

La banane : de son origine à sa commercialisation

Ludivine Lassois, Jean-Pierre Busogoro, Haïssam Jijakli

Univ. Liège - Gembloux Agro-Bio Tech. Plant Pathology Unit. Passage des Déportés, 2. B-5030 Gembloux (Belgium).
E-mail : jijakli.h@fsagx.ac.be

Reçu le 2 mars 2009, accepté le 22 avril 2009.

Les bananiers cultivés sont des herbes géantes appartenant au genre *Musa*. Ils produisent des fruits qui sont à la fois stériles et parthénocarpiques. Il en existe plus de 1000 variétés et ce sont généralement des clones triploïdes (parfois diploïdes ou tétraploïdes) issus principalement de croisements entre deux espèces sauvages séminifères, *Musa acuminata* et *Musa balbisiana*. En termes de production mondiale, la banane est le quatrième produit agricole après le riz, le blé et le maïs. Elle constitue la base de la sécurité alimentaire de nombreuses populations. Les systèmes culturaux sont très diversifiés de par le monde et les objectifs contrastés : autoconsommation, ventes sur les marchés locaux ou nationaux, exportation, etc. Il faut distinguer les bananes à cuire, comprenant entre autres les plantains, des bananes dessert qui font notamment l'objet d'un important commerce international. Ce dernier a débuté au début des années 1900 et a connu depuis lors une croissance continue. Actuellement, la banane est le fruit le plus exporté tant en termes de valeur que de quantité et cette industrie est d'une importance vitale pour les pays producteurs. Malgré la grande diversité génétique rencontrée au sein du genre *Musa*, le marché d'exportation repose essentiellement sur le seul groupe variétal Cavendish. La production de banane doit faire face à de nombreux défis d'origines biotique et abiotique pour continuer de répondre aux critères de durabilité, qualité et rendement qui lui sont imposés.

Mots-clés. Banane, origine, diversité génétique, production, commerce international, Cavendish.

Banana: from origin to market. Cultivated bananas are giant herbaceous plants within the genus *Musa*. They are both sterile and parthenocarpic. There are well over a thousand domesticated *Musa* cultivars, they are mostly triploid (a few are diploid or tetraploid) and are derived from crosses between two wild species, *Musa acuminata* and *Musa balbisiana*. In terms of production, bananas are the fourth agricultural product after rice, wheat, and maize. They constitute the basis of food security for many people. Cropping systems vary widely around the world and contrasting objectives are encountered: consumption by the producer, sale on local or national markets, export, etc. Cooking bananas, including plantains, must be distinguished from dessert bananas, which constitute a major international trade. This international trade started only in the early 1900s but it has since grown continuously. Banana is currently the most exported fruit, in terms of both value and quantity. Despite the high genetic diversity found within the genus *Musa*, the export market is mainly based on single Cavendish. There are major challenges to banana production from biotic or abiotic stresses to continue to meet the criteria of sustainability, quality and yield that are imposed.

Keywords. Banana, origin, genetic diversity, production, international trade, Cavendish.

1. ORIGINE ET CLASSIFICATION DES BANANIERS

Le bananier est originaire de l'Asie du Sud-Est, où il est retrouvé de l'Inde à la Polynésie (Simmonds, 1962) et son centre de diversification semble être la Malaisie ou l'Indonésie (Daniells et al., 2001). Il s'est propagé vers l'Afrique de l'Ouest il y a au moins 2500 ans (Mbida Mindzie et al., 2001). Son implantation aux Amériques s'est d'abord faite par la République Dominicaine en 1516 grâce à des plants en provenance des îles Canaries, et s'est poursuivie vers l'Amérique Centrale et du Sud. Ainsi, depuis des millénaires, les migrations humaines et les échanges de matériel végétal ont

introduit le bananier dans des situations écologiques très différentes sur tous les continents (Lassoudière, 2007).

Les bananiers appartiennent à l'ordre des scitaminales, ou zingibérales, et à la famille des Musaceae. Ce sont des monocotylédones aux pièces florales par trois ou multiple de trois, asymétriques zygomorphes avec nervation secondaire des limbes parallèles, absence de formation vasculaire secondaire au sein de la tige et des racines. La famille des Musaceae comporte trois genres, à savoir :

- *Musella*, très peu représenté et localisé en Asie,
- *Ensete*, ne comportant pas d'espèces parthénocarpiques,

- *Musa*, présentant une forte variabilité et caractérisé par des inflorescences avec des bractées insérées séparément des fleurs, à l'inverse du genre *Ensete*.

Les premières classifications du genre *Musa* sont apparues à la fin du 19^e siècle. Le genre *Musa* a été divisé en quatre sections (Cheesman, 1947¹ cité par Heslop-Harrison et al., 2007) sur base du nombre de chromosomes et de caractéristiques morphologiques : les *Australimusa* (n = 10) ; les *Callimusa* (n = 10) ; les *Rhodochlamys* (n = 11) et enfin les *Eumusa* (n = 11) avec 10 à 12 espèces qui constituent le genre le plus diversifié et comprend plus de 1000 variétés dont les plantains (Lassoudière, 2007). La section *Eumusa* regroupe presque tous les bananiers cultivés et se caractérise par des bractées sillonnées longitudinalement sur leur face externe et de nombreuses fleurs par bractée disposées en deux rangées. Une étude récente basée sur l'AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*) propose de réduire de quatre à deux groupes le genre *Musa* en regroupant les *Rhodochlamys* avec les *Eumusa* et les *Australimusa* avec les *Callimusa* (Wong et al., 2002). Cependant, d'autres regroupements ont été proposés et la classification précise des espèces et sous-espèces reste toujours débattue (Heslop-Harrison et al., 2007). De plus, de nombreuses régions du centre de diversification du genre *Musa* en Asie du Sud-Est n'ont pas encore été explorées et de nouvelles variétés et espèces continuent d'être découvertes (Häkkinen, 2009). D'un point de vue botanique, le genre *Musa* se divise en deux grands types : les variétés comestibles à fruits charnus et les espèces sauvages. Ces dernières, séminifères à fruits non comestibles sont toutes diploïdes (AA et BB). Actuellement, on en compte environ 180, toutes originaires d'Asie du Sud-Est, mais leur recensement n'est pas encore définitif, surtout pour BB (Cirad-Flhor, 2003). Ces variétés fertiles sont cependant importantes car elles présentent différents niveaux de résistance aux maladies et ravageurs. De plus, en se croisant naturellement entre eux, ces bananiers sauvages et séminifères ont contribué à l'élargissement de la diversité génétique. Ils sont donc la base des différents programmes d'amélioration génétique et de créations variétales actuels et futurs. C'est à partir de croisements entre ces espèces que sont apparues des variétés sans graine. Ces bananes qui possèdent des qualités alimentaires ont rapidement intéressé l'homme qui les a intégrées dans son agriculture en utilisant leur potentiel de multiplication végétative par enracinement de leurs ramifications latérales. Le nombre de cultivars ou de variétés comestibles à fruits charnus stériles et parthénocarpiques de par le monde

