Dossier documentaire sur des aspects de la domestication des bananes

Savez-vous que la banane que nous mangeons est triploïde ? Les bananes que l'on trouve sur les étals de nos marchés ne sont guère diversifiées, pourtant les cultivars de bananiers sont très nombreux. […]

Les bananiers sont cultivés dans plus de 120 pays, sur les 5 continents. En termes de production mondiale, la banane est le quatrième produit agricole (après le riz, le blé et le maïs) et le premier de la production fruitière. Dans les régions tropicales et subtropicales, les bananes sont produites à 85 % pour la consommation locale. Il existe plus de mille variétés de bananiers dont le fruit peut être consommé frais ou en tant que légume cuit, mais peut aussi faire l'objet de nombreuses transformations : chips, frites, beignets, purée, confiture, ketchup, alcool, vin, bière, etc. D'autres parties de la plante peuvent être utilisées comme fibre textile, emballage pour la cuisson, pour la construction d'abris ou la fabrication de couvertures…

1. 1. L'étonnante diversité phénotypique des bananes

1.1. Bananes dessert, bananes à cuire...

Malgré 1000 à 1500 variétés existantes, les bananes proposées sur les marchés sont peu diversifiées. Leur transport délicat en est une des explications principales.
La banane Cavendish est la banane dessert la plus répandue (97 % du commerce mondial de bananes). On distingue la Grande naine (Giant Cavendish) et la petite naine (Dwarf Cavendish), le terme de naine étant relié à la taille du pseudo-tronc. Actuellement elle est cultivée aux Antilles, en Amérique centrale et aux Canaries.

Figure 1 - Variétés de bananes commercialisées

Quatre variétés de banane commercialisées. De gauche à droite : Plantain, Banane rose, Frécinette et Cavendish

Auteur(s)/Autrice(s) : Timothy PilgrimLicence : CC-BY-SASource : Wikimedia

La banane frécinette (ou freyssinette), banane « figue sucrée », plus petite que la Cavendish, est répandue dans le monde entier, avec une présence plus forte en Asie et Afrique.
La banane rose (Antilles et Amérique centrale), une banane dessert de taille moyenne, à peau rose-rouge, possède une chair blanche très parfumée.
La banane plantain (plantain vrai, dont le centre de diversité se situe en Afrique occidentale et centrale) est très riche en amidon et doit être cuite avant consommation. On appelle aussi banane plantain d'autres variétés à cuire comme les plantains du Pacifique (par exemple la variété Popoulu), ou les Fé'i de Tahiti. […]

1.2. Comparaison des compositions nutritionnelles des bananes dessert et bananes plantain

Composition pour 100 g	Banane dessert	Banane plantain
Eau	74,9	65,3
Énergie (en kcal)	89	122
Protéines	1,1	1,3
Lipides	0,3	0,4
Glucides	22,8	31,9
Fibres	2,6	2,3
Sucres (monosaccharides et disaccharides)	12,2	15

La banane plantain présente une densité énergétique bien supérieure à la banane dessert ou encore aux pommes de terre (85 kcal pour 100 g). Sa teneur élevée en amidon (qui nécessite sa cuisson avant consommation) est plus importante que celle de la banane dessert et également supérieure à celle des pommes de terre (19 à 20 g pour 100 g).

2. Les bananiers : une grande famille

Les bananiers sont des monocotylédones [de] la famille des Musaceae. Cette famille comprend essentiellement le genre *Ensete* (Afrique, Asie) et le genre *Musa* (Asie de l'Est).

Figure 2 - Le bananier Ensete ventricosum ou bananier d'Abyssinie
Auteur(s)/Autrice(s) : Forest et Kim StarrLicence : CC-BYSource : Wikimedia

Cette espèce, de grande taille (6 à 10 m de hauteur), est cultivée dans certaines régions (Éthiopie) pour sa racine comestible qui peut être consommée bouillie (les autres parties de la plante, comme le pseudo-tronc, peuvent être réduites en poudre et fermentées pour produire une farine féculente). Elle est également utilisée comme plante ornementale. Le pseudo-tronc est dépourvu de rejets à la base et l'espèce se reproduit par des graines, grosses et noires, qui germent facilement dans un terreau humide.

