

**UNIVERSITE DU BURUNDI
FACULTE D'AGRONOMIE ET DE BIO-INGENIERIE
SCIENCE ET TECHNOLOGIE DES ALIMENTS
CLASSE : BAC III**

TECHNOLOGIE DES PRODUITS STIMULANTS

(30H CM et 15H TP)

TITULAIRE : Prof NZIGAMASABO Aloys

TABLE DE MATIERE

RESUME	1
OBJECTIFS DU COURS.....	1
I.TECHNOLOGIE DES CAFES VERTS	2
I.1. METHODES DE PREPARATION DES CAFES VERTS.....	2
I.1.1. METHODE PAR VOIE HUMIDE	3
I.1.1.1. le Triage.....	3
I.1.1.2. Le Dépulpage	4
I.1.1.3. La Démucilagination	5
I.1.1.3.1. Démucilagination par action biochimique : fermentation.....	5
I.1.1.3.2. Démucilagination par action chimique	6
I.1.1.3.3. Démucilagination par action mécanique	6
I.1.1.3.4. Démucilagination par action mécano-chimique.....	7
I.1.1.4. Le Lavage	7
I.1.1.5. Le Séchage	7
I.1.1.6. Le Déparchage	8
I.1.2. VOIE SECHE.....	9
I.1.2.1. Le séchage.....	9
I.1.2.2. Le décorticage	9
I.1.3. OPERATIONS COMMUNES AUX CAFES TRAITES PAR VOIES HUMIDES	10
ET PAR VOIES SECHES.....	10
I.1.3.1. Nettoyage, épierrage, triage, calibrage, mélange, homogénéisation	10
Et emballage.....	10
I.1.3.2. Homogénéisation et emballage.....	11
I.2. COMPOSITION CHIMIQUE DU CAFE VERT.....	11
I.2.1.Eau	11
I.2.2.Matières minérales	11
I.2.3.Protides	11
I.2.4.Alcaloïdes et autres substances azotés non protidiques.	12
I.2.5. Les lipides.....	12
I.2.6. Les glucides	12
I.2.7. Acides aliphatiques et polyphénols.....	13
I.2.8. Principes volatils et constituants de l'arôme.....	13

I.3. LA TORREFACTION ET LE CAFE BOISSON.....	13
I.3.1. La torréfaction	13
I.3.1.1. Action des températures	13
I.3.1.2. Modifications du grain.....	14
I.3.1.3. Opérations consécutives à la torréfaction.....	16
I.3.2. LE CAFE BOISSON	17
I.3.2.1. Préparation du café soluble	17
I.3.2.2. Préparation du café décaféiné.....	17
I.3.2.3. Conditions pour la préparation d'une bonne tasse du café.....	18
I.3.3. VERTUS DU CAFE.....	19
I.3.3.1. EFFET STIMULANT	19
I.3.3.2. EFFET SUR LA TENSION ET LA RESPIRATION	19
I.3.3.3. EFFET DIGESTIF	19
II. TECHNOLOGIE DU THE	20
II.1. HISTOIRE DU THE	20
II.2. THEIER	20
II.3. CULTURE ET RECOLTE DU THE	20
II.4. FABRICATION DU THE NOIR	21
II.4.1. La cueillette	21
II.4.2. Le flétrissage	21
II.4.3. Le roulage	22
II.4.4. La fermentation	22
II.4.5. Le séchage	23
II.4.6. Le triage	23
II.5. FABRICATION DU THE VERT	23
II.6. Vertus du thé	24
II.6.1. Thé comme une arme anti cancer	24
II.6.2. Thé bon pour le cœur.....	24

RESUME

Ce cours, dispensé au sein du programme de Science et Technologie des Aliments à l'Université du Burundi, se concentre sur la technologie des produits stimulants, principalement le café et le thé. Il aborde les méthodes de préparation des cafés verts, incluant les techniques par voie humide et sèche, ainsi que la composition chimique du café. Le cours explore également la torréfaction et la préparation du café en tant que boisson, tout en discutant des vertus du café.

En ce qui concerne le thé, le cours traite de son histoire, de la culture et de la récolte, ainsi que des étapes de fabrication du thé noir et vert. Les bienfaits du thé sont également abordés, notamment ses effets antioxydants et bénéfiques pour la santé cardiaque.

OBJECTIFS DU COURS

OBJECTIF GENERAL

Comprendre les technologies de transformation des produits stimulants et leur impact sur la qualité et la sécurité des aliments.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

1. Acquérir des connaissances sur les méthodes de préparation des cafés et des thés.
2. Analyser la composition chimique des produits stimulants et leurs effets sur la santé.
3. Évaluer les méthodes de torréfaction et leur influence sur les qualités organoleptiques des boissons.
4. Explorer les bienfaits nutritionnels du café et du thé pour la santé humaine.

I. TECHNOLOGIE DES CAFES VERTS

I.1. METHODES DE PREPARATION DES CAFES VERTS

Les fruits mûrs du caféier sont traités sur les lieux mêmes de production. Ils subissent un certain nombre d'opérations qui ont pour objet de dégager les grains de leurs enveloppes (pulpe, mucilage, parche, pellicule) et d'améliorer leur préparation.

Pour obtenir le grain marchand, on a recours à l'une des deux techniques suivantes :

✓ **La voie humide** dans laquelle, l'usinage des fruits frais s'effectue en trois temps :

1. Elimination de la pulpe (dépulpage) et du mucilage (démucilagination) et le lavage
2. Séchage du café- parche
3. Elimination des enveloppes internes, parche et pellicules (déparchage)

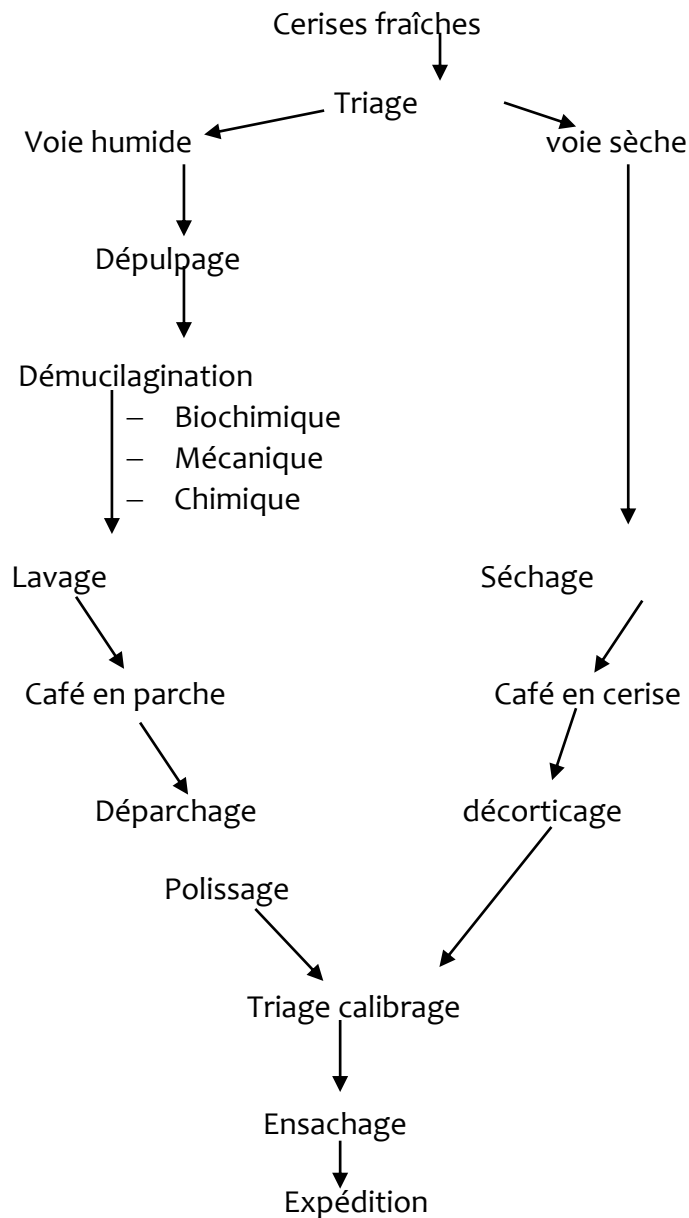
✓ **La voie sèche** se résume en deux types :

1. Séchage des fruits (café en cerises ou café coque)
2. Elimination des enveloppes desséchées en une seule opération Mécanique (décorticage)

Le recours à la voie humide est de règle pour les cafés arabicas de choix qualifiés de « milds » (doux) par le commerce international car cette méthode plus soignée que d'autre confère au grain un aspect agréable qui valorise les lots. Les cafés arabicas ou d'autres cafés n'appartenant pas à cette catégorie supérieure mais cependant traités par voie humide sont qualifiés de lavés « washed ». On attribue encore la détermination « fully washed » aux cafés préparés par voie humide ayant subi une fermentation. Les cafés robusta sont quelque fois préparés dans un but de valorisation. Quant aux cafés traités par voie sèche, ils sont qualifiés de « nature » « hard coffee ».

