

Les autres amylacées

À partir des contributions de A. Caburet, V. Lebot (CIRAD),
J.P. Raffaillac (IRD), P. Vernier (CIRAD)

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| > L'arbre à pain | > La patate douce |
| > Le canna comestible | > La pomme de terre |
| > L'igname | > Le sagoutier |
| > Le manioc | > Le taro et le macabo |
| > La maranta | |

L'ARBRE À PAIN

Artocarpus incisa (syn. : *Artocarpus altilis*)

Anglais : bread tree

Espagnol : arbor de pan

Portugais : fruta-pão

Famille des Moraceae

● Les utilisations de l'arbre à pain

Les fruits sont consommés cuits de différentes manières : frits, bouillis, au four, salés ou sucrés. Ils sont cueillis plus ou moins mûrs selon les préparations. Celles-ci sont très diverses : en Polynésie et Micronésie par exemple, on laisse traditionnellement fermenter les fruits après leur cuisson au four. Il existe différentes techniques de fermentation. Les graines grillées sont consommées dans certaines régions. Les feuilles peuvent servir de fourrage.

● La plante et son environnement

● L'origine et la répartition

Originaire de Polynésie, l'arbre à pain a été importé aux Antilles au XVIII^e siècle par les planteurs coloniaux afin de nourrir leurs esclaves. Il semblerait que deux grands types de variétés (avec et sans graine) aient été importés dès cette époque aux Antilles et en Amérique centrale. La répartition actuelle de cet arbre concerne l'ensemble des régions tropicales mais la Jamaïque semble être le seul pays exportateur (vers l'Europe et les Etats-Unis).

● La morphologie

L'arbre à pain peut atteindre 26 m de haut. C'est un arbre à croissance rapide. Ses feuilles, larges, découpées, vert brillant, sont portées par un long pétiole jaune. Elles

peuvent atteindre 90 cm de long et 50 cm de large. Les fleurs femelles produisent un fruit oblong, rond ou en forme de poire, chargé d'amidon. La fleur mâle, plus petite et de forme allongée, se situe à côté de la fleur femelle.

On distingue deux grands types de variétés :

- > *l'arbre à pain proprement dit*, dont les fleurs femelles se développent par parthénocarpie, et donnent un fruit sphérique chargé d'amidon (comestible) pesant 1,5 à 2 kg, dépourvu de graines ;
- > *le châtaignier tropical*, qui possède de grosses graines noires, que l'on peut cuire à la manière des châtaignes. Ses feuilles sont moins découpées et moins abondantes que celles de l'arbre à pain proprement dit. La surface des fruits est hérissée de petites pointes.

Il existe une très grande variabilité génétique, renforcée par une grande variété phénotypique liée aux facteurs environnementaux. À Saint Vincent, vingt-cinq types d'arbres différents ont été identifiés. Un inventaire partiel des cultivars d'arbres à pain du nord du Vanuatu a recensé cent trente deux noms de cultivars. Aux îles Fidji, on a répertorié soixante dix noms de variétés. Les caractères morphologiques des feuilles et des fruits diffèrent selon les variétés, ainsi que la taille de l'arbre, les qualités gustatives du fruit, son aptitude à la conservation....

Le fruit immature est dur, blanc à l'intérieur, tournant au blanc crème à maturité. La peau des fruits est verte à l'origine, puis tourne au jaune, au brun ou au violet à maturité. Un indicateur de maturité est l'apparition de gouttes de latex sur le fruit.

Les graines, de 2 cm environ, sont ovales, arrondies d'un côté et pointues de l'autre. Elles sont plus riches en protéines que la fibre des fruits.

L'arbre à pain demande un climat équatorial ou tropical humide pour un développement optimal. Néanmoins, il supporte 1 000 à 1 500 mm de pluies annuelles aux îles Marquises. Les conditions de développement sont optimales à une température de 15 à 38°C, avec une pluviométrie de 2 000 à 2 500 mm annuels, et une humidité relative de 70 à 80 %.

La très grande diversité génétique se traduit par une résistance à la sécheresse et à la salinité très variable. Dans certaines îles du Pacifique, l'arbre à pain se développe très bien sur des sols coralliens sableux et résiste aux embruns. En Nouvelle Guinée, l'arbre à pain s'accommode de sols marécageux et pousse en zones inondables.

● La culture

● La plantation et l'entretien

Le châtaignier tropical se multiplie à partir des graines fraîchement récoltées.

L'arbre à pain véritable (sans graine) se multiplie par marcottage à partir des racines (existence de marcottes naturelles). Il est possible de procéder également par bouturage à partir des racines. Les extrémités des boutures peuvent être trempées dans une solution de permanganate de potassium pour coaguler le latex. Les boutures sont plantées horizontalement dans du sable, puis doivent être arrosées quotidiennement et protégées du soleil. L'enracinement des boutures peut prendre deux à cinq mois. Dès que les racines sont bien développées, il est possible d'exposer les plants au soleil.

Les plants sont alors transplantés dans des pots ou sacs en plastique et arrosés une ou deux fois par jour jusqu'à ce qu'ils atteignent 60 cm de haut. Ils peuvent alors être plantés en pleine terre.

La plantation se fait dans des trous de 90 cm de large et 40 cm de profondeur, enrichis en matière organique ; un apport d'insecticide dans le sol est recommandé à la plantation. La densité conseillée est de 84 arbres/ha (écartements de 7,5 m sur ligne, 12 m entre les lignes).

Les arbres issus de marcottes de racines produisent au bout de trois ans alors que les arbres issus de boutures de racines ne produisent qu'au bout de cinq ans. Un arbre peut rester productif pendant cinquante ans.

Une fertilisation standard NPK peut être appliquée sur les jeunes arbres jusqu'à ce qu'ils soient productifs ; il est alors recommandé de fournir un supplément de phosphate pour augmenter la taille et la qualité des fruits.

La production de fruits est plus ou moins continue sur l'année, mais il y a généralement une ou deux, voire trois périodes où celle-ci est plus importante.

● Les maladies et les ennemis

Selon Messiaen, l'arbre à pain est pratiquement indemne de maladies. Il peut être parasité par des cochenilles.

Cependant, à Trinidad, de jeunes arbres ont été décimés par *Rosellinia sp.* ; dans les îles du Pacifique, un fusarium est à l'origine de la mortalité de plants, et un *pythium* semble à l'origine d'une pourriture des racines. Une pourriture atteint parfois les fruits (*phytophthora*) : elle a été observée aux îles Caroline (Pacifique). Une maladie, appelée *Pingalap disease*, a détruit des milliers d'arbres de 1957 à 1960 dans les îles du Pacifique. Sa cause est restée inconnue.

● La production et la conservation des fruits¹

La productivité des arbres dépend beaucoup de la pluviométrie. Selon Messiaen, un arbre peut produire 300 à 600 kg de fruits chaque année (25 t/ha) ; des études menées à la Barbade font état de rendements annuels de 16 à 32 tonnes. À Saint Vincent, un arbre peut produire 400 fruits/an au moment du pic de production. Dans le sud de l'Inde, la production moyenne est de 150 à 200 fruits par an (soit 300 à 400 kg/arbre/an). Dans le Pacifique Sud, la production moyenne annuelle est de 50 à 150 fruits par arbre.

Les fruits cueillis mûrs peuvent être conservés dans un film de polyéthylène dix jours à 12°C ; des fruits cueillis légèrement verts peuvent être conservés quinze jours dans ces conditions. Une température inférieure provoque l'apparition de lésions dues au froid. Une méthode traditionnelle de conservation est de laisser les fruits dans de l'eau. Des laboratoires ont mis au point des techniques de déshydratation afin de les commercialiser.

¹ Cf. chapitre 437.

LE CANNA COMESTIBLE

Canna edulis Ker.-Gawl. - Syn. : *Canna indica*. L.