Le genre *Ensete* s'étend actuellement de l'Afrique à l'Asie du Sud et comprend 9 espèces qui ressemblent à des bananiers mais présentent de très longues feuilles aux nervures généralement cramoisies et des fruits similaires aux bananes, mais qui sont immangeables (secs et remplis de graines). L'espèce *Ensete ventricosum* est la plus importante dans ce genre. Elle est cultivée en Afrique. Cette plante produit un rhizome utilisé comme nourriture de base par des millions de personnes en Éthiopie.
Le genre *Musa* provient d'Asie et présente une forte variabilité. Il comprend un très grand nombre d'espèces, notamment celles qui produisent les bananes dessert et les bananes à cuire (dites plantain). Le genre *Musa* est divisé en sections, selon le nombre de chromosomes et les caractères morphologiques des espèces. Les espèces des sections Eumusa et Rhodochlamys possèdent 22 chromosomes, les espèces des sections Australimusa et Callimusa possèdent 20 chromosomes.
La majorité des bananes comestibles appartient à la section Eumusa du genre *Musa* et correspond à des hybrides diploïdes ou triploïdes de *Musa acuminata* (génome A), seul ; ou hybridé interspécifiquement avec *Musa balbisiana* (génome B).

Classification et répartition géographique de quelques exemples de bananiers cultivés (simplifié)

Cultivars obtenus par hybridation de *Musa acuminta* (genome A) et *Musa balbisiana* (genome B)		
DIPLOIDES	TRIPLOIDES	TETRAPLOIDES
Groupe AA Sous-groupe Sucrier Cultivars : Frécinette ou Freyssinette (dessert, tous continents) Sous-groupe Pisang Berangan (dessert, Indonésie et Malaisie) Sous-groupe Lakatan (dessert, Philippines)	Groupe AAA Sous-groupe Cavendish - Cultivars (dessert, 97 % du marché international) Sous-groupe Gros Michel - (dessert, petites exploitations et Thailande, là où elle n'a pas été attaquée par la maladie de Panama au XXe siècle) Sous-groupe Figue Rose - (dessert, Pacifique, Antilles)	Groupe AAAB Variété Goldfinger (dessert, cultivar développée au Honduras comme hybride résistant à certains champignons)
Groupe AB Sous-groupe Ney Poovan (dessert acide, Inde Afrique de l'Est)	Groupe AAB Sous-groupe Figue Pomme - (dessert acide) Sous-groupe Plantains (vrais) Cultivar French corne, Faux corne(à cuire, Afrique du centre et de l'Ouest, Caraïbes, Amérique Latine) - Sous-groupe Popoulou (à cuire, plantains du pacifique)	
	Groupe ABB Sous-groupe Bluggoe (à cuire, Nouvelle-Calédonie) Sous-groupe Pisang Awak - (dessert, Thaïlande, Inde, Philippines, Afrique de l'Est)	

3. La domestication de la banane

La plupart des cultivars de bananes comestibles dérivent de deux espèces : l'espèce *Musa balbisiana* et les nombreuses sous-espèces de *Musa acuminata*. La figure ci-dessous présente la répartition géographique de ces différentes espèces sauvages.

