



HAL
open science

La vanille : propriétés, bienfaits et perspectives thérapeutiques

Quentin Ruellet

► **To cite this version:**

Quentin Ruellet. La vanille : propriétés, bienfaits et perspectives thérapeutiques. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. dumas-04516858

HAL Id: dumas-04516858

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04516858v1>

Submitted on 22 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



U.F.R. DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

Année 2023

Thèse n°62

THESE POUR L'OBTENTION DU

DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée et soutenue publiquement

Par RUELLET Quentin

Le 17/02/2023

LA VANILLE : PROPRIÉTÉS, BIENFAITS ET PERSPECTIVES THÉRAPEUTIQUES

Sous la direction de : COURTOIS Arnaud (Maître de conférences)

Membres du jury :

M COURTOIS Arnaud Président

Mme PASSAGNE Isabelle Examineur

M THURIN Nicolas Examineur

REMERCIEMENTS

Un grand merci à mon directeur et président de thèse, Arnaud COURTOIS ; merci pour son temps et sa patience car il a su m'accompagner tout au long de ce projet et ce pendant plusieurs mois (pour ne pas dire années...).

Merci à Mme. PASSAGNE Isabelle ainsi qu'à Nicolas THURIN qui ont bien voulu faire partie du jury et contribuent ainsi au bon déroulement de ma soutenance.

Je remercie M. CÔME Bertrand, le président de la vanilleraie de Sainte-Suzanne (97441) sur le domaine du grand Hazier qui m'a ouvert ses portes et fourni une documentation précieuse sur la méthode de préparation locale de la vanille.

Je remercie également tous ceux qui m'ont entouré et soutenu depuis le début. Je pense évidemment à ma famille, mes parents Fatima et Éric pour leur soutien sans faille et la confiance qu'ils m'ont accordé malgré les hauts et les bas. Ma grand-mère « Mamalou » comme on l'appelle qui aura du souci en moins à se faire. Sans oublier mon frère Arthur, et surtout ma sœur Julie qui m'a constamment poussé vers le haut. J'aurai aimé qu'elle soit présente aujourd'hui.

Pour finir je remercie mes amis, tout d'abord Nicolas pour tous ses conseils et sa bienveillance et sans qui cette thèse aurait pu être un fiasco. Sylvain, Vincent et Jérôme, ma trinité, mes trois compères pour la vie.

Merci du fond du cœur.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	6
1. HISTORIQUE.....	7
1.1. DÉCOUVERTE DE LA VANILLE.....	7
1.2. DU MEXIQUE À L'ILE DE LA REUNION.....	8
1.3. UN SUCCÈS MONDIAL.....	10
2. ETUDE BOTANIQUE	12
2.1. PLACE DANS LA CLASSIFICATION.....	12
2.2. DESCRIPTION DE LA PLANTE	13
2.2.1. <i>Les caractères végétatifs</i>	13
2.2.1.1. La tige.....	14
2.2.1.2. Les feuilles	14
2.2.1.3. Les racines	15
2.2.2. <i>Les caractères floraux</i>	15
2.2.2.1. Les inflorescences.....	15
2.2.2.3. Les fleurs	16
2.2.2.4. Le fruit.....	19
3. CULTURE DE LA VANILLE.....	21
3.1. LES EXIGENCES DU VANILLIER	21
3.1.1 <i>En matière de climat</i>	21
3.1.2. <i>Importance de la nature du sol</i>	21
3.1.3. <i>Importance de l'ensoleillement</i>	22
3.1.4. <i>Importance de l'ombrage</i>	22
3.1.5. <i>Importance du tuteur</i>	22

3.2. LA REPRODUCTION DU VANILLIER.....	23
3.2.1. <i>Les différents systèmes de culture</i>	23
3.2.1.1. La culture en sous-bois.....	23
3.2.1.2. La culture semi-intensive	24
3.2.1.3. La culture intensive	25
3.2.2. <i>La multiplication</i>	26
3.3. LES MALADIES DU VANILLIER	27
3.3.1. <i>Les maladies cryptogamiques</i>	27
3.3.1.1. L'anthraxose.....	27
3.3.1.2. Le mildiou.....	28
3.3.1.3. La fusariose.....	29
3.3.2. <i>Les maladies virales</i>	30
3.3.3. <i>Les nuisibles</i>	31
3.4. LA FECONDATION ARTIFICIELLE	31
3.4.1. <i>La découverte</i>	31
3.4.2. <i>La technique</i>	32
3.5. LA RECOLTE.....	36
4. PREPARATION DE LA VANILLE	39
4.1. LA MÉTHODE BOURBON	39
4.1.1. <i>L'échaudage</i>	39
4.1.2. <i>L'étuvage</i>	40
4.1.3. <i>Le séchage</i>	41
4.1.3.1. Le séchage au soleil.....	41
4.1.3.3. Le séchage à l'ombre.....	42
4.1.4. <i>La mise en malles</i>	43

4.2. LE CONDITIONNEMENT.....	44
4.2.1. <i>Le dressage</i>	44
4.2.2. <i>Le classement</i>	44
4.2.3. <i>Le mesurage</i>	44
4.2.4. <i>L'emballage</i>	46
5. CHIMIE DE LA VANILLE.....	47
5.1. LA COMPOSITION.....	47
5.2. LA VANILLINE.....	47
5.2.1 <i>La découverte</i>	47
5.2.2. <i>Propriétés physicochimiques</i>	48
5.2.3. <i>Modes d'obtention</i>	49
5.2.3.1. Obtention naturelle.....	49
5.2.3.2. Obtention chimique.....	49
5.2.3.2.1. Synthèse à partir de produits naturels	49
5.2.3.2.1.1. A partir de l'eugénol.....	49
5.2.3.2.1.2. A partir de la coniférine	50
5.2.3.2.1.3. A partir de la lignine	50
5.2.3.2.2. Synthèse chimique pure à partir de gaïacol.....	50
5.2.3.3. Procédé biotechnologique	51
5.2.3.4. Recherche et développement.....	52
5.2.3.5. Le dosage de la vanilline.....	52
6. TOXICITE DE LA VANILLE : LE VANILLISME	53
6.1. LES SYMPTOMES.....	53
6.2. ETIOLOGIE	54
6.3. PROPHYLAXIE	54

7. LES UTILISATIONS DE LA VANILLE.....	55
7.1. PROPRIÉTÉS PHARMACOLOGIQUES	55
7.1.1. <i>Effet anti-microbien.....</i>	55
7.1.2. <i>Effet antioxydant</i>	56
7.1.3. <i>Effet aphrodisiaque.....</i>	56
7.1.4. <i>Effet protecteur vis-à-vis d'agents mutagènes.....</i>	57
7.2. APPLICATIONS THÉRAPEUTIQUES.....	58
7.2.1. <i>Dans la maladie de Parkinson.....</i>	58
7.2.2. <i>Dans la maladie d'Alzheimer</i>	58
7.2.3. <i>Dans la maladie de Huntington.....</i>	59
7.2.4. <i>Dans la dépression.....</i>	60
7.2.5. <i>Dans l'épilepsie.....</i>	60
7.2.6. <i>Dans la drépanocytose.....</i>	61
7.3. APPLICATIONS PHARMACEUTIQUES.....	62
7.3.1. <i>Comme intermédiaire de synthèse.....</i>	62
7.3.3. <i>Comme excipient.....</i>	63
7.3.4. <i>En homéopathie.....</i>	64
7.4. VANILLE ET NOUVEAU-NÉ.....	64
7.5. AUTRES USAGES.....	65
7.5.1. <i>Dans l'alimentation.....</i>	65
7.5.2. <i>En parfumerie.....</i>	66
7.5.3. <i>En cosmétologie.....</i>	67
CONCLUSION	68
RÉFÉRENCES.....	69
ANNEXES	72

INTRODUCTION

La vanille... Sa seule évocation met immédiatement nos sens en éveil. Son odeur et son goût suave si caractéristique invite aux plaisirs et à l'apaisement.

Mais que savons-nous vraiment de la vanille ?

La vanille est une épice constituée par le fruit de certaines orchidées tropicales du genre *Vanilla*, principalement de l'espèce *Vanilla planifolia*.

Ce sont les seules orchidées cultivées pour des raisons autres qu'ornementales.

En effet on la retrouve aussi bien dans notre alimentation que dans nos cosmétiques, parfums et même dans nos médicaments.

La vanille, originaire du Mexique, est introduite en Europe par les conquistadors. Elle devient très vite une épice rare et raffinée très convoitée de tous. Cependant il faudra attendre plusieurs siècles avant son essor mondial, grâce à la découverte de la fécondation artificielle par Edmond Albius, un esclave réunionnais.

Cette thèse a pour but de retracer le parcours de la vanille, de sa découverte au Mexique au XVIème siècle, jusqu'à aujourd'hui où elle fait encore l'objet de recherches pour nous dévoiler tous ses secrets.

Certaines de ses propriétés sont bien connues et de nombreuses perspectives thérapeutiques sont à l'étude et risquent de vous surprendre !

Dans un premier temps, il vous sera présenté un bref historique de la vanille ainsi que son étude botanique.

Puis nous aborderons son mode de culture et de préparation permettant d'obtenir la gousse noire de vanille telle que nous la connaissons.

Que renferme vraiment la gousse de vanille ? Quels composés chimiques sont à l'origine de cet éventail aromatique ? Présente-t-elle un risque pour notre santé ? Et au contraire, quel est son potentiel thérapeutique ?

C'est l'histoire de la vanille, une épice aux vertus inattendues.

I. HISTORIQUE

1.1. Découverte de la vanille

La terre originelle de la vanille se trouve en Amérique centrale, et plus précisément au Mexique, dans les forêts vierges primaire du Chiapas, où la vanille pousse encore à l'état sauvage.

Dès le XIII^{ème} siècle, les Aztèques et avant eux, les Mayas ainsi que les autres peuples précolombiens maîtrisaient la technique de sa préparation (Fig.1).

La vanille, alors appelée « tlilxotchitl » qui signifie « gousse noire », était préparée en association avec le cacao dans différents breuvages sacrés pour communiquer avec les Dieux.

Ce n'est que bien plus tard, en 1519 que les européens découvrent la vanille, lorsque Fernando Cortez arrive au large des côtes de Veracruz avec son escadron.

Quand l'empereur Moctezuma, roi des Aztèques, voit Cortez, il s'imagine que celui-ci n'est autre que le roi prêtre, Quetzalcoatl dont la venue a été annoncée par une prophétie.



Figure 1 : préparation d'une boisson à base de vanille

En guise de bienvenue, l'empereur Moctezuma lui prépare un breuvage du nom de Tchocolati : un chocolat vanille (Fig.2).



Figure 2 : La rencontre de Moctezuma et de Cortez

Les Espagnols sont immédiatement séduits par le parfum exceptionnel et extraordinaire de cette gousse noire : La Vanille.

1.2. Du Mexique à l'île de La Réunion

Conquis par son parfum, les européens rapportent des petits plants et des boutures de vanille pour les faire pousser ailleurs, dans des serres.

Les Espagnols adoptent très vite ce nouveau parfum qui fait son entrée dans la cuisine des cours Européennes au XVIIe siècle (en 1664 en France). On parle alors de « Vaynilla », terme employé en espagnol, traduit ailleurs par « petites gousses » et ce n'est qu'en 1703 que le Père Plumier, illustre botaniste, utilise le terme Vanilla.

L'espèce la plus importante, celle qui fournit la « meilleure » vanille ne fut décrite qu'en 1808 par Andrews sous le nom *Vanilla planifolia* Andrews.

D'abord introduite en Angleterre, on trouve des plants au milieu du XVIIIe siècle dans les serres du roi Louis XV (serres du Jardin des Plantes). Ces boutures se développent mais ne donnent aucuns fruits ce qui suscite l'incompréhension des botanistes européens.

En 1819, Marchant, ordonnateur de l'île de Bourbon (actuelle île de la Réunion) fait venir de France des boutures de vanille pour les introduire au Jardin colonial de Saint-Denis. D'autres boutures, cette fois en provenance de Cayenne (Guyane) seront également introduites quelques années plus tard par Pierre-Henri Philibert, officier de la marine originaire de l'île.

Mais là encore, les petites lianes grandissent et font des fleurs mais il n'y a aucun fruit. Après de multiples tentatives, ils abandonnèrent, persuadés que les Indiens possédaient un secret.

Pendant plus de deux siècles après sa découverte par Cortez, le Mexique garda le monopole de la production de Vanille, où la pollinisation de la fleur permettant l'obtention de gousses se fait naturellement par le biais de l'abeille *Mélipone*, endémique de la région.

Ce n'est qu'en 1842 que le secret de la fécondation de la fleur du vanillier est découvert avec la mise au point de la technique de pollinisation artificielle. Certains disent que c'est le naturaliste belge Charles Morren qui serait à l'origine de cette découverte ; mais c'est à un jeune esclave de l'île de la Réunion, Edmond Albius, alors âgé de 12 ans, que l'on doit la maîtrise de la pollinisation artificielle.

Son maître, Ferréol Beaumont-Bellier, passionné de botanique et plus particulièrement des orchidées transmits son intérêt à Edmond Albius dès son plus âge.

A-t-il fécondé la fleur au cours d'une opération volontairement réfléchie ou a-t-il un jour écrasé, par vengeance, la fleur du vanillier, provoquant involontairement la fécondation ?

Toujours est-il que son maître publie immédiatement la découverte dans *Le Moniteur de la Colonie* et affranchit son jeune esclave qui prend le nom d'Edmond Albius (Albius signifie "Blanc" en référence à la couleur de la fleur) (Fig.3).

Aujourd'hui, la technique découverte par Edmond Albius reste la technique de référence pour féconder chaque fleur de vanille à travers le monde.

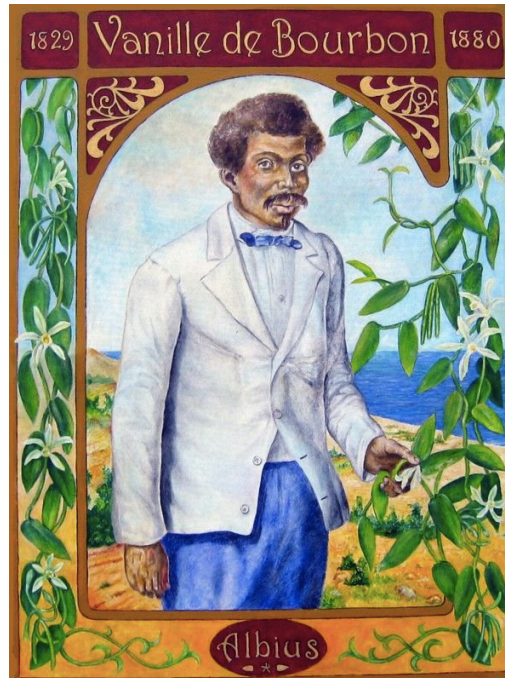


Figure 3 : Edmond Albius (1829-1880), lithographie de Roussin (Bouriquet, 1954)

Cela bouleversera l'économie de l'île de la Réunion et marquera un tournant dans l'histoire de la vanille, avec une production en constante croissance. La première cargaison est exportée en 1848 avec 50kg de vanille vers l'Europe. En 1898, ce sont 200 tonnes qui sont expédiées (contre une vingtaine de tonnes aujourd'hui).

1.3. Un succès mondial

Dès lors, à la fin du XIXème, hormis en Guyane où elle pousse naturellement dans la forêt amazonienne, la vanille se propage dans toutes les possessions françaises. La vanille devient populaire à l'échelle du globe.

L'amiral français Hamelin l'importe à Tahiti. En 1861, la vanille arrive en Nouvelle Calédonie, puis en 1865 en Indochine et aux Seychelles en 1866. Des boutures sont implantées sur l'île de Mayotte et aux Comores en 1873.

La vanille est introduite à Madagascar en 1870 à partir de plants de vanilliers de Réunion. La culture donne d'excellents résultats rapidement : les sols riches en matières organiques et les températures chaudes et humides sont idéales pour son bon développement.