est estimé à 1200 (Cirad-Flhor, 2003) et représente une diversité génétique non négligeable. Aujourd'hui, les variétés cultivées sont classées en groupes selon leur constitution génétique et leur niveau de ploïdie, puis en sous-groupes en rassemblant les différents cultivars dérivant les uns des autres par mutations naturelles à partir d'un ancêtre génétiquement commun (Cirad-Flhor, 2003). Si les bananiers sauvages sont tous diploïdes, les variétés cultivées actuellement sont généralement des clones triploïdes stériles et aspermes (AAB et ABB), issus soit de croisements interspécifiques entre les deux espèces séminifères sauvages diploïdes principales *Musa acuminata* et *Musa balbisiana*, soit de la seule espèce *M. acuminata* (AAA) (**Figure 1**). On rencontre plus rarement des variétés diploïdes (AA et AB) et des clones tétraploïdes de nature interspécifique (Lassoudière, 2007). La contribution haploïde de *M. acuminata* et *M. balbisiana* aux bananiers cultivés est indiquée respectivement par A et B (Simmonds et al., 1955). Le **tableau 1** reprend la classification et la répartition géographique des principaux bananiers cultivés. Au sein des bananiers cultivés, il faut différencier deux grands types de bananes comestibles : les bananes qui se consomment à l'état frais, dites « dessert » et les bananes consommées cuites dites « à cuire », comprenant notamment les plantains. Ces derniers (AAB) comprennent de nombreux cultivars variant par leur forme, leur taille, leur couleur, leur goût, etc. Produits de manière traditionnelle, leur productivité n'est pas très élevée (10 t·ha⁻¹) mais la culture nécessite peu de soins (Lescot, 2004). Les bananes à cuire constituent souvent l'un des produits essentiels de l'alimentation de base des populations de la zone tropicale humide. Source de glucides, elles sont l'équivalent de la pomme de terre en pays tempérés (Lescot, 2004).

2. LA PRODUCTION MONDIALE DE BANANE

Les bananiers sont cultivés dans plus de 120 pays sur les 5 continents (Bakry et al., 1997) et sur plus de 10 millions d'hectares (Lassoudière, 2007). Les bananes offrent de multiples usages. Elles sont consommées principalement sous forme de fruit frais ou comme légume cuit ou frit mais font également l'objet de nombreuses transformations : chips, frites, beignets, purée, confiture, ketchup, alcool, vin, bière, etc. D'autres parties de la plante sont utilisées comme fibre textile, pour la construction d'abris, la fabrication de couvertures ou comme emballages de cuisson. En termes de production mondiale, la banane est le quatrième produit agricole après le riz, le blé et le maïs (Lassoudière, 2007). Elle occupe le premier rang de la production fruitière, avec un peu plus de 106 millions de tonnes produites annuellement à l'échelle mondiale

¹ Cheesman E.E., 1947. Classification of the bananas. II. The genus *Musa* L. *Kew Bull.*, **2**, 106-117.

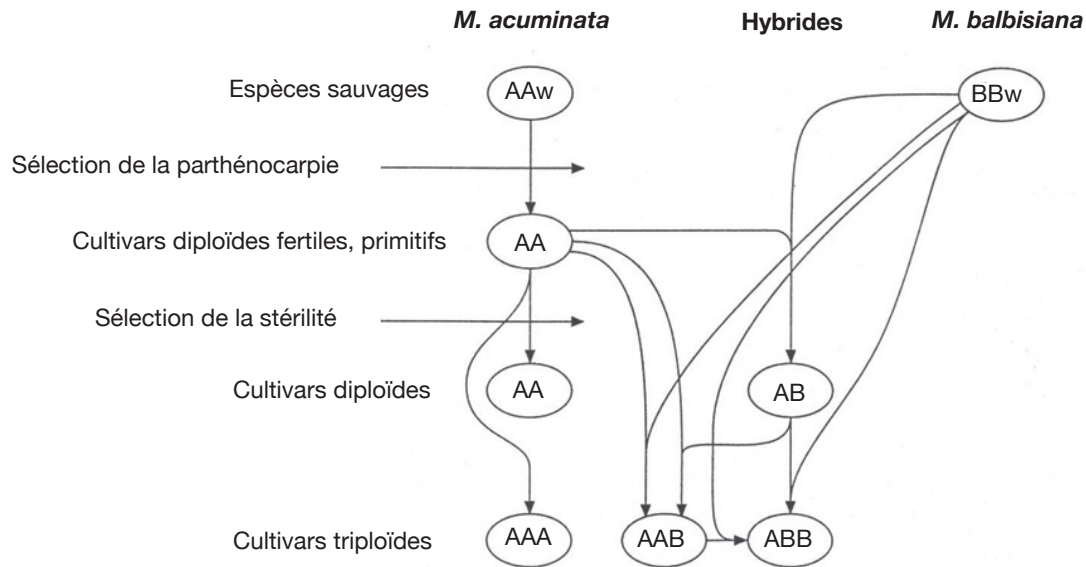


Figure 1. Évolution des principaux groupes génomiques de la série *Eumusa* — Evolution of the main genomic groups of edible banana cultivars of the *Eumusa* series (Jones, 2000).

w : sauvage — wild type.

(Lescot, 2006). Les systèmes culturaux sont très diversifiés dans le monde et les objectifs très contrastés : autoconsommation, ventes sur les marchés locaux ou nationaux, exportation vers des régions proches ou vers les pays industrialisés du Nord. Près de 90 % de la production sont issus de petits agriculteurs, produisant pour la consommation domestique et les marchés locaux. Seuls un peu plus de 10 % de la production mondiale sont destinés à l'exportation. On distingue cependant deux grandes filières de production : celle des bananiers en culture pure, dont une partie des fruits est destinée à l'exportation et celle des bananiers en polyculture, destinés à l'approvisionnement des marchés locaux ou à l'autoconsommation familiale.

Dans les statistiques, il faut distinguer :

- les bananes à cuire comprenant notamment les plantains (AAB) séparés des autres types de bananes à cuire,
- les bananes dessert dominées par les variétés du sous-groupe Cavendish (AAA) séparées des autres bananes dessert pouvant appartenir au groupe AAB (Prata), AA (Figue sucrée) ou AAA (Gros-Michel, etc.)

Les bananes à cuire correspondent à 43 % de la production mondiale des bananes et les plantains (AAB) représentent 40 % des bananes à cuire.

Le reste de la production mondiale (57 %) concerne les bananes dessert, avec la majorité de leur production issue du groupe des Cavendish. L'Inde et le Brésil en sont les deux plus gros producteurs et écoulent la quasi-totalité de leur récolte sur les marchés intérieurs (Lassoudière, 2007). En termes de production, ils sont

suivis par l'Équateur, la Chine, la Colombie et le Costa Rica. De 1985 à 2000, la production est passée de 42,5 à 63,4 millions de tonnes, les surfaces ayant augmenté corrélativement de 1 million d'hectares (Lassoudière, 2007). Les études d'impact sur la production bananière sont peu nombreuses. Toutefois, cette industrie est d'une importance vitale pour l'ensemble des pays producteurs. Elle joue non seulement un rôle important dans l'alimentation, mais aussi aux niveaux social, économique et écologique.

