



International Coffee Organization
Organización Internacional del Café
Organização Internacional do Café
Organisation Internationale du Café

ED 1988/06

13 avril 2006
Original : anglais

F

Directives pour la prévention du développement de moisissures dans le café

1. Le Directeur exécutif présente ses compliments et joint à la présente une nouvelle publication intitulée “Directives pour la prévention du développement de moisissures dans le café”. Ce document a pour objectif de fournir aux autorités du café des moyens techniques qui leur permettront d’élaborer des directives ou des codes de pratiques nationaux sur la réduction de la contamination du café par l’ochratoxine A (OTA).
2. Ces directives ont été élaborées dans le cadre du projet OIC/FAO/FCPB intitulé “Amélioration de la qualité du café par la prévention de la formation de moisissures” et seront intégrées dans un outil de formation en cours de finalisation par la FAO (Agence d’exécution de projet) qui sera distribué aux Membres sous forme de cédérom.



Directives pour la prévention du développement de moisissures dans le café

FINAL

Table des matières

1	PRÉFACE	3
2	INTRODUCTION.....	4
3	DÉFINITIONS.....	7
4	RECOMMANDATIONS	9
4.1	Avant la récolte.....	9
4.2	Récolte	10
4.3	Traitement après récolte	12
4.3.1	Traitement par voie humide.....	13
4.3.2	Traitement par voie sèche.....	16
4.4	Séchage du café	18
4.5	Manutention du café cerise et du café en parche et commerce local	22
4.6	Transport international	26

1 PRÉFACE

Pour un produit comme le café où il est important de préserver la diversité des saveurs et où la qualité des propriétés sensorielles crée de la valeur, tout code de pratique doit respecter la diversité des méthodes de production traditionnelles. Il faut certes proscrire les pratiques que l'on sait nuisibles à la santé publique; à cette exception près, il est toutefois en général possible de trouver des solutions viables et sûres. Leur mise en œuvre se heurte cependant à certaines contraintes bien connues: les moyens financiers limités des petits cultivateurs, l'éloignement des structures de soutien et de commercialisation, le manque d'incitation financière en vue de promouvoir le changement et l'inertie d'habitudes prises de longue date, par exemple.

Les présentes directives se basent sur des études scientifiques précisées dans les documents de référence. Leur but n'est pas de codifier les pratiques de manière rigoureuse car cela serait inutile, compte tenu de leur diversité et de leur capacité à obtenir des produits variés et de haute qualité. Ces directives s'adressent avant tout aux autorités nationales concernées, et non directement à l'ensemble des acteurs de la 'filière du café', afin de les aider à élaborer des directives ou des codes de pratique adaptés à leur secteur.

Leur premier objectif est de définir les facteurs susceptibles de contribuer à la formation d'ochratoxine A (OTA) à chaque étape de la production dans l'ensemble de la filière du café, d'expliquer leur émergence dans diverses situations et de proposer des moyens de contrôle. Les recommandations, comme les contre-indications de mauvaises pratiques, doivent être assez précises pour que les autorités ou les acteurs concernés puissent trouver les solutions adaptées à leurs besoins.

Par ailleurs, il ne suffit pas de donner des conseils pratiques et appropriés, et d'avoir la ferme intention de les faire appliquer. Il faut également réfléchir à la manière dont ils seront mis en œuvre et respectés dans le contexte de l'activité intense quotidienne qui caractérisent les systèmes agricoles à l'époque de la récolte. Pour que ces conseils soient suivis, il est indispensable de comprendre comment structurer et gérer une opération. Le second objectif de ces directives consiste donc à fournir des recommandations pour établir un système de qualité et de sécurité sanitaire qui assurera la mise en pratique efficace des conseils donnés.

Les programmes nationaux visant à limiter la teneur d'OTA dans le café seront fondés sur les présentes directives ainsi que sur les directives ou les codes de pratique nationaux qui en seront dérivés. Afin de soutenir la mise en œuvre des directives nationales, les institutions concernées devront élaborer des programmes de formation. Les responsables politiques devront s'assurer que les politiques de réglementation et autres politiques permettent aux diverses parties prenantes d'appliquer les méthodes préconisées.

2 INTRODUCTION

L'ochratoxine A est un produit chimique lié au développement de champignons spécifiques. Elle apparaît lorsque certains champignons producteurs sont présents à un moment ou dans des conditions propices à la croissance et la biosynthèse de ce produit chimique, et cela pendant une période suffisamment longue pour en permettre l'accumulation. Le café, lorsqu'il est contaminé par des champignons, prend souvent une odeur ou un goût particulier. Toutefois, les espèces spécifiques de champignons générant ce goût indésirable ne sont pas les mêmes que celles associées à la production d'OTA, et les causes de formation d'OTA restent donc en grande partie invisibles.

Le café présente certains avantages par rapport aux cultures vivrières. La plus importante est sans doute sa faible vulnérabilité aux ravageurs lors du stockage. Les oiseaux et les rongeurs ne se nourrissent pas de fèves de café et le charançon *Araecerus fasciculatus* est pratiquement le seul insecte à s'attaquer directement au produit sec (Hill and Waller, 1988). En fait, la majeure partie du carbone se présente dans les fèves de café sous des formes assez réfrangibles (polymannane, cellulose et pectine, par exemple), ce qui, associé au fort contenu phénolique du café, le protège probablement des contaminations fongiques diverses et fréquentes. Il est également important de noter que le café est surtout utilisé à des fins de consommation humaine, sous forme de boisson ou de substance aromatique dans d'autres produits transformés, et qu'il est peu destiné à d'autres usages.

Le café est toutefois sensible aux champignons et aux bactéries. Grâce à la torréfaction - méthode de traitement du café vert par la chaleur avant qu'il ne soit consommé et dont l'usage est répandue dans presque tous les pays -, il existe peu de risque que les consommateurs soient victimes d'une infection bactérienne. Il est en outre peu probable que les enterotoxines poly-peptides produites par certaines bactéries soient suffisamment thermostables pour subsister dans le café torréfié. On sait cependant que les toxines produites par les champignons peuvent survivre à la torréfaction et présenter un risque. Le café vert et le café torréfié peuvent contenir de l'OTA, et dans une moindre mesure de l'aflatoxine, qui sont toutes deux produites par des variétés du champignon *Aspergillus* dans le café (M. Nakajima *et coll.*, 1997; C. P. Levi, 1980; I. Studer-Rohr *et coll.*, 1995; H. Tsubouchi *et coll.*, 1984).

Les méthodes utilisées pour maîtriser le développement de certains champignons préservent en général aussi la qualité du café, que ce soit sur le plan des propriétés gustatives que sur celui de la sécurité sanitaire. Les deux méthodes spécifiques consistent: 1) à gérer la quantité d'eau disponible dès le début du séchage; 2) à stimuler le développement de micro-organismes compétitifs et à favoriser des conditions de développement contrôlé non préjudiciables à la qualité, avant cette étape.

Les deux variétés de café les plus commercialisées sont l'arabica (*Coffea arabica*) et le robusta (*Coffea canephora*). L'arabica pousse en haute altitude entre 600 et 1600 mètres, et dans les climats tropicaux humides. Le robusta, bien que s'accommodant de terrains de plaine, se cultive également sur de hautes terres, sous climat tropical humide. Le robusta est plus vigoureux que l'arabica et résiste mieux aux maladies.

Bien que le nombre de chromosomes de ces deux variétés soit différent, des variétés hybrides ont été obtenues et l'on sait qu'un croisement spontané s'est produit. Les hybridations visent surtout à améliorer la résistance de l'arabica aux maladies et la majeure partie de l'arabica commercialisé, à l'exception de celui originaire d'Éthiopie, sont de ce type. Toutefois, deux hybridations interspécifiques, l'arabusta' et le 'congusta' (ce dernier résultant du croisement d'un robusta et d'un *Coffea congensis*), sont cultivées et commercialisées en petite quantité.

Compte tenu de sa vigueur, les coûts de production d'un robusta sont inférieurs à ceux d'un arabica, mais le robusta se vend à un prix nettement plus bas. Le robusta est en majorité consacré à la production de café soluble. Il existe toutefois quelques débouchés commerciaux sur les marchés de spécialité du café, notamment pour le robusta préparé par voie humide.

Seuls les grains de café sont commercialisés. Les fruits du caféier, appelés 'cerises', se composent de deux noyaux contenant chacun un grain. Le fruit se développe en grappe resserrée (dans le cas du robusta) ou lâche (dans celui de l'arabica) aux nœuds des branches latérales. L'arabica et le robusta poussent sur de grands arbustes et de nombreuses variétés commerciales ont été sélectionnées en raison de leur petite taille afin de simplifier la récolte qui se fait essentiellement à la main.

Le café est traité sur les exploitations pour stabiliser les grains en les séchant de manière à éviter toute détérioration microbienne. L'une des méthodes consiste à libérer le grain des tissus qui l'entourent. Une fois séché, le café est stocké et transporté. Il subira également diverses opérations: triage (classement), calibrage, polissage, nettoyage et mise en sac. Le prix du café dépend de ses caractéristiques organoleptiques qu'il est donc indispensable de préserver au cours des opérations de traitement.