Dès 1924, Madagascar est le premier producteur mondial en produisant 300 tonnes de vanille par an.

Aujourd'hui, on estime la production mondiale de vanille à 2500 tonnes par an de vanille préparée soit 8000 à 10000 tonnes de vanille verte.

Deux pays, Madagascar et l'Indonésie, assurent l'essentiel de l'approvisionnement mondial en vanille. Alors qu'au cours des années 1990, la production indonésienne était passée en tête, Madagascar a retrouvé aujourd'hui sa position dominante.

Aujourd'hui les plus gros producteurs de vanille sont : Madagascar (2900 tonnes/an), suivie par l'Indonésie (2300 tonnes/an) et la Chine (800 tonnes/an).

Le Mexique est l'un des plus petits producteurs avec seulement 500 tonnes de vanille produite chaque année (Fig.4).

Les Etats-Unis, la France et l'Allemagne sont les 3 principaux exportateurs de vanille au monde. Ces trois pays sont aussi les 3 principaux ré exportateurs de vanille sous des formes transformées. Ils représentent environ 80% du commerce mondial de vanille à eux trois.



Figure 4 : Distribution mondiale de la production de vanille

II. ETUDE BOTANIQUE

2.1. PLACE DANS LA CLASSIFICATION

En ce qui concerne la classification, elle suit la classification phylogénétique actuelle basée sur les travaux de recherches du groupe anglo-saxon APG3 (1).

Le vanillier appartient à l'embranchement des Spermaphytes et au sous-embranchement des Angiospermes. Il fait partie de la classe des Monocotylédones, ordre des Orchidales et appartient à la famille des orchidacées (orchidées). C'est une famille importante puisqu'elle compte plus de 700 genres. Elle représente la deuxième famille en nombre après les Asteraceae.

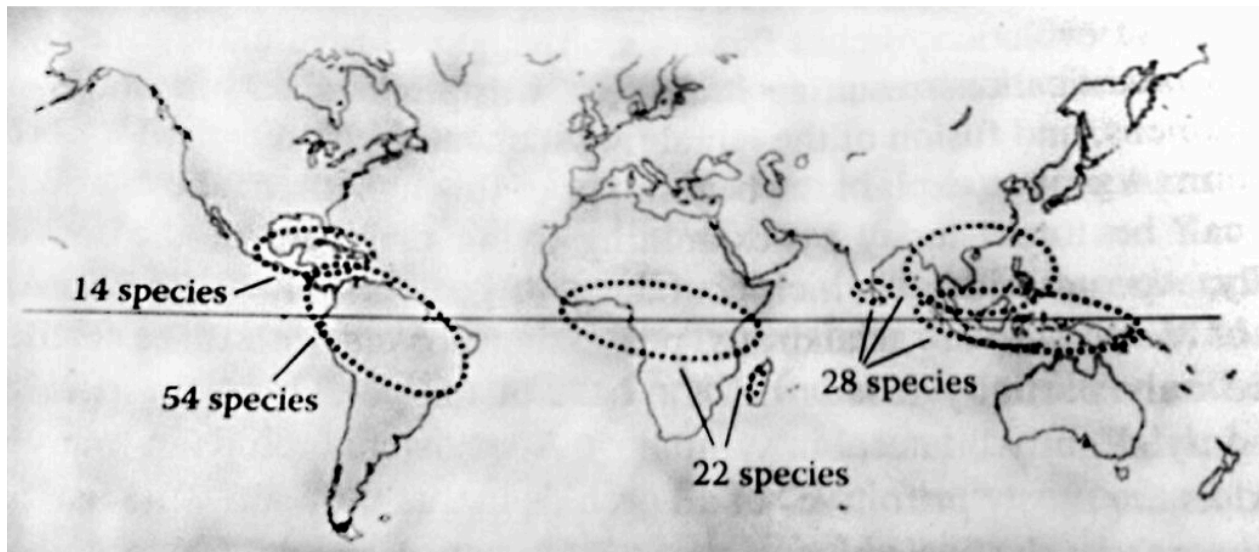


Figure 5 : Répartition des différentes espèces du genre *Vanilla* dans le monde (2).

Le genre *Vanilla* (Vanille) comprend plus d'une centaine d'espèces réparties dans le monde.

Le vanillier est cultivé pour son fruit qui contient un arôme dont un des constituants est la vanilline. Cet arôme est utilisé pour la confiserie, pâtisserie, chocolaterie, fabrication de liqueur fine et de boisson, parfumerie, droguerie, fabrication de produits pharmaceutiques...

Toutefois peu d'espèces sont aromatiques (seulement une quinzaine) et seulement trois sont cultivées et ont une valeur marchande.

Vanilla fragrans (ou *planifolia*) au parfum subtil et pénétrant, est l'espèce la plus couramment cultivée (90% de la production mondiale), notamment dans l'océan indien. Riches en vanilline, ses fruits sont déhiscents. C'est l'espèce officinale inscrite à la Pharmacopée française (X^{ème} édition).

Vanilla pomona: (ou vanillon - surnom dû aux gousses charnues et courtes que cette espèce donne). Elle est cultivée dans les îles de l'Océan Atlantique.

Le fruit renferme peu de vanilline mais contient des substances aromatiques qui n'existent pas dans la Vanille Fragrans

Vanilla tahitensis: au parfum plus robuste et spécial, dû à la présence de dérivés anioniques, est cultivée en Polynésie Française et on Océanie. Les fruits ne se fendent pas à maturité. Elle résulterait d'une hybridation entre *Vanilla planifolia* et *Vanilla pompona*.

2.2. DESCRIPTION DE LA PLANTE

2.2.1. Les caractères végétatifs

La vanille est une liane grimpante, vivace, pouvant atteindre quinze mètres, qui a besoin d'un support et qui s'y fixe à l'aide de racines aériennes (Fig.6). Elle se développe dans des régions tropicales humides.



Figure 6 : le vanillier

2.2.1.1 la tige:

Le vanillier est une liane à tige monopodiale, grimpante, se fixant à l'aide de racines adventices. Le vanillier est une liane pérenne ce qui fait que pendant que l'apex s'accroît sans cesse (accroissement par le bourgeon terminal), l'extrémité la plus ancienne devient sénile et meurt.

En général elle n'est pas ramifiée mais parfois des bourgeons latéraux peuvent se développer et donner une plante ramifiée.

La tige peut varier en fonction de l'espèce :

- Chez *Vanilla planifolia*, La tige non lignifiée est cylindrique, charnue, verte en général - sauf si elle est exposée au soleil, auquel cas elle devient jaune- et de la grosseur du petit doigt. Elle est composée d'articles (ou entre-nœuds) pouvant atteindre quinze centimètres disposés en « zigzag » formant entre eux un angle plus ou moins constant de 130° pour un pied donné. On dit alors que la tige est articulée.

-Chez *Vanilla Pompona* la tige est un peu plus grosse, plus herbacée et son port en zig-zag est moins accentué avec des entre-nœuds qui forment un angle de 160° environ.

A l'extrémité des tiges on trouve deux feuilles enroulées en cornet: le cœur (bourgeon foliaire convoluté)

2.2.1.2 les feuilles:

Les feuilles du vanillier prennent naissance sur les nœuds. Elles sont persistantes, entières, et alternes d'un nœud à l'autre.

A l'aisselle de chaque feuille se trouve un bourgeon (œil) qui peut donner naissance à un rameau secondaire ou à une inflorescence (souvent à la suite d'une mutilation naturelle ou artificielle).

En 1914, Lecompte et Chalot décrivent les feuilles de *Vanilla Planifolia* comme étant alternes, subsessiles, oblongues et charnues. Elles mesurent 9 à 22 centimètres de long pour une largeur de 3,5 à 7 centimètres. Elles comptent une dizaine de nervures parallèles longitudinalement et peu apparentes (3).

Le limbe, qui n'est attaché à la tige que par un très court faux-pétiole de un centimètre se termine en pointe.

Les feuilles du vanillier sont épaisses. Elles présentent un limbe allongé et étroit d'un vert foncé sur la face supérieure, et d'un vert plus pâle sur la face inférieure. Au soleil, les feuilles s'arrondissent et passent du vert au jaune.

2.2.1.3 les racines:

Le vanillier possède deux sortes de racines. Les unes sont souterraines et les autres aériennes ; elles sont encore appelées respectivement racines terrestres et adventives.

- Les racines souterraines partent des nœuds enterrés de la liane. Elles sont au nombre de deux ou trois par nœud et donnent naissance à des racines secondaires assez longues pouvant atteindre deux mètres qui portent des poils absorbants. Leur rôle est simplement nourricier.

Les racines terrestres s'étalent dans la zone superficielle du sol : elles descendent rarement en dessous de 5 à 6 mètres de profondeur. Elles sont envahies par le mycélium d'un champignon du genre *Rhizoctonia* qui vit en symbiose avec ces racines et qui permet à ces dernières d'utiliser directement la matière organique du sol.

-Les racines adventives naissent à partir du même point et ne présentent aucune différence anatomiques et histologiques. Cependant, on les classe en deux types : les racines aériennes et les racines adhésives.

Les premières sont libres et pendantes, elles accumulent l'eau de pluie et l'humidité de l'air.

Les racines adhésives mesurent de 8 à 10 centimètres et assurent le support de la plante Elles sont plus courtes que les autres, mais se lient vigoureusement à l'écorce de soutien (4).

2.2.2. Les caractères floraux

2.2.2.1. Les inflorescences

Les inflorescences sont ouvertes et racémeuses, c'est-à-dire que les fleurs sont disposées en grappe. Elles sont axillaires et très peu pédonculées.

Cette inflorescence est nommée « balai » à la Réunion et contient généralement une dizaine voire une quinzaine de fleurs (5).

2.2.2.2. Les fleurs

L'inflorescence prend naissance à l'aisselle de chaque feuille, ce qui donne un aspect de grappe, composée d'une quinzaine de fleurs (Fig.7).

Les fleurs sont disposées en épi.



Figure 7 : fleur de vanillier

Elles s'ouvrent partiellement le plus souvent, l'une après l'autre, et sont éphémères (durent 8 à 12 heures), c'est pourquoi la pollinisation doit s'effectuer rapidement, le matin de préférence, et fleur par fleur.

Leur parfum est très léger comparé au parfum dégagé par les gousses (6)

Elles sont hermaphrodites, zygomorphes, sessiles, irrégulières, aromatiques et d'aspect cireux.

Comme chez toutes les orchidées, les fleurs délicates sont composées de six pièces florales et présente une symétrie d'ordre 3 : trois pétales et trois sépales, portant le nom de tépales, avec des coloris variant de blanc crème à jaune verdâtre (Fig.8).

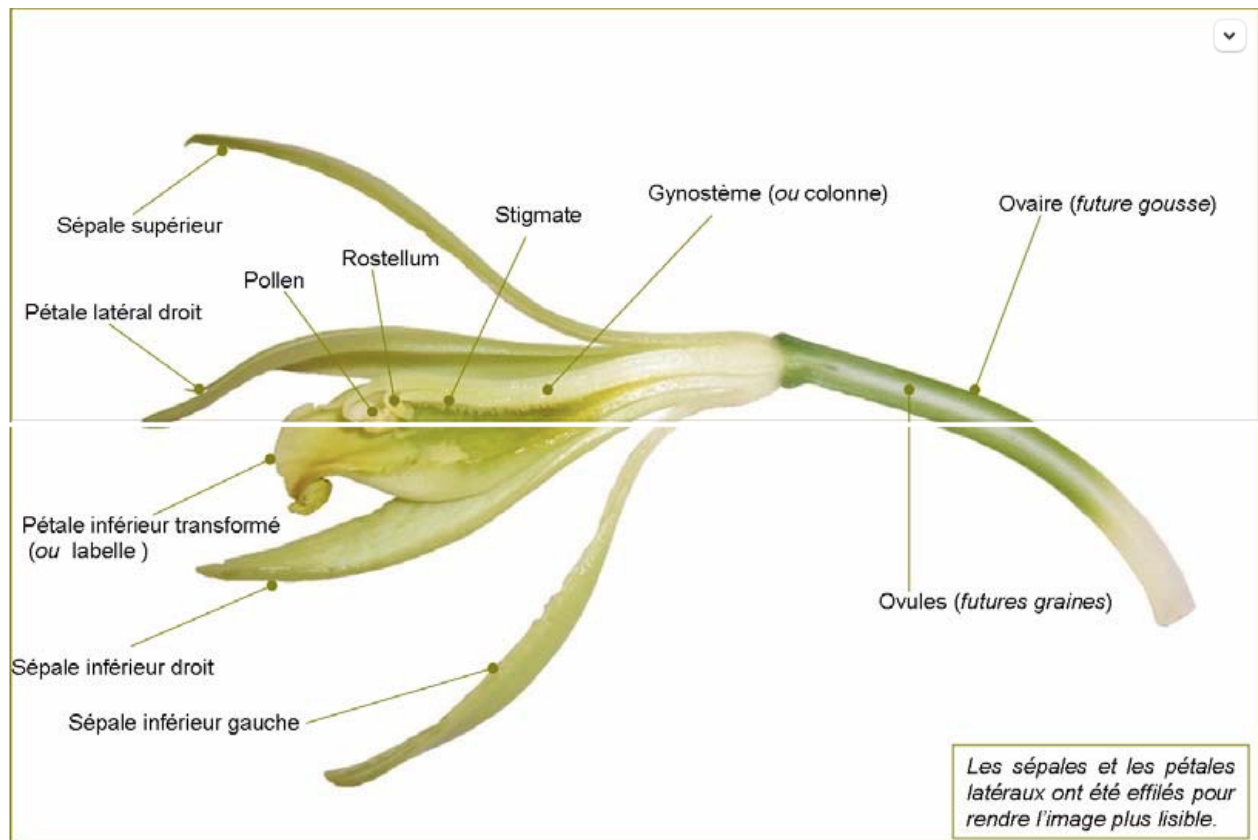
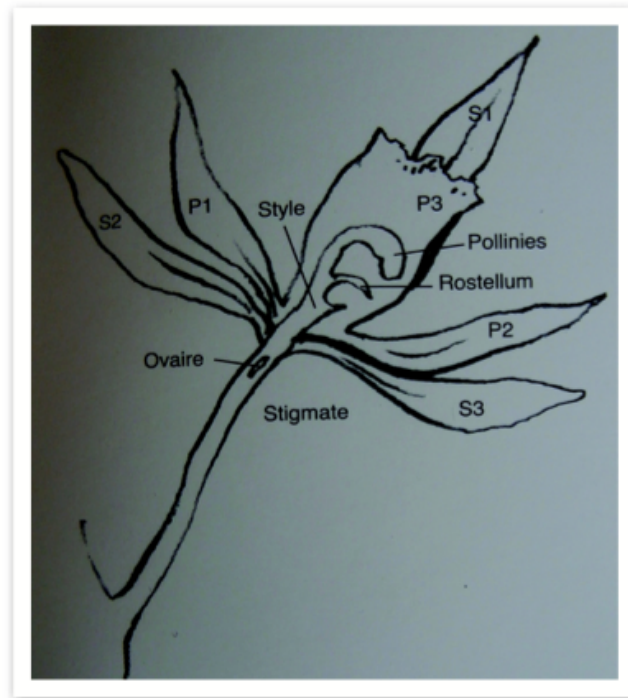


Figure 8 : Coupe longitudinale d'une fleur de vanille (6)

Les **sépales**, de couleur vert pâle, sont dressés, linéaires-spatulés à oblongs-lancéolés. Ils sont plutôt obtus à l'extrémité et légèrement recourbés à la pointe vers l'extérieur. Ils sont au nombre de 3 et mesurent de 4 à 7 centimètres de long (3).

Les **pétales** sont également au nombre de trois : deux d'entre eux (pétales I et II) sont dressés et ressemblent aux sépales mais sont plus petits et plus étroits.

Le troisième pétale est désigné sous le nom de **labelle**. Il a une forme de trompette et est soudé à la colonne (ou gynostème). Le labelle est plus court que les sépales et les pétales : il mesure de 4 à 5 centimètres de long. Le bord externe du labelle est ourlé, crénelé et trilobé. Sa couleur est aussi différente puisqu'il est jaune orangé.