3. LE COMMERCE INTERNATIONAL DE LA BANANE

La culture de la banane pour l'exportation n'a vraiment débuté qu'à la fin du 19^e siècle. Dès 1870, la Jamaïque organise les premières exportations de bananes Gros-Michel vers les marchés d'Amérique du Nord. Quelques années plus tard, une filière en provenance des Canaries approvisionne le marché anglais avec une autre variété, Petite Naine, du sous-groupe Cavendish (Bakry et al., 1997). Ce n'est qu'au début du 20^e siècle que des exportations sur de plus longues distances ont débuté grâce aux premiers navires réfrigérés. C'est au cours de cette période pionnière que les méthodes de cultures industrielles et d'exportation massive d'un fruit fragile ont été mises en place. Depuis lors, la banane, qu'il s'agisse de production, d'exportation ou d'importation, n'a eu sur le long terme qu'une croissance continue et constitue à l'heure actuelle le quatrième produit d'exportation mondiale (Wilson et al., 2004).

Tableau 1. Classification et répartition géographique des principaux bananiers cultivés — *Classification and geographic distribution of the most important edible banana plants* (Bakry et al., 1997).

Sous-groupe	Cultivars	Type de fruit	Distribution
Groupe AA			
Sucrier	Pisang Mas, Fayssinette, Figue sucrée	dessert sucré	Tous continents
Psang Lilin	-	dessert	Indonésie, Malaisie
Pisang Berangan	-	dessert	Indonésie, Malaisie
Lakatan	-	dessert	Philippines
Groupe AAA			
Cavendish	Lacatan, Poyo, Williams, Grande Naine, Petite Naine	dessert	Pays exportateurs
Gros-Michel Philippines	Gros Michel, Highgate, Cocos	dessert	Tous continents
Figue Rose	Figue Rose rose, Figue Rose verte	dessert	Pacifique, Antilles, Afrique de l'Est
Lujugira	Intuntu, Mujuba	à bière, à cuire	Indonésie, Afrique
Ibota	Yangambi km5	dessert	
Groupe AB			
Ney Poovan	Sait Velchi, Sukari	dessert acide	Inde, Afrique de l'Est
Groupe AAB			
Figue Pomme	Maça, Silk	dessert acide	Tous continents
Pome	Prata	dessert acide	Inde, Malaisie, Australie, Brésil, Afrique de l'Ouest
Mysore	Pisang Ceylan	dessert acide	Inde
Pisang Kelat	Pisang Kelat	dessert	Inde, Malaisie
Pisang Rajah	Pisang Rajah Bulu	à cuire	Malaisie, Indonésie
Plantains	French corne, Faux corne	à cuire	Afrique du Centre et de l'Ouest, Caraïbes, Amérique latine
Popoulou	Popoulou	à cuire	Pacifique
Laknao	Laknao	à cuire	Philippines
Pisang Nangka	Pisang Nangka	à cuire	Malaisie
Groupe ABB			
Bluggoe	Bluggoe, Matavia, Poteau, Cacambou	à cuire	Philippines, Caraïbes, Amérique latine
Pelipita	Pelipita	à cuire	Philippines, Amérique latine
Pisang Awak	Fougamou	dessert	Thaïlande, Inde, Philippines, Afrique de l'Est
Peyan	-	à cuire	Philippines, Thaïlande
Saba	Saba	à cuire	Philippines, Indonésie, Malaisie

Malgré la grande diversité existant au niveau des variétés de bananier, le commerce international repose essentiellement sur un seul groupe variétal : les bananes Cavendish dont plus de 30 % de la production sont destinés à l'exportation. Les Cavendish fournissent 97 % du marché international (Loeillet, 2005). Pourtant, l'offre de bananes de par le monde est riche de variétés quasi totalement inconnues sur les grands marchés d'importations. Seuls 2 % de la production de bananes à cuire sont destinés à un commerce international. Cela concerne principalement les bananes plantains (Lassoudière, 2007). Ces dernières sont présentes sur les marchés d'importation depuis des décennies mais les volumes sont limités et leur croissance minime. L'Union européenne a importé environ 23000 t de

plantains en 2000 (EUROSTAT, 2000). En un peu moins de 10 ans, les quantités importées sont restées quasiment inchangées (ODEADOM/Cirad-Flhor, 2000).

Alors que de très nombreux pays produisent la banane, très peu participent de manière substantielle au marché international. Pour ces derniers, la dépendance vis-à-vis de la filière banane est grande. C'est une activité qui occupe toute l'année une main-d'œuvre nombreuse et relativement peu qualifiée, jouant ainsi un rôle crucial dans la lutte contre la pauvreté (Loeillet, 2005). Grâce aux exportations hebdomadaires régulières, des services de fret maritime réguliers ont été créés. Ils ont favorisé les importations de marchandises nécessaires au développement de ces pays et à la vie quotidienne

de leurs habitants. Ces exportations régulières ont aussi permis de stabiliser des lignes maritimes sur lesquelles peuvent se construire d'autres filières d'exportation dans les domaines agricole et industriel (Loeillet, 2005).

Sur les 10 exportateurs mondiaux, 7 sont situés en Amérique Latine, 2 en Afrique et 1 en Asie (Loeillet, 2005). Ils totalisent 95 % de l'offre mondiale (Loeillet, 2005). Les exportations américaines sont très largement dominantes, les Philippines s'intercalant au 4^e rang (Lassoudière, 2007). L'Équateur, le Costa Rica et la Colombie fournissent environ 65 % du marché international, ce qui illustre le poids de la filière banane dans ces pays, tant au niveau économique que dans la vie sociale et politique (Lassoudière, 2007). Le premier producteur mondial, l'Équateur, exporte chaque année l'équivalent de la consommation de bananes de l'Union européenne (4,5 millions de tonnes) (Loeillet, 2005). Les pays ACP (Afrique, Caraïbes, Pacifique) et l'Europe ne pèsent que 15 % dans le commerce mondial (Lassoudière, 2007). La zone Europe, constituée de l'Espagne et du Portugal, participe au commerce mondial à hauteur de 3 % des exportations.

Les exportations en provenance des Caraïbes décroissent, alors que celles d'Afrique augmentent, notamment en provenance du Cameroun et de la Côte d'Ivoire. Depuis 1990, la Côte d'Ivoire a multiplié par deux ses exportations et celles du Cameroun ont plus que triplé (Lassoudière, 2007).

Le commerce mondial de la banane dessert est estimé à 14 millions de tonnes (Loeillet, 2005) pour un chiffre d'affaire à l'exportation de plus de 4,9 milliards USD (Lescot et al., 2008). Sur les 40 dernières années, le marché s'est fortement développé. La production mondiale de bananes dessert a plus que doublé, mais cette croissance est principalement due à l'augmentation des surfaces cultivées et non à une meilleure productivité (Picq et al., 2002). Sur la même période, les exportations ont été multipliées par 3,5 (Loeillet, 2005) et la valeur de ces exportations multipliée par 11. La croissance du marché a été de 7 % par an entre 1985 et 1995, mais a ralenti ces dernières années (Loeillet, 2005).