Les deux techniques comportent une série d'opérations dont la succession est indiquée dans le schéma.

Succession des opérations dans le traitement des cafés par voie humide et par voie sèche



Dans les deux cas, le produit à traiter, la cerise mûre contient 75% d'eau dont une grande partie doit être éliminée au cours du séchage.

I.1.1. METHODE PAR VOIE HUMIDE

I.1.1.1. le Triage

La première opération de dépulpage est souvent précédée d'un triage : il s'agit d'un nettoyage sommaire ayant pour but d'éliminer des débris végétaux (Feuilles, fragments de rameaux, etc.) et les matières étrangères (pierres, terres, etc..) qui ont été collectés au moment de la cueillette.

Il est également conseillé, pour faciliter l'usinage et en vue d'obtenir un meilleur produit, de séparer les cerises mûres de celles qui ne le sont pas.

Ces opérations sont faites très facilement manuellement lorsque, il s'agit de petites quantités. Pour les tonnages importants, on a recours à des appareils mécaniques : séparateurs à plans oscillants, cribles rotatifs ou à divers types de laveurs.

I.1.1.2. Le Dépulpage

L'enlèvement de la pulpe ou dépulpage doit intervenir dans le plus bref délai après la cueillette. Habituellement, il s'écoule quelques heures avant qu'on ne procède à cette opération (rassemblement des collectes de fruits, transport, attente avant usinage), mais ce délai ne devrait en aucun cas excéder 36 heures. Une trop longue attente risque d'entraîner la formation des graines à goûts et odeurs désagréables : les fèves puantes « stinker beans »

Le dépulpage, même pour de petites quantités de fruits s'opère avec les dépulpeurs dont il existe deux types : les dépulpeurs à cylindre (ou à tambour) et les dépulpeurs à disque basés sur le même principe.

Les premiers sont essentiellement constitués d'un cylindre métallique rotatif, revêtu d'une mince chemise de cuivre poinçonnée en relief « boutons » et d'une plaque « poitrinière » maintenue à une distance et réglable sur un côté de celle-ci. Les cerises entraînées par rotation de l'appareil sont pressées entre le cylindre et la « poitrinière ». La pulpe décheté grains retenus par un évidement de canal de la poitrinière son évacués par un orifice latéral.

Dans les dépulpeurs à disque, la pièce travaillante « le cylindre » est remplacée par un ou plusieurs disques à chemise de cuivre poinçonnée. Le dépulpage s'effectue par compression progressive de fruits engagés entre chaque disque et deux plaques latérales ou soumises, situés de part et d'autres, à la partie supérieure de ceux-ci. La séparation des pulpes est réalisée au niveau du contenu, lame fixe et réglable, qui laisse passer les pulpes mais retient les fèves.

Le débit des dépulpeurs est proportionnel à la longueur du cylindre chez les appareils de ce type, et au nombre de disques chez les seconds.

Aussi satisfaisant que soit le fonctionnement des dépulpeurs, il y a toujours un petit pourcentage de fruit, généralement de plus petit format que la moyenne de la récolte qui, non dépulpé sont évacués avec les grains. On doit récupérer ces cerises et les soumettre à un nouveau dépulpage dans un appareil au réglage plus serré le dépulpeur-repasseur.

Le café, à la sortie des dépulpeurs est encore revêtu de mucilage très adhérent à la parche. Cette matière, très riche en pectines, très hygroscopique constitue un obstacle au séchage

rapide de grains. On l'élimine en faisant le recours à l'une des techniques ci-après faisant intervenir soit :

1. une action biochimique (fermentation)
2. une action chimique
3. une action mécanique
4. une action combinée, mécano-chimique

I.1.1.3. La Démucilagination

I.1.1.3.1. Démucilagination par action biochimique : fermentation

La mise en fermentation consiste à placer le café-parche dans des conditions du milieu telles que la décomposition des matières pectiques de l'enduit mucilagineux du grain, attribué à une action diastasique s'opère avec l'accompagnement d'une fermentation secondaire (acétiques, butyriques, putrides) nuisible à la qualité du produit. La pectinolyse est accélérée par la présence de différents microorganismes (levures, bactéries, etc...)

Le café-parche à la sortie des dépulpeurs est conduit par un courant d'eau dans des bassins en maçonnerie à fond légèrement incliné, aux angles arrondis, dont la profondeur ne doit pas excéder 15 cm et d'une capacité de 1 à 10 m³.

Après un bon égouttage, il y séjourne en temps suffisant pour que le mucilage soit fluidifié et puisse être ensuite facilement éliminé par lavage.

L'opération est marquée par une légère hausse de température de la masse, due à diverses fermentations où domine la fermentation lactique et par une augmentation très sensible de l'acidité (pH au début 6.5 à 6.8, enfin 4.5 à 4.8). Cette élévation de température est favorable à l'action des diastases sur les matières pectiques, mais elle ne doit pas être excessive car elle risquerait d'entraîner la formation de goûts désagréable. Il est également important d'éviter l'apparition des espèces nuisibles (moisissures, etc...) en favorisant les espèces endogènes.

Il est indispensable de brasser le contenu des bacs à deux ou trois reprises pour que la fermentation soit homogène dans la masse.

Au terme de la fermentation, le grain a perdu son enrobage gluant et devenu rêche au contact des doigts. C'est à ce signe qu'on juge de la fin de l'opération.

Sa prolongation ne pourrait que provoquer des fermentations secondaires nuisibles, susceptibles d'avilir la qualité du café surtout dans les zones de basse altitude où la température ambiante est plus élevée.

Une technique dite de fermentation sous eau est assez pratiquée dans les régions à Arabica de l'Est africain et au Kivu. Elle consiste à recouvrir d'eau la masse de café dans les bacs.

La décomposition du mucilage est plus lente que dans la fermentation classique, dite à sec, mais par contre, la formation d'acides serait plus importante, notamment l'acide lactique. R.Wibaux estime que cette méthode améliore légèrement la quantité des cafés fins.

La fermentation sous eau ou mieux le trempage du café après l'élimination du mucilage facilite l'exosmose des solubles telles que polyphénols, di terpènes, etc... cette technique d'affinage permettrait ainsi d'améliorer la qualité en diminuant la dureté et l'amertume.

La fermentation mixte est également utilisée ; elle consiste à démarrer par une étape de fermentation à sec et à la faire suivre d'une fermentation sous eau.

Les causes les plus fréquentes de mauvaises fermentations sont :

1. Une trop longue durée de séjour dans les bacs provoquant des altérations dans les grains (hydrolyse et germination) et la formation des fèves dites puantes, dont la présence déprécie considérablement la marchandise
2. L'usage de bacs ou récipients sales, contenant des résidus d'opérations précédentes
3. Un égouttage insuffisant du café parche, la masse est noyée et la fermentation aérobie est stoppée
4. L'emploi d'eaux polluées ou à caractère basique
5. Un milieu insuffisamment humide.

Il est facile de remédier à la plupart de ces inconvénients. Lorsque pour une raison quelconque un décuvement est retardé. Certains auteurs conseillent de noyer la masse pour bloquer la fermentation et est éviter toute altération.