Légendes : P1, P2, P3 : Pétales / S1, S2, S3 : Sépales

Figure 9 : Schéma représentant les caractéristiques de la fleur du genre Vanilla

La colonne ou gynostème est représentée par la soudure de l'unique étamine (anthère) plus précisément par son filet avec le style surmontant l'ovaire (7).

L'anthère (organe mâle) se situe dans une cavité à l'extrémité du gynostème, portant le nom de clinandre. Il se compose de pollinies : masses de pollen agglutinées orangées de consistance gluante (8).

Entre l'anthère et le stigmate est interposée une languette épaisse en forme de bec appelée rostellum. Ce dispositif morphologique rend impossible le transport du pollen sur le stigmate et constitue ainsi l'obstacle à l'autofécondation naturelle (Fig.9).

La pollinisation naturelle de la vanille ne peut être assurée que par l'abeille Mélipone dont la tête bute sur le rostellum puis sur les deux pollinies qui se collent à elle. Elle transporte ainsi le pollen sur une autre fleur.

Le gynécée (organe femelle) est constitué de trois carpelles ouverts, soudés par leur bord et formant un ovaire infère uniloculaire.

L'ovaire infère est plus ou moins cylindrique et incurvé et est souvent confondu avec le pédicelle floral. Il mesure de 4 à 6 centimètres de long au moment de la floraison mais sa longueur double en quelques jours après la fécondation (9).

2.2.2.3. Le fruit

Une fois la fécondation réalisée, l'inflorescence porte autant de fruits qu'il y a de fleurs fécondées. Cet ensemble de fruit est communément appelé « balai » à La Réunion (Fig.10).

Seule une partie de la fleur est pollinisée et il faut faire attention à la vigueur de la plantation (notamment les tiges) pour éviter l'épuisement de cette dernière et ainsi obtenir de beaux fruits (10).

Le fruit du vanillier est généralement appelé « gousse ». D'un point de vue botanique, il s'agit en fait d'une capsule déhiscente à 2 sillons. Déhiscence dite paraplacentaire car situées de part et d'autre des placentas.



Figure 10 : Les gousses de vanille

La capsule est étroitement cylindrique ou légèrement trigone et bi-sillonnée, très allongée, charnue, jaune-verdâtre à maturité (4).

La gousse arrive à taille maximale rapidement ; au bout d'un mois et demi. Elle mesure de 15 à 25 centimètres de long et de 8 à 15 millimètres de diamètre. Cependant elle n'arrive à maturité qu'au bout de neuf mois.

Ce fruit, vert au début, change de couleur après maturation. Il devient ensuite jaune, puis brun au fur et à mesure de sa maturité. Inodore au début, il n'acquiert son odeur parfumée qu'après la cueillette.

Les fruits contiennent un très grand nombre de graines noires, brillantes et ovoïdes.

Ces graines contiennent de l'air et sont très légères. On en compte entre 2000 et 10 millions au milligramme. Elles mesurent 0,25 millimètre de long et 0,2 millimètre d'épaisseur (3) (Fig.11).



Figure 11 : Graines de vanille

III. CULTURE DE LA VANILLE

La vanille est originaire des forêts tropicales humides de la côte Est du Mexique où elle vit en sous-bois. Mais la vanille est surtout connue comme plante à épice cultivée ; culture qui a certaines exigences.

Nous parlerons ici des plantations à visée alimentaire et non pour la culture ornementale.

3.1. Les exigences du vanillier

3.1.1. En matière de climat

Pour se développer correctement, le vanillier nécessite des températures comprises entre 20 et 30°C sans fluctuation annuelle. Une moyenne de 25°C comme à La Réunion semble être une température idéale.

Le vanillier a besoin d'eau, bien répartie sur toute l'année (minimum de 2000 millimètres de précipitations annuelles). Toutefois, on peut induire une courte période de sécheresse (stress hydrique) d'environ deux mois juste avant la floraison, pour permettre un accroissement du nombre de fleurs par vanillier.

Ces deux conditions, thermique et hydrique, ne se retrouvent pas sur tout le territoire et cette culture ne peut donner de bons résultats que dans les zones situées à moins de 400 mètres d'altitude, et entre le 10^{ème} et 20^{ème} parallèles Sud et Nord (11).

3.1.2. Importance de la nature du sol

Le vanillier peut pousser sur tous les sols, à condition qu'il y ait un bon drainage. Ce drainage sera d'autant plus facile que le terrain est en pente 27/01/2023 14:29:00.

La croissance est cependant meilleure sur les sols sableux : ils sont poreux, friables ce qui permet aux racines de s'étendre et permet à l'excès d'eau de s'écouler facilement.

Le sol doit être riche en matières organiques, en matières minérales et en humus. L'apport d'engrais, même à faible dose, est déconseillé car il risque de brûler les racines du vanillier.

3.1.3. Importance de l'ensoleillement

Les conditions d'éclairement sont des plus importantes pour la croissance de la liane et en particulier pour sa floraison. On constate qu'une liane fortement ombragée sous forêt pousse bien mais ne fleurit pas. A l'inverse, une liane en plein soleil ne croît pas convenablement et elle meurt, souvent en début de floraison.

3.1.4. Importance de l'ombrage

Tout comme l'ensoleillement, le dosage de l'ombrage est important. L'ombre apportée par le feuillage des tuteurs n'est pas toujours suffisant, surtout lorsqu'ils sont jeunes. Un ombrage provisoire ou permanent peut alors être mis en place.

3.1.5. Importance du tuteur

Le choix du tuteur est fonction du système de culture. On peut utiliser des tuteurs morts ou vivants (ces derniers étant préférables).

L'arbre idéal doit remplir plusieurs conditions ; sa multiplication doit être rapide, sa taille raisonnable (pour limiter les opérations d'élagage), il doit être vigoureux, solide et bien fixé au sol pour résister au vent, le feuillage dense pour prévenir des brûlures du soleil...

Les espèces les plus couramment utilisées sont :

- le Pignon d'Inde (*Jatropha curcas* L., Euphorbiacées) ;
- le Bois de chandelle (*Dracaena marginata* L., Dracaenacées) ;
- le Vacoa (*Pandanus utilis*, Pandanacées) ;
- le Filao (*Casuarina equisetifolia* L., Casuarinacées) ;
- le Madre cacao (*Gliricidia maculata*, Légumineuses)

3.2. La reproduction du vanillier

3.2.1. *Les différents systèmes de culture*

On peut considérer trois grands types de culture de la vanille : la plantation en sous-bois, la culture semi-intensive et pour finir la culture intensive.

3.2.1.1. **La culture en sous-bois**

C'est le mode de culture le plus rencontré dans les régions accidentées (volcan, zone de relief). Cette culture est adaptée pour les productions « naturelles » (agriculture biologique, certains labels..) et les productions à vocation agro-touristiques.

Le vanillier trouve dans cette écologie toutes les conditions propices à sa culture. La culture en sous-bois nécessite une gestion importante de la plantation ; en effet, les conditions climatiques et autres critères de culture vus précédemment (ensoleillement, humidité,...) varient d'une saison à l'autre.

Le vanillier utilise des tuteurs vivants (arbre-support) déjà en place en fonction des espèces composants le sous-bois (Fig.12). Ce sont généralement des filaos, des Vacoas, parfois des goyaviers, canne à sucre, voir même une fougère arborescente aux Comores. Ils seront choisis selon leur forme (nécessité d'une fourche pour soutenir le plan), leur densité d'ombrage ; leur enracinement (doit résister aux vents violents) ou encore la non phytotoxicité de son humus vis-à-vis du vanillier.



Figure 12 : vanillier sur son tuteur en sous-bois

3.2.1.2. La culture semi-intensive

Ce mode de culture permet une meilleure maîtrise de l'ombrage, ainsi que le choix du tuteur pour le vanillier. Un défrichage préalable est très souvent réalisé permettant d'obtenir la densité souhaitée en installant les tuteurs aux endroits stratégiques.



Figure 13 : vanilliers dans une plantation semi-intensive

Le choix du tuteur vivant n'est pas fait au hasard, il doit être robuste avec un enracinement profond afin de supporter les vanilliers (soit une hauteur de 1,5 à 2m avec un diamètre supérieur à 5cm) (Fig.13). Là encore il faut s'assurer que le tuteur n'apporte pas de nuisibles ou de maladies transmissibles au vanillier. On le plante généralement 6 mois à 1 an avant de planter les vanilliers.

Le genre le plus communément choisi est *Gliricidia* (famille des Fabacée), notamment l'espèce *Gliricidia maculata* aussi appelée *Gliricidia sepium* (à Madagascar, Inde, La Réunion et en Polynésie Française) (Fig.14).



Figure 14 : Dessin du tuteur *Gliricidia maculata*

3.2.1.3. La culture intensive

La culture du vanillier en système intensif (englobant un ombrage artificiel, des tuteurs morts et un système d'irrigation d'appoint) permet de répondre précisément et durablement aux exigences du vanillier (Fig.15).



Figure 15 : vanillier sur son tuteur mort

L'ombre doit être régulière et précise. Une structure d'ombrage réalisée à partir de feuilles de palmier est difficilement maîtrisable c'est pourquoi on préférera des filets d'ombrage en polyéthylène qui permettent d'obtenir un ombrage de 60% idéal pour la vanille.

Des bacs à substrat sont disposés à même le sol pour fournir la matière organique nécessaire au développement des lianes de vanille.

Une irrigation d'appoint permet de pallier au manque d'eau à certaines périodes de l'année. Comme vu précédemment, des conditions optimales de croissance nécessitent une irrigation régulière sur toute l'année (surtout les 3 premières années). Deux systèmes sont utilisés :

- L'irrigation par aspersion au-dessus du filet d'ombrage, moins coûteuse car ne nécessite pas de système de filtration (les gouttes passent à travers le filet créant un effet de pluie fine) mais moins efficace en cas de vent.
- La micro-aspersion sous le filet d'ombrage, méthode plus coûteuse car nécessite un système de filtration mais à l'avantage d'être efficace même en présence de vent (étant situé sous le filet, ce dernier protège le système d'irrigation).

3.2.2. La multiplication

La multiplication au moyen des graines nécessite des opérations extrêmement délicates qui ne peuvent être effectuées par les planteurs dans la pratique courante.

Le mode de multiplication le plus largement utilisé est le bouturage et notamment le bouturage des tiges en raison de sa vitalité.

On prélève sur un plant mère sain, une jeune bouture de 100 à 150 cm de long à laquelle on ôte les feuilles inférieures. On enterre ensuite à 10cm de profondeur la bouture et on la fixe à son tuteur, suspendue à l'ombre et au frais.

La plantation se fait en fin de saison sèche et varie donc selon le pays producteur. Elle se fera d'octobre à décembre à La Réunion tandis qu'à Madagascar elle se déroulera d'août à mars.

Il convient de pratiquer dès le début de la mise en place des boutures, l'opération de paillage ou « mulching ». De la matière organique peu décomposée est placée à la base de la liane (paille de canne à sucre, légumineuses.). Elle a un rôle protecteur et nourricier.

3.3. Les maladies du vanillier

3.3.1. Les maladies cryptogamiques

3.3.1.1. L'anthraxose

L'anthraxose est une maladie cryptogamique (maladie des plantes due à un champignon microscopique) très fréquente qui touche de nombreux végétaux comme les arbres fruitiers ou encore les arbustes.

Plusieurs champignons peuvent être à l'origine de cette maladie ; le terme « anthracnose » est donc utilisé pour regrouper différentes maladies aux symptômes identiques.

Elle se caractérise par l'apparition d'une tache nécrotique de forme arrondie ou irrégulière. Les taches s'étendent progressivement vers l'extérieur et les feuilles prennent un aspect desséché puis finissent par tomber (Fig.16).

Les organes les plus touchés sont les tiges et les feuilles les plus vieilles. Dans certains cas, la gousse peut être touchée

S'agissant d'une maladie fongique, celle-ci se propage par temps doux (entre 15 et 27°C) et pluvieux ; les gouttelettes transportant les spores du champignon. A l'inverse, le froid et les fortes chaleurs ralentissent son évolution. Cette maladie bien que fréquente cause peu de pertes aux plantations et ne représente ainsi pas un risque majeur pour les professionnels.



Figure 16 : Anthracnose sur feuille de vanille

Moyens de lutte :

- • Limiter le maintien de l'humidité sur les parcelles en taillant régulièrement les tuteurs ce qui favorise l'aération et l'ensoleillement. Éviter de mouiller le feuillage lors de l'arrosage
- • Éliminer les parties de la plante touchées par la maladie. Cela évitera que celle-ci ne se propage. Puis traiter à la bouillie bordelaise (fongicide à base de sulfate de cuivre) à la fin de l'hiver ou au début du printemps.

- Améliorer la vigueur des plants de vanille par l'apport de matière organique en évitant tout excès d'engrais azoté.

3.3.1.2. Le mildiou

La pourriture noire ou mildiou du vanillier est due à un champignon : *Phytophthora jatrophae*. La maladie se développe chez les sujets jeunes et peut détruire rapidement la liane (Fig.17 et 18).

Sur l'extrémité des gousses ou des boutons floraux, apparaît une teinte brun chocolat qui progresse le long de l'organe jusqu'à provoquer la chute des fruits (Fig.19).

Sur la liane, les zones contaminées jaunissent et flétrissent avant de prendre la couleur brun chocolat. Si le cœur est touché, la liane cesse toute croissance.

Les parties atteintes se dessèchent et se couvrent parfois de fins filaments blancs.

L'eau et l'humidité favorisent le développement de la maladie. Ainsi les périodes chaudes et pluvieuses sont très propices à sa propagation.

La dissémination de la maladie est assurée par le vent et les insectes.



Figure 17 : Début d'attaque sur tige



Figure 18 : Attaque très avancée sur la tige



Figure 19 : Attaque sur les gousses

3.3.1.3. La fusariose

La fusariose aussi appelée « maladie des racines » ou « maladie jaune » est une des plus fréquentes sur le vanillier et engendre beaucoup de dégâts et ce, à n'importe quel stade de développement de la plante. Plusieurs espèces de champignons pathogènes sont responsables de la fusariose. Ils appartiennent principalement au genre *Fusarium* ou *Microdochium*.

Les tiges sont souvent les premiers organes atteints, entraînant un arrêt de la croissance des lianes. Les organes atteints deviennent marron-noir puis se dessèchent. La plupart des lésions se développent entre deux nœuds d'un plant et peut entraîner la mort de ce dernier à plus ou moins long terme (Fig.20).



Figure 20 : Liane de vanille très attaquée par la fusariose

Mais le champignon peut parfois s'attaquer aux feuilles et aux gousses jusqu'à ce que le fruit tombe. Cela se traduit par une baisse de la production.

Comme la plupart des maladies fongiques, la fusariose se transmet via le vent et les gouttes de pluie. Il est donc important de maintenir la vigilance en saison des pluies.

Comme vu précédemment il faut détruire les parties atteintes dès l'apparition de symptômes et désinfecter l'outil de taille entre chaque pied pour éviter toute propagation. Les pieds présentant un stade avancé de la maladie seront éliminés. Une bonne aération de la parcelle avec taillage des tuteurs et la mise en place d'un drainage en saison des pluies sont indispensables. Des apports en matières organiques peuvent être prodigués pour renforcer la vigueur du plant et sa résistance au champignon.

3.3.2 Les maladies virales

De nombreux virus (CMV, CymMV, ORSV et potyvirus) affectent le genre *Vanilla*, la plupart des pays producteurs de vanille sont aujourd'hui concernés par ces maladies. Chez le vanillier, elles engendrent des pertes de récolte plus ou moins importantes et certaines conduisent rapidement à la mort du plant.