Français : canna comestible, toloman

Anglais : queensland arrowroot, purple arrowroot, edible canna

Espagnol : achira

Famille des Cannaceae

C'est une plante herbacée pérenne cultivée pour son rhizome qui contient 24 % d'amidon.

Elle est originaire d'Amérique du Sud (cordillère des Andes), où elle est cultivée depuis des temps immémoriaux. Elle se trouve maintenant sur tous les continents. Elle est très répandue en Amérique centrale et aux Antilles, en culture de case. En Australie et en Inde ; elle fait l'objet de plantations. Les rhizomes peuvent être utilisés comme aliment pour les animaux (Afrique de l'Est).

L'amidon de *C. edulis* est recherché en Colombie car il a des propriétés fonctionnelles intéressantes (confection de biscuits), mais il est difficile à extraire.

Il existe plus de cinquante espèces de *Canna* ; la plupart sont utilisées comme plantes d'ornement. *C. edulis* est une plante pouvant atteindre 150 à 250 cm, portant des feuilles larges (50 cm sur 15 cm), lancéolées et des fleurs orange rouge. Cette plante supporte des températures assez fraîches (7°C la nuit) et pousse en dehors des zones tropicales.

La plantation s'effectue à partir de fragments de rhizome portant un ou deux yeux, avec des écartements de 90 à 120 cm entre les plants. Les rendements sont de l'ordre de 25 à 37 t/ha au Queensland (Australie) et de 50 t/ha au Kenya.

L'IGNAME

Genre : *Dioscorea*

Anglais : yam

Espagnol : ñame

Portugais : inhame/carà (Brésil)

● Les utilisations de l'igname

L'igname est une culture alimentaire tropicale importante. Ses tubercules riches en amidon constituent un aliment de base dans de nombreuses régions. Dans leurs zones d'origine, les ignames ont souvent une forte valeur culturelle et sont l'objet de rites agraires.

Les tubercules de certaines espèces sont utilisées dans les pharmacopées traditionnelles et par l'industrie pharmaceutique, comme source de cortisone et de progestérone.

● La plante et son environnement

● La plante

Les ignames appartiennent au genre *Dioscorea* (*Dioscoreaceae*) qui comprend plus de six cents espèces, dont une dizaine sont cultivées comme plantes alimentaires.

Tableau 1. Principales espèces cultivées d'ignames

Espèce	Origine	Caractéristiques principales
<i>D. cayenensis-rotundata</i> (yellow & white guinea yam) : complexe spécifique	Afrique de l'Ouest	Tige ronde épineuse, feuille large cordée. On distingue : <i>D. rotundata</i> , à chair blanche et cycle court (8 mois) (95% du total), et <i>D. cayenensis</i> , chair jaune et cycle long (12 mois)
<i>D. alata</i> (water or greater yam)	Asie du Sud-Est	Tige quadrangulaire, ailée, feuille simple, tubercule de forme variée, chair blanche à anthocyanée, parfois bulbille
<i>D. dumetorum</i> (bitter yam)	Afrique	Tige forte et épineuse L, feuille cordée et trifoliée, tubercules nombreux, globuleux, souvent fusionnés, chair blanche ou jaune, durcissement rapide après récolte. Forme sauvage toxique
<i>D. trifida</i> (cush-cush)	Amazonie	Tige quadrangulaire L, feuille de 3 à 5 lobes. Tubercules petits et nombreux
<i>D. bulbifera</i> (aerial yam)	Asie du Sud-Est, Afrique	Tige ronde L, grande feuille simple, bulbilles nombreux, petits à gros (jusqu'à 1 kg), comestibles chez les cultivées. Tubercules petits, globuleux et spongieux
<i>D. esculenta</i> (lesser yam)	Asie du Sud-Est	Tige ronde épineuse L, feuille simple, nombreux petits tubercules stolonisés en grappe. Chair blanche à jaune, parfois irritante crue
<i>D. opposita</i> (chinese yam)	Chine	Tige ronde lisse, feuille cordiforme alterne à la base, puis opposées. Tubercules lisses, longs (1 à 1,5 m) en massue. Seule espèce tempérée cultivée
<i>D. nummularia</i>	Asie du Sud-Est	Tige très épineuse à la base, feuille simple, tubercules fusiformes souvent très profonds, récoltés parfois à 2 ou 3 ans. Cultivée dans le Pacifique, de la Papouasie aux îles Samoa
<i>D. transversa</i> (waël)	Océanie	Tige ronde à cannelée, feuille cordiforme brillante, tubercules (2 à 8) petits (10 – 12 cm) en poire. Récolte très échelonnée (désaisonnable). Surtout cultivée en Nouvelle-Calédonie

L : espèce s'enroulant à gauche (lévogyre).

Deux espèces représentent plus de 95 % de la production mondiale :

- > *D. alata* : originaire d'Asie du Sud-Est, aujourd'hui largement diffusée dans toute la zone intertropicale ;
- > *D. cayenensis-rotundata* (*Dcr*) : complexe spécifique qui regroupe, faute de barrière génétique, *D. cayenensis* (igname jaune) et *D. rotundata* (igname blanche), en un même complexe spécifique. Ces ignames africaines sont originaires des pays du golfe de Guinée.

Les ignames sont cultivées dans pratiquement toute la zone intertropicale humide, hors zone d'altitude. Les principales aires de production se situent en Afrique de l'Ouest (*yam belt* du Nigeria à la Côte d'Ivoire : 91 % de la production mondiale). Le centre et l'est du continent possèdent également une production significative. L'Asie du Sud-Est (y compris l'Inde), les îles du Pacifique et l'Amérique intertropicale produisent surtout *D. alata*.

L'igname est une plante herbacée annuelle à tige volubile. La plante produit un à plusieurs tubercules de 2 à 5 kg, pouvant atteindre 15 kg. La multiplication se fait par voie végétative à partir de tubercules entiers ou fragmentés. Certaines espèces se multiplient aussi par bulbilles (*D. bulbifera*).

Les ignames sont dioïques (sexes séparés). La floraison est abondante chez les formes sauvages, réduite chez les cultivées. Certains cultivars fleurissent, assez fréquemment chez *Dcr*, plus rarement chez *D. alata*.

La voie sexuée est utilisée par la recherche pour la création de variétés nouvelles, impossible par voie végétative. La génétique complexe et encore mal connue des ignames (polyploïdie ; mauvaises synchronisation des floraisons mâle et femelle) n'a pas encore permis une diffusion significative de variétés améliorées.

La diversité des ignames cultivées est importante mais encore mal caractérisée. En Afrique de l'Ouest, les récents travaux de génétique, utilisant les marqueurs moléculaires, distinguent une trentaine de groupes variétaux chez *Dcr*.

Tableau 2. Exemples de groupes variétaux d'ignames en Afrique de l'Ouest

Principaux groupes variétaux au Bénin	Correspondance en Côte d'Ivoire	Type
Agogo		P
Alakissa	Yaobadou	T
Ahimon		P
Bani Ouré		T
Douba Yessirou		P
Gnalabo	Krenglé	T
Gnidou		P
Kokoro	Kroukroupa	T
Kpanhoura		T
Kpouna-Laboko	Kponan	P
Kratchi		P
Mondji ou Ala N'kojéhoué	Sopéré	P
Morokorou	Cocoassié	P
Soussou		P
Tabané	Gnan	T
Tam-sam		T
Tognibo		P

D'après Dansi et al., 1999.

Type : P = précoce (2 récoltes), T = tardif (1 récolte).

En Afrique de l'Ouest, la domestication des espèces sauvages (*D. abyssinica* et *D. prae-hensis*) se poursuit et enrichit la diversité des *Dcr*, qui décroît du Bénin (et Nigeria) vers l'Ouest jusqu'en Guinée. Le Cameroun possède certains groupes originaux.