La banane est le fruit le plus exporté aussi bien en valeur qu'en quantité. Cinq compagnies aux structures très intégrées contrôlent les $\frac{3}{4}$ des exportations du marché mondial : Chiquita Brands International (22 %), Dole Food Company (21 %), Del Monte Fresh Produce (16 %), Noboa (7 %) et Fyffes (7 %) (Lassoudière, 2007).

Les quatre marchés d'importation mondiaux que sont l'Union européenne, les États-Unis, le Japon et la Russie captent 78 % de l'offre mondiale de banane dessert (Loeillet, 2005). À noter que certains marchés émergent en Afrique du Nord et au Moyen-Orient (6 % de la production mondiale) et en Chine (4 % de

la production mondiale) (Lassoudière, 2007). Avec 4,6 millions de tonnes d'importation et une consommation moyenne de bananes aux alentours de 10,1 kg par habitant par an, le marché européen est le premier marché mondial d'importation (Loeillet, 2005). La structure de l'approvisionnement se répartit comme suit : en 2004, l'Union européenne a reçu des bananes de trois origines différentes, à savoir communautaire (16 %), ACP (17 %) et latino-américaine dite « dollar » (67 %) (Loeillet, 2005).

Le commerce international de la banane est très complexe et on ne peut en parler sans évoquer le différend qui oppose quelques pays européens, particulièrement la France et les États-Unis. En effet, depuis des années, les Européens et les Américains se livrent une guerre commerciale autour de la banane. Avant la mise en place du marché unique européen, l'approvisionnement en bananes résultait d'une gestion nationale au cas par cas. Les pays ayant des attaches avec des zones de productions, comme la France avec la zone antillaise et africaine ou l'Espagne avec les Canaries, privilégiaient ces productions. Les autres pays, sans attache à une zone de production particulière, s'approvisionnaient en bananes « dollars » qui étaient importées sans frais de douane à travers les filières intégrées des sociétés américaines. Cette exonération de droits permit aux dites entreprises de réaliser des bénéfices colossaux, le fruit étant produit à très bas prix en Amérique Latine (Loeillet, 2005). Lors de la mise en place du marché unique européen (1^{er} janvier 1993), l'approvisionnement en bananes devait passer à une gestion commune à douze membres. Effective depuis le 1^{er} juillet 1993, l'Organisation Commune du Marché de la Banane (OCMB) créée dans le cadre de la mise en place du marché unique européen instaure des quotas spécifiques d'importation et institue un régime d'aides compensatoires destiné à assurer un revenu minimum aux producteurs européens et de la zone ACP. Les bananes européennes et celles des pays ACP, plus chères, bénéficient alors d'importantes aides de l'Union européenne. Mais la commission dut immédiatement faire face à une double pression : celle des multinationales américaines et celle du front de refus des principaux importateurs de bananes « dollars » : l'Allemagne et le Benelux (Loeillet, 2005). En avril 1994, l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) est créée et dénonce rapidement le principe des quotas spécifiques mis en place par l'Union européenne. Le système de l'OCMB privilégiant les bananes communautaires et ACP est jugé discriminatoire et non conforme aux règles du commerce international par l'OMC (Maillard, 2002). Aussi, malgré une première modification de l'OCMB, le 1^{er} janvier 1999 sous la pression des producteurs de « bananes dollars » et une diminution consécutive des droits de douane pour ces pays, le nouveau régime européen d'importation

est à nouveau dénoncé par l'OMC qui conteste, en particulier, le principe des quotas spécifiques. Depuis le 1^{er} janvier 2006, bien que toutes les négociations ne soient pas achevées, les nouvelles règles sont mises en application dans les grandes lignes. Les quotas d'importation sont abandonnés au profit d'un système uniquement tarifaire, c'est-à-dire fondé sur un droit de douane et sur le principe « premier arrivé = premier servi ». Des clauses particulières sont mises en place pour les pays ACP qui bénéficient de l'absence de droit de douane pour un quota donné. Le volet interne de l'OCMB qui régit l'aide aux producteurs de bananes européens est en cours de réexamen (Lassoudière, 2007).

4. LA VARIÉTÉ CAVENDISH

4.1. Morphologie de la plante

Description de l'appareil végétatif. Le bananier est une herbe géante dont le pseudo-tronc est formé par l'emboîtement des gaines foliaires (Champion, 1963) (**Figure 2**). Les feuilles sont émises par le méristème terminal de la tige vraie souterraine improprement appelée « bulbe ». Les nouvelles feuilles se déroulent au sommet du pseudo-tronc et sont donc de plus en plus jeunes en se rapprochant du sommet. Par convention, elles sont numérotées de la plus jeune à la plus âgée (Bakry et al., 1997). Le nombre de feuilles varie selon le cultivar et les conditions environnementales (Jones, 2000). Les feuilles, dont la durée de vie varie entre 70 et 200 jours, présentent une surface pouvant aller jusqu'à 2 m², fournissant ainsi à la plante une surface foliaire importante au moment de la floraison et permettant de canaliser les eaux de pluie (Stover et al., 1987). Toutefois, la longueur et la largeur du limbe s'accroissent au cours du cycle. Au moment de la sortie de l'inflorescence, il reste 11 à 15 feuilles fonctionnelles (Lassoudière, 2007). Pour un développement correct des fruits jusqu'à la récolte, il faut au minimum 8 feuilles fonctionnelles à la floraison et au moins 4 à la récolte. Le bourgeon situé à l'aisselle de chaque feuille donne éventuellement naissance à un rejet. À la fin de la phase végétative, le changement de fonctionnement du méristème central provoque la croissance et l'allongement de la tige vraie au cœur du pseudo-tronc, puis l'émergence de l'inflorescence.

L'inflorescence. Les étapes du développement végétatif ont des répercussions capitales sur la croissance et le développement de l'inflorescence (Lassoudière, 2007). Dans le cas des variétés Cavendish comme la Grande Naine, la floraison intervient dès qu'une trentaine de feuilles ont été émises. L'inflorescence

du bananier (appelée régime) se caractérise par un pédoncule robuste d'environ 1 m recourbé vers le bas (**Figure 2**). Elle est constituée de spathes pourpres, déhiscentes, imbriquées, disposées selon trois hélices qui se soulèvent avant de tomber rapidement et à l'aisselle desquelles naissent les rangées simples ou doubles de fleurs. Ce sont les premières rangées de fleurs, appelées mains, qui forment les régimes de fruits. Ces premières rangées sont constituées de fleurs femelles avec un ovaire infère comprenant trois loges carpellaires à l'intérieur desquelles deux rangées d'ovules sont insérées sur un placenta axillaire et des étamines non fonctionnelles. Les ovaires se remplissent de pulpe pour former le fruit sans pollinisation ni formation de graines. Les mains sont composées de 10 à 30 fleurs ou doigts insérés sur le coussinet selon deux rangées et sont numérotées à partir de la première main dégagée. À l'anthèse, les doigts sont dirigés vers le bas et se redressent progressivement pour atteindre, en plus ou moins 15 jours, le stade appelé « stade doigts horizontaux ».