Les symptômes diffèrent selon le virus

- Le CMV (Cucumber mosaic virus) s'attaquent à tous les organes : les feuilles se déforment, la liane se ratatine et les fleurs sont stériles voir absentes.
- Le CymMV (Cymbidium mosaic virus) se manifeste uniquement au niveau des feuilles avec l'apparition de strie claires sur la face inférieure.
- Les potyvirus vont modifier l'aspect et la couleur des feuilles.
- L'ORSV (Odontoglossum ring spot virus) s'attaquent aux orchidées ornementales.

La dissémination de ces virus est principalement favorisée au gré des très nombreuses opérations culturales (multiplication végétative, bouclage des lianes, fécondation, récolte...) mais certaines maladies virales peuvent aussi être transmises par des insectes vecteurs (les pucerons par exemple qui transmettent les potyvirus et le CMV) ou différentes adventices (mauvaises herbes) peuvent être hôte du virus et servir de réservoir sans pour autant exprimer la maladie.

Seules des mesures préventives et prophylactiques paraissent appropriées. La qualité sanitaire du matériel végétal est donc prépondérante et déterminante quant à la durée de vie du vanillier. Cela passe par une désinfection du matériel de coupe. Des contrôles visuels et en laboratoire (test ELISA ou PCR) peuvent être réalisés. Il faut également contrôler la prolifération des mauvaises herbes à l'intérieur de la plantation et en périphérie.

3.3.3. Les nuisibles

Les dégâts liés aux nuisibles sont généralement moins préoccupants que ceux liés aux maladies. Les pucerons, cochenilles... sont généralement maîtrisés par des auxiliaires sans avoir besoin d'intervenir.

3.4. Fécondation artificielle de la vanille

3.4.1. La découverte

La fécondation est l'étape essentielle pour obtenir des gousses : sans elle, pas de fruit. Deux méthodes sont alors possibles pour féconder la vanille : de manière naturelle grâce à un insecte ou bien, à la main, par les humains.

La découverte et la mise au point de la pollinisation artificielle marque un tournant dans l'histoire de la vanille.

En 1793, C.R. Sprengel décrit les différents organes des orchidées, et observant l'emplacement du stigmate, reconnaît nécessaire l'intervention d'insectes, des abeilles du genre *Melipone* ou d'oiseaux mouches, des colibris du genre *Cynniris* pour réaliser la fécondation. C'est sans doute en extrapolant le rôle de l'insecte et les perturbations causées par son passage, qu'est née la technique de fécondation artificielle de la vanille.

C'est ce que firent à quelques années d'intervalle, reproduisant les mêmes gestes, J. Neumann en 1830 dans les serres du Jardin des Plantes, Ch. Morren en 1837 à Liège et E. Albius à La Réunion en 1842. C'est à ce dernier que l'on doit la maîtrise de cette technique avec la création d'un procédé pratique, encore utilisé de nos jours.

3.4.2 La technique

En général, il faut attendre trois ans après la mise en place des lianes avant d'obtenir la première floraison importante. Dans certains cas, les fleurs peuvent apparaître quelques mois après seulement. Il est recommandé de les supprimer car elle ne donne qu'une gousse courte appelée ergot de coq.

A La Réunion, l'époque de la floraison débute vers la mi-septembre et se poursuit jusqu'au mois de décembre. L'époque de floraison varie selon les pays. Une période de sécheresse relative favorise l'apparition des fleurs : un stress hydrique de 45 à 60 jours peut être effectué pour initier la floraison. Les fleurs naissent par grappes à l'aisselle des feuilles elles s'ouvrent les unes après les autres à l'aurore et fanent vers la fin de journée. Elles sont éphémères. Leur durée de vie ne dépasse pas douze heures et leur odeur est plutôt faible. Les fleurs sont au nombre de 10 à 20 par pied.

La fécondation se fait par temps sec, naturellement dès le lever du jour et jusqu'en début d'après-midi (mais les capsules tardivement fécondées seront moins belles). En pratique la fécondation se fait jusqu'à 11 heure (12).

Elle se fait au moyen d'instruments simples amincis au bout arrondi comme une épine de citronnier, une pointe de bambou ou une simple aiguille. Les instruments tranchants qui blesseraient les organes de la fleur sont à éviter. Elle est communément réalisée par des femmes que l'on nomme « les marieuses » (13).

Elles peuvent féconder de 1000 à 1500 fleurs par jour (Fig.21).

Le mode opératoire de la fécondation à la main se décompose en trois mouvements.

Pour commencer on saisit délicatement la base de la fleur d'une main au niveau du gynostème, pour servir d'appui, puis on déchire le labelle à l'aide d'une petite pointe pour mettre à découvert les organes sexuels (Fig.22).

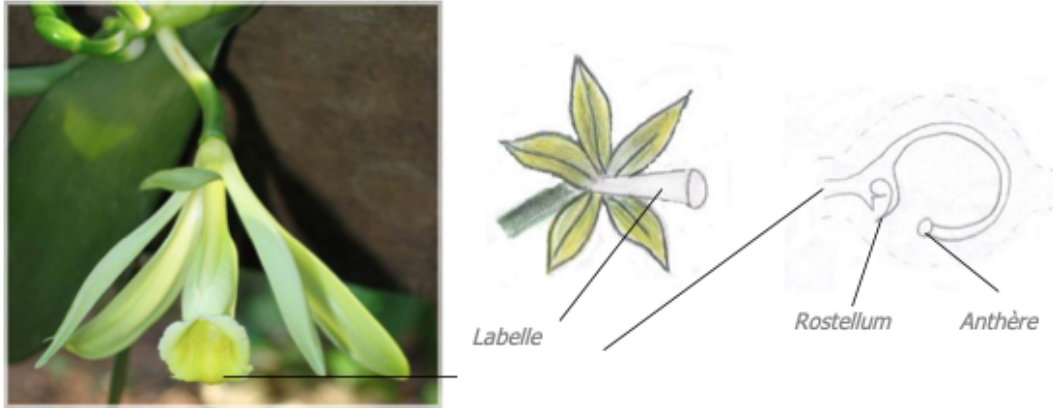


Figure 21 : Fleur prête à la fécondation

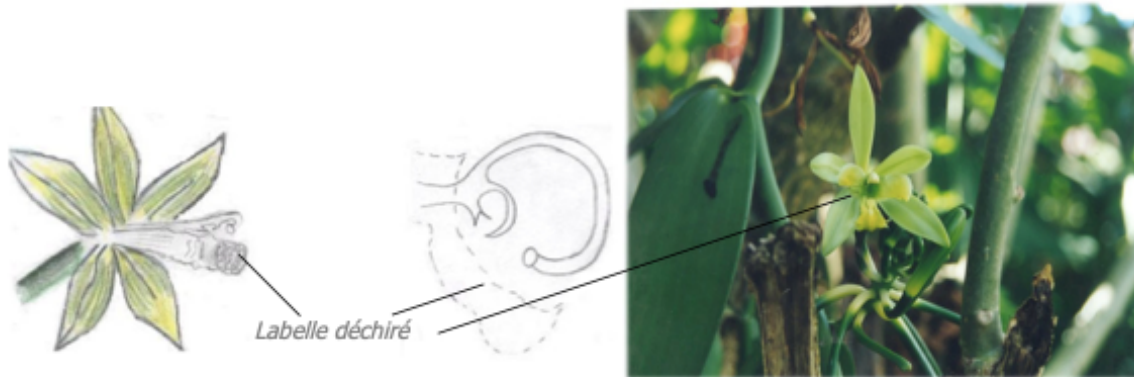


Figure 22 : première étape de la fécondation artificielle

Puis dans une deuxième étape, on va soulever le rostellum (organe femelle) avec l'instrument et afin de le cacher sous l'anthère (organe mâle) (Fig.23).



Figure 23 : deuxième étape de la fécondation artificielle

Pour finir, on vient rabattre, à l'aide du pouce et de l'index, l'anthère portant les pollinies sur le stigmate du pistil. La fleur est ainsi fécondée (Fig.24).

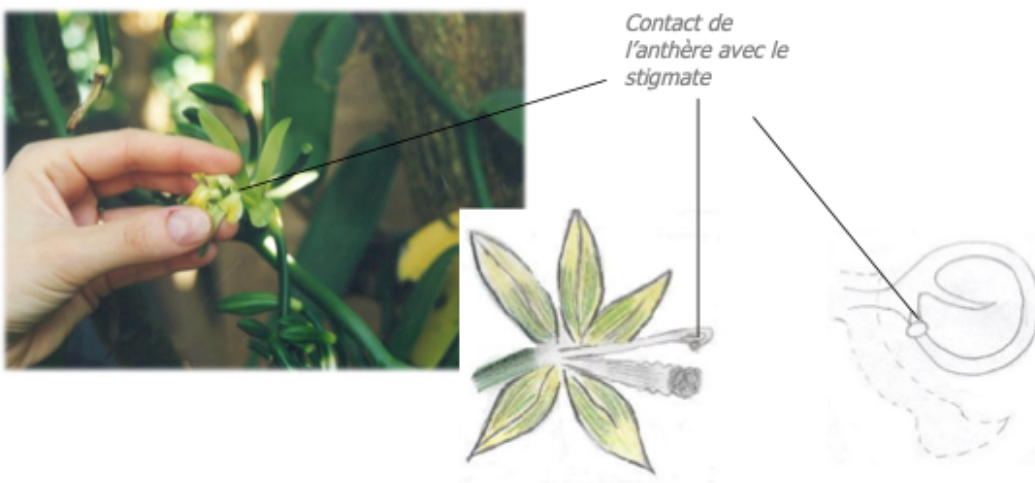


Figure 24 : troisième étape de la fécondation artificielle

Cette technique demande une grande dextérité et de la rapidité par l'aspect éphémère des fleurs. En moyenne seule une fleur sur deux est fécondée correctement : si la fleur se détache au bout de quelques jours seulement, cela signifie que la fleur n'a pas été correctement fécondée.

On recommence ainsi de suite pour chaque fleur. Après fécondation, la base de la fleur va s'allonger vers le bas formant ainsi la gousse verte de la vanille (Fig. 25 et 26). La pollinisation se pratique pendant 4 à 5 mois.



Figure 25 : Fleur de vanille après fécondation

La fleur tombe au bout de deux mois une fois que la gousse a atteint sa taille définitive, mais ce n'est que huit à neuf mois après la fécondation que la gousse est récoltée.



Figure 26 : Balai de gousses de vanille

3.5. La récolte

Comme dit plus haut, la récolte a lieu huit à neuf mois après la fécondation artificielle. C'est une étape délicate car il va falloir reconnaître les différents stades de maturité de la gousse.

Il existe en effet quatre stades de maturité :

- Mûre au fil : La gousse est verte et il apparait quelques filets jaunes. A ce stade, ces fruits donneront un produit final très peu aromatique (Fig.27).



Figure 27 : Gousses mûres au fil

- « Queue de serin » : L'extrémité opposée au pédicelle commence à jaunir, la gousse apparait jaunâtre. C'est le meilleur stade de maturité pour la récolte (Fig.28).



Figure 28 : Gousses en queue de serin

- « Éclatée » : le stade de maturité est dépassé, la gousse est jaune et noire ouverte à son extrémité (Fig.29).



Figure 29 : Gousse éclatée

- « Fendue » : elle est fendue pratiquement sur toute sa longueur, elle est noire.

La récolte se fait manuellement par une légère torsion de la main (14). Elle s'étale sur deux à quatre mois et la période varie selon la situation géographique du pays producteur (Tab.1).

PAYS PRODUCTEURS	PERIODE DE RECOLTE
Madagascar	Entre juin et août
Comores	Entre mai et août
La Réunion	Entre juin et août
Mexique	Entre décembre et mars
Tahiti	Entre avril et juillet

Tableau 1 : Période de récolte selon les pays producteurs

IV. PREPARATION DE LA VANILLE

Les gousses de vanille fraîchement récoltées sont encore vertes et ne dégagent aucun parfum. Si on les goûte, elles sont même amères. L'obtention de la vanille telle qu'on la connaît va être possible grâce à une série d'étapes qui s'étale sur plusieurs mois. Cette transformation de la vanille va permettre le déclenchement de réactions enzymatiques à l'origine des arômes.

Nous allons décrire la méthode dite « Bourbon » qui comporte 5 étapes mais il existe également une méthode mexicaine en huit étapes (15).

4.1. La méthode « Bourbon »

Ce procédé a été élaboré en 1853 par le Réunionnais Ernest LOUPY à partir des connaissances mexicaines et il a été largement amélioré par David DE FLORIS en 1857. Cette méthode est utilisée à La Réunion, à Madagascar et aux Comores. On distingue cinq étapes.

4.1.1. L'échaudage

Avant de débiter l'échaudage et lorsque la vanille est encore verte, on procède à un premier tri des gousses selon leur taille, leur maturité et selon qu'elles soient fendues ou non (Fig.30).



Figure 30 : Gousses récoltées prêtes à l'échaudage

Les gousses de vanille sont ensuite prêtes pour l'opération d'échaudage.

Ce procédé de transformation de la vanille a été mis au point sur l'île de la Réunion au 19^{ème} siècle. On commence par remplir des paniers en osiers avec les gousses de vanille vertes fraîchement récoltées (25-30 kilos par panier) puis on les plonge dans une eau à 65°C pendant 3 minutes. Les gousses sont plongées dans de grandes cuves (jusqu'à 500L) pour éviter le plus possible les variations de température à chaque plongée (Fig.31).

C'est une moyenne observée car la durée de trempage et la température de l'eau peuvent varier (entre 63 et 65 degrés selon les ouvrages) en fonction de la taille ou de la qualité des gousses d'où l'importance du tri au préalable. C'est l'expérience du préparateur qui va permettre de déterminer la fin de l'échaudage.



Figure 31 : Echaudage de la vanille dans la cuve

L'échaudage va assouplir les gousses et provoquer l'arrêt de leur maturation pour éviter qu'elles ne s'ouvrent plus tard. Cette étape permet également de déclencher une réaction enzymatique libérant ainsi les arômes contenus dans les gousses.

La vanille fraîchement récoltée est rigide et se casse, l'échaudage va rendre la gousse de vanille plus souple. De plus, ce procédé permet de provoquer l'arrêt végétatif des gousses de vanille (ou stopper la maturation de la vanille) et de déclencher une réaction chimique qui va permettre le développement des arômes et notamment la vanilline qui représente 90% des arômes de la vanille.

4.1.2. L'étuvage

Dès la fin de l'échaudage, les gousses de vanille sont égouttées rapidement puis placées encore chaudes dans des caissons en bois, parfois à double paroi, bordés de couvertures. Les caissons sont ensuite recouverts de couvertures en laine afin de limiter les déperditions thermiques. Les gousses de vanille vont alors séjourner entre 24 et 72 heures dans les caissons. Cette étape va alors déclencher les réactions enzymatiques, et on dit que la vanille « sue ».

C'est à ce moment que le processus chimique déclenché par l'échaudage provoque la transformation du glucovanilline en vanilline (Fig.32).

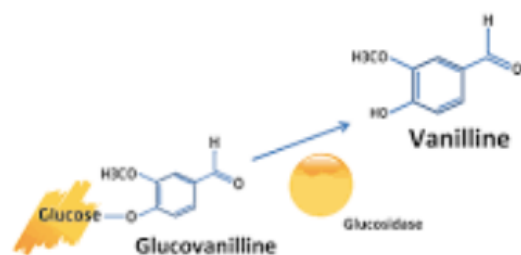


Figure 32 : transformation du glucovanilline en vanilline

A la fin de cette étape, la gousse de vanille prend une couleur brune.

4.1.3. Le séchage

Le séchage de la vanille se déroule en 2 étapes : le séchage au soleil et celui à l'ombre. Cette étape consiste à retirer lentement l'humidité contenue dans les gousses pour permettre le développement des arômes mais surtout éviter la propagation de moisissure.

4.1.3.1. Le séchage au soleil

Les gousses de vanille sont étalées sur des couvertures ou des tables et sont exposées au soleil quelques heures par jour (3 à 5 heures), de préférence le matin, pendant environ 10 à 15 jours (Fig.33). Pendant cette phase, les gousses sont retournées régulièrement permettant un séchage homogène. On ne les laisse pas toute la journée dehors car il ne faut pas que la gousse se sèche complètement. Il faut que la vanille ait toujours un certain taux d'humidité pour que la transformation aromatique puisse se faire convenablement. C'est pourquoi on ne les expose que quelques heures au soleil avant de les recouvrir et les mettre à l'abri dans leur caisson de bois jusqu'au lendemain.