Il existe deux principales méthodes de traitement du café: la préparation par voie humide et la préparation par voie sèche ou naturelle. Le traitement par voie humide permet d'obtenir du 'café en parche', c'est à dire des grains de café enveloppés dans un tégument très fin (endocarpe). Le traitement par voie sèche consiste à sécher les cerises entières. Le café en parche se vend plus cher sur le marché, mais les coûts de production sont plus élevés et les qualités gustatives sont différentes de celles du café nature. On utilise en général la voie sèche pour le robusta et la voie humide, pour l'arabica, mais il existe d'importantes exceptions régionales. De petites quantités de robusta lavé sont produites pour les marchés de spécialité et l'arabica est l'un des principaux ingrédients des mélanges de type expresso.

Le traitement par voie humide exige du matériel spécifique pour séparer le grain de la peau, de la 'pulpe' et d'une partie du 'mucilage' (mésocarpe) qui l'entoure. Le produit final est la 'parche', enveloppée de mucilage. Le mucilage est en général éliminé par fermentation (les grains sont ensuite lavés) ou par machine. Une fois le mucilage complètement retiré, la parche est mise à sécher au soleil sur des tables ou des terrasses en brique ou en ciment. Il existe de nombreuses variations et innovations technologiques à cette procédure de base, mais elles en seront pas abordées dans le cadre du présent document.

Dans le traitement par voie sèche ou naturelle, le fruit est directement mis à sécher au soleil. Bien que cette étape ne soit pas obligatoire, les cerises mûres sont généralement d'abord triées par flottaison avant d'être étalées (sur le sol, sur des tables ou sur des terrasses en ciment ou en brique, sur des nattes en bambou ou sur des bâches). Une fois

le fruit sec, les grains sont séparés de leur enveloppe charnue, puis décortiqués afin d'obtenir du café vert. Cette opération se déroule d'habitude sur l'exploitation, mais peut être confiée à l'extérieur.

Bien que le séchage solaire soit l'une des méthodes les plus répandues, certaines régions utilisent des séchoirs mécaniques, en particulier dans les secteurs les plus capitalisés. Toutefois même dans ce cas, le séchage au soleil reste de mise car les séchoirs mécaniques sont conçus pour le café dont le taux d'humidité initial de 60% ou plus a été ramené à 35-40%.

La présence d'OTA dans le café a été signalée dans les années 70, mais ce n'est que dans les années 90 - époque où l'on s'est intéressé aux mycotoxines dans les produits alimentaires - qu'il a été décidé d'en limiter la teneur afin de protéger la santé publique. Certains travaux ont montré que le mode de cancérogénicité de l'OTA, comme celui de l'aflatoxine, est génotoxique, mais rien n'est encore établi avec certitude. Si cela est vrai, toute exposition à l'OTA augmenterait le risque de cancer du rein. Il est recommandé de réduire la présence des agents génotoxiques au 'plus faible niveau possible'.

L'OTA est un métabolite thermostable produit par certains isolats de deux espèces de champignons, l'*Aspergillus* et le *Penicillium*. Deux groupes d'espèces appartenant à la famille des *Aspergillus*, *A. ochraceus* et *A. Niger*, sont reconnus comme producteurs d'OTA dans le café. L'ochratoxine A est produite par un mycelium qui se développe dans certaines conditions d'activité de l'eau, de nutrition et de température que l'on peut contrôler. La majeure partie des échantillons commerciaux ne contiennent pas d'OTA décelable dans les limites actuellement imposées (entre 0,1 et 0,5 µg/kg (= ppb), selon la méthode utilisée). Dans la majorité des échantillons positifs, les limites sont inférieures à 4 ppb et toute teneur supérieure à 20 ppb est considérée comme exceptionnellement élevée.

Les présentes directives traitent principalement de la réduction de la teneur d'OTA dans le café, question primordiale de sécurité sanitaire pour le café vert. Les programmes de sécurité sanitaire de l'industrie alimentaire doivent toutefois aussi prendre en compte les autres risques qui peuvent se présenter aux niveaux de la production, du traitement et de la manutention du café.

3 DÉFINITIONS

Bóia: Cerise de café triée par flottaison et récoltée en une seule opération lorsque les fruits verts laissés sur l'arbre sont arrivés à maturité.

Cerise: Fruit du caféier; fraîche ou sèche.

Conditionnement: Stockage des grains secs dans des bacs ventilés pour parvenir à un taux d'humidité uniforme dans tout le lot du café.

Bac de conditionnement: Grand bac à claire-voie, en général de 1 x 1 x 3m (ou plus), utilisé pour stocker le café. Les bacs les plus modernes sont équipés d'une ventilation mécanique.

Opérations finales: Ces opérations interviennent en général juste avant la vente du café à l'exportation et comprennent, parmi d'autres, un nettoyage, un polissage, un triage et une classification.

Défauts: Nom générique désignant les particules indésirables mais souvent présentes dans les lots de café vert. Il peut s'agir de divers types de grains, ou parties de grain, des tissus du fruit et de matières étrangères. De nombreux termes sont utilisés pour décrire les défauts des grains de café vert et torréfiés. Les pays producteurs n'emploient pas toujours les mêmes termes. Les grains défectueux résultent en général d'un traitement inadéquat, d'attaques d'insectes ou de mauvaises conditions météorologiques préjudiciables à la maturation des cerises. On attribue généralement une valeur pondérale aux défauts afin d'aider à trier et à classer les lots de café, conformément aux divers systèmes nationaux et internationaux.

Traitement par voie sèche: Opération technologique consistant à sécher les cerises pour donner du café en coque qui est ensuite débarrassé mécaniquement du péricarpe séché de manière à obtenir le café vert. Le produit obtenu est appelé 'café cerise', 'café non lavé' ou 'café nature'.

Flottaison: Triage des cerises de café flottant à la surface de l'eau. Cette méthode s'utilise pour les cerises, mûres ou peu mûres, récoltées à la main.

Glanage (ou balayage): Cerises tombées sur le sol, au pied des caféiers, durant la récolte ou en cours de croissance. Le terme 'glanage' est utilisé pour désigner les fruits récoltés de cette manière.

Grain de café vert: Graine séchée du caféier. Produit brut destiné à l'exportation.

Parche: Endocarpe sec du fruit du caféier.

Coque: Ensemble des enveloppes externes (pulpe sèche et pellicule extérieure de la parche) après déparchage.

Mbuni (ou Buni): Cerises récoltées manuellement et séparées car visiblement malades (stigmatomycose) ou attaquées par le scolyte des baies du caféier, ou bien encore non arrivées à maturation (**Note:** 'Bun' ou 'Buni' sont des dénominations communes pour le café en Éthiopie et ne doivent pas être confondues avec 'mbuni').

Séchage mécanique: Méthodes de séchage diverses utilisant la chaleur dégagée par la combustion d'un carburant.

Lavage mécanique: Terme appliqué aux diverses méthodes permettant de détacher le mucilage (mésocarpe) de la parche après le dépulpage, sans phase de fermentation.

Mucilage: Nom commun désignant la couche intermédiaire de tissus située entre la pulpe (épicarpe) et l'endocarpe (parche), et composée essentiellement d'un mucilage de pectine et de pulpe.

Grain nu: Grain dont la parche a été en partie ou entièrement éliminée durant le dépulpage et/ou par lavage.

Traitement naturel: Voir 'Traitement par voie sèche'.

Parche: Nom courant utilisé pour décrire l'endocarpe du fruit du caféier situé entre la partie charnue (pulpe) de la cerise et la pellicule argentée. Il s'agit d'une membrane fine, semblable à du papier, qui recouvre les grains traités par voie humide après dépulpage et fermentation. Retirée ultérieurement durant le déparchage.

Café parche (ou Pergamino): Terme appliqué au café traité par voie humide après dépulpage, séché pour parvenir à un taux d'humidité d'environ 12%, mais avant que le décorticage n'élimine la pellicule dure extérieure (endocarpe/parche).

Traitement: Opérations destinées à traiter les cerises de café de manière à obtenir un produit sec et stable.

Pulpe: Couche extérieure charnue du mésocarpe située directement sous la peau et retirée du grain à l'aide d'une machine durant le dépulpage.

Traitement par voie humide (ou voie humide): Méthode utilisée pour obtenir du pergamino sec/café en parche. Cette méthode consiste à retirer la pulpe à l'aide d'une dépulpeuse sous un filet d'eau, à débarrasser les grains de la mésocarpe qui les enveloppe par fermentation ou par une autre méthode, à les laver à l'eau propre, puis à les sécher pour obtenir du café en parche. Le café est ensuite débarrassé de la parche pour obtenir des grains de café vert.