Après les fleurs femelles, apparaissent deux à trois mains de fleurs neutres avec toutes les pièces florales avortées, suivies par les mains de fleurs mâles constituées d'ovaires réduits et d'étamines bien développées. Les fleurs mâles tombent au fur et à mesure de leur libération, dénudant ainsi la partie inférieure de la hampe. La croissance de l'inflorescence se poursuit indéfiniment pour former le bourgeon mâle, constitué de la superposition des bractées. S'il n'est pas coupé, ce bourgeon mâle prolongera sa croissance jusqu'à la maturité des fruits et la fanaison de la tige.

4.2. Itinéraire technique

De la plantation à la consommation, la banane dessert d'exportation de type Grande Naine (sous-groupe Cavendish AAA) exige de nombreuses opérations techniques pouvant être très différentes en fonction des zones de production et des systèmes de culture. À titre d'exemple, certains aspects de la culture tels que rencontrés dans la région de Njombé au Cameroun sont présentés ci-après.

De la plantation à la floraison. Le premier cycle de culture est mis en place au champ par la plantation, en ligne ou en touffes, de rejets, de souches ou de plants issus de la culture *in vitro*. L'objectif principal de l'utilisation de vitroplants est de disposer au champ d'un matériel sain, en particulier indemne de nématodes, de virus et de bactéries. Au cours de sa croissance végétative, le bananier émet des rejets latéraux. Un unique rejet sera sélectionné, par une technique appelée œilletonnage, afin d'assurer le cycle de culture suivant tout en conservant au maximum une structure de population constante. Le rejet successeur

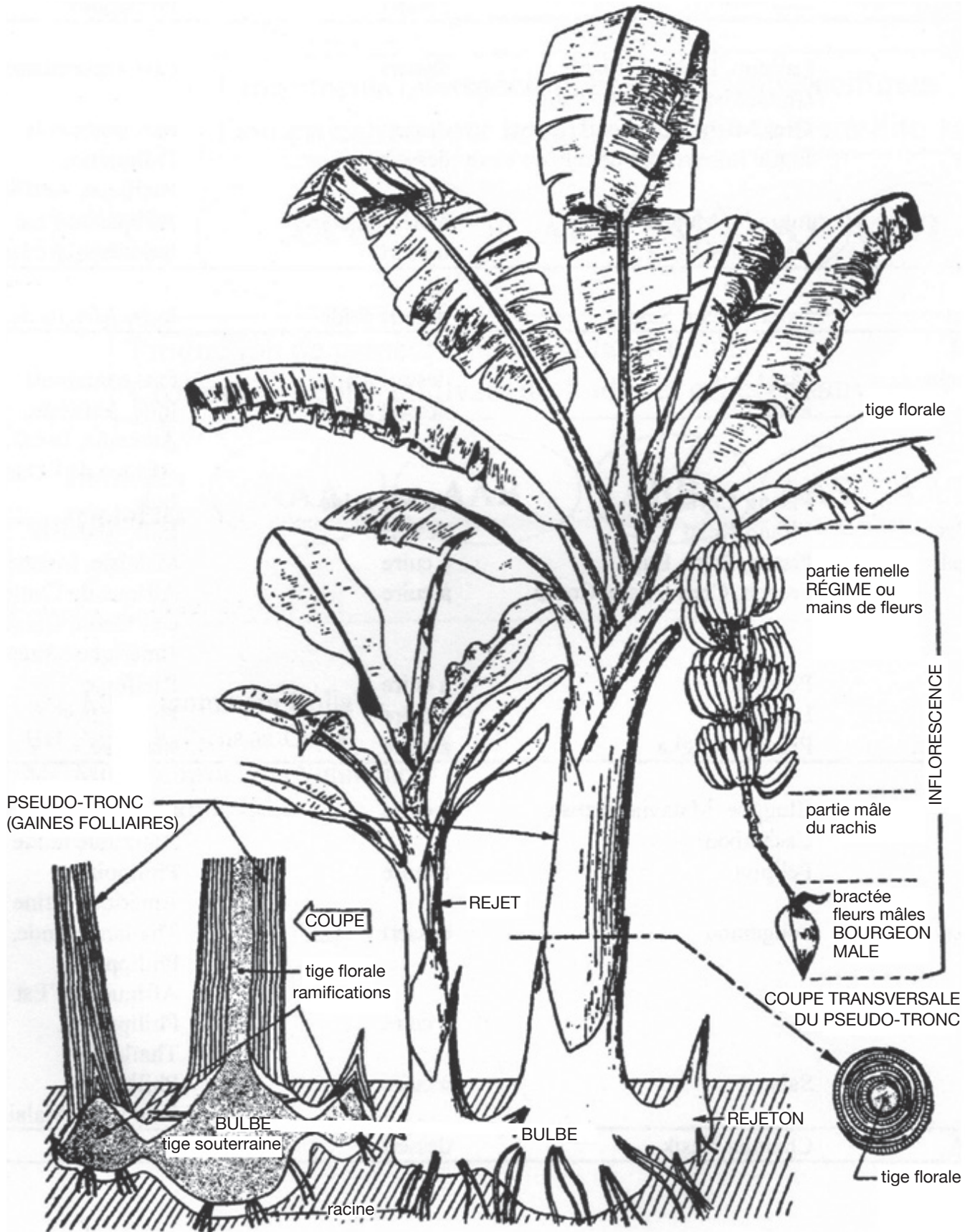


Figure 2. Représentation de l'organisation du bananier et de ses rejets — *Diagrammatic representation of a fruiting banana plant with suckers* (Champion, 1963).

sera sélectionné le plus tôt possible pour favoriser son développement. L'objectif est un retour de cycle de durée minimale, afin d'augmenter le nombre de régimes récoltés par bananier et par an.

De la floraison à la récolte. Dès l'émergence de l'inflorescence commencent les soins aux régimes. Ces soins vont conditionner la qualité des fruits au moment de la récolte. Les feuilles susceptibles de gêner le développement du régime, ou risquant d'abîmer les fruits par frottements, sont dégagées. Cette opération consiste à découper ou écarter les feuilles en contact avec l'inflorescence. Dans la mesure du possible, cette pratique est limitée au maximum afin de ne pas diminuer le potentiel photosynthétique du bananier.

Au stade « doigts horizontaux », le bourgeon mâle et les dernières mains sont supprimés afin de privilégier la croissance des mains supérieures. Seuls deux doigts, appelés « tire-sèves », sont préservés. Ces derniers permettent d'arrêter les remontées de pourritures dans le rachis.

Les restes des pièces florales sénescents présentes à l'extrémité des fruits sont également supprimés (**Figure 3**). Cette opération, nommée épistillage, permet d'éviter une source importante d'inoculum pathogène et de limiter les blessures par contact avec les autres doigts.

Les régimes sont ensuite gainés à l'aide d'un film de polyéthylène permettant de tamponner les variations de température, d'assurer une meilleure croissance des fruits, de présenter une barrière mécanique contre les parasites et de protéger les fruits contre les agressions mécaniques dues, par exemple, aux frottements des feuilles (**Figure 3**).