Si le séchage au soleil est impossible (période de pluie ou ensoleillement insuffisant) les gousses sont alors séchées au four dans un séchoir industriel à température et humidité contrôlées.



Figure 33 : séchage des gousses en extérieur

4.1.3.2. Le séchage à l'ombre

Pour éviter que les gousses ne se dessèchent trop vite, on va ralentir le séchage en plaçant les gousses à l'ombre cette fois. Une gousse de bonne apparence doit être souple, grasse et huileuse (16).

Les gousses de vanille sont alors placées sur des claies dans un local ombragé et ventilé (Fig. 34). Elles vont alors y rester entre un et deux mois et les réactions chimiques et enzymatiques continuent leur développement durant ce lent processus de séchage.



Figure 34 : Séchages sur claies en intérieur

Les gousses de vanille vont alors perdre jusqu'à 60% de leur teneur en eau.

Là encore, on retourne régulièrement les gousses. De plus, on les trie pour retirer toutes celles qui présenteraient des traces de pourrissement.

4.1.4. L'affinage : la mise en malles

Vient alors une étape très délicate qui va constituer à prolonger les réactions enzymatiques tout en contrôlant le taux d'humidité des gousses de vanille.

Les gousses sont placées dans des malles en palissandre (ou malles en fer blanc) recouvertes à l'intérieur de papier sulfurisé ou paraffiné (étape d'affinage) afin de ralentir encore le processus de séchage tout en permettant aux arômes de se développer (Fig.35).

Les réactions chimiques vont toutefois libérer de l'eau (réaction d'hydrolyse) et il faudra passer par des étapes de séchage sur claies pour enlever cette humidité qui risquerait de faire moisir la vanille et par conséquent, de causer des pertes.



Figure 35 : Mise en malle

On contrôle régulièrement le taux d'humidité contenu dans les malles (toutes les semaines) et si ce dernier est trop important, on va sortir les gousses et les faire sécher pendant vingt-quatre à quarante-huit heures avant de les replacer dans les malles.

L'étape d'affinage dure au minimum 4 mois, mais peut se prolonger jusqu'à deux ans pour obtenir les fameuses gousses givrées. Lorsque la teneur en vanilline d'une gousse dépasse un certain seuil, l'excès de vanilline se dépose sous forme de cristaux à la surface de la gousse (Fig.36).

Cette phase d'affinage permet de sublimer les arômes de vanille. C'est un gage de qualité.



Figure 36 : Vanille « givrée »

A la fin de l'affinage, les gousses sont triées et calibrées par taille au cm près et sont enfin prêtes à la consommation. Pour un kilogramme de vanille verte, on obtient 250 grammes de vanille sèche.

4.2. LE CONDITIONNEMENT

Après les diverses opérations de préparation, on procède au conditionnement de la vanille. Les gousses sont là encore soumises à diverses manipulations que nous allons voir.

4.2.1. Le dressage

Les gousses recourbées ou tordues, sont étirées et légèrement lissées. C'est un travail long et minutieux car chaque gousse doit être inspectée. Le préparateur sert avec ses doigts les deux extrémités de la gousse, et les étire tout doucement à plusieurs reprises, pour leur faire reprendre leur forme naturelle. Parfois, les gousses sont « lissées », c'est-à-dire frottées contre une pièce de bois poli, dans le but de favoriser le givrage.

4.2.2. Le classement

On sépare les gousses entières des gousses fendues. Ces dernières seront classées en une qualité inférieure.

Les gousses entières sont-elles mises de côtés sans tenir compte de leur taille. Elles seront triées à la prochaine étape.

4.2.3. Le mesurage

Une fois les gousses de vanille dressées et reparties en différentes qualités, on procède au « mesurage » qui a pour but de les classer par longueur (Fig.37). Cela permettra par la suite de confectionner des paquets homogènes constituant des lots aussi uniformes que possible.

Le classement s'effectue à l'aide soit d'une table de mesurage, soit d'une réglette à talon.

L'opérateur fait glisser chaque gousse parallèlement aux lignes des longueurs, Il lit sur les lignes la longueur de la gousse et la jette dans le casier de la taille correspondante.



Figure 37 : Table de mesurage

Puis, on commence les paquets en réunissant au centre huit à dix gousses bien pleines et bien droites qui forment le noyau. Les paquets sont ensuite entourés des plus belles gousses dont les extrémités recourbées sont tournées vers l'intérieur, maintenus par des liens (Fig.38).



Figure 38 : paquets prêt à être emballés

4.2.3. L'emballage

Les bottes de vanille sont emballées dans de grandes caisses ou des boîtes en fer garnies intérieurement de papier sulfurisé qui évitera l'oxydation pendant leur exportation.

Les gousses très courtes, tordues ou cassées ne sont pas mises en paquets, mais seulement emballées en vrac (17).

V. CHIMIE DE LA VANILLE

5.1. La composition

La vanille naturelle développe un parfum complexe dû à plusieurs centaines de composés différents. Outre les 24% d'eau, une gousse de vanille contient environ 20% de sucre sous forme de glucose, 11 à 15% de matières grasses, 4 à 5 % de sels minéraux, 20 à 30% de résine et environ 2 à 4% d'arômes.

Cet ensemble aromatique comprend plusieurs centaines de composés, dont un seul, la vanilline, représente la presque totalité pondérale de l'arôme et communique à la gousse sa note typique de vanille. Elle représente 0,75 % à 2 % de la masse de la gousse. Une gousse pesant autour des trois grammes n'en contient que 22 à 60 mg.

Les autres composés aromatiques apportent des nuances de boisé, de caramel, des notes épicées très importantes du point de vue de la finesse du produit.

5.2. La vanilline

5.2.1. La découverte

La vanilline est découverte en 1816 par Bucholtz et Vogel mais ils pensent à tort que les cristaux qui s'échappent des gousses sont de l'acide benzoïque ou cinnamique. De la même manière, quelques années plus tard, Bley prend la vanilline pour du camphre.

En 1858, Gobleby étudie ces cristaux et leur donne le nom de vanilline sans en connaître la nature exacte. En 1865, Stokkeby lui donne le nom d'acide vanillique.

En 1872, Carles détermine le point de fusion constant des cristaux et attribua la formule $C_{16}H_{18}O_6$.

Ce sont Tiemann et Haarmann qui, en 1874, établirent la véritable constitution de la vanilline : « La substance givrée n'est autre qu'un aldéhyde aromatique $C_8H_8O_3$. » et précisent sa formule : 3-méthoxy-4-hydroxybenzaldéhyde. Ces sont les premiers à synthétiser la vanilline.

A dater de cette période, la vanilline ne changea ni de nom ni de formule brute (Fig.39).

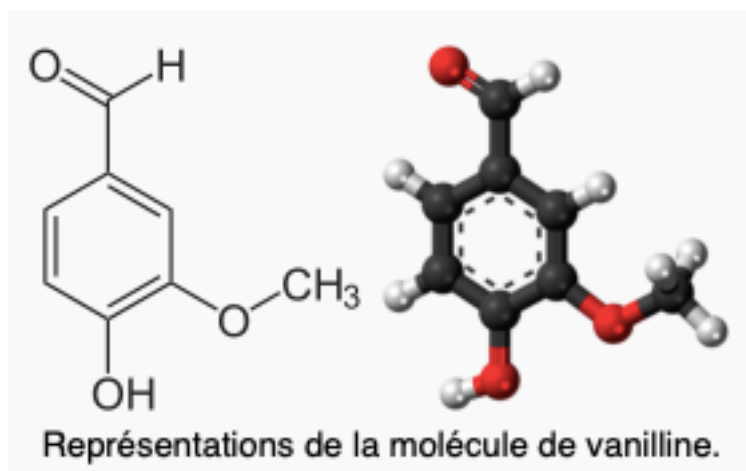


Figure 39

5.2.2 Propriétés physicochimiques

La vanilline ou 4-hydroxy-3-méthoxybenzaldéhyde est un aldéhyde aromatique de formule brute $C_8H_8O_3$ de poids moléculaire 152, $15g.mol^{-1}$. Elle est aussi appelée aldéhyde méthylprotocatéchique.

Elle se présente sous forme d'une poudre microcristalline incolore dont l'odeur est caractéristique et la saveur piquante. Elle cristallise sous forme d'aiguilles dérivant du prisme rhomboïdal droit.

Son point de fusion est de $81,5^{\circ}C$ et sa température d'ébullition de $285^{\circ}C$.

Elle est soluble dans le chloroforme, l'éther, la pyridine, le disulfure de carbone, l'acide acétique glacial mais elle est peu soluble dans l'eau et incompatible avec la glycérine.

Elle s'oxyde progressivement à l'air en présence d'eau. Les solutions alcooliques de vanilline jaunissent rapidement et les solutions alcalines se décomposent rapidement en prenant un couleur marron.

Elle se colore en bleu par addition de chlorure ferrique, en rouge carmin par l'ajout d'orcine et d'acide sulfurique et en rouge en présence de phloroglucine et d'acide chlorhydrique. Elle perd alors son pouvoir odorant.

5.2.3. Modes d'obtention

5.2.3.1. Obtention naturelle

La vanilline peut être obtenue naturellement par épuisement (extraction) des gousses par l'éther. Elle a été extraite pour la première fois à l'état pur par le chimiste Vée dans les années 1850.

Mais cette méthode ne permet pas d'obtenir de la vanilline en quantité importante dû au fait que la plante ne renferme que 0.75% à 2% de vanilline soit en moyenne 20g de vanilline par kg de vanille transformée.

5.2.3.2. Obtention chimique

La synthèse de la vanilline peut se faire à partir de produits naturels ou par synthèse chimique pure. La vanille naturelle coute très chers tandis que la vanilline peut être fabriquée à faible coût.

La vanilline est l'arôme le plus fabriqué dans le monde, devant de loin les arômes chocolat et café (ces derniers ne sont pas très intéressants à synthétiser d'un point de vue économique); la production d'arômes de vanille est estimée à 25 000 tonnes par an par divers procédés.

5.2.3.2.1. Synthèse à partir de produits naturels

5.2.3.2.1.1. A partir de l'eugéno

C'est un chimiste français, G. De Laire qui découvrit, en 1876, la synthèse de la vanilline par oxydation de l'eugéno contenu dans l'huile essentielle de girofle. L'eugéno est transformé en iso-eugéno puis en vanilline par une coupure oxydante (Fig.40). L'oxydant peut-être du permanganate de potassium.

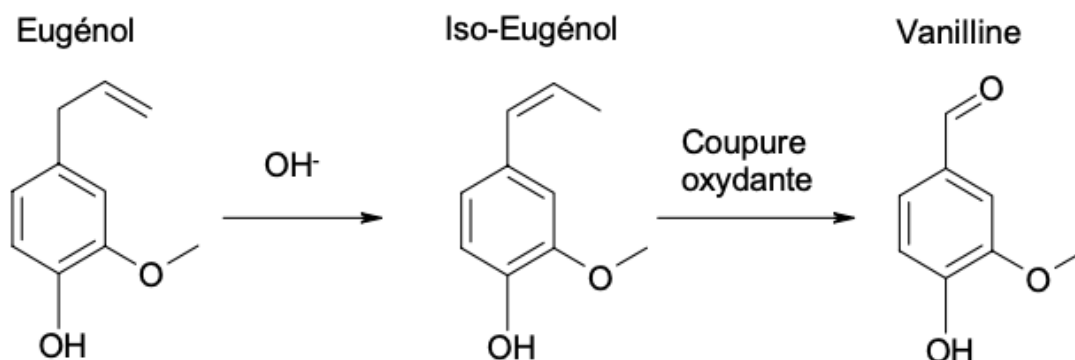


Figure 40 : Synthèse de la vanilline à partir de l'eugéno

5.2.3.2.1.2. A partir de la coniférine

La coniférine (hétéroside de sève de Pin) peut être oxydée en vanilline avec du bichromate de potassium et de l'acide sulfurique. C'est la méthode utilisée par Tiemann et Haarmann pour la première synthèse de la vanilline en 1974.

Néanmoins, il est plus efficace de le faire à partir de l'eugénol. De plus, ce mode d'obtention ne peut être appliqué de façon industrielle.

5.2.3.2.1.3. A partir de la lignine

La lignine, présente dans les liqueurs sulfiteuses, est récupérée des eaux résiduaires de l'industrie de la cellulose.

Cette voie de synthèse oxyde les acides lignosulfoniques à l'aide de l'oxydation par voie humide : la lignine est dégradée par l'hydroxyde de sodium ou de calcium et, simultanément, oxydée à l'air en présence de catalyseurs, dans des conditions de hautes températures et hautes pressions.

La vanilline ainsi formée est séparée des différents sous-produits, en particulier l'acétovanillone, par extraction, distillation et cristallisation.

5.2.3.2.1.4. Synthèse chimique pure à partir du gaïacol

Le gaïacol est un composé aromatique naturel contenu dans les guaiacums (plante de la famille des Zygophyllacés).

Trois méthodes ont été proposées mais seule une sera retenue en raison de la toxicité et du coût des deux autres.

La méthode de Reimer et Tiemann est le procédé le plus compétitif pour la synthèse de la vanilline. Il consiste en la condensation du gaïacol avec de l'acide glyoxylique. L'acide mandélique ainsi obtenu est oxydé en acide phénylglyoxylique (Fig.41).

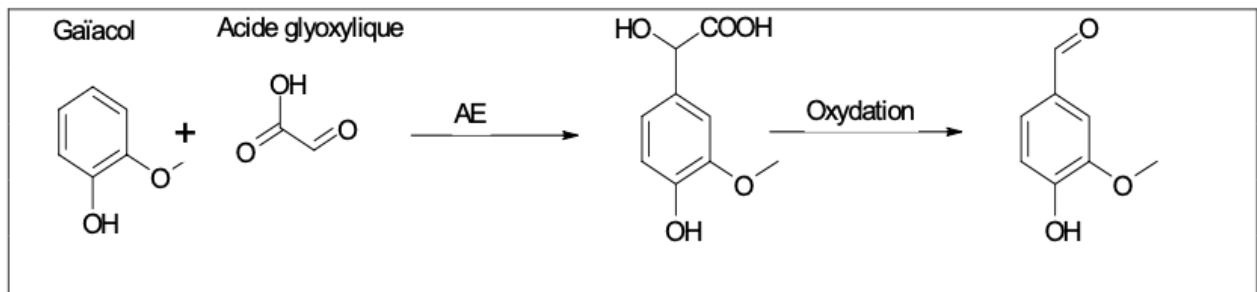


Figure 41 : Synthèse de la vanilline à partir du gaïacol (43)

La condensation du gaïacol avec l'acide glyoxylique s'effectue à température ambiante dans des conditions légèrement alcalines. La solution alcaline contenant l'acide mandélique est ensuite oxydée en présence d'un catalyseur.

5.2.3.3. Procédé biotechnologique

Synthétiser des arômes alimentaires à partir de produits végétaux, c'est l'objectif que s'est fixé la filière biotechnologique.

L'INRA (Institut National de Recherche Agronomique) a mis au point ce procédé en exploitant des champignons filamenteux du groupe des Basidiomycètes afin de transformer l'acide férulique contenu dans les parois des cellules végétales, en vanilline. (INRA, 2006)

La matière première végétale est issue des industries agroalimentaires qui génèrent plusieurs millions de tonnes de coproduits. Seront utilisés les résidus sucriers de la betterave, de l'industrie du maïs ou du riz, le bois.

Le procédé comporte deux étapes avec l'utilisation de deux champignons :

- La première étape consiste à libérer l'acide férulique contenu dans les coproduits grâce à l'action d'enzymes. Ces enzymes, les férulates-estérases, ont été isolées chez un champignon filamenteux, *Aspergillus niger* (18).
- La deuxième étape fait intervenir le champignon *Pycnoporus cinnabarinus*, qui va transformer l'acide férulique en vanilline.