4 RECOMMANDATIONS

4.1 Avant la récolte

Il existe des pathogènes fongiques importants du café mais les champignons, et plus particulièrement les producteurs d'OTA, ne provoquent généralement pas de maladies végétales. De nombreux pathogènes dégradent les fruits et plusieurs d'entre eux se développent et survivent dans des graines saines et viables. Les micro-organismes constituent une partie naturelle de la plante, tant interne qu'externe, et toute plante saine présente un équilibre entre ces organismes commensaux et la plante. On est pour ainsi dire certain aujourd'hui que les grains peuvent être infectés par des champignons producteurs d'OTA lorsque les cerises sont sur l'arbre et que l'infection soit assez développée au moment de la récolte pour produire de l'OTA. Des études complémentaires doivent être réalisées afin de mieux comprendre les facteurs conduisant à une contamination.

La contamination se fait de deux manières: soit par introduction dans la fleur sans qu'il y ait de signe d'infection; soit par introduction de spores dans le grain par le scolyte des baies du caféier (*Hypothenemus hampei*). Dans ce dernier cas, les signes sont visibles (perforation de la cerise, présence d'un ou de plusieurs tunnels sur le grain). Les fruits plus mûrs et plus secs ainsi que les sous-produits du fruit (coque et pulpe) peuvent contenir une plus grande quantité de spores et de mycelium des espèces productrices d'OTA.

Il est logique que la contamination du grain par le développement de moisissures superficielles sur le fruit puisse se produire. Ce mécanisme de contamination n'a pas été systématiquement évalué sur les plantations, mais les analyses mycologiques n'ont pas constaté de corrélation entre la contamination du fruit et la contamination du grain. Les cerises tombées sur le sol sont plus sensibles aux attaques de moisissures, mais la contamination peut également être due à un temps défavorable, à des animaux qui se nourrissent des fruits du caféier, à des maladies, à un stress ou aux travaux agricoles (désherbage ou pulvérisation, par exemple).

À partir de ces observations, il est possible de recommander des moyens pour réduire la charge en spores des champignons producteurs d'OTA, lutter contre le scolyte des baies du caféier et renforcer la vigueur des caféiers afin de limiter la croissance des champignons sur l'arbre et sur les fruits.

1. Utilisez les végétaux désherbés à la main pour améliorer la texture et la fertilité des sols. Les sous-produits du café peuvent être également utilisés. Pour cela, compostez-les d'abord jusqu'à ce que les matériaux soient friables, ce qui peut prendre de 3 à 6 mois selon la température et l'humidité. Évitez d'utiliser des matières organiques durant ou juste avant la floraison.
2. Lorsque la floraison est proche, évitez d'arroser par aspersion sur frondaison afin de ne pas augmenter le taux de dispersion normale des spores et le risque de contamination des fruits par les producteurs d'OTA.
3. Nettoyez la plantation. Ramassez les cerises tombées sur le sol, en particulier durant la morte saison, et placez des pièges contenant un attractif volatil pour lutter contre le scolyte des baies du caféier, surtout avant et durant la récolte et

pendant les opérations du traitement. Il est indispensable d'encourager la mise en œuvre de programmes de lutte intégrée.

4. Employez des méthodes horticoles pour renforcer la vigueur des caféiers: désherbage, taille, engrais, lutte contre les maladies et les ravageurs, etc. Lors du choix du type de taille, ne négligez pas les conséquences sur la surface foliaire qui doit être importante. L'ombrage et un potentiel photosynthétique élevé améliorent la vigueur des caféiers.
5. Entreposez les résidus du café, les ordures ménagères, les déchets des cultures vivrières ou les aliments pour animaux non compostés à l'écart de la plantation. La mise au rebut de semences ou des produits qui y sont associés peut encourager la prolifération de producteurs d'OTA dont un grand nombre sont issus des semences.

4.2 Récolte

La méthode de récolte est fonction des besoins de la méthode de traitement, de facteurs économiques et de la disponibilité de main d'œuvre. Les quatre méthodes de récolte principales sont les suivantes: 1) la cueillette très sélective et entièrement manuelle (*'finger picking'*) consistant à cueillir une à une les cerises mûres en plusieurs fois; 2) la méthode consistant à ne récolter que les branches portant des cerises mûres, et ceci en plusieurs passages; 3) la méthode consistant à récolter toutes les cerises d'un même arbre en une seule fois; 4) la récolte mécanique qui permet, par vibration, de faire tomber les fruits.

Ces méthodes concernent la récolte principale, mais il existe d'autres opérations de cueillette. On peut ainsi procéder à une récolte rapide (*'fly harvest'*) pour ramasser les fruits prématures. Le sol de la plantation est désherbé et nettoyé afin de faciliter le déploiement de bâches ou la récolte des cerises tombées sur le sol lors de la récolte.

Une fois la récolte principale terminée, les cerises qui n'ont pas été cueillies durant la récolte principale sont en général ramassées ('glanage' ou 'balayage') Certaines sont encore sur l'arbre, mais la plupart sont tombées. Ce type de récolte doit être intégré dans les programmes de lutte intégrée contre le scolyte des baies du caféier car les fruits récoltés de cette manière sont plus sensibles aux attaques par les moisissures et risquent d'être contaminés alors qu'ils sont souvent intégrés dans les lots de café.

Plus les cerises restent longtemps sur le sol, plus le risque de contamination est grand. D'après certaines recherches expérimentales, les champignons se développent lentement dans des *conditions sèches*. Les cerises peuvent alors être tombées depuis deux semaines sans que cela augmente la contamination par producteurs d'OTA. En revanche, dans les climats humides, il vaut mieux les ramasser le jour même. Des mesures doivent être prises pour que ces délais soient respectés si les cerises sont utilisées.

Les cerises ne mûrissent pas toutes en même temps, ce qui pose problème tant aux producteurs qu'aux méthodes de traitement. Les propriétés physiques et la qualité gustative du café varient en fonction du degré de maturation des fruits. La cueillette manuelle permet d'obtenir une récolte plus homogène mais son coût est plus élevé. Le choix du moment de la récolte est très important, en particulier lorsque l'on utilise des méthodes non sélectives.

Il semble que la présence d'OTA augmente dans la récolte sur pied et l'on sait que le risque de contamination par le scolyte des baies du caféier s'accroît tout au long de la récolte. En début de saison, la quantité de cerises immatures qui altèrent le goût du café en tasse, qui ne peuvent être dépulperées ou qui ne peuvent être facilement séparées des cerises mûres par des moyens mécaniques, est très élevée.

La proportion de cerises surmatures augmente au cours de la saison et au-delà d'un certain stade, il n'est plus possible de les dépulper. Le problème des cerises surmatures et des cerises que l'on laisse à sécher sur l'arbre est complexe. Il semble que la méthode consistant à laisser les fruits verts sur l'arbre jusqu'à maturation ne présente pas de risque dans les régions à climat sec mais qu'elle soit plus délicate dans d'autres. Cette méthode est toutefois tenue responsable des défauts que l'on trouve dans le café infusé (goût fermenté ou *rioy*, par exemple).

Les cerises doivent être traitées aussi rapidement que possible. Des méthodes consistant, par exemple, à mettre les cerises récoltées en sac, à les immerger dans de l'eau, à retirer des aires de séchage le café partiellement sec pour le stocker dans des 'bacs de conditionnement' ou à sécher les cerises en couches trop épaisses, sont parfois utilisées pour palier le manque de planification et posent toutes problèmes. Les activités de traitement doivent être soigneusement planifiées et anticipées car elles sont déclenchées en fonction de la fin du séchage, qui, lui-même, est en général fonction des conditions météorologiques. Le rythme de la récolte, l'exécution du traitement et la disponibilité de la main d'œuvre doivent coïncider avec la progression du séchage.

On sait que l'immersion temporaire de cerises fraîches dans de l'eau propre ne présente pas de risque, mais il devient rapidement plus difficile de procéder au dépulpage et au lavage. La mise en sac produit parfois un taux élevé d'OTA et peut altérer la qualité du café. On sait également que le séchage est ralenti lorsque les cerises sont étalées en couches épaisses, ce qui favorise la croissance et le développement de champignons. Des essais montrent que la mise en bacs de conditionnement ne permet qu'un léger séchage supplémentaire et que l'on allonge, de ce fait, la durée pendant laquelle l'altération peut se produire.

Le café à traiter doit être uniforme et il faut donc éviter de faire des mélanges de types différents: café humide et café sec lors du traitement par voie sèche; café pulpable et non pulpable lors du traitement par voie humide; fruits sains avec d'autres catégories dans les deux types de traitement. Le produit de la récolte doit être conforme au traitement prévu et ce critère doit être retenu pour l'évaluer. On sait que les grains de café peuvent contenir de l'OTA dès la récolte mais il est impossible de les détecter.

1. Il est important de ramasser les broussailles, les cerises tombées et les mauvaises herbes hautes au pied des caféiers avant la récolte pour faciliter la cueillette, protéger la main d'œuvre et éviter que les cerises tombées, plus sensibles aux attaques de moisissures, ne contaminent les autres.
2. La cueillette doit commencer dès que la quantité de cerises mûres est suffisante pour assurer qu'elle soit économiquement rentable.
3. Couvrez le sol sous les caféiers dans la mesure du possible afin d'éviter la contamination des cerises fraîches et d'améliorer l'efficacité de la récolte. Des bâches ne peuvent être étalées que sur un terrain plat ou légèrement en pente car les cerises roulent sur des terrains trop pentus.