1.1.1.3.2. Démucilagination par action chimique

Plusieurs produits chimiques ont été expérimentés pour démucilagner le café ; notamment la chaux, qui précipite les pectines sous forme de pectates insolubles, facilement éliminés par un lavage. On a également essayé des carbonates alcalins, etc... Malgré l'avantage de la rapidité de l'opération et de son coût peu élevé, cette technique est encore peu répandue. On qualifie quelque fois de « fermentés chimiquement » les cafés ainsi préparés. Il ne semble pas que leur dégustation par des experts ait permis de déceler de sensible différence avec ceux qui ont été fermentés traditionnellement.

1.1.1.3.3. Démucilagination par action mécanique

La constatation, expérimentalement prouvée que la fermentation n'exerçait pas une action bonifiante sur le café et qu'au contraire même, une fermentation mal conduite de durée excessive pouvait déprécier le produit est à l'origine de la conception du dépulpeur-démucilagineur dont l'apparition sur le marché date d'une soixantaine d'années. Cet appareil effectue simultanément le dépulpage, la démucilagination et le lavage. Il se compose essentiellement d'une longue enveloppe cylindrique perforée parcourue par un courant d'eau sous pression dans laquelle tourne rapidement (400) 500 tr/min) un cylindre cannelé. Les cerises entraînés par l'eau sont déchiquetés entre le cylindre et son enveloppe, la pulpe déchiquetée et les matières mucilagineuses sont entraînés et évacués.

Ce matériel fait un bon travail à la condition de traiter des lots de cerises mûres, de grosseurs homogène et de disposer d'un débit d'eau sous pression suffisant (3 à 9 m³ à 4 à 60m à l'heure selon les modèles). En raison de sa capacité (750 à 3000 kg /hr) de la puissance motrice qu'il nécessite (8 à 25 CV) et de son coût élevé, il ne peut intéresser que les exploitations d'une certaine importance et de coopération de traitement.

Le dépulpeur-démucilagineur est cependant plus utilisé chez les producteurs de cafés robusta que chez les producteurs du café Arabica. En effet, nombreux chez les derniers sont ceux qui restent attachés à la préparation traditionnelle.

1.1.1.3.4. Démucilagination par action mécano-chimique

Un appareil connu sous le nom de « cafépro » a été mis au point par les techniciens de : Institut inter américain des sciences agricoles à Tournialla (costa-rica) pour combiner les actions mécaniques et chimiques dans l'opération de démucilagination de café.

Il s'agit d'un long cylindre fixe, divisé en deux parties dans lequel tourne en axe muni de bras agitateurs. On introduit dans la première partie du cylindre des poudres de bois et dans la seconde un lait de chaux, l'alimentation en eau, étant par ailleurs largement assurée. La démucilagination est terminée en moins d'une heure.

1.1.1.4. Le Lavage

Le lavage a pour objet d'éliminer les produits formés au cours de la fermentation, les débris de pulpe adhérant encore à la parche. Il est généralement effectué dans de grandes cuves dites laveurs ou par un lent acheminement dans des canalisations à ciel ouvert.

La densité du café-parche est généralement comprise entre 1.05 et 1.10 et les graines plongés dans l'eau ont tendance à se déposer au fond des récipients, cette opération doit être accompagnée d'un bon brossage. Celui-ci est obtenu par des agitateurs rotatifs dans les cuves de lavage, par le travail d'ouvriers munis de pelles en bois pour le lavage en canal.

Le lavage est terminé lorsque l'eau coule limpide à la sortie qu'à l'entrée du canal ou du bac-laveur. Le café parche doit être net, débarrassé des toutes impuretés ; son contact doit être rêche. Un café en parche mal lavé peut subir une fermentation alcoolique, s'échauffer et subir des conséquences graves sur la qualité du breuvage.

1.1.1.5. Le Séchage

Le café-parche, après lavage et égouttage contient 50 à 60% d'eau. Compte tenu de la présence de la parche (7 à 8 %) et de la nécessité d'abaisser la teneur en eau des grains aux environs de 12% pour assurer leur conservation, c'est une quantité d'environ 100 kg d'eau qu'il faut éliminer de 200 kg de café-parche pour obtenir 100kg de café-marchand.

Le séchage du café-parche est hâté par un bon égouttage à la sortie des canneaux de lavage. Au cours de cette opération, c'est surtout l'eau de contact qui est éliminé par gravité (5 à 10%). Des tours d'égouttage sont parfois utilisés à cet effet.

Le séchage exige beaucoup de soins et une grande surveillance, surtout lorsqu'on emploie des moyens artificiels. Un séchage mal conduit, trop rapide ou prolongé, une reprise d'humidité (pluies ; rosés, en cours d'opération) sont susceptibles d'altérer les grains (fèves décolorés, bigarrées, brunes, rousses etc...) et d'avoir de graves incidences sur la valeur commerciale du produit. Un séchage excessif entraîne une perte de poids supplémentaire qu'aucune disposition financière de négoce ne permet de compenser. Le séchage provoque une contraction de volume de l'ordre de 12 à 15%.

Deux grandes techniques de séchage sont à distinguer:

Le séchage naturel (ou solaire) et le séchage artificiel. Pour le séchage naturel, on a recours aux moyens tels que les claies, terrasses et aires cimentées.

Le séchage doit commencer par l'exposition d'une couche de café peu épaisse et fréquemment remuée, de façon à éliminer rapidement l'eau superficielle, susceptible de déclencher une post fermentation nuisible, la fermentation qui se produit inévitablement chez les cafés très humides, épandus en couche épaisse et non remués. Au fur et à mesure que le grain se déshydrate, l'épaisseur de la couche peut augmenter et atteindre les dernières heures une charge de 10 à 15 Kg de café-parche humide/m². Lorsque le café a atteint son poids optimum de séchage, il est rassemblé en grand tas qu'on recouvre d'une bâche, ou d'une feuille de polyéthylène en attendant son transport dans les silos de stockage.

La durée de séchage est fonction surtout de la climatologie : température diurne, intensité de l'ensoleillement, hygrométrie de l'air, ventilation, nature du support du café (grillage des clairs, ciment, carreaux, briques, terres battus).

Dans les pays à air relativement sec, le séchage du café-parche exige seulement de six à huit jours. Dans les régions moins favorisées, le séchage nécessite dix à quinze jours.

Quant au séchage artificiel, il est indispensable sous les climats pluvieux et lorsque l'importance des tonnages nécessite une accélération des opérations. Divers types de séchoirs tels que la sole chauffante du four classique et les séchoirs mécaniques sont utilisés. Dans ce cas, la dessiccation du produit doit être placée sous une surveillance constante étant donné l'irrégularité du chauffage et le risque de coup de feu.

La durée de séchage est courte de l'ordre de quelques heures 20 à 30 heures, selon le taux initial d'humidité des cafés et la conduite thermique de l'opération.

1.1.1.6. Le Déparchage

Le matériel le plus simple est le pilon qui est encore utilisé dans certains pays pour traiter de petites quantités. Il existe encore des bonifiris équipés d'un pilon monté sur un arbre à actionnée par une roue hydraulique, au-dessus d'un récipient mortier contenant le café.

Ces méthodes sont en voie de disparition en faveur de déparcheur mécanique. Cet appareil est constitué par un cylindre en fonte, cannelé, animé d'un mouvement rapide de rotation dans un carter. Le café circule dans l'appareil, entraîné par des cannelures du cylindre; sous

les actions combinés de pression et de friction, les enveloppés sont brisées, fragmentées et évacuées par une soufflerie. Le grain est en même temps plus en moins dépelliculé.

L'élimination complète de pellicule nécessite un travail supplémentaire de friction plus poussé effectué par des polisseurs différent des départeurs par le profilage et la nature de cylindre en bronze phosphoreux. Il existe des départeurs polisseurs effectuant simultanément les deux opérations. Ce matériel donne toute satisfaction à la condition de travailler sur le café-parche bien sec.

I.1.2. VOIE SECHE

Dans le traitement par voie sèche, les fruits sont séchés aussitôt après la récolte. A l'issue du séchage, la pulpe, le mucilage et la parche constituent une sorte de coque enveloppant les grains qu'il suffit de briser pour libérés ceux-ci. Bien que les opérations soient moins nombreuses que dans la voie humide, ce mode de traitement exige plus de temps.