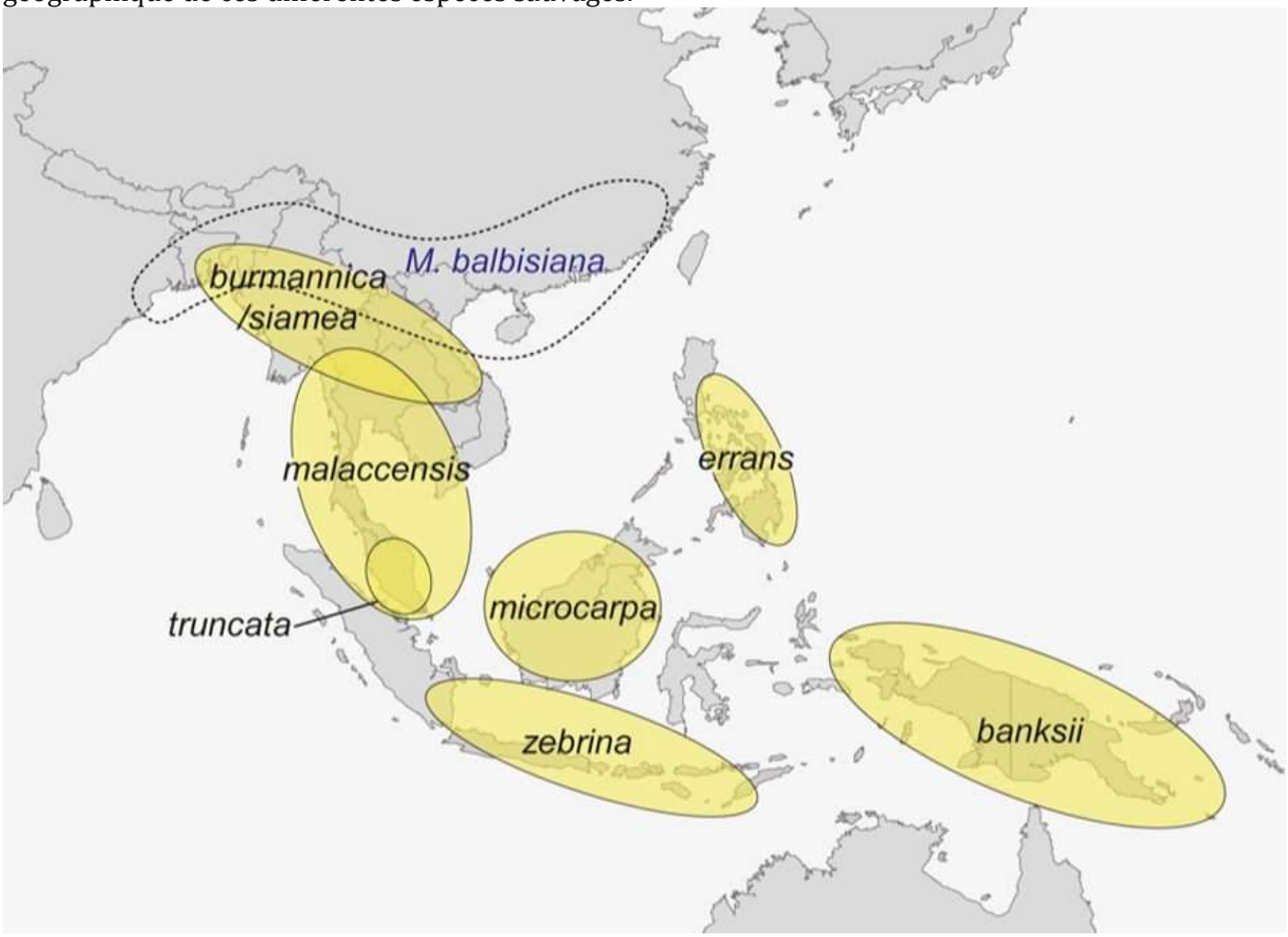


Figure 4 - Distribution géographique de Musa balbisiana et des sous-espèces de Musa acuminata, les ancêtres sauvages des bananes cultivées - Auteur(s)/Autrice(s) : Tim Denham et al.Licence : Reproduction autorisée dans un contexte éducatif et non commercial (PNAS)Source : PNAS

L'analyse des marqueurs nucléaires et cytoplasmiques (génome chloroplastique), ainsi que des isozymes et des anthocyanes permet de différencier plusieurs groupes (en jaune) parmi les diploïdes sauvages de *Musa acuminata*. [...] L'espèce *Musa balbisiana* présente une aire de répartition plus nordique et, bien que non domestiquée, a été largement dispersée pour ses nombreux usages. On la retrouve sous forme de petites populations spontanées de la Nouvelle-Guinée à l'Est du Sri-Lanka.
La domestication des espèces sauvages s'est faite en deux périodes :

- la transition de diploïdes sauvages (avec graines dans le fruit) vers des diploïdes comestibles ;
- la transition des diploïdes comestibles vers des triploïdes comestibles.

Figure 5 - Le fruit d'un bananier sauvage
Coupe d'une banane sauvage (avant maturité) laissant apparaître un nombre conséquent de graines larges et dures. Cette banane n'est pas comestible.

Auteur(s)/Autrice(s) : Warut RoonguthaiLicence : CC-BY-SASource : Wikimedia

3.1. Des diploïdes sauvages aux diploïdes comestibles

Les sous-groupes de cultivars diploïdes AA, notés AAcvs, dérivent de l'hybridation entre différentes sous-espèces de *M. acuminata* dans les îles de l'Asie du Sud-Est et l'Ouest de la Mélanésie, impliquant des mouvements de populations humaines durant l'Holocène (il y a environ 11000 ans). Il est concevable que ces hybridations de sous-espèces fertiles de *M. acuminata* géographiquement isolées soient dues à des transports par l'homme car ces plantes présentaient des utilisations nombreuses : nourriture, médecine, constructions… Il s'agissait de plants de bananes au stade de la pré-domestication (*cultiwild* en anglais).

