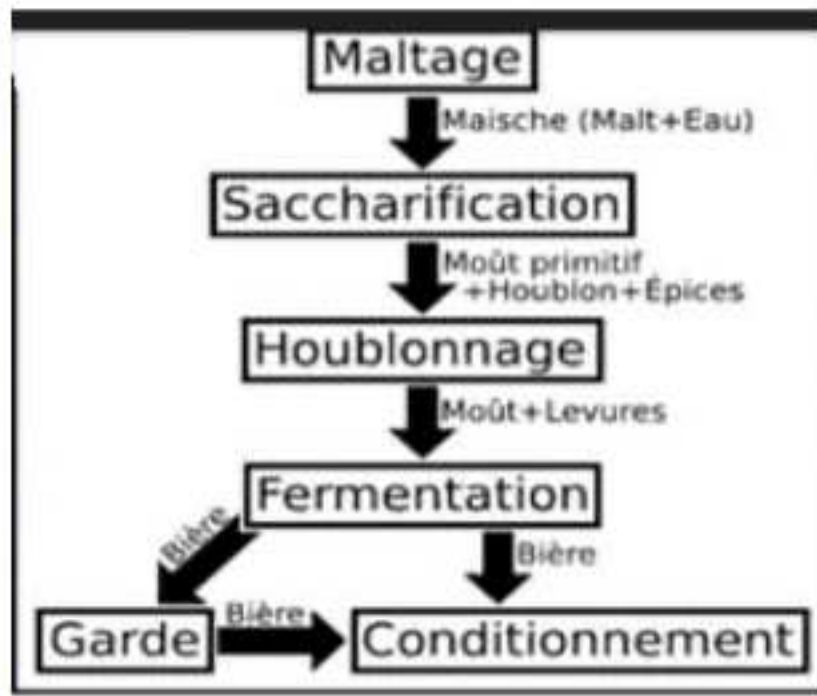


Figure 5 : Fabrication de la bière

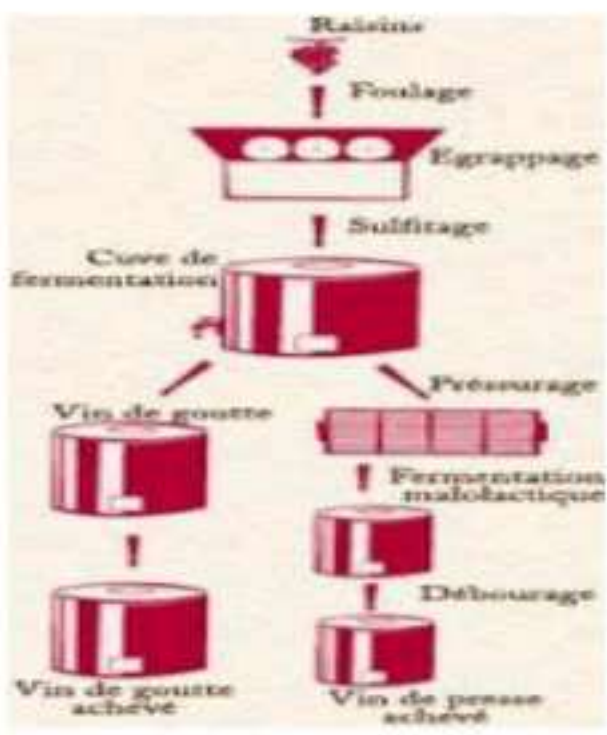


Figure 6 : fabrication du vin

Les voies métaboliques de la production de vinaigre



figure 7 : fabrication du vinaigre