4. Ne cueillez que les fruits mûrs et sains. Triez les cerises au moment du traitement afin d'éliminer celles qui présentent des défauts ou qui ne conviennent pas à la méthode de traitement choisie.
 - En cas de scolyte des baies du caféier ou de *Phoma*, les cerises doivent être triées à la main pour éliminer les fruits malades, immatures ou surmatures du reste de la récolte. Éliminez également les cerises immatures.
 - Le triage par flottaison permet de séparer facilement les cerises malades, sèches et attaquées par le scolyte. Ces fruits viennent flotter à la surface de l'eau tandis que les fruits mûrs et les grains de café vert tombent au fond des cuves. Il semble qu'une brève agitation des cerises dans l'eau permet de réduire la charge microbienne superficielle mais rien ne prouve que cette précaution diminue réellement le risque de contamination par OTA.
5. Établissez des procédures adaptées pour traiter et éliminer les produits secondaires résultant des activités de triage et de séparation de votre système de production.
6. Les cerises restées sur le sol plus longtemps que les délais préconisés doivent être récoltées et jetées.
7. Prenez toutes les mesures nécessaires pour que le café récolté passe par toute les étapes de traitement sans retard. L'une des responsabilités de gestion les plus importantes est de coordonner les opérations de récolte et les opérations de traitement. En règle générale, mieux vaut laisser les cerises sur l'arbre quelques jours plutôt que de les récolter, puis d'attendre avant de les traiter.

4.3 Traitement après récolte

La maturation et le séchage des cerises sur l'arbre constituent un processus très différent du séchage après récolte. Les cerises du café, à la différence d'autres fruits, n'ont pas de capacité de dormance - une fois cueilli, le fruit change rapidement et vieillit. La période après récolte se caractérise par deux phases distinctes reliées par une phase de transition.

Lors de première phase, ou phase à humidité élevée, qui commence dès la récolte, le produit est dans un état instable et la seule façon d'éviter qu'il ne se détériore consiste à favoriser des micro-organismes concurrents, en limitant l'oxygène et en réduisant la durée de cet état.

Lors de la dernière phase, ou phase à faible humidité, qui commence dans la dernière période de séchage et se poursuit jusqu'à la torréfaction, le produit est stable et le contrôle consiste à éviter la ré-introduction ou la redistribution d'eau dans le café.

Durant la période de transition, entre ces deux phases, la formation de moisissures ne peut être maîtrisée qu'en limitant la durée car le café est assez humide pour que les organismes mésophiles et xérophiles, et non leurs concurrents hydrophiles, se développent. L'aération est une partie indispensable du séchage.

Dans le traitement pas voie humide, la phase à forte humidité peut être prolongée tout en la contrôlant par une étape de fermentation. Il vaut mieux toutefois généralement réduire autant que possible la durée de cette phase.

La période de transition est la moins stable et la plus difficile à prévoir. Certains microbes hydrophiles, que l'on sait inoffensifs, sont remplacés par des microbes mésophiles dont certains peuvent être producteurs d'OTA. Il faut toutefois remarquer qu'un grand nombre de ces organismes inoffensifs peuvent dégrader la qualité du produit. Il n'est pas toujours possible de procéder rapidement au séchage lorsque la récolte se déroule au moment de la saison des pluies ou dans un climat particulièrement humide. Il faut alors prendre des mesures pour optimiser le séchage (voir séchage).

À un certain stade du séchage, les organismes ne peuvent plus se développer car le produit passe à la phase de faible humidité qui signale la fin du traitement.

On entend souvent dire que la qualité générale du café est liée à la méthode de traitement et que ce choix serait donc déterminant pour la valeur du produit final sur le marché. Ces affirmations ne sont en général pas étayées par des comparaisons objectives entre les différentes options; compte tenu de leur forte influence sur les usages, il serait utile de procéder à une analyse systématique. Un marché rationnel a besoin de ce type d'information pour encourager des méthodes ayant un effet positif tant sur la sécurité que sur la qualité générale. Les ressources ou les efforts consacrés à des activités qui ne vont pas dans ce sens devraient être employés à meilleur escient.

Dans le passé, la fermentation et le séchage au soleil étaient considérés comme des garants de qualité, mais avec l'utilisation de plus en plus répandue de laveurs et de sècheurs mécaniques, ce n'est plus aujourd'hui le cas. Bien que cet usage ne soit pas respecté dans tous les pays, certains professionnels recommandent de protéger le café aux heures les plus chaudes en milieu de journée, afin d'éviter un séchage trop rapide.

4.3.1 Traitement par voie humide

Pour que les cerises puissent être traitées par voie humide, il faut normalement qu'elles soient arrivées à maturité en même temps. Grâce aux nouvelles techniques de dépulpage, on peut toutefois inclure des cerises immatures. Le produit principal obtenu par le traitement par voie humide est le café en parche et le produit secondaire est le café cerise.

Le café cerise traité par voie sèche est obtenu à partir des cerises triées (café flottant et *mbuni*) qui ont été retirées de la chaîne de production principale en raison de défauts ou d'incompatibilité avec les techniques de traitement de la parche. Le café cerise a peu de valeur et on le néglige souvent alors qu'il est également destiné à la consommation humaine. Des analyses montrent que ce produit peut avoir une forte teneur d'OTA. Les cerises rejetées contiennent souvent une proportion élevée de défauts dont certains, selon les données résultant d'enquêtes, présentent des risques plus élevés de contamination par l'OTA que les grains sains produits dans le même lot.

L'altération de la parche peut être évitée de deux manières: soit on utilise une fermentation qui réduit l'oxygène et favorise des micro-organismes concurrents inoffensifs tout en fluidifiant le mucilage, ce qui permet de l'éliminer par lavage avant de procéder au séchage; soit on retire le mucilage mécaniquement pour procéder à un séchage immédiat. Une troisième possibilité consiste à utiliser un nouveau procédé au

cours lequel le café en parche est immédiatement séché sans que les grains ne soient complètement débarrassés du mucilage (café *descascado* ou *cereja descascado*).

En dépit des très nombreux échantillons prélevés, rien ne prouve que les restes de mucilage adhérant à la parche favorise le développement de champignons producteurs d'OTA, mais l'on sait qu'ils contribuent à la croissance rapide de bactéries et de levures dont les sous-produits acides sont susceptibles d'endommager le matériel. Il est donc important de mettre en place des programmes de nettoyage pour éliminer toute possibilité de contamination supplémentaire et pour protéger le matériel. De même, l'eau recyclée de dépulpage ne présente pas de risque et peut servir à un nouveau dépulpage. Le plus grand réservoir de producteurs d'OTA dans le traitement par voie humide est la cerise même du café, y compris la fève.

On a longtemps considéré qu'il était très préjudiciable pour la qualité générale d'inclure des peaux, des cerises immatures écrasées et non dépulpées et des cerises de calibre inférieur dans les opérations de fermentation et de séchage de la parche. En grandes quantités, ces matières peuvent créer un risque d'OTA, mais il y a pas assez de preuves pour affirmer qu'elles ont un effet important sur l'accumulation d'OTA lorsque les fréquences d'observation sont compatibles avec une qualité générale acceptable.

Compte tenu de la rapidité avec laquelle la moisissure se développe sur des fèves nues ou meurtries, la parche humide offre une protection physique. Bien que cette moisissure n'aboutit pas forcément à la formation d'OTA, il est certain que c'est un point à surveiller. Les laveurs mécaniques et les dépulpeurs rudimentaires tendent à produire un plus grand nombre de fèves nues ou meurtries et il faut donc être particulièrement attentifs lors de l'utilisation de ces machines.

1. Il est important de prendre soin du matériel, aussi rudimentaire soit-il. Toute panne ou mauvais fonctionnement peut retarder le traitement et compromettre la qualité et la salubrité du café. Outre le nettoyage et l'entretien du matériel, procédez aux opérations suivantes à l'époque de la récolte.
 - Lors de la démobilisation, en fin d'opération, tout le matériel de traitement doit être soigneusement nettoyé et lubrifié selon les besoins, et protégé de l'eau, de la poussière et des débris durant la période morte. C'est aussi le moment de commander des pièces de rechange ou de faire les réparations nécessaires. Vérifiez les pièces des machines à dépulper afin qu'elles ne soient pas usées par l'abrasion.
 - Lors de la remise en service, nettoyez, réassemblez, lubrifiez tout le matériel de traitement et vérifiez l'installation, les raccords, les alimentations en eau et en électricité. Testez l'intégrité opérationnelle suffisamment longtemps avant l'utilisation pour faire des réparations en cas de besoin.
 - Définissez des critères d'acceptabilité pour chacun des principaux éléments du processus et attribuez des rôles bien précis au personnel afin de garantir l'application de ces critères. Le dépulpage est une activité centrale du traitement par voie humide et vous devez prendre toutes les mesures nécessaires pour qu'il soit correctement effectué. Il sera peut-être nécessaire de former des ouvriers. Vous trouverez ci-après une liste de contrôles à effectuer:

- Qualité des cerises récoltées: Quelle est la quantité acceptable de cerises immatures et surmatures/laissées à sécher sur l'arbre (en cas de non utilisation d'un siphon) pour votre opération? Comment estimer le taux de cerises immatures et surmatures? Qui sera chargé de cette fonction et quelle sera la fréquence de contrôle? Définissez les mesures correctives en cas de non respect des normes.
 - Qualité de pulpage I: Quelle quantité de cerises non dépulées et, d'autre part, de fèves abîmées au cours du dépulpage, acceptez-vous dans votre opération? Comment les contrôler et quelle est la fréquence des contrôles? Quelles sont les mesures correctives qui se justifient par les conséquences du traitement de ces éléments indésirables? Des mesures permettant d'augmenter l'uniformité de la taille des cerises récoltées pourraient-elles s'avérer rentables? Définissez les mesures à prendre en cas de non conformité aux normes.
 - Qualité de dépulpage II: L'exocarpe et le mésocarpe sont-ils bien séparés? Comment contrôler et quelle est la fréquence des contrôles? Comment expliquer une mauvaise séparation - insuffisance de l'approvisionnement en eau, écoulement bouché, abrasion des disques de la dépulpeuse? Définissez les mesures à prendre en cas de non conformité aux normes.
 - Une fois ces points définis, certaines mesures peuvent s'avérer inefficaces, trop rigoureuses ou trop permissives. Pour améliorer l'efficacité de l'opération, vous pourriez enregistrer les estimations de coûts du contrôle et des mesures relatives à la qualité et la sécurité sanitaire du produit.
2. Rien ne prouve qu'une eau de mauvaise qualité soit favorable à la production d'OTA. Toutefois, puisque le café est un aliment, il vaut mieux utiliser de l'eau propre pour les opérations de traitement. Si cela est possible, servez-vous d'eau de source ou d'eau de forage. Il a été montré que l'eau turbide détériore la qualité sensorielle du café lors du traitement par voie humide.
 3. La durée de la fermentation, destinée à fluidifier le mucilage avant le lavage, doit être aussi brève que possible. Déterminez comment et quand effectuer et évaluer la fermentation. La fermentation peut contribuer à améliorer la qualité du café, mais son premier objectif est d'éliminer le mucilage. Le taux de fermentation peut changer en fonction de la variation de la spéciation et du taux de l'inoculum (dans la cerise à venir) ainsi que de la température ambiante.
 4. Surveillez les mouches à fruit et prenez des mesures pour les éliminer si elles deviennent trop nombreuses. Ces mouches sont généralement porteuses de micro-organismes présents dans les aliments dont elles se nourrissent, mais de fortes infestations peuvent déséquilibrer les fermentations.
 5. Établissez un programme parallèle pour traiter le café cerise secondaire par voie sèche et n'en autorisez pas un contrôle 'par défaut'. Prévoyez des locaux séparés pour sécher le café cerise et appliquez de bonnes pratiques de séchage (voir ci-après).

6. Définissez des critères pour juger de l'efficacité du lavage et une procédure de mise en œuvre des mesures de contrôle et de vérification de l'utilisation rationnelle de l'eau, sans gaspillage.
- Quantité de produits secondaires hors café après lavage.
 - Quantité de fèves brisées, meurtries et nues après lavage.

Le séchage et la gestion des aires de séchage sont abordés ci-après.

4.3.2 Traitement par voie sèche

Dans le traitement par voie sèche, les cerises entières sont séchées. Elles peuvent être d'abord séparées/sélectionnées, mais ce n'est pas obligatoire. Selon les pays, les cerises récoltées sont mises en sac, en tas ou en couches épaisses sans être touchées avant d'être ratisées pour sécher. Elles peuvent être cassées à l'aide d'une machine puis mises à sécher sans séparer la peau et la parche.

Il faut noter toutefois que pour obtenir de bons résultats, le traitement par voie sèche, bien que simple, exige l'application de bonnes méthodes et une gestion aussi rigoureuse que celle utilisée dans le traitement plus complexe par voie humide.

Par kilo de café vert, presque deux fois plus d'eau est éliminée par voie sèche que par voie humide. Dans le traitement par voie sèche, les cerises entières protègent mieux la fève. On peut également ouvrir les cerises, ce qui est un compromis 'à faible technicité' permettant de réduire le temps de séchage sans trop accroître les coûts de transformation, qui sont élevés dans le traitement par voie humide. Cette opération doit être réalisée soigneusement afin de ne pas abîmer les fèves, ce qui risquerait d'augmenter la possibilité de formation de moisissure, donc de production d'OTA, et entraîner une perte de qualité.

Par rapport à la méthode habituelle dans laquelle les cerises mûres sont acheminées jusqu'au lieu de traitement, une variante très importante consiste à laisser la plupart des fruits sécher sur l'arbre. Les résultats montrent que cette méthode donne un produit sain et de qualité dans les régions où la saison de la récolte est normalement sèche. Son efficacité réside dans la réduction du coût de la récolte qui se fait par égrappage, en un seul passage. Cette méthode permet également que de ne récolter qu'une petite quantité de cerises immatures.

Des études de terrain montrent que le café est en général stocké en sacs ou en tas pendant 3 à 7 jours, notamment sur les petites exploitations. Dans ces conditions, de fortes températures sont atteintes et les cerises fermentent rapidement, mais la fermentation n'est pas la même que celle utilisée dans la méthode par voie humide.

Aucune étude directe ne montre de manière incontestable que cette pratique est condamnable. Il est toutefois évident que cette pratique n'est pas contrôlée, et qu'elle a parfois donné des résultats inquiétants. Il est donc recommandé de ne stocker les cerises fraîches en sacs ou en tas que le jour même de la récolte et de les étaler aussi rapidement que possible pour les mettre à sécher. Le moindre retard de traitement se solde souvent par une perte de qualité considérable.

Le traitement par voie humide produit aussi une certaine quantité de café cerise (voir ci-dessus), mais qui ne doit pas être comparé avec le café cerise de la récolte principale. En général, ce type de café provient: 1) de “cerises flottantes”: un siphon retire de la récolte principale les cerises mûres qui flottent dans l'eau et qui sont mélangées aux cerises triées manuellement (cerises immatures, surmatures), 2) de ‘mbuni’: dans les régions où le scolyte des baies du caféier est une maladie endémique, on n'utilise généralement pas de siphon et les cerises flottantes font partie de la récolte principale, les cerises visiblement malades, trop ou pas assez mûres étant séchées.

Dans certaines régions, les cerises mûres sont cueillies sélectivement et séchées. Dans la plupart des régions, surtout après plusieurs années de prix très bas, les cerises sont cueillies mécaniquement, puis en général triées par flottaison. S'il est d'usage de récolter les cerises séchées sur l'arbre, il faut procéder à une étape de flottaison pour assurer un traitement séparé. Cela évite que les cerises sèches ne reprennent de l'humidité sur les aires de séchage au contact des cerises fraîches. Même lorsque des cerises arrivent à maturité en même temps, on peut réduire le nombre de fruits défectueux de la récolte principale en éliminant les cerises flottantes. L'analyse des défauts montre que certaines cerises peuvent être à l'origine d'une forte contamination par l'OTA. La diminution du nombre de fruits défectueux peut donc, *dans certains cas*, être un moyen important de lutter contre l'OTA.

1. Pour le traitement par voie sèche, le matériel le plus important est le matériel de séchage, à savoir les surfaces sur lesquelles le café sera mis à sécher, les séchoirs mécaniques s'ils sont utilisés, les bâches et les râtaux, et le matériel servant à séparer les cerises par flottaison.
 - Lors de la démobilisation, en fin d'opération, tout le matériel de traitement doit être soigneusement nettoyé et lubrifié selon les besoins, et protégé de l'eau, de la poussière et des débris durant la période morte. C'est aussi le moment de commander des pièces de rechange ou de faire les réparations nécessaires.
 - Lors de la remise en service, nettoyez, réassemblez, lubrifiez tout le matériel de traitement et vérifiez l'installation, les raccords, les alimentations en eau et en électricité. Testez l'intégrité opérationnelle suffisamment longtemps avant l'utilisation pour faire les réparations nécessaires. Triez à la main ou par flottaison les cerises malades ou abîmées, et séparez-les du reste de la récolte.
2. Si la récolte est mécanique, les cerises mûres ou non arrivées à maturité doivent être séparées par flottaison des cerises séchées sur l'arbre.
3. Prenez les mesures nécessaires pour assurer la coordination des activités de récolte et la disponibilité des infrastructures de séchage afin que les cerises soient traitées aussi rapidement que possible.

Le séchage et la gestion des aires de séchage sont traités ci-après.

4.4 Séchage du café

À strictement parler, le séchage du café est l'une des phases du traitement. Il fait toutefois l'objet d'un paragraphe séparé car il est plus simple d'aborder en même temps les questions du séchage des cerises et de la parche. Les relations hydriques dans les systèmes biologiques constituent un sujet complexe et important pour contrôler la qualité et la sécurité sanitaire des produits alimentaires. De nombreux efforts ont été déployés pour bien comprendre tous les aspects du séchage, le contrôle de cette opération et les mesures d'humidité pondérale. De nombreuses informations et données sont fournies dans les documents de référence.