Le seul exemple de matériel diffusé à grande échelle par la recherche est Florido (*D. alata*), sélection clonale faite à Porto-Rico. Introduite en 1975 en Côte d'Ivoire, elle est maintenant largement adoptée et diffusée dans la sous-région.

● L'écologie de l'igname

Plante lianescente originaire de forêt tropicale, l'igname *Dcr* est principalement cultivée en zone de savane et demande des sols légers et bien drainés. Sur sols hydromorphes, elle doit être plantée sur butte de grande taille (un mètre ou plus). Elle est exigeante en eau et en chaleur. La pluviométrie minimale est de 1 000 mm/an avec un optimum de 1 500 mm.

Les ignames sont sensibles au photopériodisme, les jours croissants favorisent le développement aérien, et les jours déclinants celui des tubercules. Pour obtenir des rendements élevés, il est important que le développement végétatif et donc l'activité photosynthétique commence le plus précocement possible avant le solstice d'été. Dans certaines zones de savane, la culture en bas-fond sur grande butte est une réponse à cette exigence.

Les *Dcr* précoces (à deux récoltes) sont exigeantes en fertilité (K surtout) et en matière organique. Les *Dcr* tardives et les *D. alata* sont plus rustiques.

● La culture

● Les grands systèmes de culture

La culture de l'igname reste largement manuelle, sur défriche brûlis, le plus souvent sur butte en Afrique. La préparation du sol a généralement lieu en fin de saison des pluies précédant la culture. La plantation s'effectue en saison sèche (décembre à février) pour les *Dcr* précoces, jusqu'en juin pour les variétés tardives. Si l'espace agricole est suffisant, l'igname ne revient que tous les vingt ans sur la même parcelle. Ce système qui garantit les meilleures conditions aux variétés d'ignames les plus exigeantes mais aussi les plus recherchées, est destructeur de l'environnement. Il se trouve de plus en plus limité par la diminution des zones boisées, provoquée par la pression démographique ou par la concentration de la production commerciale près des axes routiers.

Le raccourcissement des jachères compromet la reproductibilité de tels systèmes. Les agriculteurs s'y adaptent par le changement de matériel végétal, là où il est disponible. Ainsi en Côte d'Ivoire la culture de *D. alata*, au Bénin et au Nigeria de l'Ouest celle de *Dcr* tardives (exemple kokoro) permettent une certaine sédentarisation de la culture de l'igname.

L'intensification des techniques culturales reste limitée en Afrique, en dehors du labour en culture attelée avant buttage. L'utilisation d'intrants et la motorisation restent rares, en dehors des zones restreintes orientées vers l'exportation (Caraïbes, Brésil) ou à coûts salariaux élevés (DOM-TOM, pays développés).

En culture traditionnelle (savanes africaines, jardins mélanésiens ou créoles), les champs d'ignames comprennent de nombreuses espèces et variétés, souvent plantées en association, plus ou moins diversifiée et lâche, avec le manioc, le maïs, les aroïdées ou les cucurbitacées.

● L'itinéraire technique

● La mise en place de la culture

La plantation peut se faire avant la levée de la dormance en saison sèche. Elle permet un démarrage de la croissance dès les premières pluies. Elle suppose une préparation des buttes en fin de saison pluvieuse précédente et une protection des buttes contre un trop fort échauffement à l'aide de *chapeaux de paille*. Cette solution est recommandée pour les ignames précoces.

Une mise en place après la levée de dormance est également possible. Elle suppose un égermage préalable qui retarde la levée mais permet une préparation du sol tardive (jusqu'en juin). Ce mode de plantation, très pénalisant pour les variétés à deux récoltes, est à réserver aux variétés à récolte unique.

La production de gros tubercules (plus de 5 kg) demande une densité de plantation faible (3 à 4 000 buttes/ha) et de grosses buttes (jusqu'à un mètre de haut). Celle de tubercules moyens (1 à 2 kg), plus recherchés en production commerciale, est obtenue avec des densités plus fortes (6 000 à 15 000 plants/ha) et des buttes plus petites (35 à 50 cm).

En culture mécanisée, la plantation se fait sur billon : 10 000 plants/ha correspondent à un inter billon de 1,5 m et 0,6 à 0,7 m entre les plants.

● Le choix des semences

Tout morceau de tubercule comportant une partie d'épiderme est susceptible de germer. En pratique, on utilise de petits tubercules entiers ou des morceaux de tubercules plus gros, d'un poids de 200 à 500 g, parfois jusqu'à un kilo. Les tubercules entiers ont une vigueur et une précocité supérieures à celle des fragments.

Les tubercules coupés sont cicatrisés avec de la cendre de bois, additionnée éventuellement de fongicides. Aux Antilles, on recommande un trempage des semenceaux dans une solution de benomyl (30 - 60 g/100 litres d'eau) pendant un quart d'heure, suivi d'un séchage à l'ombre pendant une ou deux journées.

La technique des mini fragments, mise au point au Nigeria par le NRCRI, permet une multiplication rapide des semences. Des fragments de tubercules (25 à 50 g) sont mis à germer en pépinière puis repiqués sur planche (six à huit au m²). On obtient des tubercules de 100 à 300 g qui serviront de semenceaux l'année suivante. Cette technique, délicate, nécessite de disposer d'arrosage. Elle est réservée aux multiplicateurs de semences disposant des moyens adéquats.

● L'entretien

La sensibilité de l'igname aux adventices est maximale entre un et trois mois après la levée. En culture continue, trois à quatre sarclages peuvent être nécessaires.

Le désherbage chimique permet une maîtrise satisfaisante des mauvaises herbes pendant les quatre à cinq premiers mois en zone de pluviosité moyenne (savane de Côte d'Ivoire) et pendant trois mois en zone forestière.

Les herbicides

Ils sont applicables en prélevée de la culture sur sol propre. Les chiffres correspondent à des g/ha de matière active :

- metribuzine + diuron : 1 000 + 800 ;
- atrazine + pendimethaline : 1 000 + 1 250 (sélectif du maïs).

Le tuteurage

L'avantage économique du tuteurage, opération exigeante en travail, est variable. Sans tuteur, le rendement peut chuter de 0 à 50 % selon les variétés ; les moins sensibles sont celles qui produisent plusieurs tiges par pied. Son intérêt décroît avec l'augmentation de la radiation solaire².

La fumure

Les ignames sont exigeantes en fertilité et en matière organique. En culture stabilisée, un apport d'engrais est à prévoir.

Tableau 3. Exportation d'éléments minéraux par tonne de tubercules frais d'ignames

Éléments minéraux	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Kg exportés par tonne de tubercules frais (ordre de grandeur)	4	0,4	4,4	0,1	0,2

Aux Antilles, on recommande un apport de 60-30-60 unités/ha à la plantation sur les variétés précoces, de 100-60-150 unités/ha sur les tardives, complété par 70 N deux mois plus tard.

L'influence négative sur la qualité organoleptique de l'igname pilée, souvent reprochée à la fertilisation chimique en Afrique, n'est pas générale. Elle peut apparaître en cas de fumure excédentaire en azote.

La défense des cultures

Les *Dcr* sont surtout sensibles aux nématodes qui provoquent des déformations (galles) ou des pourritures (*Scutellonema*) et aux viroses (mosaïque). Les maladies cryptogamiques peuvent faire des ravages chez *D. alata* (anthracnose), de même que les viroses chez *D. trifida*.

Les insectes peuvent s'attaquer aux feuilles (*Crioceris*) et aux tubercules (*Hétéroligus*).

Les tubercules stockés sont attaqués par les pyrales et les cochenilles farineuses ou encroûtantes, ainsi que par différentes pourritures sèches (bactéries) ou humides (*Fusarium*, *Botryodiplodia*).

² Pas d'augmentation significative du rendement avec tuteur au Nigeria au nord de 8°30'.