En effet, le séchage des cerises est plus lent que celui du café-parche, la quantité d'eau à évaporer est très supérieure puisque les fruits frais ont une teneur comprise entre 60 et 75%et les enveloppes du fruit constituent l'obstacle au transport de l'eau. La conduite du séchage du café en cerises exige au moins de soins que pour le café-parche. Les risques de fermentation nuisible sont plus grands, étant donnée la présence de cette matière très hygrosopique qu'est le mucilage.

I.1.2.1. Le séchage

Le séchage peut se faire par voie naturelle ou artificielle (déjà vue)

I.1.2.2. Le décortilage

Le procédé le plus simple de décortilage consiste à pilonner les cerises sèches dans un mortier; il est encore de pratique assez courante pour les petites récoltes, malgré son inconvénient de donner beaucoup de brisures.

Actuellement on dispose de moyens plus perfectionnés et à grand débit avec les décortiqueurs type le hullers. Ces appareils dérivé du système « Engelberg » comporte un cylindre monté sur un axe horizontal portant des lames ou couteaux en acier inclinés par rapport à la génératrice, actionné par un moteur (400 - 500 tr/min). Ce cylindre tourne à l'intérieur d'un carter dont la partie inférieure est ajustée, une lame de décortilage (ou couteau), dont l'écartement par rapport au cylindre est réglage, est ajustée à l'intérieur du carter. Le café entraîné par les rotations du cylindre, est violemment projeté contre la lame fixe, sous les chocs répétés, la coque est brisée. Les débris d'enveloppes (balles) sont expulsés par une soufflerie, tandis que les grains sont recueillis à la sortie de la machine.

Le traitement par vie sèche ne dispense nullement de procéder à un tri préalable de la récolte, dont le but est de séparer les impuretés, les fruits secs etc. Cette opération préliminaire est faite dans les mêmes conditions que lors du traitement par voie humide.

I.1.3. OPERATIONS COMMUNES AUX CAFES TRAITES PAR VOIES HUMIDES ET PAR VOIES SECHES.

I.1.3.1. Nettoyage, épierrage, triage, calibrage, mélange, homogénéisation Et emballage.

A la sortie des appareils de déparchage ou de décortiquage, les cafés contiennent encore des impuretés et une population plus ou moins grande de fèves défectueuses ou indésirable (grains tachés, décolorés, etc) et de brisures.

Les règlements qui dans chaque pays, définissent les conditions dans lesquelles les lots doivent satisfaire pour pouvoir être exportés (règle de conditionnement) impliquent pour le producteur ou le négociant exportateur l'exécution d'un certain nombre d'opérations complémentaires de : nettoyage, triage, calibrage, ...

- (1) Nettoyage pour les petits débris, l'appareil de nettoyage et de dépoussiérage le plus simple est le tarare classique. Pour les grands délits assurent un excellent travail.
- (2) Epierrage: Le travail de tarare (nettoyage) est complété par un épierrage efficace afin d'éliminer au maximum la présence des pierres susceptibles de causer des dégâts au matériel.
- (3) Triage et calibrage: Le triage a pour but d'éliminer les fèves altérées, mal venues, noires, décolorées, tachées etc... et un pourcentage plus au moins élevé de brisures, de façon à améliorer l'aspect du café et dans la mesure où certaines de ces défauts sont générateurs de mauvais goûts d'améliorer sa qualité.

Il n'existe pas malheureusement pas encore d'appareil pleinement satisfaisant pour faire ce travail. La plupart sont basés sur la différence de densités entre les fèves saines, normales et celles qui sont avortées, mal venues, parasitées.

Ils éliminent bien la plupart des impuretés, une fraction de fève défectueuse et indésirable mais la plupart de fèves ou de couleur tachés dont la densité est la même ou peu différente de celle du café ne peut être séparée. C'est pourquoi il est nécessaire après l'usinage de procéder à un triage manuel mais cette opération est fastidieuse.

Un bon triage mécanique exige un classement granulométrique préalable des cafés, c'est-à-dire en fonction de la grosseur des grains. Cette condition est formelle pour faire un triage densimétrique.

Ainsi les constructeurs ont conçu des appareils où les deux opérations de triage et de calibrage sont combinées. Il s'agit des trieurs cylindriques, trieurs oscillants ou vibrants, des classeurs densimétriques à air pulsé ou en dépression catadors.

Un matériel de conception nouvelle est apparu sur le marché pour le triage des grains basés sur le couleur: les trieurs électroniques équipés de cellule photo – électroniques. Plusieurs types d'appareils adaptés au café vert sont fabriqués, les uns monochromatiques, les

autres dichromatiques. Leur travail est généralement spectaculaire et de nature à valoriser les cafés.

I.1.3.2. Homogénéisation et emballage.

Au terme de ces opérations, les cafés sont homogénéisés par type de classement. Ce travail est indispensable dans les usines coopératives pour préparer les lots de quantités homogènes. On opère soit par pelletage de cafés à mélanger étendus sur des bâches soit pour de grandes quantités avec des mélangeurs.

Les opérations de traitement du café étant terminé, il ne reste qu'au producteur d'emballer sa marchandise en se conformant aux règles en vigueur.

Avant l'expédition, les sacs sont stockés dans des magasins bien aérés, à l'abri d'humidité, isolés du sol par un caillebotis avec possibilité de traitement par insecticides. Une isolation thermique de ces magasins est conseillé afin d'éviter des variations de température donc l'humidité relative de l'air est préjudiciable à une bonne conservation.

I.2. COMPOSITION CHIMIQUE DU CAFE VERT

I.2.1. Eau

Les cafés verts commercialisés accusent généralement une teneur en eau comprise entre 10 et 13%, les législations des Etats producteurs comme celles des pays consommateurs fixent entre 12 et 13% le taux limite admis. Au-dessus de ce taux, la conservation des cafés est compromise, surtout en milieu humide, ils ne tardent généralement pas à moisir et à se décolorer. Ce taux exerce, une influence sur la torréfaction, cette dernière étant plus rapide que les grains sont plus secs.

Au cours de cette opération, un café vert perd plus d'eau qu'il n'en contient et ce que s'explique par la libération de molécules d'eau dont les atomes d'hydrogène et d'oxygène sont prélevés sur les molécules organiques transformés. On donne l'appellation d'eau chimique à cette eau qui s'ajoute à l'eau biologique que contient la graine verte.

I.2.2. Matières minérales

La teneur en cendres des cafés est en moyenne de 3 à 4% du café vert, elles renferment principalement de potassium, sodium, calcium, du magnésium, de phosphore, du soufre, etc. il y a aussi la présence d'oligo-éléments: fer, aluminium, cuivre, fleur, bore, manganèse etc.

I.2.3. Protides

Les cafés verts renferment de 1 à 3% d'azote total, engagé dans diverses combinaisons dont les principales sont les protides et les alcaloïdes. Les acides aminés en général et certains

aminoacides soufrés (cystine, méthionine en particulier), contenus dans les protides du café jouent un rôle important dans la formation de l'arôme du café torréfié puisqu'ils sont impliqués dans les réactions de STRECKER.

1.2.4. Alcaloïdes et autres substances azotés non protidiques.

Le principal alcaloïde du café est la caféine; elle est accompagnée en moindre quantité d'autres bases azotées: la bétaine, la choline et surtout la trigonelline.

Les cafés verts contiennent généralement de 1 à 2,5% de caféine.

Les arabica sont les moins riches avec en moyenne 0,8 à 1,5% tandis que chez les canéphore, la teneur varie en moyenne entre 1,6 et 2,2%, certains atteignent 2,8% et dépassent même 3%.

Dans le café vert, la caféine est combinée à l'état d'un sel double de chlorogénate de caféine et de potassium. Le caféine ou 1,3,7 - triméthylxanthine est l'homologue supérieur de la théobromine (3,7 diméthylxanthine) sa formule linéaire est $C_8H_{10}O_2N_4$ (caféine anhydre) mais elle cristallise avec l'eau sous forme d'un monohydrate $C_8H_{10}O_2N_4H_2O$.

Elle se présente en cristaux blancs, effilés et soyeux, elle fond à 234-235 °C mais elle se sublime légèrement vers 100 °C et notamment vers 180 °C, ce qui explique partiellement la perte de cette substance observée au cours de la torréfaction.