Selon la législation en vigueur, ce nouveau procédé permet d'obtenir de la vanilline considérée comme naturelle et étiquetée comme tel (« arôme naturel ») dans la composition de préparations alimentaires. C'est une aubaine pour l'industriel aux vues de la demande croissante des consommateurs en produits d'origines naturelles.

5.2.3.4. Recherche et développement

En 2017, des chercheurs indiens isolent la vanilline grâce à un catalyseur composé d'éléments non rares (cuivre et silice). Contrairement aux catalyseurs habituels, celui-ci pourra être recyclé jusqu'à quatre fois sans perdre de son efficacité. Cette méthode est plus respectueuse de l'environnement car moins de déchets sont produits.

En 2021, des scientifiques écossais de l'Université d'Edimbourg créent la surprise en fabriquant de l'arôme de vanille à partir de bouteilles en plastiques. Les déchets plastiques (PET) se décomposent en acide téréphtalique sous l'action d'enzymes mutantes issues de la bactérie *E. coli* génétiquement modifiée (19).

Les chercheurs ont maintenu leur culture d'*E. coli* à 37°C pendant une journée, dans des conditions qui rappellent celles du brassage de la bière. À terme, 79% de l'acide a été transformé en vanilline.

Avec cette nouvelle découverte, les chercheurs espèrent donc faire un pas déterminant dans la préservation de l'environnement ; leur nouvel objectif étant d'améliorer le taux de conversion et pourquoi pas produire d'autres molécules intéressantes.

5.2.3.5. Dosage de la vanilline

On distingue trois méthodes de dosages.

- Le dosage colorimétrique : la vanilline réagit avec l'acide phosphotungstique-phosphomolybdique et donne une coloration bleu foncé.
- Le dosage pondéral peut se faire de deux manières.
 - o soit par la formation d'une combinaison bisulfite à partir d'un extrait étheré mélangé avec une solution de bisulfite de sodium (le résidu sec obtenu après distillation et évaporation étant pesé).
 - o soit par la formation d'une oxime provenant de l'addition du chlorhydrate d'hydroxylamine sur la vanilline qui est pesée après purification.
- Le dosage spectrophotométrique consiste à mesurer l'absorption d'une solution de vanilline à différentes longueurs d'onde après fractionnement sur colonne et élution afin d'obtenir une vanilline pure. (Pharmacopée Xème édition).

VI. TOXICITE DE LA VANILLE : LE VANILISME

Le vanillisme est l'ensemble des manifestations observées chez l'homme à la suite de la manipulation de la vanille ou de l'ingestion de certains mets, contenant de la vanille, en grande quantité. On distingue ainsi le « vanillisme alimentaire » du « vanillisme professionnel » (9).

6.1. Les symptômes

Les symptômes du "vanillisme alimentaire" ne sont pas spécifiques. On observe des troubles gastro-intestinaux tels que des nausées, vomissements et diarrhée ; ou encore des crampes musculaires. Ces symptômes rares ne sont pas graves et disparaissent généralement en un jour.

Le « vanillisme professionnel » est une maladie que l'on retrouve essentiellement chez les ouvriers des vanilleries qui procèdent à la récolte et à la manipulation des gousses de vanille (20).

Il s'agit d'une phytodermatose d'origine allergique qui se manifeste par des éruptions cutanées. Dans les formes plus légères de vanillisme professionnel on observe de simples picotements (prurit) et peu ou pas d'éruptions cutanées.

En revanche, les formes plus sérieuses entraînent des éruptions érythématopapuleuses débutant au niveau des mains et migrant peu à peu vers le haut du corps et pouvant même atteindre la face (paupières boursoufflées, joues œdémateuses) à l'origine de troubles visuels.

Cette éruption très prurigineuse se généralise très vite, reste stationnaire quelques jours puis diminue d'intensité jusqu'à la guérison (21).

Ces symptômes sont relativement bénins, mais ils peuvent se répéter et s'accompagner de symptômes généraux comme :

- des maux de tête d'intensité variable ;
- une atteinte neurologique (excitation nerveuse avec insomnie ou sommeil agité entrecoupé de fréquents réveils en sursaut) ou psychiatrique type hallucinations
- des troubles digestifs (vomissements, coliques, diarrhées avec selles sanguinolentes) ;
- des troubles cardiaques (crise de tachycardie paroxystique) ;
- des ménorragies profuses chez la femme susceptibles d'entraîner des asthénies très importantes.

Ces différents symptômes contraignent souvent les individus à cesser toute activité en relation avec la vanille.

6.2. Étiologie

La cause du vanillisme se trouve dans la vanille elle-même. En effet, le suc de la plante est corrosif, rubéfiant et caustique, car il renferme de l'oxalate de calcium.

Lors de contact prolongé avec la vanille (manipulation) l'oxalate de calcium, à l'origine de l'allergie, pénètre sous la peau de l'ouvrier.

6.3. Prophylaxie

Elle repose sur quelques règles d'hygiène élémentaires :

- port de gants et de lunettes de protection
- éviter de se frotter les yeux, le visage et autres parties du corps découvertes
- lavage des zones exposées à l'eau chaude ou à l'alcool après le travail

VII. Utilisation de la vanilline

7.1. Propriétés pharmacologiques

Les vertus de la vanille sont très nombreuses et pourtant, elles sont aujourd'hui encore très méconnues. La vanille est reconnue notamment pour agir sur le bien-être intestinal car elle facilite et stimule la digestion. Elle serait également un excellent aphrodisiaque, capable de rebooster une libido en berne.

Elle est tout aussi excellente pour notre système nerveux. En effet, la vanille nous aiderait à diminuer notre stress mais aussi notre fatigue physique et intellectuelle, tout en améliorant notre mémoire et notre concentration. Si vous avez un petit coup de blues, consommer de la vanille pourrait ainsi vous aider à vous apaiser.

De plus, naturellement sucrée et peu énergétique, elle sera aussi un parfait allié minceur dont vous ne pourrez plus vous passer ! Dans vos yaourts ou dans vos gâteaux, elle pourra aisément remplacer une partie du sucre que vous mettez d'habitude, tout en les parfumant délicatement.

Pendant longtemps, la vanille a été utilisée comme remède naturel aux morsures d'animaux et aux piqûres d'insectes. En effet, elle possède de puissantes vertus antiseptiques ! Et les bienfaits de la vanille ne s'arrêtent pas là puisque la plante agit aussi contre les douleurs chroniques, les infections fongiques, les maux de ventre, les spasmes abdominaux et dans la régulation des menstruations.

7.1.1. Effet antimicrobien

De nombreuses épices comme la cannelle, le clou de girofle ou encore la menthe sont connues pour leur effet antimicrobien. Devant la demande croissante des consommateurs vis-à-vis des produits naturels, les industries agroalimentaires sont à la recherche de nouvelles méthodes de conservation. Les chercheurs se sont penchés pendant plusieurs années sur la vanille et la vanilline qu'elle contient en grande quantité, comme conservateur naturel. Cette étude ayant pour but l'utilisation à des fins commerciales sur la nourriture comme les fruits en tranches.

Les résultats montrent qu'effectivement la vanilline a un effet protecteur antimycosique à très forte dose et à pH acide (pH naturel du fruit). Les doses varient selon les différents fruits mais on observe une inhibition de la croissance à la dose de 2000ppm et ce pendant 40 jours (22).

Un effet synergique entre le pH et la vanilline a également été mis en évidence (23).

En 2009, Le Dr. Membrede et le Dr Badet réalisent une étude expérimentale portant sur l'effet de la vanilline sur quatre bactéries de la flore buccale : *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Porphyromonas gingivalis* et *Fusobacterium nucleatum*.

Pour ce faire ils réalisent des tests d'inhibition de croissance par méthode de dilution (différentes concentrations en vanilline sont utilisées). On constate ainsi une inhibition bactérienne partielle voir totale en fonction des bactéries, à partir de 20mM de vanilline.

Les résultats obtenus ont montré que dans le corps humain, la vanilline est transformée en acide vanillique qui possède une action bactéricide et anti-biofilm sur ces bactéries. Elle possède également un effet inhibiteur dans l'adhérence de ces cellules (réalisation d'un test d'adhérence bactérienne).

7.1.2. Effet antioxydant

La vanille est une plante riche en polyphénols, qui sont des antioxydants naturellement très puissants. À ce titre, ils contribuent à lutter contre les dommages cellulaires causés par l'excès de radicaux libres dans l'organisme. Ces derniers sont à l'origine du vieillissement accéléré des cellules. Mais également de maladies cardiovasculaires et d'autres pathologies. C'est ainsi que la vanille, en plus de nous apporter bien-être et apaisement, contribue à nous maintenir en bonne santé. Les polyphénols sont présents dans la plupart des plantes et végétaux.

Les effets antioxydants de la vanille jouent un rôle bénéfique pour l'entretien des ongles, des cheveux et de la peau. Pour cette raison, elle entre dans la composition de nombreux cosmétiques. Les antioxydants préservent la santé et la jeunesse de la peau. Et ils la protègent des agressions extérieures ainsi que des marques du temps.

Ainsi la vanilline présenterait un effet protecteur contre l'oxydation des protéines et la peroxydation des lipides (24).

En outre, la vanilline a été signalée comme ayant des effets antioxydants in vivo (25).

7.1.3. Effet aphrodisiaque de la vanilline

Ce n'est certes pas la vertu la plus populaire de la vanille, et pourtant il est courant de l'utiliser pour stimuler la libido. En Amérique du Sud, on utilise la vanille que l'on fait macérer les gousses dans l'alcool fort afin de créer des « philtres d'amour ». Le goût et l'odeur de la vanille en font l'un des plus anciens aphrodisiaques traditionnels.

Un aphrodisiaque est défini comme tout aliment ou médicament qui éveille l'instinct sexuel, induit le désir vénérien et augmente le plaisir et les performances sexuelles.

Des données non publiées affirment que la vanilline, prise sous contrôle, peut aider à soulager les problèmes d'impuissance, de dysfonctionnement érectile, de frigidité, de perte de libido et favorise l'excitation.

Une étude a donc été menée pour étudier les effets aphrodisiaques potentiels de la vanilline chez les rats. Vingt-quatre rats mâles ont été divisés en quatre groupes qui ont reçu par voie orale le témoin (Gomme d'Acacia à 10 mg/kg), la vanilline à 100 mg/kg/jour, 200 mg/kg/jour et 400 mg/kg/jour, respectivement. Les rats femelles ont été amenés au cycle œstral par l'administration séquentielle d'œstrogènes (10 µg/100 g) et de progestérone (0,5 mg/100 g) par injections intrapéritonéales, 48 heures et 4 heures (respectivement) avant l'appariement avec le mâle le jour 1 pour étudier les effets aigus et le jour 10 pour étudier les effets subchroniques. Les comportements sexuels ont été observés pendant trois heures.

Résultats : On a constaté une augmentation statistiquement significative de la fréquence des montages et des intromissions par rapport au groupe témoin après un traitement aigu et chronique à la vanilline, surtout à la dose de 200 mg/kg.

En conclusion, la vanilline à la dose de 200 mg/kg a démontré des propriétés aphrodisiaques chez les rats mâles, mais d'autres études sont nécessaires afin d'en déterminer le mécanisme d'action (26).

7.1.4 Effet protecteur vis-à-vis des agents mutagènes

Plusieurs études ont été menées à la fin du 20^{ème} siècle pour démontrer le pouvoir antimutagène de la vanilline. D'abord sur des cellules bactériennes (Ohta *et al.*, 1986) puis sur des cellules de souris *in vitro* mais également *in vivo* à partir de 250mg/kg (27).

Un effet protecteur vis-à-vis des radiations a également été démontré (28).

La vanilline induirait une augmentation de la production de plusieurs facteurs de croissance possédant une activité antiinflammatoire et agirait en diminuant la production de cytokines pro-inflammatoires. Elle pourrait modifier l'expression de certains gènes intervenant dans les processus cellulaires (29).

La vanilline pourrait donc devenir un agent important dans la prévention de certains cancers.

7.2. Applications thérapeutiques de la vanilline

7.2.1. Dans la maladie de Parkinson :

La maladie de Parkinson est la deuxième maladie neurodégénérative majeure, juste après la maladie d'Alzheimer. Elle touche généralement la population gériatrique. Les symptômes caractéristiques de la maladie de Parkinson sont le TRAP, c'est-à-dire les tremblements, la rigidité, l'akinésie et l'instabilité posturale. Elle se produit en raison d'une dégénérescence importante des neurones dopaminergiques dans la substance noire (30).

La vanilline a été rapportée comme ayant un effet neuroprotecteur sur la maladie de Parkinson induite par la roténone (insecticide naturel très lipophile qui passe la barrière hémato-encéphalique) chez les rats mâles. Le modèle de la roténone est avantageux par rapport à d'autres modèles animaux de la maladie de Parkinson car il imite les deux types de symptômes - moteurs et non moteurs (31).

L'étude rapporte que l'administration orale de vanilline atténue les déficiences motrices et non motrices, le stress oxydatif, les déficits neurochimiques et l'apoptose due à la roténone. La vanilline a exercé une activité neuroprotectrice remarquable en inhibant les réactions induites par le peroxy-nitrite et la peroxydation lipidique due aux espèces réactives de l'oxygène. Elle a également montré une amélioration des activités des mécanismes antioxydants enzymatiques innés (25).

7.2.2. Dans la maladie d'Alzheimer

La maladie d'Alzheimer est la forme la plus courante de démence qui est associée à un déclin significatif de la mémoire et des processus cognitifs.

Elle est la première cause de dépendance lourde du sujet âgé et l'une des cinq principales causes de mortalité en France.

La maladie implique une détérioration du système cholinergique dans le cerveau, une augmentation de l'activité du glutamate entraînant une excitotoxicité, le dépôt de plaques bêta-amyloïdes et d'enchevêtrements neurofibrillaires de la protéine tau dans le cerveau (32).

La pharmacothérapie actuelle de la maladie d'Alzheimer (inhibiteurs de l'acétylcholinestérase, antagoniste du glutamate NMDA) est basée sur le soulagement des symptômes uniquement (32).

Récemment, dans une étude *in vitro*, la vanilline a été signalée comme ayant un effet de désagrégation sur les plaques bêta-amyloïdes (33).

Cela suggère que la vanilline pourrait avoir un effet modificateur de la maladie

Le stress oxydatif joue un rôle majeur dans la pathologie. Aussi, il a été rapporté que la vanilline possède une activité inhibitrice de l'acétylcholinestérase.

En effet, une étude a exploré des extraits de plantes odorantes qui sont traditionnellement utilisées pour aromatiser les aliments, à savoir *Hemidesmus indicus* et *Vanilla planifolia*, comme sources possibles d'inhibiteurs de l'acétylcholinestérase.

Les extraits de racines et de gousses de *H. indicus* et de *V. planifolia*, respectivement, produisent des composés phénoliques odorants, le 2-hydroxy-4-méthoxybenzaldéhyde (MBALD) et le 4-hydroxy-3-méthoxybenzaldéhyde (vanilline). Ces méthoxybenzaldéhydes se sont révélés avoir un potentiel inhibiteur de l'acétylcholinestérase (AChE). La vanilline (IC₅₀ = 0,037 mM) a été détectée comme un inhibiteur plus efficace que la MBALD (IC₅₀ = 0,047 mM). Cette découverte a été confirmée par l'analyse cinétique.

Elle pourrait ainsi conduire à la restauration des niveaux d'acétylcholine dans le cerveau des patients souffrant de la maladie d'Alzheimer, entraînant une amélioration de la mémoire et des capacités cognitives (34).

Par conséquent, la vanilline pourrait avoir des effets multifactoriels pour retarder ou stopper la progression de la maladie d'Alzheimer.