Tableau 4. Principaux ravageurs de l'igname

Symptômes	Agent causal	Lutte
Sur feuille		
Destruction	Insectes : larve de <i>Crioceris livida</i> (coléoptère) <i>Lema armata</i>	Insecticides si dégâts importants
Mosaïque, chlorose, déformation Déformation foliaire	Virus (transmission par aphides)	Insecticides, sélection de semences sur plants sains
Nécrose, noircissement, dessèchement des feuilles et tiges (sévère sur <i>D. alata</i>)	Champignons pathogènes Anthracnose (complexe fongique) <i>Cercospora</i> , <i>Rhizoctonia</i>	Variétés résistantes, fongicides : feuillage et semences
Sur tubercule avant récolte		
Lésions à galles	Nématodes : <i>Meloidogyne spp.</i>	Sélection de semence saine Rotation de culture Thermothérapie Nématicide
Lésions en fente Pourriture	Nématodes : <i>Scutellonema spp.</i> Nématodes : <i>Pratylenchus spp.</i>	
Trouaison	<i>Heteroligus spp.</i> (coléoptère)	
Sur tubercule au stockage		
Galleries, perte de poids	Larves de pyrale (lépidoptère) <i>Euzopherodes vapiella</i> <i>Ephestia cautella</i>	Pyréthrinoïdes (trempage)
Présence de cochenille farineuse, mobile	<i>Planococcus spp.</i> , <i>Geococcus coffeae</i>	Fumigation des stocks, Traitement insecticide des semences
Présence de cochenille encroûtante immobile, dessèchement, faible germination	<i>Aspidiella hastii</i> <i>Aspidiotus spp.</i>	
Suintement, pourriture humide	Bactérie : <i>Erwinia spp.</i>	Lutte contre l'humidité Tri des tubercules pourris <i>Curing</i> (cicatrisation)
Pourriture sèche et molle	Champignons pathogènes : genres <i>Botryodiplodia</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i>	Eviter blessures et dégâts d'insectes Tri <i>Curing</i>

● Les temps de travaux

Tableaux 5. Temps de travaux, plantation sur défriche en Afrique (jour/ha)

Préparation du sol	60-90
Plantation	20-30
Tuteurage	40-60
Entretien	40-80
Récolte-triage	40-70
Total	200-330

Tableau 6. Ordre de grandeur des temps de travaux en culture motorisée de l'igname

Opération	Heure/ha	Observation
Préparation du sol	20-25	Nettoyage, labour, affinage
Billonnage	2-4	
Plantation semi-mécanisée	5-6	2-3 ouvriers
Tuteurage artificiel	50-80	Palissage
Herbicide	15	2 pulvérisation
Soulevage mécanique	150-200	Rendement : 30 t/ha
Ramassage manuel		
Chargeuse 8 ouvriers	100	2,5 t/heure

● La récolte et la post-récolte

On distingue deux modes de gestion de la culture :

- > la conduite en double récolte, qui concerne uniquement les *Dcr* précoces, récoltées avec précaution une première fois après cinq ou six mois de végétation, sans détruire la plante qui donne une seconde repousse quatre ou cinq mois plus tard. Les tubercules de la première récolte, immatures, se conservent mal mais sont très appréciés. La seconde récolte est surtout destinée à la replantation ;
- > la récolte unique, qui se pratique à maturité physiologique après sénescence de l'appareil aérien. Chez certaines variétés, les tubercules peuvent se conserver jusqu'à six mois. Une partie de la récolte, jusqu'à un tiers chez certaines *Dcr* à tubercule unique, sert à la replantation.

La récolte unique peut être mécanisée. En culture intensive sur billons, des souleveuses sont utilisables avec les variétés à tubercule court (40 cm). Il existe aux Antilles des prototypes de récolteuse-chargeuse, dérivés du matériel à pomme de terre.

L'igname est essentiellement commercialisée en tubercules frais, consommés, selon les variétés, bouillis, braisés ou pilés (foutou).

La transformation en cossettes, obtenues à la ferme en saison sèche par une précuisson et un séchage naturel de tubercules épluchés, est importante dans l'Ouest du Nigeria et au Bénin. Les cossettes constituent un produit stable (10-12 % d'humidité), de longue conservation s'il est protégé contre les charançons, et de prix abordable. La consommation, après réduction en farine, se fait sous forme de pâte (amala) ou de couscous (wassawassa).

● La production actuelle et les perspectives

La production mondiale d'ignames est estimée à 36 millions de tonnes par an (moyenne 1997-1999, FAO), dont 91 % en Afrique de l'Ouest. Le Nigeria représente à lui seul 70 % du total. La production mondiale était de 8,3 millions de tonnes en 1961 (7,6 en Afrique de l'Ouest), soit sur quarante ans une croissance annuelle de 3,8 % (et de 4 % en Afrique de l'Ouest). Cette augmentation, supérieure à l'accroissement démographique, s'est faite principalement par extension des surfaces. Le rendement moyen mondial est estimé à 9,6 t/ha en 1999 (9,9 en Afrique de l'Ouest).

Le commerce de l'igname reste surtout informel. En Afrique, les échanges limitrophes sont effectués à partir des pays côtiers producteurs.

Les échanges internationaux restent faibles et concernent les marchés ethniques d'Europe de l'ouest, d'Amérique du nord et d'Océanie. Les principaux exportateurs sont le Ghana, le Brésil, la Caraïbe, Fidji et Tonga.

Depuis quarante ans, la production et la consommation d'igname en Afrique s'est maintenue et même développée hors de sa zone traditionnelle (métropoles sahéliennes, Afrique centrale). Mais l'avenir de la filière reste handicapé par le coût du produit final pour le consommateur urbain.

● **Les questions à la recherche**

Les structures de recherche

Organismes internationaux

CIRAD, Montpellier, France

IITA, Ibadan, Nigéria

INRA, Centre des Antilles- Guadeloupe

IRD, Montpellier, France

Les systèmes nationaux

Côte d'ivoire : Centre national agronomique, Bouaké

Inde : Central Tubercrops Research Institute, Trivandrum

Nigeria : National Root Crops Research Institute, Umudike

Puerto Rico : Tropical Agricultural Research Station, Mayaguez

● **La sédentarisation de la culture à faible niveau d'intrant**

En Afrique, principale région productrice, c'est le défi fondamental. La culture actuelle, très liée à la pratique itinérante sur défriche-brûlis, se heurte de plus en plus aux contraintes foncières.

Cette sédentarisation passe par une meilleure connaissance et utilisation des ressources génétiques existantes, la création de variétés adaptées de haute qualité organoleptique, et l'adaptation de la culture de l'igname aux techniques de l'agriculture durable.

● **La diversification des produits transformés**

Produit saisonnier et périssable, l'igname frais n'est pas toujours accessible pour le consommateur urbain. Les produits transformés, stabilisés, plus adaptés au mode de vie urbain et plus abordables sont encore peu diversifiés et peu diffusés.

LE MANIOC

Manihot esculenta Crantz
 Français : manioc (ou cassave : Antilles, Guyane)
 Anglais : cassava (ou tapioca)
 Espagnol : yuca,
 Portugais : mandioca
 Famille : Euphorbiaceae – genre : Manihot

● Les utilisations du manioc

Le manioc est cultivé pour ses racines qui tubérisent au cours d’un cycle de six à plus de trente-six mois selon les variétés et le milieu.

Il est produit en majorité par des petites unités de production avec de faibles moyens techniques, surtout pour l’alimentation humaine. La totalité de la plante est parfois utilisée : le bois comme combustible, les feuilles et les épluchures pour l’alimentation animale. Dans certaines régions (Afrique, Amérique latine), les extrémités avec les jeunes feuilles sont cueillies en cours de végétation pour être consommées.