La trigonelline est la méthylbétaine de l'acide nicotinique. Les cafés verts en contiennent de 0,4 à 1,2%. Sa décomposition au cours de la torréfaction est en relation avec l'apparition de l'acide nicotinique (vitamine pp ou niacine) et de divers composés pyridiniques pouvant contribuer facilement à la formation de l'arôme.

1.2.5. Les lipides

Le café contient de la matière grasse riche en substances insaponifiable non éliminés par les procédés courants de raffinage, ce fait la rend impropre à de nombreux usages notamment alimentaires.

Les lipides du café sont regroupés en trois catégories:

- Les acides gras et leurs dérivés, glycérides et phospholipides.
- Les constituants de l'insaponifiable: carbures, stérols, di et tri-terpènes, tocophérols; ...
- Les constituants de la lyse externe des grains.

1.2.6. Les glucides

Les glucides représentent dans les grains de cafés verts plus de la moitié de cette matière sèche et parmi ceux-ci les polysaccharides sont les plus largement représentatifs (plus de 40%) alors que les disaccharides et les monosaccharides n'atteignent que 5 à 10%. Ils ne semblent pas cependant jouer un rôle fondamental dans les qualités de boisson. Ils en

apportent surtout la couleur et la saveur « caramel » qui est caractéristique d'autres produits torréfiés: grain d'orge, racine de chicorée. Le café vert renferme de petites quantités de sucres réducteurs libres (surtout glucose) et du saccharose (5 à 8%), l'oligosaccharide étant de loin les plus abondants. Parmi les polysaccharides, il y a l'hémicellulose, l'holocellulose, amidon, mucilages et pectines.

1.2.7. Acides aliphatiques et polyphénols.

Les grains de café renferment divers acides organiques aliphatiques mais ce sont les acides phénolique qui présentent les caractères des tanins.

1.2.8. Principes volatils et constituants de l'arôme.

Les principes volatils contenus dans le café vert sont représentés par l'eau et plus de 180 autres substances parmi lesquelles les méthoxy pyrazines, les hydrocarbures aliphatiques, les carbonyles, les acides, les alcools et thiols, les puranes, les pyrêoles, les pyridines et quinolines, les phénols et les amines aromatiques.

C'est au cours de la torréfaction que se forme et développe à partir des substances encore mal connus désignés sous le nom de « précurseurs » le complexe aromatique du café grillé.

1.3. LA TORREFACTION ET LE CAFE BOISSON

1.3.1. La torréfaction

Les qualités aromatiques du café n'apparaissent et ne se développent que sous l'action de haute températures auxquelles il est soumis au cours d'une pyrolyse ou torréfaction encore appelé par les professionnels le brûlage ou le grillage ». En dehors des modifications que subissent son aspect extérieur (couleur, volume) et sa texture au cours de cette opération, le produit est le siège de transformations chimiques profondes dont certaines sont génératrices de l'arôme et du goût particulier du café. La torréfaction des cafés est précédée de diverses opérations de nettoyage, dépoussiérage qui ont pour but d'enlever les matières étrangères mêlées aux grains (fragments de coque on de porche pierres, terre, ficelle, clous, etc).

1.3.1.1. Action des températures

L'action des températures progressivement élevées sur le café donne lieu aux constatations suivantes:

1. Vers 100°C, la couleur verte des grains commence à virer au jaune, la dessiccation se traduit par un dégagement de vapeur d'eau et une odeur de pain grillé.
2. Au-dessus de 120 – 130°C, le grain prend une teinte châtain qui s'accroît

peu à peu vers les nuances brunes plus ou moins foncées.

3. A 150°C, le café commence à dégager une odeur rappelant celle de graines grillées sans qu'on puisse encore déceler son arôme caractéristique, celui-ci commence à se développer aux environs de 180°C.
4. A 180°C, à cette température, les gaz de combustion apparaissent sous forme de volutes blancs bleutés avec dégagement de CO₂ et CO. On constate aussi que les grains virent au marron et que leur volume augmente.
5. A une température plus élevée, le dégagement des gaz est plus abondant et de nuance plus foncée. L'arôme atteint alors son plein développement. Les grains augmentent encore de volume, crépitent et un exsudant brillant plus ou moins abondant apparaît à leur surface.
6. Vers 270°C, le dégagement des fumées s'atténue, les grains noircissent et deviennent ternes (maquent d'état), leur volume n'augmente plus.
7. Vers 300°C, ils sont noirs, charbonneux, friables à une légère pression, l'arôme a totalement disparu. A ce stade excessif de torréfaction, le café est carbonisé.

Les spécialistes situent la zone de torréfaction entre 185°C et 240°C l'optimum étant entre 210 et 230°C. Au-dessus commence la sur-torréfaction. La température de torréfaction et la conduite de celle-ci ont une influence considérable sur les qualités du café.

Il se produit au cours de la torréfaction trois groupes principaux de réactions (déshydratation, hydrolyse, catalyse) dont l'optimum d'intensité se situe à des températures bien déterminées.

La durée de torréfaction est habituellement de l'ordre de douze à quinze minutes. Elle est plus rapide avec certains appareils qu'avec d'autres et peut être achevée en vingt minutes avec des techniques américaines dites de torréfaction continue. Par contre, il existe des techniques dites de torréfaction lente qui nécessitent vingt-cinq minutes environ.

1.3.1.2. Modifications du grain.

La torréfaction en même temps qu'elle donne au café ses qualités gustatives et aromatiques provoque certaines modifications du grain :

- a) Une perte de poids

Tout d'abord, on enregistre une perte de poids dite perte au feu conséquence de l'évaporation d'une grande partie d'eau du café vert (dont les limites extrêmes varient entre 14 et 23%). Son importance est fonction du taux de la teneur en eau du grain vert, puis

de l'origine botanique, du mode de préparations des fèves sur le lieu de production, des conditions d'entreposage, de la technique de torréfaction, etc...

b) Augmentation de volume

Les cafés torréfiés augmentent de volume, ce phénomène est dû à la formation et à l'expansion des gaz entre 180 et 220°C, qui provoque également un début de déroulement de l'albumen. Il se traduit une expansion volumétrique de l'ordre de 50 à 80% (les extrêmes étant de 30 à 100%). L'origine botanique, la provenance, la teneur en humidité mais aussi la vitesse de la torréfaction seraient autant de critères susceptibles d'influencer sur son intensité. L'aptitude au gonflement est un caractère au point de vue commercial. L'acheteur est en effet attiré par de beaux grains volumineux.

c) Changement de couleur de fèves

La couleur des fèves est profondément affectée par la torréfaction. Elle est surtout fonction de l'intensité et de la durée de cette opération.

Le refroidissement plus ou moins rapide des grains à la sortie de l'appareil amène aussi des modifications de nuances. Il en est de même de l'enrobage quand sa pratique est admise ou tolérée.

d) Changement de texture du grain

La texture est profondément modifiée par la torréfaction, le grain acquiert une structure poreuse et est devenu friable à la pression.

e) Modifications chimiques

1. L'eau est évaporée, mais il s'en forme quelque peu par décomposition chimique de composés organiques et le café torréfié retient et en absorbe une certaine quantité
2. Les matières minérales ne sont pas modifiées et leur contenu relatif augmente par suite du départ de l'eau et des composés organiques volatilisés.
3. Les substances azotées : le café grillé présentant une structure poreuse, retient par absorption un peu de composés volatils formés ; les traces de substances azotées volatils apparues au cours de la torréfaction apportent à ce complexe aromatique une précieuse contribution.
4. Les matières grasses : sous l'influence de la chaleur, les matières grasses sont libérées des complexes protidiques et glucidiques où elles étaient engagées. On observe que la matière grasse exsude plus facilement du café grillé que du café vert. Cette matière grasse libre joue certainement le rôle de solvant et de fixateur de divers principes aromatiques par un phénomène analogue à celui de l'enfleurage utilisé en parfumerie. Elle peut également protéger les principes aromatiques contre l'influence de l'oxygène atmosphérique. Donc, il ne semble pas qu'une partie de l'arôme du café soit issue de la M.G, celle-ci intervient probablement dans la fixation et dans la préservation de l'arôme.
5. Les glucides : ils sont fortement atteints par la torréfaction. Les plus grandes molécules sont scindées, les plus petites sont transformées en produits volatils, et

il est vraisemblable qu'une bonne partie des composants sapides du café grillé provient des glucides. Ces derniers sont cependant susceptibles de fournir également des acides volatils, des aldéhydes et d'autres composés ternaires qui nuancent l'arôme.