Le marquage des régimes se fait également au stade « doigts horizontaux » et permet les prévisions de récolte (**Figure 3**). En effet, les différents régimes arrivés à ce stade sont marqués d'une bande de couleur spécifique dans le but de connaître leur âge et de prévoir la date de récolte à un âge physiologique déterminé. En fonction des plantations, 9 à 12 couleurs de marquage sont utilisées dans une succession hebdomadaire.

La récolte. La récolte des régimes ne s'improvise pas. L'objectif est de récolter au grade le plus élevé possible compatible avec l'absence de mûrs d'arrivage à l'entrée en mûrisserie. En effet, les bananes doivent arriver vertes et non mûres après leur transport, la maturation étant provoquée de manière artificielle en mûrisserie. Le stade de récolte sera donc fonction des délais et des conditions prévalant entre la coupe et l'entrée en mûrisserie. Traditionnellement, la récolte s'effectue lorsque le grade commercial est atteint. C'est-à-dire lorsque le fruit de référence, représenté par le doigt médian du rang externe de la deuxième ou de la quatrième main, a un diamètre de respectivement 36

ou 34 mm. Les fruits sont à ce stade remplis aux $\frac{3}{4}$ et sont encore verts et durs. Le seul critère du grade n'est pas suffisant pour décider du stade optimal de récolte. En l'absence de facteurs limitant, le grade de coupe est atteint lorsque le fruit a accumulé 900 °C jours au seuil de 14 °C depuis le marquage au stade doigts horizontaux. À cet âge physiologique, les fruits ont une durée de vie verte (DVV) qui correspond au temps écoulé entre la coupe des fruits et le début de leur crise climactérique et qui est compatible avec leur transport maritime et leur acheminement vers la mûrisserie. Il est ainsi possible de prévoir la récolte à partir de la date de floraison et de l'utilisation de données météorologiques (Jullien et al., 2008). L'intervalle de temps entre la floraison du bananier et la récolte du régime, appelé « intervalle fleur-coupe » (IFC), est donc théoriquement constant lorsqu'il est exprimé en somme de températures. Il est par contre très variable en jours en fonction de la zone de production, de la saison et surtout des pratiques culturales.

La récolte s'effectue à la machette avec toutes les précautions nécessaires pour éviter les chocs et meurtrissures aux fruits. Les régimes sont portés à l'extérieur des parcelles dans des berceaux matelassés positionnés sur la tête. Le régime est alors déposé avec le berceau dans une remorque ou accroché à un système de câbles qui traverse la bananeraie jusqu'au hangar d'emballage (**Figure 3**). La récolte du régime marque le début du dépérissement du pied-mère qui est alors coupé. Sa suppression enlève la dominance apicale sur le rejet préalablement sélectionné et permet de poursuivre la culture.

De la récolte au conditionnement. À la station d'emballage, les régimes sont accrochés à un rail et les mains sont séparées de la hampe florale à l'aide d'un couteau (**Figure 3**). Les mains sont ensuite plongées dans un bac d'eau enrichi en chlore et en alun appelé bac de dépaillage afin de permettre l'écoulement du latex (**Figure 3**). À la sortie de ces bacs, les mains de bananes sont récupérées, parfois frottées à l'aide d'une éponge savonneuse, et sont découpées en bouquets de 3 à 8 fruits. Ces derniers sont alors placés dans un second bac, appelé bac de lavage, pendant au moins 20 min (**Figure 3**). Ils sont ensuite acheminés sur des tapis roulants vers la zone de traitement fongicide avant d'être pesés et conditionnés dans des emballages plastiques (sacs en polyéthylène perforé ou non, avec ou sans vide d'air) et disposés dans des cartons d'exportation (**Figure 3**). Les techniques de traitement chimique sont très variées : trempage, tunnel de pulvérisation, pulvérisateurs, cascades, badigeonnage manuel, etc. Mais il semble qu'un bon mouillage des fruits soit essentiel pour assurer une bonne efficacité des traitements fongicides (de Lapeyre de Bellaire et al., 1994)

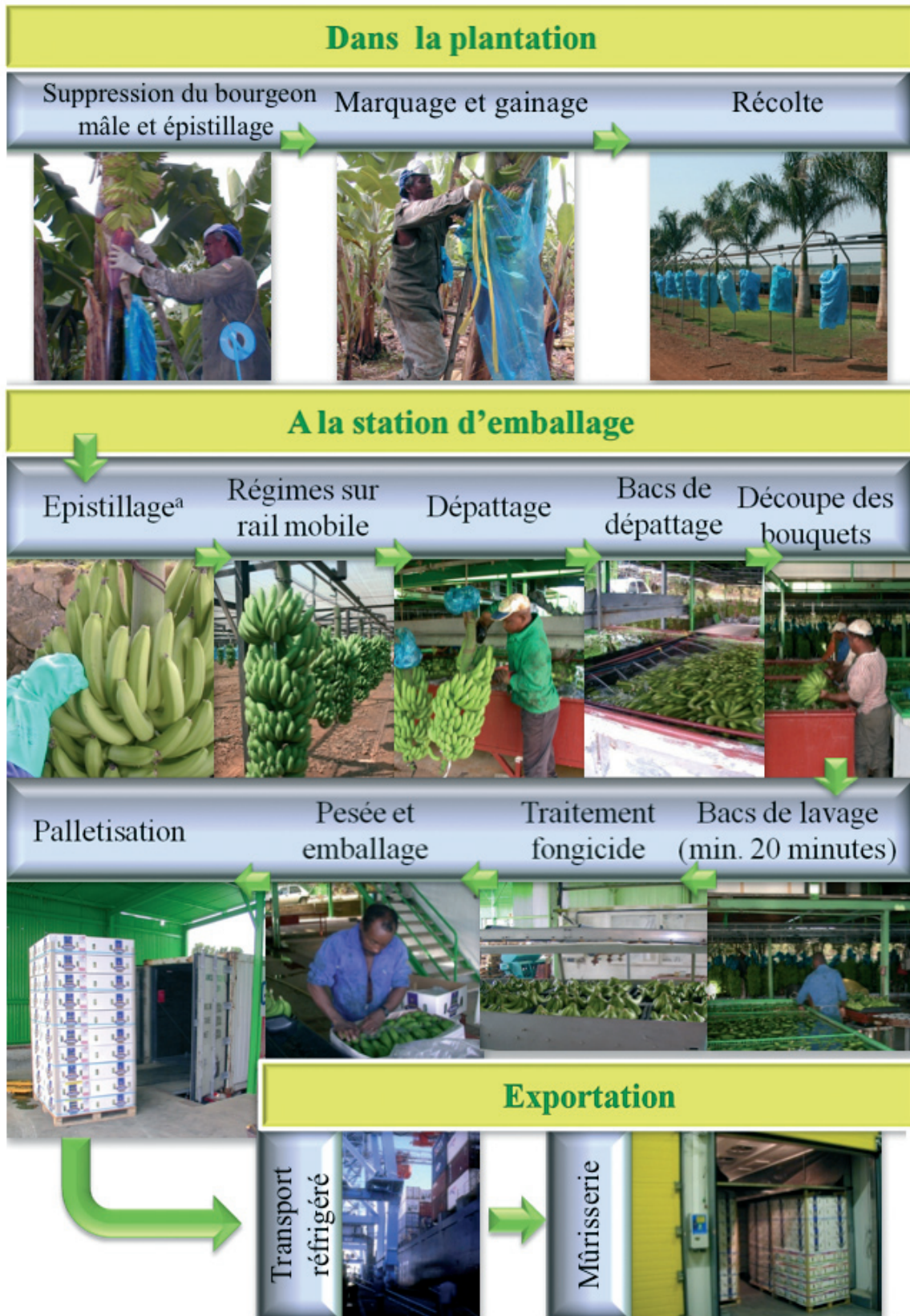


Figure 3. Opérations successives réalisées du champ à la commercialisation — *Successive operations carried out from field to market.*