Tableau 7. Les principaux produits issus du manioc

Noms des produits	Caractéristiques	Lieux de production	Utilisation
Manioc	frais, épluché	Afrique et Amérique	alimentation humaine
Gari	produit sec (conservation plusieurs mois)	Afrique de l’Ouest	
Attiéké	produit humide (conservation quelques jours)	Côte d’Ivoire	
Chikwangué, myondo, mangbele	produit humide (conservation quelques jours)	Afrique Centrale	
Foufou*	bouillie cuite, fermentée ou non, consommation immédiate	Afrique de l’Ouest	
Foufou*	Pâte à consommation immédiate	Afrique de l’Ouest	
Foufou*	produit sec (conservation plusieurs mois)	Afrique Centrale	
Farinha de mandioca	produit sec (conservation plusieurs mois)	Brésil	
Kokonte	produit sec (conservation plusieurs mois)	Ghana	
Cassave	produit humide (conservation quelques jours)	Caraïbes	
Lafun / makopa	farine de manioc fermenté, conservation plusieurs mois	Nigéria, Tanzanie	
Tapioca	grains secs, longue conservation	Tous Pays	
Cossettes / granulés	produits secs, longue conservation	Tous Pays	alimentation humaine et animale
Feuilles (jeunes pousses)	fraîches ou en poudre	Afrique, Brésil (poudre)	
Fécule et amidon	produits secs, longue conservation	Tous Pays	industrie (colles, éthanol...) et aliments

* le terme foufou (ou fufu, foofoo...) est employé pour des produits de différentes natures (humide ou sec) selon le pays en Afrique de l’Ouest et du Centre.

● La plante et son environnement

● La plante

● L'origine et la diffusion

Le manioc est une espèce tropicale originaire d'Amérique. Il a son centre principal de diversification au Brésil. L'origine de l'espèce cultivée *M. esculenta* proviendrait soit d'hybridations successives entre plusieurs espèces sauvages, soit de deux sous-espèces : *Manihot esculenta* subsp. *Flabellifolia* et *M. esculenta* subsp. *Peruviana*. Il reste probable que d'autres espèces telles que *Manihot glaziovii* aient participé à la constitution génétique de l'espèce cultivée.

Sa diffusion à partir du continent américain s'est faite en Afrique dès le XVI^e siècle. Puis elle a gagné l'Asie et enfin l'Australie à la fin du XIX^e siècle. L'Afrique peut être considérée comme un centre secondaire de diversification, aidé par l'introduction de *M. glaziovii*. L'exploitation de *M. glaziovii* a été tentée au début du XX^e siècle pour produire du latex. Grâce à sa bonne résistance aux stress biotiques et climatiques, il a servi à l'amélioration variétale du manioc (croisements interspécifiques).

● Les caractéristiques morphologiques

Le manioc est une plante arbustive pérenne de un à quatre mètres de hauteur.

Une ou plusieurs tiges principales se développent simultanément sur la bouture. Leur nombre, caractéristique de la variété, est modifié par la qualité et le mode de plantation des boutures. La diversité des formes dépend de deux types de ramifications :

- > le premier type est lié à l'aptitude à la floraison. En effet, la transformation de l'apex terminal en axe floral entraîne la sortie simultanée de deux à quatre axes végétatifs. Ces rameaux fleurissent à leur tour et développent de nouveaux axes. Suivant la précocité et le nombre de floraisons, les tiges offrent un port très différent : de cylindrique ou érigé (aucune ou une floraison tardive) à étalé ou en boule (plus de cinq floraisons précoces en un an). Un sol pauvre augmente le nombre de ramifications de ce type ;
- > le second type de ramifications se fait à partir de bourgeons latéraux sur la partie inférieure des tiges (de zéro à sept). Cette aptitude est liée aux variétés. Le nombre est augmenté par la fertilisation et les densités faibles de plantation.

Selon les milieux, le nombre de tiges et les deux types de ramification conditionnent pour partie le choix des techniques culturales : écartement entre plants, pratique et nature des associations culturales.

Les feuilles sont palmées. Le pétiole (1 à 25 cm de long), le nombre de lobes (un à treize), leur forme et l'orientation générale du limbe sont des critères de différenciation variétale. Le nombre de lobes peut évoluer au cours du temps : faible au début, il est au maximum entre trois et six mois pour devenir unique en fin de cycle.

Le mode de propagation en culture est la bouture de tige. Une bouture émet des racines au niveau des nœuds en contact avec le sol humide (racines nodales) et à la base (racines basales, plus nombreuses). Le nombre potentiel de racines diffère selon les variétés. Il diminue avec l'utilisation de boutures de mauvaise qualité, la sécheresse ou l'excès d'eau. Chaque racine primaire est un site potentiel de stockage des réserves

amylacées et commence à accumuler de l'amidon sur un secteur dès les premières semaines.

Il est préconisé de créer des parcs à bois réservés à la production de boutures de qualité pour des systèmes de culture améliorée. Des techniques culturales spécifiques sont appliquées : fertilisation surtout azotée, écartements plus faibles.

● **La reproduction sexuée et la diversité variétale**

Les graines sont surtout utilisées dans les programmes de recherche. Leur pouvoir germinatif est faible (environ 20 %) et la levée des plants issus de graines est étalée dans le temps. L'index de récolte est plus faible que celui d'une plante issue de bouture. La racine pivot séminale très fibreuse n'est pas toujours appréciée.

Espèce monoïque, les fleurs unisexuées sont groupées en inflorescences avec des fleurs mâles au sommet et femelles à la base. La fécondation est facile à contrôler. Le fruit est une capsule qui libère trois graines. Le genre *manihot* contient trente six chromosomes.

Les collections de variétés de manioc

En Amérique latine, le CIAT (Colombie) a réuni la plus grande collection de manioc sauvages et cultivés. Des variétés adaptées aux besoins des pays latino-américains sont disponibles (nom : MCOL + numéro). Différentes collections nationales existent. L'EMBRAPA au Brésil diffuse les meilleures variétés suivant les zones écologiques ; par exemple Mãe-Joana, Zolhudinha et Amazonas-EMBRAPA pour le bassin amazonien.

Pour l'Asie, le CIAT a créé une antenne en Thaïlande : ce pays dispose de plusieurs variétés améliorées plus ou moins ramifiées (Rayong 2, 3, 60...) et adaptées à la production de cossettes ou à l'alimentation humaine (% MS élevée).

En Afrique, l'ITA (Ibadan, Nigéria) propose des variétés adaptées à différentes conditions édaphoclimatiques et aux systèmes de cultures (nom : TMS + numéro). Des programmes nationaux interviennent aussi dans la création et la diffusion de variétés : par exemple, l'Ouganda diffuse les variétés NASE-1 à -9 résistantes à la nouvelle souche du virus de la mosaïque africaine apparue dans les années 90.

● **L'écologie du manioc**

Le manioc est cultivé dans toute la zone intertropicale avec des régimes pluviométriques à une ou deux saisons des pluies et des pluviosités annuelles variant de 600 mm à plus de 4 000 mm. La température minimale est de 12°C, le taux maximum de croissance se situe entre 25 et 29°C.

Tableau 8. Effets des facteurs du milieu sur la production de manioc

Facteurs	Effets	Conséquences
Rayonnement faible	Diminution du nombre de tiges et de racines par plant	Faible couverture du sol
Sol caillouteux	Enracinement sinueux	Tubercules irréguliers et fragiles
Sol pauvre chimiquement	Racines tubérisées plus longues et plus fines	Refus plus importants
Vent fort	Verse des tiges	Repousses des aériens, perte de poids et de qualité (faible % MS) des racines
Forte pluviométrie avant arrachage	Reprise de croissance et réhydratation des racines	Pertes limitées à l'arrachage, temps de travaux diminués, mauvaise qualité de la production (faible % MS)

● La culture

● Les grands systèmes de culture

Le manioc est produit en majorité par de petits exploitants qui pratiquent parfois la monoculture : exportation de cossettes (Thaïlande, Ghana), fabrication de produits finis (gari, attiéké, fufou...) pour approvisionner les villes (Afrique). La culture du manioc associée à d'autres vivriers (maïs, légumineuses, plantes maraîchères...) ou encore à de jeunes plantations (palmier, hévéa...) est toutefois fréquente. Dans ce cas, l'importance relative du manioc varie beaucoup selon les objectifs de production : autoconsommation, commercialisation en frais, transformation.