6. Les acides subsistent partiellement après l'épreuve de grillage. La teneur du café en acides solubles évolue fortement au cours de cette opération. Les acides volatils forment un rôle important dans l'arôme et la saveur de la boisson.
7. Les alcaloïdes subissent de sorts différents : la caféine est partiellement volatilisée sans décomposition, alors que la trigonelline est partiellement détruite et participe probablement à la formation de pyridine et de l'acide nicotinique.

I.3.1.3. Opérations consécutives à la torréfaction

i. Triage

Les cafés torréfiés sont quelque fois triés pour éliminer les grains trop clairs (pâles) ou trop noirs (carbonisés) dont la présence déprécie la qualité.

ii. Enrobage, lustrage ou glaçage

L'enrobage ou lustrage a pour but de recouvrir les grains d'une mince pellicule de matière non hygroscopique destinée en principe à conserver l'arôme et à donner une meilleure présentation au grain. Ce n'est malheureusement trop souvent que le moyen de masquer un café de basse qualité.

iii. L'emballage des cafés torréfiés

Les cafés torréfiés perdent assez rapidement leur saveur et leur arôme, la perte est déjà sensible après deux à trois semaines, plus tard apparaît un goût rance qui persiste longtemps. Le café torréfié absorbe facilement humidité atmosphérique et ses qualités s'altèrent rapidement lorsque sa teneur en humidité dépasse 6 %.

Pour pallier à ces inconvénients, on a d'une part organisé le renouvellement régulier des stocks au moins pour les qualités supérieures ou encore assigné sur l'emballage une date limite d'utilisation, d'autre part, on a recherché des emballages suffisamment étanches, susceptibles de conserver pendant un certain temps les qualités du café.

Les études faites pour déterminer quels étaient les agents de détermination de l'arôme du café ont révélé que le principal responsable était l'oxygène de l'air, agissant sur certains composants plus particulièrement les matières grasses.

L'altération porte surtout sur les substances qui situées à la surface du grain sont oxydées. Compte tenu de ce procédé, les matériaux d'emballages du café torréfié doivent être inodores, imperméables à la vapeur d'eau et aux matières grasses et évidemment représenter le minimum de dépenses.

Ces dernières années, des progrès très importants ont été réalisés dans cette voie, avec l'emploi de matériaux complexes des produits associés par contre collage ou laminage, de filons plastiques, de polyéthylène, de textile, de métal (Complexe aluminium-cellulose) etc.

L'emballage étanche sous vide ou sous gaz inerte en récipients rigoureusement étanches est la solution qui donne la plus grande satisfaction de conservation, aussi longtemps que l'emballage n'est pas ouvert. Son prix assez élevé le fait cependant réserver pour certaines classes de café.

Le conditionnement du café en emballage étanche munis d'une valve monodirectionnelle, permettant à l'excédent de CO₂ de se dégager sans possibilité d'accès de l'oxygène de l'air est aussi une solution satisfaisante.

I.3.2. LE CAFE BOISSON

I.3.2.1. Préparation du café soluble

Le principe de fabrication du café soluble est simple : on prépare à l'eau chaude un concentré liquide de café, qui est ensuite très finement pulvérisé dans un courant d'air chaud et sec (atomisation), il se dépose une poudre anhydre (café anhydre) qui par dissolution dans l'eau permet de reconstituer le breuvage.

La déshydratation de concentré du café peut s'opérer aussi par séchage sous vide (vacuum drying) ou par sublimation (lyophilisation = freeze -drying). Le procédé d'atomisation est le plus courant, le dernier (lyophilisation) par contre est industriellement moins utilisé, car malgré les hautes qualités aromatiques du soluble qu'il permet de préparer, son prix de revient est relativement plus élevé.

I.3.2.2. Préparation du café décaféiné

La préparation du café décaféiné a donné lieu dans le monde du dépôt d'un grand nombre de brevets dont la liste continue d'ailleurs de s'allonger.

Dans les techniques les plus usitées ; l'extraction de la caféine a lieu au moyen de solvants organiques : chlorure de méthyle et acétate d'éthyle. Une autre technique fait appel aux opérations suivantes :

- a. Extraction de la caféine par eau chaude
- b. Récupération de la caféine sur charbon actif

La technique la plus récente consiste en l'extraction de la caféine au CO₂ supercritique.

I.3.2.3. Conditions pour la préparation d'une bonne tasse de café

Pour préparer une bonne tasse de café, certaines conditions doivent être remplies, faute de quoi les principes qui donnent au breuvage ses qualités organoleptiques risquent d'être détruits ou volatilisés.

a) Nature du café

Un élément essentiel pour obtenir une tasse aromatique est de toute évidence la nature du café employé. Il est bien certains que quels que soient la perfection du matériel auquel on a recours et les soins apportés à la préparation qu'on ne pourra tirer d'un café de basse ou de médiocre qualité un breuvage de meilleurs arômes.

Il est non moins vrai aussi qu'un produit de grande classe ne donnera qu'une tasse médiocre que si l'on entoure la préparation d'un breuvage, d'un minimum de soins.

Le degré de finesse de la mouture de café est un des points importants. En effet, si la mouture est trop grossière, l'eau filtre trop rapidement et le breuvage, insuffisamment chargé de principes aromatiques, a une saveur plus ou moins fade.

Au contraire, si la poudre est trop fine, d'une part l'eau entraîne des particules qui se déposent au fond de la tasse d'autre part, l'opération est trop lente et s'effectue avec de l'eau refroidie, le café est boueux et aigre.

C'est entre ces extrêmes que se situe la gamme de degré de finesse de la mouture convenant le mieux à chaque type d'appareil.

b) La qualité de l'eau

La qualité d'eau utilisée pour préparer le café est un facteur important à considérer. En effet, la présence de certains sels ou de substances chimiques (chlore) est propre à dénaturer l'arôme. Les eaux très chargées en calcaires (eaux dures) donnent au café une saveur amère. En bref, l'eau doit être pure, exempte de sels minéraux, d'impuretés et de produits chimiques.

c) La température de sub-ébullition

Le liquide doit être mis en contact avec la mouture à la température sub-ébullition, soit 87 à 90°C. Une température inférieure, son action est insuffisante et une partie des principes sapides n'est pas extraite de la poudre.

d) La quantité de café utilisé

La quantité de café mis en œuvre ne doit pas être inférieure à 5 g par décilitre de boisson.

I.3.3. VERTUS DU CAFE

I.3.3.1. EFFET STIMULANT

Connue pour être un excitant, la caféine intervient sur le système nerveux au niveau des récepteurs de l'adénosine. Ce neurotransmetteur agit comme un "signal de fatigue" : elle s'accumule dans le cerveau au fur et à mesure que l'on est réveillé. Plus on reste éveillé longtemps, et plus il y a d'adénosine qui s'accumule, donc plus on aura besoin de dormir. Or la caféine empêche les molécules d'adénosine de se fixer sur les récepteurs, et joue donc un rôle excitateur.

La caféine permet également de synchroniser les rythmes veille / sommeil. Des expériences ont montré que des sujets buvant du café "récupéraient" d'un décalage horaire quatre jours plus vite que les autres.

I.3.3.2. EFFET SUR LA TENSION ET LA RESPIRATION

La caféine agit sur la contraction des muscles : alors que les vaisseaux sanguins ont tendance à se contracter, entraînant une hypertension artérielle, les muscles des poumons se dilatent. Le café favorise donc la respiration. Cette dernière propriété de la caféine, en plus de l'effet stimulant, confère à la caféine une classification de "dopant" chez les sportifs. On a ainsi mesuré qu'une dose modérée de café fait gagner 55 à 84 secondes sur une course de 40 km à vélo, contre seulement 30 secondes de gain pour un séjour en altitude !