7.2.3. Dans la maladie de Huntington

La maladie de Huntington ou chorée de Huntington est une forme de démence qui se manifeste généralement à un âge très jeune (30-50 ans). Cependant, elle peut aussi apparaître à l'âge de 2 ans ou même à 80 ans. Elle est due à un seul gène défectueux situé sur le quatrième chromosome. Elle implique un déclin remarquable du raisonnement et de la pensée, des actions involontaires anormales, des sautes d'humeur, une dépression et une irritabilité (Alzheimer's Association, <https://www.alz.org/alzheimers-dementia/what-is-dementia/types-of-dementia/huntington-s-disease>).

La vanilline a été signalée comme ayant un effet d'amélioration de la maladie d'Huntington en tant que thérapie combinée avec l'agomélatine (commercialisé sous le nom de Valdoxan, c'est un anti-dépresseur mélatoninergique). Il a été démontré que la vanilline a des effets protecteurs sur les mitochondries. Aussi, le mécanisme de protection de la vanilline peut être attribué à son effet activateur sur les voies anti apoptotiques via les mitochondries.

L'effet bénéfique de la vanilline dans la maladie serait également dû à ses effets anti-inflammatoires et antioxydants. Le traitement avec la vanilline a prévenu l'altération des complexes enzymatiques mitochondriaux (I, II et IV) induite par l'acide 3-nitropropionique dans un modèle expérimental de la maladie de Huntington.

De plus, il a conduit à l'inhibition de l'oxydation des protéines et des lipides, induite par l'oxygène singulet (état métastable-excité- du dioxygène) (25).

7.2.4. Dans la dépression

Nous apprécions tous la vanille pour son effet rassurant, réconfortant. Elle contribue à soulager l'anxiété et le stress, comme le fait très bien le chocolat. Tout comme celui-ci, la vanille est un antidépresseur naturel que l'on utilisait autrefois pour soigner la « mélancolie » et l'hystérie). Elle calme, apaise, détend.

Le National Institute of Mental Health (NIMH), est un institut public spécialisé dans la recherche sur les maladies mentales, définit la dépression comme un trouble de l'humeur courant mais grave. Les symptômes affectent la façon dont le patient se sent, gère les tâches courantes (comme dormir, travailler ou manger) et pense (National Institute of Mental Health, 2016).

La vanilline a été signalée comme ayant une activité antidépressive comparable au médicament commercialisé, la fluoxétine. L'effet antidépresseur a été attribué à l'action agoniste sur les récepteurs α_2 adrénergiques et les récepteurs opioïdes.

En outre, la propriété antioxydante de la vanilline a été signalée comme contribuant à cet effet (35).

Une étude a également rapporté que la vanilline augmente les niveaux de neurotransmetteurs monoamines, à savoir la dopamine et la sérotonine dans le cerveau, atténuant ainsi les symptômes de dépression chronique (36).

Il a également été rapporté que la vanilline restaure les altérations comportementales et biochimiques liées au stress (37).

7.2.5. Dans l'épilepsie

L'épilepsie est une maladie neurologique chronique définie par la répétition spontanée de crises, provoquées par l'hyperactivité d'un groupe de neurones dans le cerveau. Ces crises soudaines sont le plus souvent de courte durée.

Les propriétés sédatives, calmantes, relaxantes musculaires, et anti-convulsivantes de la vanilline sont reconnues sur les mammifères depuis plus de vingt ans.

L'action antiépileptique de la vanilline vient de la médecine traditionnelle chinoise avec l'utilisation du rhizome d'une orchidée : *Gastrodia elata*. L'extrait de rhizome utilisé est appelé Tianma.

Le rhizome de *G. elata*, ainsi que des composés phénoliques spécifiques isolés de cette plante tels que la gastrodine, le gastrodioside et la vanilline (composant actif majoritaire), ont démontré un potentiel anticonvulsif dans une variété de modèles in vitro et in vivo.

Les mécanismes pharmacologiques potentiellement impliqués dans l'activité anti-convulsivante ont été largement étudiés, étant similaires aux mécanismes connus revendiqués pour les médicaments antiépileptiques disponibles.

Le mécanisme d'action serait via les récepteurs GABA, soit par l'inhibition des enzymes de dégradation du GABA, soit par le biais des récepteurs GABA_A aux benzodiazépines (38).

7.2.6. Dans la drépanocytose

La drépanocytose, aussi appelée anémie falciforme, est une maladie génétique héréditaire très répandue dans le monde (concerne environ 300.000 naissances par an dans le monde) touchant les globules rouges. Elle est caractérisée par une altération génétique de l'hémoglobine, principale protéine des hématies.

L'hémoglobine est un complexe protéique constitué de quatre protéines agencées entre elles : deux sous-unités d'alpha-globine et deux de bêta-globine. La drépanocytose est due à une mutation unique et ponctuelle dans l'ADN du gène codant pour la bêta-globine, situé sur le chromosome 11.

C'est la substitution d'un acide aminé (acide glutamique) par un autre (valine) qui implique des modifications, notamment structurales. La protéine ne prend alors plus en charge le dioxygène et se polymérise, déformant ainsi les hématies en leur donnant cette forme caractéristique de faucille. L'hémoglobine des sujets drépanocytaires est dite « héboglobine S » pour *Sickle* qui signifie faucille en anglais. Ces hématies, plus rigides, auront tendance à boucher les petits vaisseaux sanguins, empêchant le flux d'oxygène via les hémoglobines saines provoquant alors l'endommagement des tissus.

Utilisée depuis plus de 25 ans, l'hydroxyurée est le médicament efficace sur la prévention et/ou l'atténuation des crises vaso-occlusives (CVO) et des syndromes thoraciques dans la drépanocytose. Malheureusement tous les patients ne répondent pas à cette molécule car ils ne tolèrent pas ses nombreux effets indésirables. Par ailleurs cette molécule possède un potentiel tératogène.

Les scientifiques sont donc à la recherche de molécules efficaces induisant le moins de toxicité possible. Ils se sont intéressés aux aldéhydes aromatiques telle que la vanilline.

Il a été observé *in vitro* que la vanilline inhibe la gélification de l'hémoglobine et augmente sensiblement l'affinité pour l'oxygène de l'hémoglobine normale (HbA) et de l'HbS en se fixant via une histidine de la chaîne alpha en position 103 de manière covalente à l'hémoglobine (39).

Son mécanisme d'action serait double :

- Elle induit le décalage de la courbe d'équilibre d'oxygène vers la gauche augmentant la solubilité des molécules.
- Elle agit de manière stéréospécifique pour inhiber la formation de polymère des hémoglobines HbS non oxygénées

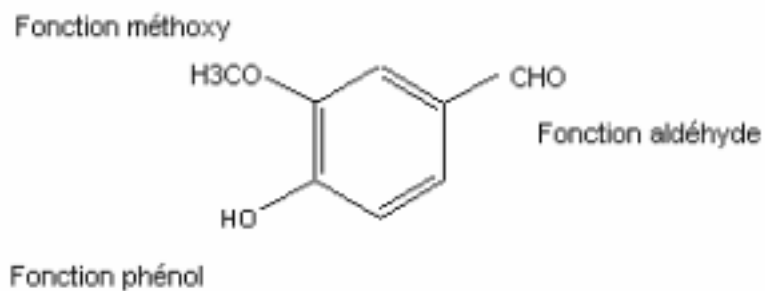
Un laboratoire américain étudie actuellement une prodrogue dérivée de la vanilline : le MX-1520 dont la formule n'a pas été révélée. L'étude *in vivo* sur des souris atteintes d'un syndrome de falciformation montre une diminution du nombre de cellules falciformes après administration du MX-1520 par voie orale ou intrapéritonéale.

De récents travaux ont montré que c'est plus précisément l'*ortho*-vanilline qui serait la plus efficace (40).

7.3. Applications pharmaceutiques de la vanilline

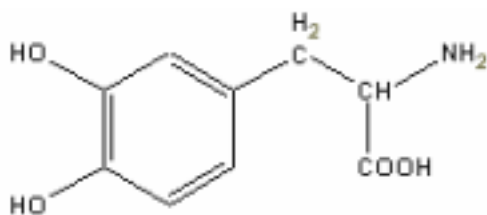
7.3.1. Comme intermédiaire de synthèse

Les propriétés sympathomimétiques de la vanilline ont permis à l'industrie pharmaceutique de synthétiser différentes molécules par substitutions de ses fonctions méthoxy, phénol et aldéhyde

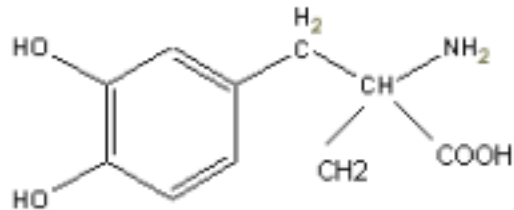


Trois molécules importantes utilisent la vanilline comme intermédiaire de synthèse chimique :

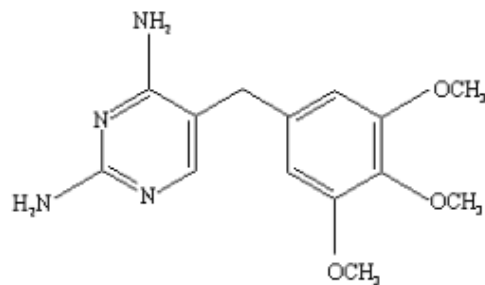
La lévodopa, un antiparkinsonien :



La méthylodopa, un antihypertenseur central



La triméthoprim, un anti-infectieux puissant des voies urinaires



7.3.2. Comme excipients

La vanille ne possède pas d'activité pharmacologique propre. Son arôme est utilisé principalement pour masquer le goût désagréable de certains principes actifs et ainsi favoriser leur observance (notamment chez les plus petits et les personnes âgées).

On le retrouve aussi bien dans les formes solides (comprimé, comprimé dispersible, granulé, poudre orale) que dans les formes liquides (suspension buvable, solution buvable, sirop, crème, boisson).

Il peut être associé à d'autres arômes comme la menthe ou le caramel. (Annexes)

La diététique utilise la vanille pour aromatiser les compléments alimentaires, qu'il s'agisse de produits hypocaloriques ou hypercaloriques, la vanille apportera cette notion de plaisir avec son goût réconfortant (ex : DELICAL, FORTIMEL, CLINUTREN). (Thériaque)

7.3.3. En homéopathie

La souche *Vanilla planifolia* existe sous différentes présentations (dose, granules, goutte). Elle est très peu prescrite et peu délivrée en officine.

Aux dosages 2CH et 3CH elle a des propriétés diurétiques et sédatives.

La dilution 30CH est réservée pour traiter certaines maladies de peau ou encore réguler l'hyperménorrhée.

7.4 La vanille et le nouveau-né :

L'une des découvertes d'une étude conduite par le CNRS et menée au sein du Centre hospitalier universitaire de Hautepierre à Strasbourg ouvre la voie à des applications thérapeutiques très nouvelles pour la vanille en ce qui concerne l'apnée du sommeil, qui constitue l'un des troubles majeurs liés à la prématurité. Elle se caractérise par une pause répétitive dans la respiration causée par l'immaturation des centres nerveux respiratoires.

Les enfants prématurés répondent non seulement positivement à l'odeur de la vanille mais celle-ci peut améliorer considérablement leurs performances respiratoires.

C'est le résultat d'une étude qui, au départ, avait pour but de connaître l'aptitude des prématurés à détecter des odeurs. En effet ils peuvent les différencier et ils expriment leurs préférences et leurs dégoûts par des mimiques faciales ou des mouvements significatifs (des membres, de la bouche..) (41).

L'expérience est la suivante : on présente pendant 10 secondes des coton-tige imprégnés d'odeurs diluées à 25 nouveau-nés prématurés (28 à 33 semaines de gestation) et on observe leur réaction.

Ainsi après exposition à une odeur désagréable d'acide butyrique (beurre rance), les prématurés font des grimaces, ont une mine de dégoût et semblent s'agiter.

A l'inverse, le coton-tige imprégné de vanille déclenche unanimement chez les nouveau-nés un réflexe de succion, ils se lèchent les lèvres, et on observe une relaxation des muscles faciaux.

Autre impact physiologique observé par le Professeur Messer, en charge de cette étude, alors que la "mauvaise odeur" ralentissait le rythme respiratoire, la "bonne", au contraire l'accélérait et ce d'autant plus que la fréquence respiratoire était basse.

La deuxième partie de l'étude se porte sur un échantillon de 14 prématurés, tous atteints d'apnée du sommeil avec en plus une résistance aux traitements existants (traitement curatif ou préventif par méthylxanthines telles que la caféine ou la théophylline). Après diffusion pendant quelques heures dans la couveuse d'une odeur de vanille, on observe une diminution des apnées assez nette.

« L'odeur de vanille a permis de diminuer de 20 à 82% le nombre des apnées selon les bébés, ce qui représente une diminution moyenne de 36% de toutes les apnées des prématurés et de 46% des plus dangereuses (celles entraînant conjointement un ralentissement du rythme cardiaque). »

Cette étude ouvre la voie à un possible traitement par la vanille pour peut-être permettre de réduire, ou de remplacer les traitements médicamenteux existants, ainsi que de faciliter le sevrage de la ventilation assistée lorsque celle-ci est nécessaire.

En effet la caféine est le traitement de référence depuis 30 ans mais celui-ci n'est pas toujours très efficace et possède de nombreux effets secondaires : troubles digestifs, accélération du rythme cardiaque, diminution de la circulation sanguine cérébrale, et même troubles du sommeil.

7.5. Autres utilisations

7.5.1. Dans l'alimentation

La vanille, reine des desserts, est un luxe très apprécié de la gastronomie, de l'épicerie fine et pour la pâtisserie. Elle est aussi un allié de la santé grâce à ses vertus digestives, toniques et apaisantes.

En Angleterre des diététiciens – nutritionnistes utilisent l'odeur de vanille pour aider leurs patients à faire passer leurs fringales. Un brevet a notamment été déposé en 2007 pour des patchs à base de vanille agissant contre les fringales – étude menée sur 150 personnes qui montre une perte de poids après avoir porté le patch pendant un mois (42).

La vanille possède un délicat parfum, légèrement sucré, et apprécié de la majorité des palais. En raison de sa teneur naturelle en sucre, elle permet de réduire, voire de supprimer, l'utilisation du sucre dans les préparations culinaires et les desserts. S'il est limité, son pouvoir sucrant reste très intéressant et il faut le mentionner. D'autant qu'elle ne fait pas que sucrer les plats : elle les parfume agréablement sans ajout de calories. En effet, la vanille est relativement peu énergétique si l'on tient compte des quantités utilisées en cuisine. La plante est une véritable alliée minceur dont on ne saurait se passer.

7.5.2 En parfumerie

En parfumerie, la vanille est utilisée sous différentes formes : teinture de vanille (les gousses coupées sont trempées un certain temps dans de l'alcool), absolue (concentré où les corps gras sont solidifiés) ou résinoïde (extrait de la matière première sèche).

C'est généralement la vanilline de synthèse qui sera utilisée car moins chère mais l'arôme naturel est apprécié pour « arrondir » les compositions.

Jicky d'Aimé Guerlain est considéré comme le premier parfum utilisant de la vanilline de synthèse. Depuis cette création, le terme "guerlinade" est utilisé pour évoquer les bases vanillées des compositions.

La vanille apporte une fragrance douce, sucrée, suave, épicée et boisée. Elle appartient à la catégorie des parfums ambrés et floraux. C'est définitivement une note de fond, un sillage (parfum qui se dégage au bout de 30 minutes, odeur tenace et peu volatile) (43).

Quelques parfums célèbres contenant de la vanille : Shalimar (Guerlain), N°5 (Chanel), Opium (Yves Saint Laurent), One million (Paco Rabanne).

7.5.3. En cosmétologie

C'est surtout l'oléorésine de vanille qui est utilisée. C'est un liquide visqueux brun foncé obtenu après concentration de l'extrait de vanille. Ses propriétés régénérante, hydratante et purifiante sont mises à profit dans divers cosmétiques disponibles en officine.

CONCLUSION

Le genre *Vanilla* regroupe plus d'une centaine d'espèces dont la plus cultivée et commercialisée est *Vanilla planifolia*.