Quelques grandes plantations semi-mécanisées existent (Indonésie, Brésil). En Afrique, plusieurs projets de création de grosses exploitations mécanisées se sont soldés par des échecs en raison des coûts de production, de l'absence de débouchés durables ou de l'inadéquation de la production aux besoins du marché local et d'exportation.

Le choix variétal dépend de la culture (pure ou associée) et des habitudes alimentaires. De façon générale, sont préférées les variétés douces à cycle inférieur à un an, avec une teneur en matière sèche élevée et une bonne régularité dans le poids individuel des tubercules (400 à 800 g).

La réputation du manioc comme culture épuisante est liée à ses potentialités : 90 t/ha/an. Un rendement frais de cinquante tonnes (soit 20 t de MS) est atteint facilement en un an derrière défriche. Ce sont 40 à 70 tonnes de parties aériennes qui lui correspondent (15 à 25 t de MS). La partie aérienne n'est pas restituée (repousse gênante des tiges). Dans ces conditions, le total des exportations est important.

Sa bonne tolérance à la sécheresse, aux maladies et aux parasites constitue un avantage. Les contraintes intervenues en cours de cycle n'ont pas la même importance que pour d'autres plantes : en cas de stress, les réserves des racines aident à la repousse des parties aériennes qui, redevenues fonctionnelles, fabriquent à nouveau de l'amidon.

Le manioc est pauvre en protéines (environ 1 %). La consommation des feuilles (5 à 7 % d'azote total) est possible. Mais il faut veiller à ce que le prélèvement des feuilles ne se fasse pas au détriment du remplissage des racines.

● **L'élaboration du rendement et l'itinéraire technique**

● ***Le mode de plantation***

L'installation de la bouture se fait sur sol humide :

- > horizontalement sous 4 à 15 cm pour des sols lourds argileux avec risque de noyer la plante car les racines sont sensibles à l'excès d'eau ;
- > à l'oblique ou verticale (enfoncée au deux tiers en respectant la polarité haut/bas) sur des sols légers sableux avec risque de sécheresse, pour assurer l'émission plus en profondeur des racines basales. La coupe de la base en biseau combinée à une plantation oblique regroupe les racines sur un même secteur et implique ensuite un regroupement des tubercules (arrachage facilité) ; une coupe droite avec une plantation verticale donne des racines en rayon autour du plant.

Le buttage ou le billonnage évite l'engorgement du sol et concentre la couche supérieure humifère. Lorsque la qualité des boutures est insuffisante, une même butte peut en porter deux ou plus pour améliorer la reprise.

La densité de plantation varie de quelques milliers à 12 000 plants/ha en culture traditionnelle (pure ou associée), sans régularité des distances. Elle se situe entre 10 000 et 20 000 plants/ha en systèmes intensifs (1 mètre entre les lignes ; 0,5 à 1 mètre entre les plants). La disposition en ligne facilite la pénétration des parcelles (sarclages) et la culture associée, car elle limite la casse des jeunes tiges fragiles.

● ***L'entretien***

La couverture du sol est lente (100 % vers trois mois pour 10 000 plants/ha) et un à trois sarclages manuels sont nécessaires. La lutte contre les adventices se fait par le choix variétal (floraisons précoces), la culture associée, la densité de plantation. Les traitements chimiques sont rares (trifluraline, oxyfluorène).

● ***La fumure***

Elle est peu pratiquée en milieu traditionnel. Les amendements organiques augmentent la production. La fertilisation minérale recommandée se situe entre 30 et 60 kg d'azote, en évitant l'excès par rapport à K car les parties aériennes se développent alors au détriment des tubercules. L'apport de potassium (KCl) recommandé est de 60 à 300 kg. Les besoins en phosphore sont plus limités (20 à 40 kg d'acide phosphorique), des mycorrhizes endotrophes aident l'absorption de P.

● La défense des cultures

Tableau 9. Les principaux problèmes phytosanitaires du manioc

Principaux problèmes phytosanitaires	Lieux	Note ⁽¹⁾
Mosaïque africaine du manioc (géméini-virus transmis par la mouche blanche <i>Bemisia tabaci</i>)	Afrique	***
Bactériose vasculaire (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Manihotis</i> , ou <i>X. axonopodis</i> en Amérique Latine)	Afrique, Amérique Latine	*** **
Bactériose de tiges (<i>Erwinia carotovora</i>)	Amérique Latine	*
Anthraxnose (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> f. sp. <i>manihotis</i> Henn.)	Zones humides	*
Superélongation (<i>Sphaceloma manihoticola</i>)	Amérique Latine	*
Cercosporioses (<i>Cercospora henningsii</i> , <i>C. caribaea</i>)	Inde, Afrique	*
Pourritures des tiges et des racines (<i>Sclerotium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Colletotrichum</i> ...)	Zones humides – Afrique, Amérique Latine	*
Cochenille farineuse du manioc (<i>Phenacoccus manihoti</i> Mat.-Ferr. ou <i>Ph. Herren</i> en Amérique Latine)	Afrique Amérique Latine	*** *
Acariens verts (<i>Mononychellus tanajoa</i> ou <i>M. progresivus</i> , <i>Oligonychus gossypii</i>)	Afrique, Amérique Latine	**
Mouches blanches (<i>Aleurotrachelus socialis</i> , <i>Trialeurodes variabilis</i>)	Amérique Latine	*
Criquets (<i>Zonocerus variegatus</i> L.)	Afrique	*
Termites	Afrique, Amérique Latine	*

(1) Importance : * = faible, ** = moyenne, *** = forte

L'emploi de variétés résistantes contre la mosaïque, la bactériose et les maladies fongiques est recommandé et le nettoyage des outils de coupe est parfois utile. La lutte biologique est tentée en Afrique (IITA) contre la cochenille farineuse (élevage et lâchers du parasite *Epidinocarsis lopezi*) ou les acariens. L'usage de pesticides est exceptionnel.

● Les temps de travaux

La mécanisation des techniques culturales est rare. Pour la plantation, les temps de travaux en culture mécanisée, estimés au Brésil, varient de 2 h/ha (à plat) à 7 h/ha (oblique). Les rendements de chantier des récolteuses mécanisées sont d'environ 6 h/ha, et les pertes sont souvent élevées.

● La récolte, la post-récolte et la qualité des produits

La récolte comprend la coupe des aériens (des tiges saines et vigoureuses sont retenues pour les boutures du cycle suivant) et l'arrachage des tubercules. Celui-ci est plus pénible en saison sèche. C'est pourtant la meilleure période car la teneur en matière sèche des racines est la plus élevée. La racine arrachée se détériore irrémédiablement au-delà de trois jours.

La formation d'acide cyanhydrique (HCN) résulte de la décomposition enzymatique par la linamarase de deux glucosides : linamarine – 90 %, lotaustraline – 10 %. La réaction se produit après une blessure : la découpe des racines favorise l'hydrolyse.

L'acide cyanhydrique s'évapore dès 25°C. La volatilisation est d'autant plus rapide et intense que les fragments sont petits et soumis à la chaleur : soleil, cuisson...

La quantité de linamarine et l'activité de la linamarase diffèrent selon les variétés. Le stress hydrique, l'apport d'azote, le prolongement du cycle cultural augmentent le taux d'acide cyanhydrique. En revanche, l'apport de potassium le diminue.