a : l'épistillage est réalisé en station de conditionnement lorsqu'il n'a pas été effectué préalablement au champ — *deflowering is done in the packing station when it has not been done in the field.*

De la station d'emballage à la mûrisserie. Les cartons de bananes sont regroupés sur des palettes et sont stockés dans un container refroidi à 13 °C (**Figure 3**). La mise au froid permet d'une part, de minimiser la production d'éthylène et de retarder le processus de maturation et d'autre part, de réduire le développement de champignons éventuellement présents (Krauss et al., 2000). Ces containers sont acheminés par camion vers le port de Douala où les palettes sont débarquées et entreposées dans les cales de navires. Par la maîtrise de la température, de l'hygrométrie et de la composition de l'atmosphère, ces cales assurent la conservation des bananes durant la traversée maritime. Au bout d'une dizaine de jours, les palettes sont débarquées dans le port de destination et sont acheminées par voie terrestre vers les mûrisseries où s'effectuera la maturation artificielle des bananes (**Figure 3**). Cette maturation est initiée par un apport exogène d'éthylène durant 24 h à une température de 20 °C. Au terme de ces 24 h, les fruits sont ventilés et peuvent être commercialisés.

4.3. Avantages et limites de l'utilisation exclusive de la Cavendish

Le sous-groupe homogène des Cavendish (AAA) a pu être adopté dans presque toutes les régions tropicales humides pour son énorme potentiel productif (jusqu'à 60 t·ha⁻¹) associé à une bonne précocité (récolte en 10 mois) et une taille réduite (moins de 3 m) facilitant sa culture (Lescot, 1998). Ainsi, les acteurs de la filière ont fortement investi et se sont organisés exclusivement autour du standard Cavendish. Les efforts de recherche et de développement ont été dirigés vers l'optimisation des modes de production, emballage, transport, mûrissage et marketing des bananes Cavendish. À l'heure actuelle, le processus et l'équipement industriel de production et de distribution sont adaptés à la Cavendish. Ce schéma industriel ne laisse que très peu de place à l'introduction d'autres variétés et aux changements. Elle est soumise à une forte pression normative qui pousse à banaliser le produit et à rendre ce marché monolithique : la banane dessert au « format » Cavendish, correspondant aux normes Dole ou Chiquita. Dans l'ensemble des fruits et légumes, il n'existe pas d'exemple semblable. L'offre du marché pour un fruit est, dans tous les cas, constitué d'au moins deux variétés.

Ainsi, malgré la diversité génétique des bananiers, il n'est pas rare dans certaines régions de production destinée à un commerce d'exportation, de ne rencontrer que de la Cavendish. La diversité des cultivars existant au sein d'une même structure de production est d'autant plus réduite qu'on s'éloigne du centre d'origine du complexe d'espèces pour aller vers des régions où seuls quelques exemplaires de bananiers

ont été introduits. Cette forte spécialisation variétale et géographique s'accompagne d'une concentration du pouvoir de marché entre quelques grandes firmes (Loeillet, 2005). Il existe évidemment des contraintes liées à la monoculture intensive de type agro-industriel, sans rotation, faisant appel à d'importantes quantités d'intrants et pratiquée durant de nombreuses années (parfois plus de 40 ans) (Lescot, 2004). Ces contraintes sont notamment d'ordre environnemental et phytosanitaire. Ce type de culture peu respectueuse de l'environnement aboutit notamment à une évolution et dégradation des sols. Des déséquilibres biologiques apparaissent rendant la culture plus sujette aux maladies et ravageurs. De plus, les populations de pathogènes aériens ou telluriques, inféodés à la culture, ont tendance à s'accroître s'il n'y a pas rupture de leur cycle biologique due à la suppression de l'hôte. Les risques de résistance aux pesticides sont également accrus dans ces conditions et l'apparition de nouvelles maladies est une réalité. Ainsi, le problème majeur des productions bananières sont les lourdes menaces parasitaires qui pèsent sur ces productions face à l'étroitesse de la gamme variétale cultivée à l'heure actuelle en monoculture intensive. Chez la banane, le premier problème est apparu lorsque la Gros-Michel a été cultivée de manière intensive et que ce premier cultivar commercial a été détruit avec l'apparition de *Fusarium oxysporum cubense* ou maladie de Panama. Après 1960, le commerce international de la banane a été dominé par le cultivar de type Cavendish. Plus récemment, une forme extrêmement virulente du pathogène *F. oxysporum*, la race T4, et pouvant s'attaquer aux Cavendish a été décrite (Hwang et al., 2004). D'autres problèmes parasitaires associés aux Cavendish sont apparus et ont été largement développés par divers auteurs (Jones, 2000 ; Ploetz et al., 2003). Parmi les différentes contraintes liées aux parasites et ravageurs, il faut signaler que les maladies d'origine fongique, très répandues dans les plantations industrielles, constituent la principale perte de rendement et affectent tous les organes de l'hôte (Ploetz et al., 2003). À l'heure actuelle, les plus néfastes, affectant de manière significative la production des Cavendish d'exportation, sont les cercosporioses. D'autres maladies fongiques, propres aux marchés d'exportation et causant d'importants dégâts et pertes économiques, méritent qu'on les souligne. Il s'agit des maladies de conservation comme les pourritures de couronnes (Lassois et al., 2010) et l'antracnose.