Sa culture et sa préparation demande une grande maîtrise et un savoir-faire traditionnel pour obtenir un produit final aromatique raffiné qui en fait une des épices les plus prisées au monde mais aussi l'une des plus chères.

C'est ainsi que la production industrielle de la vanilline et son utilisation sont devenues bien plus importantes que celles de la vanille naturelle.

La vanilline peut être fabriquée à faible coût par divers procédés chimiques ou biotechnologiques lui permettant de garder sa mention « arôme naturel » ce qui est très intéressant pour les industriels notamment de l'agro-alimentaire.

À l'époque moderne, la thérapie d'appoint à base de plantes est adoptée en même temps que le traitement allopathique pour obtenir de meilleurs résultats. La vanilline est un phytoconstituant polyvalent utilisé depuis longtemps comme agent aromatique dans les aliments, les boissons, les cosmétiques, ou encore en parfumerie.

Dans un passé récent, elle a été soumise à des recherches rigoureuses et a prouvé son potentiel en tant qu'agent pharmacologique thérapeutique dans plusieurs maladies. Outre l'activité antioxydante connue d'une majorité de composés de la classe à laquelle appartient la vanilline, à savoir les composés phénoliques, il a été signalé qu'elle agit également au niveau moléculaire. La vanilline doit faire l'objet de recherches plus structurées et plus élaborées. Elle pourrait devenir un candidat prometteur pour le traitement d'un large éventail de maladies graves.

REFERENCES

1. THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III: APG III. Bot J Linn Soc. oct 2009;161(2):105-21.
2. Odoux E, Grisoni M, éditeurs. Vanilla [Internet]. 0 éd. CRC Press; 2010 [cité 25 janv 2023]. Disponible sur: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781420083385>
3. Porteres R. Le Genre Vanilia et ses espèces. Éditeur non identifié; 1954.
4. Bernardi L, Robert PA. Fleurs tropicales; Amerique latine. 1966;
5. Borget M, et Technique A de CC. Les plantes tropicales à épices. 1991;
6. Bois D. Dictionnaire d'horticulture. Vol. 2. Ed. Klincksieck; 1893.
7. Fiscel B. La vanille: historique, botanique, culture, utilisations et détection des fraudes. 1999.
8. Bois D. Les orchidées: manuel de l'amateur. 1893;
9. Paris RR, Moysse H. Précis de matière médicale Tome II. Masson; 1981.
10. Roux P. Etudes morphologiques et histologiques dans le genre Vanilla. Vanillier Vanille Dans Monde Encycl Biol. 1954;46:44-93.
11. Bouriquet G, Nhuan BX. Le Vanillier et la vanille. 1954.
12. Fouché JG, Jouve L. Vanilla planifolia: history, botany and culture in Reunion island. Agronomie. [Internet]. 1999. Disponible sur: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00885962>
13. Pelt J. Les épices. Fayard; 2008.
14. Bouriquet G. Encyclopédie biologique, XLVI: Le vanillier et la vanille dans le monde. P. Lechevallier; 1954.
15. Richard H. Terminologie des aromatisants à flaveur vanille. Epices et aromates. Lavoisier; 1992.
16. Pilonchéry A. L'île de la Réunion et la culture de la vanille. 1999.
17. Frère J. Le vanillier et la vanille dans le monde. 1954.
18. Duke J, Bogenschutz-Godwin M, duCellier J, Duke P. Handbook of Medicinal Herbs, CRC, Press. Inc Boca Raton Fla. 1987;

19. Sadler JC, Wallace S. Microbial synthesis of vanillin from waste poly(ethylene terephthalate). *Green Chem.* 2021;23(13):4665-72.
20. Toussaint-samat M. *History of food.* 1994.
21. Dorvault F, L'Officine V. 23e édition. 1995;
22. Mourtzinou I, Konteles S, Kalogeropoulos N, Karathanos VT. Thermal oxidation of vanillin affects its antioxidant and antimicrobial properties. *Food Chem.* juin 2009;114(3):791-7.
23. Lopez-Malo A, Alzamora SM, Argai A. Vanillin and pH Synergistic Effects on Mold Growth. *J Food Sci.* janv 1998;63(1):143-6.
24. Charles DJ. Vanilla. In: *Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources* [Internet]. New York, NY: Springer New York; 2012 [cité 26 janv 2023]. p. 581-7. Disponible sur: https://link.springer.com/10.1007/978-1-4614-4310-0_56
25. Dhanalakshmi C, Manivasagam T, Nataraj J, Justin Thenmozhi A, Essa MM. Neurosupportive Role of Vanillin, a Natural Phenolic Compound, on Rotenone Induced Neurotoxicity in SH-SY5Y Neuroblastoma Cells. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2015;2015:1-11.
26. Maskeri R, Ullal SD, Belagali Y, Shoeb A, Bhagwat V, Ramya. Evaluation of aphrodisiac effect of vanillin in male wistar rats. *Pharmacogn J.* nov 2012;4(32):61-4.
27. Sasaki YūF, Ohta T, Imanishi H, Watanabe M, Matsumoto K, Kato T, et al. Suppressing effects of vanillin, cinnamaldehyde, and anisaldehyde on chromosome aberrations induced by X-rays in mice. *Mutat Res Lett.* avr 1990;243(4):299-302.
28. Keshava C, Keshava N, Ong T man, Nath J. Protective effect of vanillin on radiation-induced micronuclei and chromosomal aberrations in V79 cells. Results of cooperative investigation of West Virginia Agricultural and Forestry Experiment Station, and NIOSH. Published with the approval of the Director of West Virginia Agriculture and Forestry Station as Scientific paper No. 2575.1. *Mutat Res Mol Mech Mutagen.* févr 1998;397(2):149-59.
29. Lee J, Cho JY, Lee SY, Lee KW, Lee J, Song JY. Vanillin protects human keratinocyte stem cells against Ultraviolet B irradiation. *Food Chem Toxicol.* janv 2014;63:30-7.
30. Dhanalakshmi C, Janakiraman U, Manivasagam T, Justin Thenmozhi A, Essa MM, Kalandar A, et al. Vanillin attenuated behavioural impairments, neurochemical deficits, oxidative stress and apoptosis against rotenone induced rat model of Parkinson's disease. *Neurochem Res.* 2016;41:1899-910.
31. Anand A, Khurana R, Wahal N, Mahajan S, Mehta M, Satija S, et al. Vanillin: A comprehensive review of pharmacological activities. *Plant Arch.* 2019;19(2):1000-4.

32. Anand A, Patience AA, Sharma N, Khurana N. The present and future of pharmacotherapy of Alzheimer's disease: A comprehensive review. *Eur J Pharmacol.* nov 2017;815:364-75.
33. Song S, Ma X, Zhou Y, Xu M, Shuang S, Dong C. Studies on the interaction between vanillin and β -amyloid protein via fluorescence spectroscopy and atomic force microscopy. *Chem Res Chin Univ.* 2016;32(2):172-7.
34. Kundu A, Mitra A. Flavoring extracts of *Hemidesmus indicus* roots and *Vanilla planifolia* pods exhibit in vitro acetylcholinesterase inhibitory activities. *Plant Foods Hum Nutr.* 2013;68:247-53.
35. Chowta M, Pallemati G, Rai A, Singh A, Shoeb A. Evaluation of antidepressant activity of vanillin in mice. *Indian J Pharmacol.* 2013;45(2):141.
36. Xu J, Xu H, Liu Y, He H, Li G. Vanillin-induced amelioration of depression-like behaviors in rats by modulating monoamine neurotransmitters in the brain. *Psychiatry Res.* févr 2015;225(3):509-14.
37. Abo-youssef AM. Possible antidepressant effects of vanillin against experimentally induced chronic mild stress in rats. *Beni-Suef Univ J Basic Appl Sci.* juin 2016;5(2):187-92.
38. Xiao F, Yan B, Chen L, Zhou D. Review of the use of botanicals for epilepsy in complementary medical systems — Traditional Chinese Medicine. *Epilepsy Behav.* nov 2015;52:281-9.
39. Folashade KO, Omoregie EH. Chemical constituents and biological activity of medicinal plants used for the management of sickle cell disease-A review. *J Med Plants Res.* 2013;7(48):3452-76.
40. Hannemann A, Cytlak UMC, Gbotosho OT, Rees DC, Tewari S, Gibson JS. Effects of o-vanillin on K⁺ transport of red blood cells from patients with sickle cell disease. *Blood Cells Mol Dis.* juin 2014;53(1-2):21-6.
41. Marlier L, Gaugler C, Messer J. Olfactory Stimulation Prevents Apnea in Premature Newborns. *Pediatrics.* 1 janv 2005;115(1):83-8.
42. Hoenzelaer N. Method of controlled release of vanilline for nasal and/or pulmonaire uptake. 2007.
43. Donzel C. *Le parfum.* Edition du chêne; 2000.

ANNEXES

Médicaments contenant l'excipient père vanille :

ARIPIRAZOLE SDZ 10MG CPR ORODISP
ARIPIRAZOLE SDZ 15MG CPR ORODISP
CALCIDOSE 500MG PDR ORALE SACHET
CALCIDOSE VIT D3 500MG/400UI PDR
CALCIDOSE VIT D3 500MG/800UI PDR
CARBOCIST CLARIX 5% AD SS BUV 250ML
CARBOCISTEINE ARW 5% BUV 300ML
CARBOCISTEINE BGA 2% ENF SOL BUV
CARBOCISTEINE BGC 5% BUV 200ML
CARBOCISTEINE EGC 2% ENF SIROP
CARBOCISTEINE MYL 5% SIROP 200ML
CARBOCISTEINE TCO 2% ENF SOL BUV
CARBOCISTEINE TCO 5% BUV 200ML
CARBOCISTEINE TCO 5% SIROP 200ML
HUMEX 5% AD EXPECT SS BUV 250ML
HUMEX TX SEC OXOM 0,33MG/ML BUV Gé
HUMEXLIB E GRIPPAL AD PDR SAC Gé
HYDROSOL POLYVIT PDV SOL BUV FL 20ML
IRRISEDERMYL CREME TB 30G
LANSOYL FRAMBOISE GEL ORAL POT 225G
LANSOYL FRAMBOISE GEL ORAL UNIDOSE
LANSOYL SS SUCRE GEL ORAL POT 215G
MAALOX MAUX ESTOMAC SS F ROUGE CPR
MEDIBRONC 5% AD SOL BUV 250ML
ORACILLINE 0,25MUI/5ML SUSP BUV120ML
ORACILLINE 0,5MUI/5ML SUSP BUV 120ML
ORACILLINE 1MUI/10ML SUSP BUV 180ML
OXOMEMAZINE BGA 0,33MG/ML BUV 150ML
OXOMEMAZINE EG 0,33MG/ML BUV 150ML
OXOMEMAZINE ZTL 0,33 MG/ML BUV 150ML
PARACETAMOL VITC PHENIR MYC PDR

PARACETAMOL VITC PHENIR MYC SS PDR
POTASSIUM GLUCO H2P SIROP FL 200ML
RESTRICAL NOISETTE SOL HUILEUSE 0,5L
RHINOFEBRAL SS PDR BUV SACH
SECTRAL 40MG/ML SOL BUV FL 125ML
THERALENE 40MG/ML SOL BUV 100ML
THERALENE 40MG/ML SOL BUV 30ML
TOPLEXIL 0,33MG/ML BUV 150ML
VEGETOSERUM AD SIROP FL 150ML
XYLOCAINE VISQUEUSE 2% GEL ORAL
ZYVOXID 100MG/5ML GRANULES FL

Médicaments portant la mention « arôme vanille »

ABILIFY 10MG CPR ORODISP
ABILIFY 15MG CPR ORODISP
AMOXICILLINE EGL 125MG/5ML BUV FL
ARIPIPRAZOLE ARW 10MG CPR ORODISP
ARIPIPRAZOLE ARW 15MG CPR ORODISP
ARIPIPRAZOLE BGR 10MG CPR ORODISP
ARIPIPRAZOLE BGR 15MG CPR ORODISP
ARIPIPRAZOLE MYL 10MG CPR ORODISP
ARIPIPRAZOLE MYL 15MG CPR ORODISP
ARIPIPRAZOLE SDZ 10MG CPR ORODISP
ARIPIPRAZOLE SDZ 15MG CPR ORODISP
BACTRIM 40MG/ML+8MG/ML BUV FL 100ML
CETORNAN 10G PDR ORALE ET ENTERALE
CETORNAN 5G PDR ORALE ET ENTERALE
CHONDROSULF 1200MG GEL ORAL SS
EFFERALGAN 250MG GRANULES SACHET
EFFERALGAN 500MG GRANULES SACHET
ESKAZOLE 400MG CPR
HEMANGIOL 3,75MG/ML SOL BUV FL 120ML
KALETRA 80MG/20MG/ML BUV 60ML IMP UK
KALETRA 80MG/20MG/ML BUV 60ML+SER2ML

KALETRA 80MG/20MG/ML BUV 60ML+SER5ML
KLEAN PREP PDR ORALE SACHET
ORNITHINE OXOGL CHI 5G PDR SACHET
PSS ZEN 400G PDR ORALE ET RECTALE
SMECTA ORANGE VANILLE PDR ORALE SAC
SMECTALIA 3G PDR ORALE SACHET Gé
STODALINE SS SIROP FL 200ML
SURBRONC EXP AMBROXOL 0,6% BUV 100ML
ZENTEL 0,4G/10ML SUSP BUV FL 10ML
ZENTEL 400MG CPR
ZYVOXID 100MG/5ML GRANULES FL

Médicaments portant la mention « arôme vanille-caramel »

CARBOCIST CLARIX 750MG/10ML AD BUV
CARBOCISTEINE BGA 2% ENF SOL BUV
CARBOCISTEINE BGC 5% BUV 200ML
CARBOCISTEINE TCO 2% ENF SOL BUV
CLARIX TX SEC PENTO 0,15% AD SIROP
CLARIX TX SEC PENTO 0,15% ENF SIROP
EFFERALGANMED 30MG/ML BUV FL150ML+CD
EFFERALGANMED 30MG/ML BUV FL90ML+SER
HUMEX EXP CARB 750MG/10ML AD SS BUV
MICROPAQUE 100% SUSP FL 150ML
MICROPAQUE 100% SUSP FL 2L
MICROPAQUE 100% SUSP FL 500ML
MICROTRAST 70% PATE ORALE TB 150G
MICROTRAST 70% PATE ORALE TB 800G
TUSSONYL 0,33MG/ML BUV 150ML Gé

Nom – Prénom : RUELLET Quentin

Titre de la thèse : La vanille : propriétés, bienfaits et perspectives thérapeutiques

Résumé de la thèse :

Le vanillier est une orchidée originaire du Mexique qui procure une des épices les plus convoitées au monde : la vanille. Sa culture répond à des exigences spécifiques et une fécondation artificielle est nécessaire pour obtenir les gousses de vanille. Mais ce n'est qu'après plusieurs étapes de préparations longues et minutieuses que le fruit développe tout son éventail aromatique pour lequel il est recherché. Au-delà de son parfum, la vanille possède des bienfaits pour notre santé. On la retrouve ainsi dans nos cosmétiques, aliments et même dans nos médicaments. Les recherches de ces dernières années ont mis en évidence le potentiel thérapeutique de la vanilline dans diverses pathologies, neurodégénératives notamment, et chez le nouveau-né.

MOTS-CLÉS

VANILLE CULTURE METHODE BOURBON. VANILLISME.

FECONDATION ARTIFICIELLE VANILLINE ANTIOXYDANT

JURY

PRÉSIDENT : COURTOIS Arnaud
ASSESEURS : PASSAGNE Isabelle
THURIN Nicolas

Adresse de l'auteur : 7 impasse Saint-Cybard, 24520 MOULEYDIER

SERMENT DE GALIEN

Je jure, en présence des maîtres de la Faculté, des conseillers de l'ordre des Pharmaciens et de mes condisciples :

D'honorer ceux qui m'ont instruit(e) dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert(e) d'opprobre et méprisé(e) de mes confrères si j'y manque.