● **La production actuelle et les perspectives**

● **La production et les échanges internationaux**

La production mondiale annuelle calculée en moyenne sur trois ans (FAO, 2000) est de 164 millions de tonnes fraîches, dont 53 % en Afrique, 29 % en Asie, 18 % en Amérique Latine. Les cinq premiers pays producteurs sont le Nigéria (31 Mt), le Brésil (22 Mt), la Thaïlande (18 Mt), la RD du Congo (16 Mt) et l'Indonésie (15 Mt). La part de l'Afrique est en augmentation ces dernières années.

Les exportations mondiales concernent 5,6 Mt de copeaux, granulés, fécule et farine. Elles concernent surtout l'Asie (82 % par la Thaïlande). 60 % de ces produits sont importés par l'Europe et 23% par l'Asie.

● **La filière et ses perspectives d'évolution**

La teneur élevée en eau (60 à 65 %) des racines nécessite une transformation au plus près des lieux de production. La création sur place de petites unités de séchage et de transformation en produits semi-finis (cossettes...) ou finis (attiéké, tapioca, gari...) est à encourager.

Une large diffusion des variétés améliorées devrait augmenter les rendements dont la moyenne à l'échelle mondiale reste encore faibles : 9 t/ha.

● **Les questions à la recherche**

Les organismes de recherche

Amérique du Sud : CIAT, Cali, Colombie

Afrique : IITA, Ibadan, Nigéria

Asie : CIAT (Asian Office), Bangkok, Thaïlande

Europe : CIRAD, Ird (France) ; Ku Leuven (Belgique) ; NRI (Grande Bretagne)

Lorsque le manioc est l'aliment de base, dans un contexte de saturation foncière excluant la jachère, des solutions doivent être trouvées (cultures intercalaires...) pour maintenir la fertilité.

La création de variétés résistantes aux problèmes phytosanitaires majeurs et à haut rendement doit se soucier de la qualité du produit fini, afin qu'il soit capable de concurrencer d'autres productions amylacées. Les principaux critères sont la longueur et le diamètre des racines, les teneurs en eau, en fibres, en amidon et en HCN. La création variétale doit, par ailleurs, veiller à éviter la baisse de qualité des racines par un apport potassique.

L'encouragement à consommer les feuilles doit s'accompagner de la mise au point de systèmes de cultures spécifiques avec semis (il faut améliorer la germination) ou par bouturage à densités élevées (> 60 000 plants/ha) pour limiter les pertes de rendement et de qualité provoquées par des cueillettes trop nombreuses sur les parcelles destinées avant tout à la production de racines.

LA MARANTA

Maranta arundinacea L.

Anglais : bermuda, st vincent, west, indian arrowroot

Famille des Marantaceae

Cette plante cultivée pour son rhizome est originaire du Brésil et du Venezuela, où existent des formes sauvages. Elle est très répandue aux Antilles, particulièrement à Saint Vincent, et sa culture est pratiquée en Inde, au Sri Lanka et en Indonésie.

La plante mesure de 0,6 m à 1,8 m de haut ; les feuilles sont lancéolées et portées par un long pétiole. Les fleurs produisent rarement des graines.

Le rhizome contient 19 à 21 % d'amidon et est utilisé comme aliment pour les bébés du fait de sa très grande digestibilité. Le procédé artisanal de fabrication de la fécule est le suivant : les rhizomes, dont on a retiré la peau, sont râpés. La pulpe râpée est mélangée à une grande quantité d'eau, puis on filtre et on laisse décanter. L'amidon se dépose. Il est récupéré et mélangé à nouveau à de l'eau. Les blocs d'amidon sont ensuite séchés à l'air sur des claies, puis réduits en poudre.

Actuellement, l'amidon est utilisé essentiellement par l'industrie du papier mais ce débouché est menacé.

On plante des fragments de rhizomes, à des distances de 75 cm sur 37 cm. Les rhizomes peuvent être récoltés au bout de dix mois. Une plantation dure cinq à six ans. Les rendements moyens sont de 7 à 13 t/ha, et peuvent atteindre 31 t/ha.

LA PATATE DOUCE

Ipomoea batatas

Anglais : sweet potato

Espagnol : batata, camote, boniato

Portugais : batata doce

Famille des Convolvulaceae

● Les utilisations de la patate douce

C'est une plante vivace, cultivée pour ses tubercules, de forme et de couleur variables. On en trouve ainsi à chair blanche, jaune, rouge ou pourpre. Ils contiennent, en plus de l'amidon, des dextrines, des sucres et du bêta-carotène (responsable d'une coloration jaune orangé), en quantité variable selon les variétés.

Les feuilles peuvent être plus ou moins découpées, sur des tiges rampantes de 50 cm à plus de 3 m de long.

Comme tous les tubercules, ceux de la patate douce peuvent être cuisinés de différentes manières. Ils sont parfois utilisés pour produire de la farine ou de l'amidon, au Japon et en Corée en particulier, pour une transformation industrielle et pour la fabrication de chips. Ils sont également appréciés par les animaux (porcs, bovins...). Les feuilles peuvent être consommées en épinards (brèdes) ou données comme fourrage au bétail. En Extrême-Orient, les extrémités des tiges sont appréciées en tant que légume-feuille riche en vitamines A et B2. On y utilise aussi les pétioles.

C'est le tubercule tropical qui est capable de fournir le plus de calories à l'unité de surface dans un temps donné, en plaine et en toute saison.

● **La plante et son environnement**

● **L'origine et les zones de production**

La patate douce était cultivée en Amérique tropicale avant l'arrivée des Européens, ainsi qu'en Polynésie et en Nouvelle Zélande, ce qui indiquerait des liaisons très anciennes entre l'Amérique et la Polynésie. De nombreuses espèces d'*Ipomoea* sauvages et cultivées existent dans les régions tropicales, dont *Ipomoea aquatica* (kangkong ou liseiron d'eau), très consommée en Asie du sud-est.

Sa répartition actuelle correspond à toutes les zones tropicales et subtropicales, et à la zone méditerranéenne.

● **L'écologie de la patate douce**

La plante supporte mal les basses températures en dessous de 10°C. La végétation démarre à partir de 15°C et la croissance du feuillage est maximale entre 21 et 28°C.

La tubérisation est plus rapide en jours de onze heures ; elle est inhibée en jours supérieurs à quatorze heures, ce qui explique que la culture est cantonnée entre l'équateur et le 40° parallèle. La floraison est rare en jours de plus de treize heures, elle survient en jours de onze à douze heures.

La patate douce peut être plantée en altitude (jusqu'à 1 200 m) à des latitudes proches de l'équateur ; les cycles végétatifs sont alors plus longs (jusqu'à six mois).

Les besoins en eau sont de 600 mm par cycle ; une pluviosité annuelle de 750 à 1 000 mm est optimale. Un manque d'eau intervenant cinquante à soixante jours après la plantation (pendant la tubérisation) affecte le rendement.

Les sols doivent être légers, sans excès d'eau ; la plante tolère des pH de 5,2, mais l'optimum se situe entre 5,2 et 6,6. Elle ne supporte ni la salinité, ni l'alcalinité. En cas de déficience en calcium et magnésium, les amendements doivent être apportés l'année précédant la plantation.

● Les variétés

Les centres de sélection les plus importants se situent à Porto Rico, à Cuba, à Trinidad, au Pérou (CIP), en Chine et au Japon. Le CIP peut fournir sous forme de vitro plants, des patates douces certifiées indemnes de virus. Les objectifs de sélection sont très variables. Selon les cas, on recherche des variétés :

- > à teneur variable en matière sèche, sucre, carotène, amidon et protéines dans les tubercules, mais aussi dans les feuilles pour les variétés destinées à l'alimentation animale ;
- > adaptées à des sols peu fertiles ;
- > résistantes aux nématodes ou à *Cylas formicarius* ;
- > résistantes ou tolérantes au complexe de virus local ;
- > ayant un rapport donné feuillage/tubercule.