5. CONCLUSION

Malgré l'importante diversité génétique existant au sein du genre *Musa*, le marché d'exportation est

dominé par la culture presque exclusive de la variété Cavendish. Cependant, la production de banane d'exportation doit être capable de répondre aux exigences de durabilité, qualité et rendement qui lui sont imposées. Ceci constitue un véritable défi pour les variétés existantes et ce, de par l'étranglement de la gamme variétale utilisée et l'apparition de nouvelles maladies ou de nouvelles souches virulentes. Ainsi, d'importantes stratégies de lutte doivent être élaborées. En bananeraies intensives, le système de culture dominant a longtemps reposé sur une large utilisation systématique des produits phytosanitaires. Au début des années 1990, les bananeraies étaient traitées avec des quantités très élevées de matières actives : de 17 à 22 kg-ha⁻¹ par an (Lassoudière, 2007). Actuellement, on ne peut plus concevoir la protection phytosanitaire uniquement sous le seul aspect de la lutte chimique. Celle-ci pose de gros problèmes tels que la toxicité des produits, l'accumulation de résidus dans les fruits, la destruction d'organismes non cibles, le risque de pollution des eaux, les pertes d'efficacité des produits. De plus, la protection phytosanitaire doit faire face à une législation de plus en plus restrictive. Pour certaines maladies, comme la maladie de Panama, aucun produit phytosanitaire n'a jamais apporté de réponse satisfaisante. Ainsi, l'ensemble du système de culture et de l'itinéraire technique est à adapter. Il faut envisager une approche globale de la filière banane dans un but de durabilité de la production. Des solutions techniques ont permis de réduire de plus de 50 % l'utilisation des pesticides aux Antilles françaises au cours de la dernière décennie (Chabrier et al., 2005). Parmi les techniques alternatives à la lutte chimique, on retrouve également la sélection et l'amélioration variétale. C'est aujourd'hui la voie privilégiée pour maintenir à plus ou moins long terme la culture de la banane dans les zones actuelles de production, mais il s'agit d'une action de longue haleine. Les premiers travaux d'amélioration des bananiers par croisement ont été amorcés dès les années 1920 à la suite de l'extension de la maladie de Panama. Parallèlement à ces activités de croisement, d'autres équipes ont concentré leurs efforts, à partir des années 1980, sur la mutagenèse et sur la sélection de variants somaclonaux qui sont apparus à la suite du développement des techniques de cultures *in vitro* pour la multiplication rapide et industrielle des vitroplants de bananiers. Le comportement de variétés issues de mutations induites par l'application de rayons ionisants sur les bourgeons végétatifs est également évalué. Enfin, l'avènement des techniques de biologie cellulaire et moléculaire a favorisé l'émergence d'équipes qui travaillent sur la transformation génétique des bananiers. Cependant, les réponses sur la durabilité de la culture bananière ne relèvent pas d'une seule solution miracle, à savoir la recherche d'un produit

phytosanitaire plus performant ou même uniquement la mise au point d'un bananier résistant. Elle dépend plutôt d'une mutation des systèmes de culture par l'amélioration d'itinéraires techniques complets basée sur une connaissance approfondie de l'agronomie de la plante, de la biologie des parasites et des relations hôte-pathogènes.

Bibliographie

- Bakry F. et al., 1997. Les bananiers. In : Charrier A., Hamon S., Jacquot M. & Nicolas D., eds. *L'amélioration des plantes tropicales*. Montpellier, France : CIRAD/ORSTOM, 109-139.
- Chabrier C. et al., 2005. La défense des végétaux. *Phytoma*, **584**, 12-16.
- Champion J., 1963. *Le bananier*. Paris : Maisonneuve et Larose.
- Cirad-Flhor, 2003. Bananes for ever. La diversité génétique des bananiers. *Fruitrop*, **99**, 5.
- Daniells J.W. et al., 2001. *Musalogue: a catalogue of Musa germplasm. Diversity in the genus Musa*. Montpellier, France : INIBAP.
- de Lapeyre de Bellaire L. & Nolin J., 1994. Amélioration du contrôle du chancre sur les bananes d'exportation et traitements post-récolte. *Fruits*, **49**, 179-185.
- EUROSTAT, 2000. Statistiques d'importations européennes de plantains. *Fruitrop*, **82**, 3.
- Häkkinen M., 2009. *Musa chunii* Häkkinen, a new species (Musaceae) from Yunnan, China and taxonomic identity of *Musa rubra*. *J. Syst. Evol.*, **47**, 87-91.
- Heslop-Harrison J.S. & Schwarzacher T., 2007. Domestication, genomics and the future for banana. *Ann. Bot.*, **100**, 1073-1084.
- Hwang S.C. & Ko W.H., 2004. Cavendish banana cultivars resistant to *Fusarium* wilt acquired through somaclonal variation in Taiwan. *Plant Dis.*, **88**, 580-588.
- Jones D.R., 2000. *Diseases of banana, abaca and enset*. Wallingford, UK: Cabi Publishing.
- Jullien A., Chillet M. & Malezieux E., 2008. Pre-harvest growth and development, measured as accumulated degree days, determine the post-harvest green life of banana fruit. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.*, **83**, 506-512.
- Krauss U. & Johanson A., 2000. Recent advances in the control of crown rot of banana in the Windward Islands. *Crop Prot.*, **19**, 151-160.
- Lassois L., Jijakli M.H., Chillet M. & de Lapeyre de Bellaire L., 2010. Crown rot of bananas: pre-harvest factors involved in post-harvest disease development and integrated control methods. *Plant Dis.* (accepted).
- Lassoudière A., 2007. *Le bananier et sa culture*. Versailles, France : Éditions Quæ.
- Lescot T., 1998. Les bananiers : une diversité méconnue. *Fruitrop*, **51**, 8.

- Lescot T., 2004. Banane : production, commerce et variétés. *Fruitrop*, **118**, 5.
- Lescot T., 2006. La banane en chiffres : le fruit préféré de la planète. *Fruitrop*, **140**, 5.
- Lescot T. & Loeillet D., 2008. Banane et environnement : vers une production plus propre à l'horizon 10 ans. *Fruitrop*, **153**, 3-4.
- Loeillet D., 2005. Le commerce international de la banane : entre évolution et révolution. *Fruitrop*, **129**, 2-19.
- Maillard J.C., 2002. Le commerce international de la banane : marché, filière, système. *Cah. Outre-mer*, **220**.
- Mbida Mindzie C. et al., 2001. First archaeological evidence of banana cultivation in central Africa during the third millenium before present. *Veg. Hist. Archaeobotany*, **10**, 1-6.
- ODEADOM/Cirad-Flhor, 2000. Bilan de l'approvisionnement du marché bananier européen. *Info Banane*, **38**.
- Picq C., Lipman E., Sharrock S. & Frison E., 2002. La culture du bananier. *Biofutur*, **222**, 30-33.
- Ploetz R.C., Thomas J.E. & Slabaugh W.R., 2003. Disease of banana and plantain. In: Ploetz R.C., eds. *Diseases of tropical fruit crops*. Cambridge, USA: Cabi.
- Simmonds N.W. & Shepherd K., 1955. Taxonomy and origins of cultivated bananas. *J. Linn. Soc. Bot.*, **55**, 302-312.
- Simmonds N., 1962. *The evolution of the bananas*. New York, USA: John Willey & Sons Inc.
- Stover R.H. & Simmonds N.W., 1987. *Bananas*. London: Longman Scientific & Technical.
- Wilson J.S. & Otsuki T., 2004. To spray or not to spray: pesticides, banana exports, and food safety. *Food Policy*, **29**, 131-146.
- Wong C. et al., 2002. Assessment of validity of the sections in *Musa* (Musaceae) using AFLP. *Ann. Bot.*, **90**, 231-238.

(30 réf.)