I.3.3.3. EFFET DIGESTIF

La caféine stimule les sécrétions acides de l'estomac, ce qui peut provoquer des irritations gastriques. Ceux qui souffrent d'un ulcère à l'estomac devront bien entendu s'en abstenir ! Par contre, le café active les contractions de l'intestin et de la vésicule biliaire ; c'est donc un digestif très appréciable (c'est aussi pourquoi il est le plus souvent consommé à la fin du repas).

II. TECHNOLOGIE DU THE

II.1. HISTOIRE DU THE

Le thé serait la boisson préparée la plus ancienne connue au monde. Le nom provient des dénominations locales chinoises : Ch'a dans le Canton et T'e dans le Tonkin. Ces noms se retrouvent plus ou moins modifiés dans toutes les langues. L'origine du thé se perd dans la nuit des temps mais il y a de nombreuses légendes à son propos. La plus connue est celle de Shen Nung, l'empereur chinois qui régna vers 3000 avant Jésus Christ. Cet empereur mythique a développé la botanique et la médecine. Il préconisa l'emploi d'eau chaude comme boisson. Un jour il donna l'ordre à ses ouvriers de faire bouillir de l'eau. Des feuilles de thé y tombèrent accidentellement. La boisson ainsi obtenue plut énormément et c'est ainsi que là le thé est né. La boisson resta typiquement chinoise jusqu'à l'an 800 av. J.C. lorsqu'il fut introduit au Japon; là la boisson fut réservée aux plus hauts dignitaires. La cérémonie du thé s'y est développée en un véritable art. En Occident, le thé a été introduit par les commerçants hollandais vers 1610. Il resta longtemps un produit de luxe réservé aux classes privilégiées. De plus, il était fortement taxé. Ceci a entraîné une vive opposition dans les colonies britanniques en Amérique. C'est ainsi que durant la fameuse Boston Tea Party, des colons ont jeté par-dessus bord des cargaisons entières de thé. C'était le début de la guerre d'indépendance en Amérique. Vers 1850, les Britanniques ont créé des plantations de thé en Inde, ce qui eut comme conséquence une plus grande popularité du thé et une baisse de son prix.

II.2. THEIER

Le théier (*Camellia sinensis*) est un arbuste ou un arbre aux feuilles brillantes, pointues et persistantes. Il peut atteindre 17 m de haut et se plaît dans un climat chaud et humide avec au moins 600 mm de précipitations par an. Dans les climats plus frais, la croissance est plus lente. Les petites fleurs blanches dirigées vers le bas montrent clairement la parenté avec les camélias de nos jardins (*Camellia japonica*). Le genre compte environ 200 espèces. Leurs fleurs ont toutes une structure similaire. Après la pollinisation et la fécondation, des fruits globuleux se développent.

II.3. CULTURE ET RECOLTE DU THE

Le thé est préparé avec les feuilles du théier. Un thé de qualité est obtenu à partir du bourgeon terminal et des deux jeunes feuilles sous-jacentes. Les plantations de thé sont établies entre 1000 et 2000 mètres d'altitude. Dans les régions plus basses, la croissance est si rapide que la récolte peut s'effectuer chaque semaine durant toute l'année. Les arbustes sont taillés horizontalement à une hauteur de 80 cm ce qui facilite la cueillette. La taille a pour effet de provoquer la ramification et d'augmenter le nombre de bourgeons et de jeunes feuilles. Les caractéristiques du thé dépendent de facteurs tels que l'altitude, la composition du sol, le climat, la variété. En cultivant le thé en divers endroits, l'on obtient des crus aux caractéristiques spécifiques, tout comme pour le vin. Les plus grands

producteurs sont la Chine, l'Inde et le Japon. Le Kenya produit un thé noir fortement parfumé et dans le Caucase on cultive un thé noir très sucré.

II.4. FABRICATION DU THE NOIR

La chaîne de fabrication du thé comprend six étapes: la cueillette, le flétrissage, le roulage, la fermentation, le séchage et le triage. 24 heures sont nécessaires pour la production de thé prêt à la consommation.

II.4.1. La cueillette

La cueillette est le plus souvent effectuée à la main mais peut aussi être faite mécaniquement. Seuls les bourgeons sont cueillis avec les deux ou trois premières feuilles – «Two leaves and the bud». Dans les régions aux conditions climatiques optimales, la cueillette peut être effectuée en moyenne tous les 10 à 15 jours tout au long de l'année. Il faut 4 kg de feuilles fraîches pour 1 kg de thé prêt à la consommation.

II.4.2. Le flétrissage

La feuille de thé étant constituée selon les variétés de 70 à 80 % d'eau, le flétrissage a pour but de la déshydrater : en perdant 50 à 60 % de son humidité au cours de cette première opération, la feuille fraîche va gagner en souplesse, ce qui permettra, par la suite, de la manipuler sans la déchirer. Traditionnellement, le flétrissage avait lieu à l'air libre, au soleil ; aujourd'hui, il est majoritairement réalisé dans une salle de la manufacture où il est possible de contrôler la température, l'humidité et la ventilation ambiantes.

La récolte est épanchée en couche mince et régulière sur des claies (en toile, bambou ou treillis métalliques) ou encore sur des cuves à fond perforé ou grillagé, à l'intérieur desquelles circule un léger courant d'air pour corriger une humidité ambiante trop élevée. La salle de flétrissage est toujours bien ventilée et maintenue à une température comprise entre 20 et 24 °C.

Cette opération dure en moyenne 18 à 20 heures mais, selon les régions et les conditions climatiques, elle peut se poursuivre durant une trentaine d'heures. Au cours de cette étape, un certain nombre de réactions biochimiques se produisent dans la feuille : le taux de caféine et la quantité d'acides aminés augmentent, tandis que la teneur en carotène diminue.

Certaines de ces réactions sont à l'origine de composés aromatiques et le flétrissage est une étape très odorante. Il règne dans les salles où a lieu le flétrissage une odeur de fleur très typique, qui évoque à la fois le jasmin et la rose, et qui est due à l'apparition de molécules appartenant à la famille des aldéhydes et des alcools. Ces molécules, qui se modifieront à leur tour au cours de l'oxydation et donneront naissance à de nouveaux composés odorants, sont, en quelque sorte, des précurseurs d'arômes.

II.4.3. Le roulage

À l'issue du flétrissage, les feuilles ont gagné souplesse et élasticité et l'objectif de l'étape suivante, le roulage, est de rompre leurs cellules pour libérer les enzymes qu'elles renferment et faciliter ainsi les réactions enzymatiques de l'oxydation.

Plus on roule les feuilles, plus le phénomène d'oxydation évolue rapidement. De la durée et de la force du roulage dépend le résultat final dans la tasse : des feuilles légèrement roulées donnent une liqueur légère et peu astringente ; roulées plus énergiquement, elles produisent une liqueur plus corsée.

Le roulage peut être effectué à la main - c'est le cas notamment en Chine pour les plus beaux thés noirs - ou mécaniquement. L'opération dure une trentaine de minutes, mais peut être prolongée et renouvelée après élimination ou séparation des bourgeons qui, trop tendres, risqueraient de se briser. Le premier roulage est toujours léger, le second plus énergique. Le temps total est fonction à la fois de la période de la récolte, de la température des feuilles à l'issue du flétrissage et des conditions climatiques.

Au terme du roulage, les feuilles sont gluantes, enroulées sur elles-mêmes dans le sens de la longueur et parfois agglomérées entre elles : dans ce dernier cas, on les passe dans une machine spéciale équipée d'une sorte de peigne, destinée à désagréger les mottes qui se sont formées dans la rouleuse. C'est le criblage.

II.4.4. La fermentation

C'est l'opération fondamentale dont dépend en très grande partie la qualité du thé. Trois paramètres importants entrent en jeu : l'humidité, la température et la durée.