L'hétérozygotie de ces hybrides AAcvs, due à des réarrangements entre chromosomes des sous-espèces parentales de *Musa acuminata*, a contribué à une stérilité des gamètes. Cette stérilité, associée à la sélection de la richesse du fruit en pulpe conduite par l'homme, a mené à des fruits comestibles et parthénocarpiques, dépourvus de graines.

La parthénocarpie : Le fruit se développe comme si la fleur avait été fécondée, mais les fruits ainsi produits (banane, clémentine...) ne contiennent pas de graines ou les graines ne contiennent pas d'embryons. Dans ces conditions, seule la multiplication végétative permet à la plante de se reproduire.

3.2. Des diploïdes comestibles aux triploïdes

Des méioses anormales ont pu, dans ces cultivars AA comestibles, créer occasionnellement des gamètes diploïdes. La fusion d'un gamète diploïde avec un gamète haploïde génère un génotype triploïde stérile. Des triploïdisations spontanées, impliquant presque tous les cultivars AA ont conduit, à travers la propagation végétative de ces bananiers réalisée par l'homme, à la diversité actuelle des cultivars triploïdes, qu'il s'agisse des groupes purs AAA ou interspécifiques AAB et ABB.

Ensuite, la propagation strictement végétative de ces cultivars, par l'homme, au cours de nombreuses générations, a conduit à des variants somatiques qui ont encore augmenté la diversité phénotypique de ces espèces cultivées.

Des études archéobotaniques ont montré que des *cultiwilds* dérivant de la sous-espèce *Musa acuminata ssp. banksii*, qui est à l'origine de nombreux cultivars actuels, existaient en Nouvelle Guinée entre 6900 et 6400 ans avant notre ère. La domestication des diploïdes parthénocarpiques a résulté de transports de ces *cultiwilds* et hybridation avec des sous-espèces locales, dans au moins trois régions de contact : entre la Nouvelle-Guinée et Java, au Sud, entre la Nouvelle-Guinée et les Philippines vers l'Est, et au sein des Philippines, Borneo et l'Asie du Sud-Est.

Ces cultivars diploïdes se sont ensuite peu répandus en dehors de cette première zone de diversification, à l'exception du groupe AA Mlali qui est à l'origine de la majorité des triploides cultivés actuellement (notamment la banane Cavendish). Ce sous-groupe AA pousse actuellement uniquement sur les côtes Est africaines et les îles proches (Madagascar, Zanzibar, Comores), ce qui suggère un transfert ancien à travers l'Océan Indien.

Comme le montre la figure ci-dessous, le groupe AA Mlali correspond à des hybrides de deux sous-espèces sauvages de *Musa acuminata* : *Musa acuminata ssp. Banksii* (Nouvelle-Guinée) et *Musa acuminata ssp. zebrina* (Java).

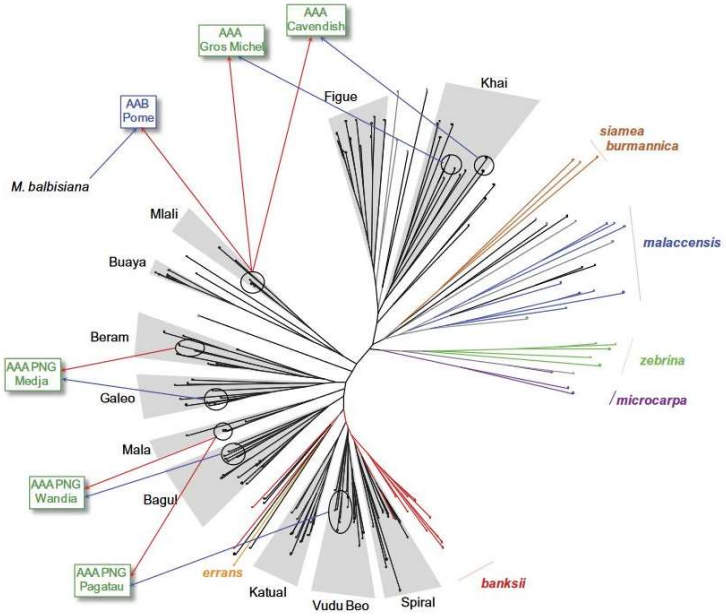


Figure 6 - Relations phylogénétiques entre les cultivars AA et les sous-espèces sauvages de Musa acuminata

Cet arbre se base sur les différences génétiques décelées au niveau de 22 marqueurs (séquences répétitives), sur 41 diploïdes sauvages AA et 131 cultivars AA.