Dans la majeure partie du monde, le séchage du café se fait au soleil sur des surfaces spécialement conçues: tables recouvertes de grillage métallique, nattes en bambou ou en chanvre, terrasses en ciment ou en brique, terre compactée, feuille plastique/bâche ou filets de pêche. Il est également fréquent que le café, après avoir été étalé au soleil, soit séché mécaniquement pour le ramener à un taux d'humidité d'environ 40%. Les séchoirs solaires sont peu nombreux, mais l'on trouve assez fréquemment des *parabolicos* et des Maquesina dans certaines régions. Le premier de ces deux types de séchoirs solaires ne s'avère toutefois efficace que dans certaines conditions météorologiques.

Le temps d'absorption de séchage (humidité pondérale en fonction du nombre de jours) se divise en trois phases: une période de latence initiale, une période de changement maximal et une phase de décélération. Les cerises de café ont une période de latence de 1 à 3 jours pendant laquelle l'humidité pondérale varie peu alors que le café en parche a une période de latence d'un jour ou moins. Les moisissures produisant de l'OTA subissent un désavantage compétitif dans ces conditions d'hydratation.

La phase suivante est une fonction linéaire dont la pente dépend d'abord des conditions de séchage, puis de la technologie utilisée. Les cerises et la parche, dans des conditions similaires, sèchent au même taux maximum. C'est durant cette période que les producteurs d'OTA ont les plus grandes chances de se développer.

Lorsque le café est presque sec, la graine retient étroitement l'eau restante et le taux de perte d'eau chute, ce qui se traduit par une période de séchage lent. Ces niveaux d'humidité suffisent pour permettre à certains champignons de se développer, mais les espèces productrices d'OTA n'en font pas partie.

Pour qu'il y ait formation d'OTA, il faut qu'un ou plusieurs champignons producteurs puissent se développer. Pour cela, il faut que des conditions favorables soient réunies pendant une période de temps suffisant. L'une des principales conditions est la disponibilité en eau: s'il y a trop d'humidité (A_w supérieure à 0,95), les champignons hydrophiles, dont les levures, à reproduction rapide prospéreront et empêcheront le développement des producteurs d'OTA; s'il n'y en pas assez (A_w inférieure à 0,80), les producteurs d'OTA ne pourront pas produire de toxine; si les conditions sont encore plus sèches (A_w comprise entre 0,78 et 0,76), les champignons producteurs d'OTA ne pourront se développer. Le but du contrôle de l'humidité sur les aires de séchage est de réduire la durée pendant laquelle le café se trouve dans les conditions d'activité de l'eau propice au développement des organismes producteurs d'OTA. Des résultats expérimentaux montrent que cette durée est de 5 jours ou moins.

Une reprise d'humidité est sans doute plus dangereuse qu'un séchage lent. La contamination, déjà présente dans les cerises, peut augmenter en biomasse durant le

séchage. Avec une biomasse plus importante et dans des conditions favorables, le mycelium sera préparé à une croissance rapide et à la production d'OTA.

Des études récentes confirment que la recommandation relative à l'humidité pondérale maximale acceptable (12% de matière humide pour le café en parche et 13% pour le café cerise) protège le café contre les producteurs d'OTA et inclut une marge de sécurité substantielle. Cette affirmation se fonde sur étude du rapport entre l'Aw et l'humidité pondérale portant sur plus de 2 000 échantillons provenant de plusieurs sources. Selon cette étude, les taux d'humidité pondérale des cerises de robusta et de la parche d'arabica, d'environ 18 et 16% respectivement, correspondent à une Aw moyenne de 0,76, valeur minimale requise pour la croissance des producteurs d'OTA. Les données indiquent qu'à un niveau de confiance de 99%, ce pourcentage passe à environ 13% dans les deux cas. Il faut préciser que le rapport entre l'Aw et l'humidité pondérale a été établie uniquement par désorption, une légère variation de l'isotherme de sorption étant possible.

Ce rapport est confirmé par les résultats de tests de stockage au cours desquels un niveau modéré de réhydratation s'est produit sans conséquences graves. Il n'en demeure pas moins que plus la quantité d'eau contenue dans un lot de café est grande, plus ce lot devient intrinsèquement instable. Dans la plupart des régions productrices, la valeur recommandée pour la teneur en eau n'est pas difficile à atteindre.

Différents climats posent différents problèmes de séchage et l'adéquation du matériel ne peut être évaluée que dans le contexte du climat régnant à la saison de la récolte. Pour la même raison, il est en général difficile de faire des recommandations applicables à tous les contextes. De nombreuses études dûment répétées montrent que les différences dans le matériel de séchage solaire produisent d'infimes différences de taux de séchage, mais que les taux de séchage varient considérablement en fonction du mode d'utilisation du matériel et des conditions météorologiques prévalantes au moment du séchage. Toute opération peut bénéficier des enseignements d'expériences précédentes si l'on en a gardé une trace. Cette information peut être utile pour améliorer les méthodes ou identifier des lots séchés dans des conditions particulièrement difficiles et susceptibles de présenter un risque.

Le séchage mécanique est en général utilisé en complément du séchage solaire, à la fin, pour libérer rapidement de l'espace sur les aires. Certaines régions privilégient toutefois le séchage mécanique. Deux paramètres permettent de contrôler la majorité des types de séchoirs disponibles: la durée et la température d'entrée. Si la température d'entrée est trop élevée, les fèves de cerises immatures deviendront noires et si le séchage est excessif, le café perdra du poids, ce qui se soldera par une perte de valeur pour le producteur.

Le séchage permet d'éliminer l'eau du grain de la manière la plus efficace possible pour stabiliser le produit et en préserver la qualité.

1. Choisissez une aire de séchage au soleil et placée sous le vent. Dans le séchage solaire, l'énergie permettant à l'eau de s'évaporer des grains de café est fournie par le soleil et est accélérée par la circulation de l'air. L'aire de séchage doit être située de manière à ce que ces deux facteurs soient optimisés. Évitez l'ombre et les zones basses.

2. Utilisez une surface convenant au climat et au produit:
 - lors d'essais approfondis côte à côte, on a parfois observé que des surfaces différentes produisent des taux de séchage différents, mais ces différences sont généralement faibles et peu cohérentes;
 - le café en parche tâche plus facilement et il vaut donc mieux utiliser des surfaces lavables et aisément drainées;
 - ces tests ne permettent pas de proscrire certaines surfaces. Toutes présentent des avantages et des inconvénients. Il n'est pas recommandé de sécher les cerises directement sur la terre nue dans les zones pluvieuses et des matériaux imperméables, tels que le plastique, peuvent provoquer de la condensation, ce qui favorise la formation superficielle de moisissures. Dans les régions humides ou pluvieuses, il ne faut pas oublier que le café devra souvent être couvert puis étalé à nouveau, après que la surface ait séché.
3. Planifiez la récolte en fonction de la méthode de traitement, de la capacité de l'aire de séchage et du temps de rétention moyen requis pour le séchage. Prévoyez également un plan de contingence car les intempéries peuvent augmenter le temps passé sur l'aire de séchage.
4. Le café mis à sécher doit être étroitement surveillé afin de tirer parti des conditions ambiantes d'une part, et d'autre part, d'éviter les imprévus propres à toute opération en plein air. Les principaux paramètres de contrôle sont indiqués ci-après.
 - Séparez la récolte par catégorie et par jour et utilisez un système d'étiquetage pour éviter toute confusion.
 - N'étalez pas les cerises en couches épaisses. La charge maximum pour un séchage au soleil est à peu près identique pour le café en parche et le café cerise, soit de 25 à 35 kg/m² lorsque le produit est frais. Cela correspond à une couche épaisse de 3 à 5 cm respectivement.
 - Lorsque les conditions sont bonnes (faible humidité, bonne circulation de l'air et intensité adéquate du soleil), les couches peuvent être plus épaisses. En revanche, lorsque le temps est nuageux et humide, les couches doivent être plus fines. Les normes varient selon les régions en fonction des conditions climatiques.
 - Lorsque le café est un peu sec (en moyenne après une journée entière pour le café en parche et trois jours pour le café cerise), mettez-le en tas et couvrez-le pendant la nuit. Ne procédez pas ainsi lorsqu'il est complètement humide car une perte d'eau peut se produire la nuit, ce qui risque d'entraîner de la condensation. On évite de cette manière que le café ne soit réhumidifié par des averses ou par la rosée.
 - Ratissez régulièrement les cerises, si possible 4 fois par jour. Bien qu'il soit difficile de prouver que de ratisser plus d'une fois par jour accélère le

séchage, on a remarqué que le café laissé en couche non remuée se couvre de moisissures.