À l'inverse du flétrissage qui a pour but d'assécher la feuille, l'oxydation consiste à maintenir son taux d'hygrométrie qui favorise le processus oxydatif. Pour cela, les feuilles sont étalées en couches minces (4 à 6 cm) sur des tables, dans une salle bien ventilée mais exempte de courants d'air, à atmosphère très humide (90 à 95 %) et dont la température ambiante est constante et comprise entre 20 et 22 °C : en deçà de 20 °C, le processus d'oxydation est ralenti, voire interrompu ; au-delà, il risque de "brûler" la feuille. La durée du processus d'oxydation peut varier de 1 à 3 heures selon la quantité des feuilles, la saison, la région et selon la couleur désirée.

La polymérisation des catéchines en théarubigines et théaflavines s'accompagne de l'apparition de nouveaux composés aromatiques et notamment des molécules responsables des notes boisées, fruitées (fruit mûr et fruit cuit), épicées et vanillées.

Le processus d'oxydation est surveillé de près par des experts. Un premier pic odorant (ou "premier nez") apparaît après une quinzaine de minutes. Puis, l'intensité olfactive décroît et le processus d'oxydation se poursuit, jusqu'à apparition d'un second pic odorant. C'est à ce moment-là qu'il convient d'arrêter l'oxydation. Au cours du processus, la teinte des

feuilles évolue vers le rouge, le brun, et c'est également en observant leur couleur que l'expert sait déterminer le moment exact où il faut interrompre l'activité enzymatique.

II.4.5. Le séchage

Une fois atteint le degré d'oxydation souhaité, il faut immédiatement exposer les feuilles à une température élevée qui interrompra le processus en détruisant l'enzyme, sensible à la chaleur, qui en est responsable, et qui réduira l'humidité contenue dans les feuilles. Cette dessiccation, appelée torrification, a lieu dans des machines qui exposent les feuilles à une température moyenne de 90 °C, pendant 15 à 20 minutes. Notons cependant que température et durée sont susceptibles de varier en fonction d'un certain nombre de facteurs. La torrification est en effet une étape qui demande une parfaite maîtrise : une dessiccation trop faible, qui laisse trop d'humidité dans les feuilles, entraîne un risque de moisissure ; trop forte (en raison d'une température trop élevée ou d'une durée trop longue), elle fera perdre au thé ses arômes - un thé déshydraté à 100 % ne peut plus infuser, car beaucoup des substances contenues dans les feuilles sont rendues insolubles. Au terme de l'opération, les feuilles doivent encore renfermer 5 à 6 % d'eau.

La torrification joue également un rôle dans la personnalité du thé qui sera obtenu : en exposant les feuilles à une température élevée, on amplifie l'interaction des sucres et des acides aminés présents dans la feuille, qui conduit à la formation de certains composés aromatiques, et on favorise l'association des polyphénols avec les protéines, qui diminue l'astringence de la liqueur. Sitôt sorti du séchoir, le thé est refroidi rapidement, car il doit être entièrement froid avant d'entamer la phase suivante ; sinon, la feuille est friable.

II.4.6. Le triage

Les feuilles séchées sont ensuite passées sur des tamis vibrants de différentes mailles et triées par taille (entières ou brisées) en fonction des standards habituels dans le commerce. Le critère de distinction essentiel n'est pas la qualité mais uniquement la taille (le grade) et l'apparence du thé. Il est classé en quatre catégories: les "Pekoë" et "orange Pekoë (Les feuilles entières), le Broken (les plus grandes feuilles brisées), le Fanning (fragments plus petits que le Broken, particulièrement adaptés pour le thé en sachets) et le Dust (feuilles broyées sous forme de poussière).

II.5. FABRICATION DU THE VERT

Pour ce type de thé, les feuilles passent par 4 opérations : Le séchage primaire, la torrification, le roulage et la dessiccation. Les feuilles sont simplement laissées à l'air libre, étalées sur des claies, pour quelques heures avant le flétrissage. Ce processus fait perdre aux feuilles par évaporation 25 à 50% de leur poids et neutralise les enzymes responsables de la fermentation, empêchant ainsi la décomposition de la feuille. En passant dans la vapeur tout en étant brassées, pendant 30 secondes à 5 minutes, les feuilles deviennent

aussi plus malléables pour le roulage. Les feuilles sont roulées ou pliées à la main pour leur donner une forme idoine. Les feuilles sont aérées sur des séchoirs à claies pendant quelques minutes puis laissées au repos une demi-heure autant de fois que nécessaire, jusqu'à ce qu'elles ne contiennent plus que 5 à 6% d'eau.

II.6. Vertus du thé

II.6.1. Thé comme une arme anti cancer

Les scientifiques du monde entier se sont bien sûr demandé si ce pouvoir antioxydant du thé permettait de protéger contre l'une des maladies les plus importantes : le cancer. Et les résultats penchent en faveur de cette boisson. Ainsi plusieurs travaux ont souligné les effets anti-tumoraux des polyphénols du thé, aussi bien in vitro que chez l'animal¹. Chez l'homme, plusieurs études ont montré un effet protecteur contre le cancer (plus souvent lié au thé noir apparemment). Ainsi, cette plante diminuerait le risque de cancer du sein² chez les femmes. Mais les hommes ne sont pas en reste : le thé pourrait protéger contre le cancer de la prostate³. Certains travaux⁴ soulignent également que la consommation de thé procure une petite défense contre les rayons UV, aidant ainsi la peau à lutter contre les méfaits du soleil. Mais il faut reconnaître qu'en matière de prévention du cancer, le thé reste controversé : plusieurs études^{5,6} n'ont pas obtenu de résultats positifs, certaines montrant même une augmentation du risque liée.

II.6.2. Thé bon pour le cœur

Dans la prévention des maladies cardiovasculaires, le thé a fait ses preuves. Ainsi, il permet de limiter la formation de plaques d'athérome, responsables de l'obstruction des artères. Le mécanisme serait lié aux antioxydants de cette plante qui empêcheraient l'oxydation du mauvais cholestérol diminuant ainsi la formation des plaques dangereuses. Mais les polyphénols du thé auraient aussi un effet antithrombotique (contre la formation de caillots qui peuvent obstruer une artère). De manière générale, la consommation de trois tasses de thé par jour réduirait de 11 % les accidents cardiaques. Mais attention à ne pas dépasser la dose : en excès le thé pourrait diminuer l'absorption du fer au niveau intestinal : gare à l'anémie, surtout chez les femmes enceintes !

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Farah, A. (2023). *Coffee: Production, Quality and Chemistry*. Elsevier Academic Press.
2. Clarke, R. J., & Vitzthum, O. G. (2022). *Coffee: Recent Developments*. Springer-Verlag.
3. International Coffee Organization (ICO). (2024). *Coffee Market and Quality Report 2024*. Londres.
4. ISO 10470:2021. *Coffee and Coffee Products — Determination of Defects and Classification*.
5. Chen, X., Wang, Q., & Li, J. (2023). Influence of fermentation conditions on coffee aroma and quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 47(5), e16829.
6. Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2022). *Food Chemistry* (5^e éd.). Springer Nature.
7. Viani, R., & De Castro, R. D. (2020). *Advances in Coffee Science*. CRC Press.
8. FAO – Food and Agriculture Organization. (2023). *Processing and Quality Assurance in Coffee and Tea Industries*. FAO Technical Paper, Rome.
9. Farah, A. (2023). *Coffee: Production, Quality and Chemistry*. Elsevier Academic Press.
10. Clarke, R. J., & Vitzthum, O. G. (2022). *Coffee: Recent Developments*. Springer-Verlag.
11. Chen, X., Wang, Q., & Li, J. (2023). Influence of fermentation conditions on coffee aroma and quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, 47(5), e16829.
12. Hilal, Y., & Engelhardt, U. (2021). *Tea: Chemistry and Health Effects*. Royal Society of Chemistry.
13. Rahman, M. M., & Nguyen, T. H. (2024). Technological innovations in tea processing and quality control. *Food Research International*, 175, 113458
14. FAO – Food and Agriculture Organization. (2023). *Processing and Quality Assurance in Coffee and Tea Industries*. FAO Technical Paper, Rome.
15. Hilal, Y., & Engelhardt, U. (2021). *Tea: Chemistry and Health Effects*. Royal Society of Chemistry.
16. Viani, R., & De Castro, R. D. (2020). *Advances in Coffee Science*. CRC Press.
17. Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2022). *Food Chemistry* (5^e éd.). Springer Nature.