La contribution de ces cultivars AA aux triploïdes, en tant que donneur 2n (flèches rouges) ou donneur 1n (flèches bleues), est indiquée pour quelques cultivars AAA et AAB.

Auteur(s)/Autrice(s) : Tim Denham et al.Licence : Reproduction autorisée dans un contexte éducatif et non commercial (PNAS)Source : PNAS

La triploïdisation est apparue, ensuite, indépendamment dans diverses zones de contact entre les sous-espèces diploïdes, avec des combinaisons parentales variées. Cette triploïdisation a vraisemblablement commencé très tôt après l'émergence des cultivars AA et continue encore (on trouve de nombreux génomes AAA en Nouvelle-Guinée).
Trois de ces sous-groupes triploïdes sont cultivés actuellement très loin de leur région de naissance : les AAA Mutika Lujugira africains, les AAB plantains africains et les AAB plantains du Pacifique. Ces bananiers triploïdes ne sont pas cultivés en Asie, à l'exception de quelques plantains africains qui ont dû être introduits en Asie du Sud avec le commerce des esclaves de l'Afrique de l'Est.

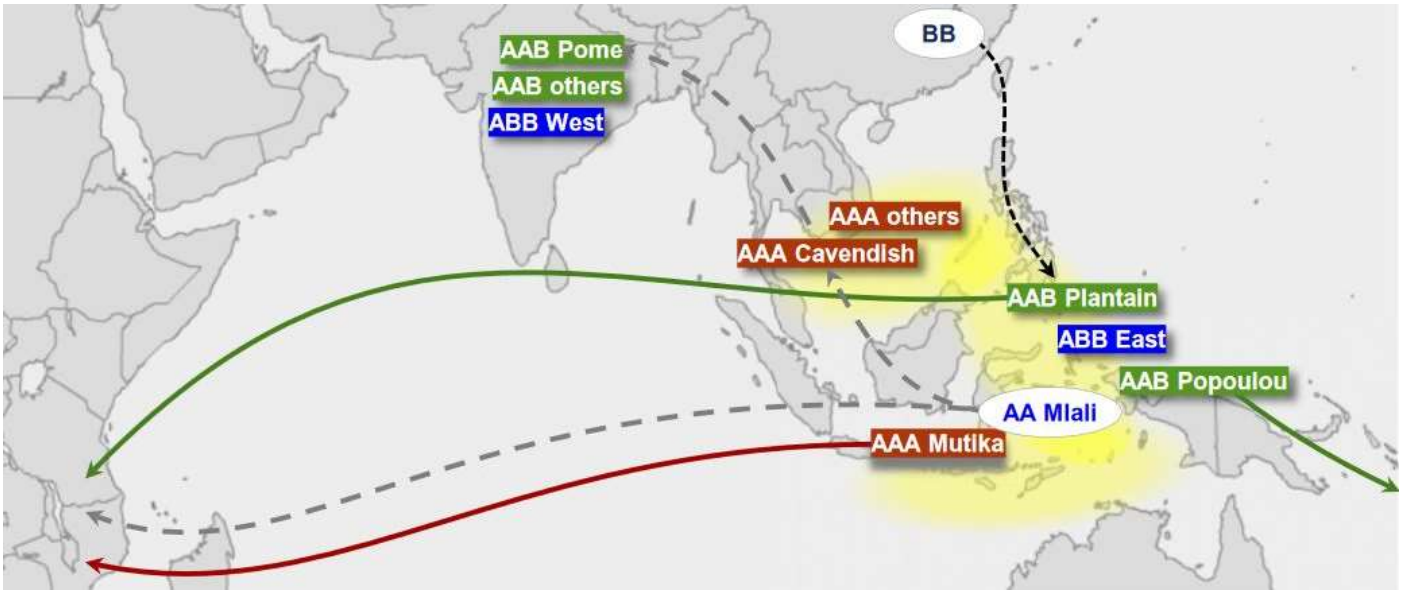
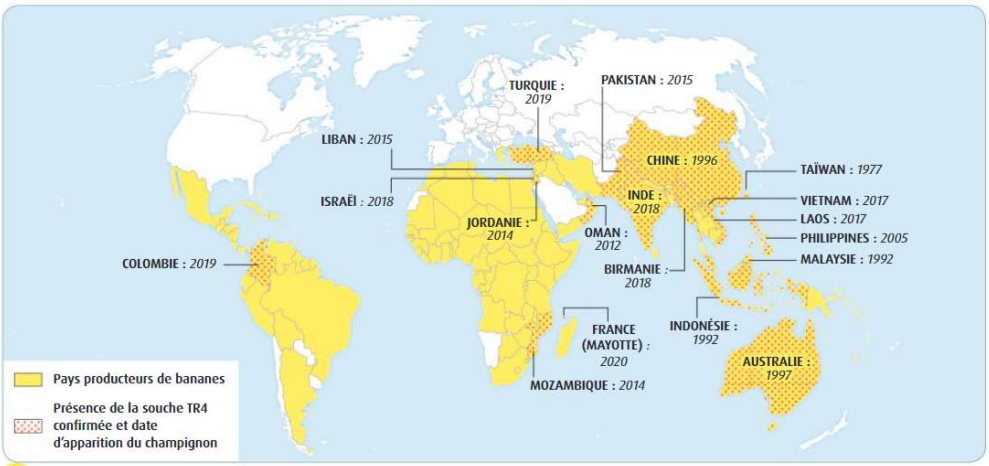