- Prenez les mesures nécessaires pour tenir les animaux d'élevage éloignés. Le café est un produit alimentaire et ne doit pas être exposé aux agents souvent présents sur et dans les animaux d'élevage. Il faut même éviter que de l'eau, de source locale, ne s'écoule vers la zone de séchage du café.
 - Surveiller de près toute présence du scolyte du café sur les aires de séchage durant le séchage. La concentration de cerises attire les insectes femelles des zones environnantes et même durant le séchage, la récolte peut être infestée. Utilisez des pièges à alcool pour prévenir l'infestation.
 - Par temps pluvieux, prévoyez de protéger le café sec ou partiellement sec. Une reprise d'humidité peut lui être nuisible. Le café cerise mis à sécher depuis deux à trois jours sera peu affecté par une légère ré-humidification. Le café en parche, en revanche, doit toujours être protégé.
 - Mettez en place une procédure d'évaluation régulière du taux de siccité du café lorsqu'il approche la siccité complète (moins de 13% ou de 12% de matière humide pour le café cerise et le café en parche respectivement). Tout en gardant à l'esprit qu'un séchage excessif est également préjudiciable au producteur, il est recommandé de procéder à une première évaluation du lot deux ou trois jours avant la date de fin du séchage prévue. Réévaluez la situation une fois par jour au moins, en fonction des conditions de séchage ultérieures. Prélevez des échantillons en divers endroits, sans oublier les zones ombragées.
 - Les méthodes traditionnelles, comme mordre ou secouer les grains, peuvent être efficaces pour évaluer le degré de siccité du café, mais des mesures de 'vérification' plus rigoureuses doivent être utilisées sur le terrain. Il est impératif d'utiliser un humidimètre, de le confier à une personne formée et de le calibrer au moins une fois par mois, de préférence juste avant la récolte.
5. Organisez les activités qui se dérouleront sur l'aire de séchage. Assurez-vous que les ouvriers sont formés pour effectuer la tâche dont ils sont responsables. Tenez à disposition une description de référence du travail à effectuer. Délégez clairement les responsabilités et vérifiez que les tâches principales sont enregistrées au fur et à mesure de leur réalisation pour qu'elles puissent être menées à bien en cas d'absence de la personne qui en est normalement chargée. La majorité des exploitations n'ont pas les moyens financiers de mobiliser une équipe, ou même une personne, dans le seul but de surveiller les opérations de séchage; il faut donc favoriser la communication parmi le personnel afin que l'application des méthodes soit optimale.
6. Une fois sec, stockez le café dans des sacs de sisal propres et respectez les consignes de stockage (voir ci-après). Les cerises sèches ou le café en parche (*'en cascá'* or *'en parche'*) peuvent être stockés, surtout s'ils doivent être conservés un certain temps sur l'exploitation.

7. Après la récolte, nettoyez et protégez l'aire de séchage et le matériel. Avant le séchage, inspectez, réparez, nettoyez et rangez le matériel sans négliger le petit matériel tel que paniers, bâches, râteliers, brouettes, sacs, ficelle, etc. Établissez une liste de contrôle.

4.5 Manutention du café cerise ou en parche et commerce local

La manutention du café varie beaucoup d'un pays producteur à l'autre, que ce soit au niveau de la structure de la filière de commercialisation ou de la façon d'exécuter les fonctions. Ces fonctions comprennent diverses opérations destinées à ajouter de la valeur au café: élimination des tissus adhérant encore au fruit, nettoyage, tri, calibrage (selon la taille), nouvelle mise en sac et parfois nouveau séchage. Ces opérations incluent également le stockage et le transport. Le café est en général commercialisé sous forme de café vert.

Durant cette période, il faut protéger le café contre la détérioration, la reprise d'humidité et la contamination croisée. On peut même en améliorer la qualité par le triage et le nettoyage. Ce maillon de la 'chaîne du café' se termine par la vente du café qui sera expédié pour être torréfié.

Durant le stockage, le café continuera de sécher si l'air est plus sec que le café (humidité relative inférieure à 60%). Toutefois, si l'air est plus humide que le café (humidité relative supérieure à 80%), le café commencera à absorber de l'eau. Étant donné que le café peut être stocké pendant une très longue période, toute variation même lente, peut poser problème. Le café reprend en général de l'humidité lorsque les murs et le sol sont humides, lorsqu'il y a des fuites, lorsque la pluie poussée par le vent entre dans l'entrepôt, lorsque les locaux ne sont pas ventilés et lorsque l'on mélange du café sec à du café humide. Toutes ces conditions peuvent être surveillées. Pour cela, il faut appliquer de bonnes pratiques dans des locaux adéquats et procéder à un contrôle périodique afin de relever tout problème éventuel et y remédier avant d'en subir les conséquences.

L'humidité pondérale est le principal paramètre à observer durant le stockage. Ce facteur est également important pour évaluer l'état d'un lot. Peu de producteurs disposent d'humidimètres pour déterminer rapidement la teneur en eau du café, mais cet outil est en revanche fréquemment utilisé par les négociants. Les humidimètres font des évaluations indirectes basées sur les propriétés électroniques du café et sont calibrés sur un ou quelques échantillons dont l'humidité pondérale est connue (généralement issus de la méthode de dessiccation au four).

Leur fiabilité est sujette à plusieurs restrictions, outre celles liées à l'échantillonnage qui affecte toutes les méthodes. Le café peut être très différent d'un lot à l'autre en fonction de différences physiologiques ou de la séquence de traitement, et ces variations peuvent provoquer des erreurs inattendues lorsque l'humidité est évaluée à l'aide d'humidimètres. De plus, l'appareil peut se dérégler, être dérégulé par malveillance ou être mal utilisé par manque de formation. L'utilisation de ces appareils, apparemment simple, n'est pas à toute épreuve et ne constitue pas une opération que l'on peut prendre à la légère.

Outre le stockage, le café sera soumis à diverses opérations visant à y ajouter de la valeur. Toutefois, en raison de la grande diversité des secteurs concernés, il est impossible de savoir d'une manière générale qui exécute certaines opérations et à quel moment, entre le départ du café de l'exploitation et sa livraison au négociant. Le café doit être départché ou

décortiqué, ce qui peut être réalisé ou non sur la plantation. Il peut changer de main plusieurs fois, être mélangé à d'autres variétés de café, être à nouveau séché, être trié de diverses manières et calibré (c'est à dire trié par taille de grain), nettoyé, poli, pesé et mis en sac.

Des études réalisées sur des qualités de café inférieures montrent que certaines classes de défauts sont associées à une forte teneur d'OTA. On ne peut toutefois généraliser cette observation et des études complémentaires doivent être menées de toute urgence pour clarifier le lien entre les défauts et la contamination par OTA. En attendant, il est recommandé de prendre certaines précautions. Le café vert ne doit contenir qu'une infime quantité de grains défectueux et les grains écartés ne doivent être ni réintroduits dans des lots sains, ni vendus directement aux torréfacteurs à moins qu'une analyse directe, à partir d'un plan d'échantillonnage adapté, ne prouve qu'ils ne sont pas nocifs à la santé publique.

Le café doit être bien évidemment transporté d'un opérateur à un autre. En fonction de l'état des routes et de l'éloignement, il sera acheminé localement entre différents lieux sur les hauts plateaux par moto, jeep, camion, train, ou envoyé directement aux négociants exportateurs basés dans les ports. Dans ce dernier cas, le changement de climat sera important et il faudra prendre des mesures supplémentaires pour éviter que le café ne reprenne de l'humidité.

Les divers maillons de la chaîne de production sont bien entendu sensibles aux lois du marché, et particulièrement à celui du marché local qui est probablement le maillon le plus sensible aux fluctuations de la demande. S'il existe une demande pour du café produit dans le respect des règles d'hygiène, des mesures seront prises pour en produire. Les méthodes de production sont donc fortement influencées par des mécanismes régis ou non par la réglementation et les autorités concernées doivent en tenir compte. La priorité absolue de toute intervention doit consister à s'assurer que les producteurs gèrent leurs opérations de manière à garantir la sécurité sanitaire de leur produit.

Chaque acteur peut contribuer à protéger le café tout au long de la filière de production en établissant des procédures interdisant d'accepter le café suspect ou des méthodes susceptibles de créer un problème en aval. Une fois sec, le café doit être protégé contre toute reprise d'humidité, qu'elle soit due à un contact avec de l'eau liquide, à un mélange avec des lots de café humide, à l'absorption d'humidité présente dans les locaux, à un air ambiant humide ou à une redistribution de l'eau dans le lot. La quantité de grains défectueux susceptibles de contenir de l'OTA doit être ramenée à un niveau acceptable. Il faut également protéger le café contre la contamination par d'autres matières.

1. Chaque opérateur doit établir des critères d'hygiène de base pour le café destiné à la vente et définir une méthode d'évaluation rapide pour déterminer, avant la vente, si le café est conforme à ces critères. Dans la mesure du possible, faites une liste des fournisseurs approuvés travaillant dans le respect des méthodes d'hygiène recommandées.
 - Mettez en place un processus d'évaluation rapide du café reçu, et plus particulièrement une méthode d'échantillonnage prévoyant un sous-échantillon représentatif du lot reçu afin de déterminer la teneur en eau, la quantité de défaut, la qualité physique générale et la présence de moisissures (visuelle ou olfactive).