Figure 7 - Origine et migration, par l'homme, des principaux groupes triploïdes de bananiers
Les flèches entières indiquent les migrations préhistoriques des cultivars triploïdes vers l'Afrique et les îles du Pacifique. Les pointillés gris indiquent la migration du groupe diploïde Mlali vers l'Asie du Sud-Est, où il a contribué génétiquement à la variété Cavendish (AAA), puis vers l'Inde où il a rencontré *Musa Balbisiana* (BB) et a donné la variété Pome (AAB), ainsi que vers l'Afrique. Les pointillés noirs indiquent la migration de *Musa balbisiana* du Sud de la Chine vers Taïwan et les Philippines.Les cultivars du groupe AAA sont représentés en rouge, ceux du groupe AAB en vert et ceux du groupe ABB en bleu. Auteur(s)/Autrice(s) : Tim Denham et al.Licence : Reproduction autorisée dans un contexte éducatif et non commercial (PNAS)Source : PNAS

En juillet 2012, après 10 ans de travail, le génome de la banane a été séquencé par le Cirad et le CEA-Genoscope de Montpellier. Il comprend 36 000 gènes. Ces données seront fort utiles pour l'amélioration des variétés, difficile chez ces espèces à faible fertilité, telle qu'une augmentation de la résistance à la fusariose (maladie de Panama due à un champignon, *Fusarium oxysporum*, responsable d'une grave épidémie dans les années 1950).



6 Pays touchés en 2019 par la souche TR4 du champignon responsable de la maladie de Panama. *Fusarium oxysporum* est un champignon qui peut rester dans le sol plusieurs décennies. Il provoque la maladie de Panama : il remonte par le système racinaire, atteint l'ensemble des organes et tue la plante. La variété clone de banane Gros Michel, qui dominait le marché de l'exportation jusque dans les années 1960 a été victime de la souche TR1 (Tropical Race 1) de ce champignon. Elle a été remplacée par la variété Grande Naine Cavendish, résistante à TR1. En 1990, des chercheurs ont identifié en Asie du Sud-Est des bananiers Cavendish atteints par une nouvelle souche, appelée TR4.

Source : Manuel scolaire Terminale Spécailité SVT Belin page 273

Compléments : Dossier principal sur les grandes notions clés de la domestication

Bibliographie

Source principale : https://planet-vie.ens.fr/thematiques/evolution/domestication/mille-et-une-bananes
Autres sources possibles : https://www.tela-botanica.org/2012/01/article4823/
https://www.jardinsdefrance.org/les-bananiers-en-afrique-voyages-des-hommes-voyages-des-plantes/