- Prélevez du café dans chaque sac, à l'aide d'une sonde effilée et constituez un sous-échantillon. La méthode d'échantillonnage doit tenir compte du fait qu'un lot peut être composé d'un mélange de cafés d'origines différentes et qu'il faut donc prélever un échantillon dans chaque sac. Une sonde effilée est l'outil le mieux adapté pour construire un échantillon représentatif. Évaluez aussi visuellement l'uniformité du lot au cours de cette opération.
 - Si le café est livré en vrac, prélevez régulièrement de petits aliquots durant le déchargement ou à l'aide d'une longue sonde effilée spécialement conçue si les échantillons doivent être prélevés avant le déchargement.
 - Utilisez un humidimètre en bon état et bien calibré pour évaluer l'humidité pondérale qui est un bon indicateur de l'aptitude au stockage mais non de l'évaluation des manipulations antérieures.
 - Outre les relevés de base relatifs à la vente et à l'achat sur lesquels figureront les poids et les prix, tenez à jour un état complet des évaluations, de l'humidité pondérale, du lieu d'origine et de tout retour d'information en provenance de l'aval dont vous pourrez avoir connaissance (rapports de la qualité de la tasse, rapports de stockage, plaintes, etc.).
 - Améliorez les critères d'évaluation du café reçu sur la base d'un examen annuel des relevés et des documents mentionnés ci-dessus. Comparez autant que possible les évaluations de réception avec les résultats de tests plus détaillés ou plus spécialisés. Cette possibilité est bien entendu limitée par la nécessité de grouper les lots de café.
2. La conception des installations de stockage est primordiale pour maintenir la siccité et l'uniformité du café. Les locaux de stockage n'ont pas à être onéreux mais ils doivent être rationnels.
- Il est recommandé de prévoir une hauteur de plafond suffisante pour assurer une bonne circulation de l'air et un sol en ciment étanche ne risquant pas d'être inondé, même en cas de pluies violentes. Vérifiez l'étanchéité du toit et des fenêtres pour prévenir toute infiltration d'eau. Si possible, déviez toute tuyauterie d'alimentation en eau pour contourner la zone de stockage afin que le café ne soit pas mouillé en cas de problème de plomberie.
 - Le café stocké ne doit pas être exposé directement au soleil ou situé près d'une source de chaleur, ce qui pourrait provoquer des écarts de température et la migration de l'eau.
 - Le meilleur système de stockage du café en vrac est de prévoir des silos construits spécialement et équipés de monte-charge. Une autre possibilité moins onéreuse et tout aussi efficace est de stocker le café en vrac dans des conteneurs en bois à claire-voie (*tubla*) non intégrés aux murs extérieurs et surélevés par rapport au sol. Une porte faite de courtes lames amovibles tenues dans des rails permet de les remplir ou de les vider facilement.

3. Les installations de stockage doivent être conçues de manière à optimiser l'organisation pour éviter toute contamination croisée et toute réintroduction d'humidité ainsi que pour faciliter la réception, la vente et les opérations destinées à ajouter de la valeur au café. La qualité du produit doit être maintenue jusqu'à la vente à l'intervenant suivant de la chaîne de commercialisation.
 - Notez les réceptions afin de garder une trace de l'état du produit à la réception et de connaître l'âge de tous les stocks.
 - Ne stockez pas les sacs de café directement près des murs. Disposez-les de manière à ce qu'ils soient correctement ventilés. Utilisez des palettes pour éviter qu'ils ne soient au contact direct du sol.
 - Des programmes de nettoyage et d'entretien doivent être mis en place pour veiller à ce que les locaux de stockage soient régulièrement inspectés, nettoyés et entretenus.
 - L'inspection des locaux doit également porter sur la détection des charançons du café. Ces insectes ne survivent que dans un café trop humide pour être stocké. Toute infestation signale donc un café humide. Les mesures correctives à prendre concernent l'éradication des insectes et la résolution du problème de l'humidité.
 - De nombreuses opérations et exploitations doivent séparer les types de café. Il leur faut donc prévoir des installations de stockage et un système d'étiquetage adapté. Les installations de stockage, y compris sur les exploitations, ne doivent pas être utilisées pour entreposer des produits non alimentaires qui pourraient être à l'origine d'une contamination ou d'odeurs désagréables.
 - Si cela est possible compte tenu de la durée du séchage, prévoyez de vérifier tous les mois l'humidité pondérale des stocks et prenez les mesures qui s'imposent. En cas d'humidité excessive, une solution consiste à installer des ventilateurs d'extraction ou à procéder à un nouveau séchage.
4. Le nettoyage et le triage du café ne doivent pas abîmer le café, ce qui le rendrait plus sensible à la contamination. Ces opérations ne doivent pas non plus introduire une nouvelle contamination. Elles doivent enfin permettre de ramener la quantité de matières indésirables à un niveau acceptable, conformément à des critères prédéterminés.
 - Des programmes de nettoyage et d'entretien doivent être élaborés pour veiller à ce que les locaux et le matériel soient inspectés, entretenus et correctement nettoyés à intervalles réguliers.
 - Lorsque le nettoyage et le triage du café se font dans les locaux de stockage, des mesures doivent être prises (murs de séparation ou ventilateurs d'extraction, par exemple) pour éviter que le café, une fois conditionné, ne soit contaminé par la poussière ou par des matières étrangères.

- Retirez les grains défectueux qui doivent être éliminés ou triés avant d'être inclus dans la chaîne d'alimentation humaine. L'OTA peut contaminer le café quelque soit sa classe, sa qualité ou son origine et il n'existe aucune méthode pour prouver que sa présence est plus particulièrement liée à une région, à une pratique ou à une circonstance. Toutefois, sa répartition au sein des diverses classes de grains séparés du café en vrac n'est pas uniforme et l'on a constaté que les grains défectueux et les coques (considérées également comme un défaut) contiennent parfois beaucoup plus d'OTA que des grains sains. De même, la pellicule argentée peut contenir une quantité très élevée d'OTA par rapport à un grain sain. Les autorités nationales doivent fournir des recommandations claires fondées sur des études complémentaires relatives à la contamination par l'OTA des grains défectueux.
- 5. Le transport du café peut être considéré comme un prolongement du stockage mais pose des problèmes spécifiques de prévention contre la reprise d'humidité, quelque soit la source, de maintien d'une température uniforme et de la prévention d'une nouvelle contamination par des matières étrangères non alimentaires.
 - Lorsque cela est possible, les opérateurs doivent faire une liste des transporteurs approuvés travaillant dans le respect des bonnes règles d'hygiène.
 - Inspectez les véhicules pour vérifier l'absence de résidus provenant de chargements précédents et repérez les trous par lesquels l'eau ou les gaz d'échappement peuvent s'infiltrer. Soyez particulièrement attentif au plancher et autour des passages de roues car l'eau sur la surface des routes, même après des pluies légères, peut s'infiltrer dans la cargaison par les roues.
 - Il est très important d'entretenir régulièrement les véhicules. Toute panne peut en effet entraîner une exposition inattendue à l'air.
 - Plus le temps de transport est long, plus il est important de vérifier l'état du véhicule ou des conteneurs.

4.6 Transport international

Le café est transporté en vrac uniquement depuis les pays producteurs vers les pays consommateurs, en général dans des conteneurs de 18 à 22 tonnes, selon un chargement en sac ou en vrac. Ces volumes de café, même s'ils sont bien secs, contiennent une grande quantité d'eau qui, si elle reste uniformément répartie, ne pose aucun problème. Toutefois les variations de température peuvent provoquer de la condensation, une réhumidification locale et des gradients de températures persistants qui peuvent entraîner une redistribution de l'eau et aboutir à la formation de champignons.

1. Chargez et déchargez les véhicules dans un endroit couvert afin de protéger le café de la pluie.
2. Vérifiez que le café destiné à l'exportation est uniformément sec et que le taux d'humidité est inférieur à 12% de matière humide. Vérifiez que le café ne contient ni matières étrangères, ni une trop grande quantité de grains défectueux, conformément à son classement.
3. Inspectez les conteneurs vides pour vérifier l'absence de résidus de chargements précédents ou d'humidité. Vérifiez les défauts de construction susceptibles de poser problème durant le chargement sur navire. Vérifiez également qu'il n'existe pas de dommages mineurs susceptibles de laisser l'eau s'infiltrer.
4. Chargez de préférence le café en vrac en le mettant dans une doublure en plastique scellable et vérifiez que la doublure ne touche pas le couvercle du conteneur.
5. Si vous devez utiliser des sacs, empilez-les de manière à ce que les piles soient décalées pour se soutenir mutuellement et à ne pas créer de colonnes verticales vides (cheminées). Recouvrez la rangée du haut d'un carton épais pour absorber la condensation qui pourrait se produire en dépit des précautions prises. On utilise également parfois des sacs de gel de silice pour absorber l'humidité. On ne sait pas vraiment si cela est efficace contre le risque de contamination et il faut bien vérifier que cette méthode protège le café.
6. Lors d'un transport par navire, la cargaison doit être mise un local protégé et à l'abri du soleil afin d'éviter que les conteneurs ne chauffent.