Les qualités organoleptiques et les objectifs de production constituent les critères essentiels à prendre en compte pour l'introduction de nouvelles variétés.

● La culture

● L'itinéraire technique

La patate douce est très souvent cultivée en association avec d'autres plantes dans les systèmes culturaux vivriers.

On plante des boutures de 25 à 30 cm de long, portant trois à quatre bourgeons, dont les deux tiers inférieurs sont effeuillés et enterrés, inclinés à 45°. Ces boutures peuvent être au préalable désinfectées par trempage dans une solution insecticide (lutte contre les charançons).

La plantation se fait sur planches ou billons. En cas de culture pure, les densités varient de 30 000 à 60 000 boutures/ha. Les boutures sont placées en lignes simples ou doubles selon la largeur du billon. Sur la ligne, l'écartement est de 30 cm. L'écart entre lignes dépend du type de sol : s'il nécessite un drainage important, les billons peuvent atteindre 40 cm de haut ; l'écart entre deux billons est alors de 1,6 m et deux lignes peuvent être plantées sur le billon. Aux Etats-Unis, les plantations se font habituellement à 30-37,5 cm sur la ligne, les lignes étant distantes de 90 cm à 1,05 m pour des sols bien drainés, et de 1,20 m pour des sols plus lourds.

Le désherbage (mécanique ou chimique) doit être réalisé tant que le feuillage ne couvre pas le sol, le premier ou le second mois de culture.

Les tubercules se récoltent 100 à 180 jours après la plantation. La récolte doit être effectuée par temps sec sans blesser les tubercules. Elle se fait parfois en laissant le plant en place ; il est alors possible d'obtenir une deuxième production trois à quatre mois plus tard.

La patate douce est peu exigeante en azote. La dose de potasse appliquée doit correspondre au triple ou au quadruple de celle d'azote. La fertilisation préconisée à la Réunion est de 500 kg de 15-12-24 par hectare, et 300 kg/ha de chlorure ou sulfate de potasse pour la culture suivante, en complément de sa fertilisation normale. Dans le Maryland, on applique 1 600 kg/ha de 3-9-12.

Les apports d'engrais se font en trois fois : avant la plantation, puis 40 et 70 jours après. Les meilleurs résultats obtenus par l'IRAT en Martinique l'ont été en plaçant l'engrais à 10-15 cm de la ligne de plantation, à 10 cm de profondeur.

La patate douce est considérée comme une culture épuisante pour les sols.

Tableau 10. Exportations moyennes d'éléments fertilisants, pour une production de 50 t de tubercules et de 20 t de lianes/ha

N :	117 kg/ha	K ₂ O :	274 kg/ha	MgO :	35 kg/ha
P ₂ O ₅ :	60 kg/ha	CaO :	113 kg/ha	Na :	34 kg/ha
S :	21 kg/ha				

● Les maladies et les ennemis

Sur le feuillage, on peut trouver divers champignons, mais il est rare que leur présence nécessite des traitements fongicides.

Des maladies à virus (*Feathery Mottle Virus*) sont observées sur les tubercules et sur le feuillage, particulièrement aux Etats-Unis et en Afrique du Sud ; elles provoquent un rabougrissement des tiges, des mosaïques du feuillage, des craquelures sur les tubercules. Le seul moyen de lutte est l'utilisation de variétés résistantes et la sélection de boutures saines.

Certains champignons s'attaquent aux tiges et aux tubercules : pourriture noire (*Ceratocystis fimbriata*) et fusariose vasculaire (*Fusarium oxysporum f. batatas*) sont assez répandues. La pourriture noire serait moins fréquente quand la multiplication s'effectue par boutures. La lutte contre ces champignons repose sur l'utilisation de matériel sain à la plantation, trempé dans une solution fongicide.

Les insectes souterrains les plus nuisibles à la patate douce sont des charançons (*Euscepes postfasciatus*, et *Cylas formicarius*). Un foreur de la tige (*Omphisa anastomosalis*) est aussi mentionné dans le Pacifique, en Indonésie et en Malaisie. Les racines de patate douce sont parfois infestées par divers nématodes (*Meloidogyne*, *Rotylenchulus*). L'utilisation de pièges à phéromones (mis au point au CIR) constitue un moyen de lutte.

Dans des sols vierges ou sains, la patate douce peut être cultivée trois ou quatre ans de suite sans problème sanitaire ; intégrée à une rotation culturale, elle ne doit pas être suivie d'une plante sensible aux nématodes car cela entraînerait leur prolifération. Diverses pourritures peuvent être observées sur les tubercules en cours de conservation.

● Les temps de travaux

En culture manuelle après une préparation mécanisée du sol, il faut, par hectare :

- > *préparation des billons* : vingt à vingt-cinq jours à la main, un jour en billonage mécanique ;
- > *coupe et préparation des boutures* : dix jours ;
- > *plantation* : dix à quinze jours ;
- > *entretien* : cinq à quinze jours ;
- > *récolte et tri des tubercules* : vingt à quarante jours.

● Les rendements

Les rendements varient fortement selon les cultivars, les conditions climatiques locales et les techniques culturales. La FAO indique des rendements moyens allant de 5 à 13 t/ha chez les principaux pays producteurs tropicaux ; Israël, qui pratique une culture très intensive, obtient 40 t/ha en moyenne. Les rendements obtenus en station expérimentale sont de 45 t/ha aux Etats-Unis, de 70 t/ha à Taïwan et de 88 t/ha à Tahiti.

● La conservation

La température optimale de conservation est de 13-14°C (à 85-90 % d'humidité relative), avec un risque de détérioration au-dessous de 10°C. Auparavant, il est conseillé de les stocker à 27-29°C dans un local bien ventilé pendant quatre à sept jours pour la cicatrisation des blessures, à 85-90 % d'humidité relative. La durée maximale de conservation des tubercules stockés dans ces conditions est en moyenne d'un mois.

Les manipulations à la récolte doivent être très précautionneuses afin de ne pas blesser les tubercules, ce qui entraînerait l'installation de pourritures. La durée de conservation des tubercules en terre est de six mois, mais les risques de détériorations diverses sont importants.

● La production mondiale

La production mondiale en 2000 a été de 139 millions de tonnes, dont 118 pour la seule Chine. Les autres principaux producteurs sont le Nigeria (2,5 Mt), l'Ouganda (2,4 Mt) et l'Indonésie (1,8 Mt).

LA POMME DE TERRE

Solanum tuberosum

Anglais : potato

Espagnol : patata

Portugais : batata inglesa

Famille des Solanaceae

● Les utilisations de la pomme de terre

La pomme de terre est cultivée pour ses tubercules, riches en amidon. Ceux-ci sont consommés de différentes manières et subissent parfois des transformations artisanales (par exemple chuno ou moralla dans les Andes) ou industrielles. On en tire de l'amidon, de la fécule, de l'alcool. Différents sous-produits peuvent être utilisés : pulpe, peau...

● La plante et son environnement

Originaires d'Amérique du Sud, elles ont été introduites en Europe au XVI^e siècle, puis en Asie. Elles sont actuellement cultivées partout dans le monde, essentiellement en zone

tempérée. Sous les tropiques, elle est cultivée en altitude car elle demande des températures inférieures à 24°C le jour et 16°C la nuit pour tubériser.

● Description

C'est une plante herbacée, pérenne grâce à ses stolons qui donnent naissance à des tubercules à leur extrémité ; après dépérissement de la partie aérienne, les tubercules donnent naissance à de nouvelles tiges.

Les tubercules, ovoïdes, pèsent de 50 à 500 g. La couleur de la peau change (jaune, rose, violette) selon la variété.

● L'écologie de la pomme de terre

L'optimum de végétation se situe entre 12° et 18°C. La plante résiste bien au froid et ne subit de graves dégâts qu'au-dessous de 4°C.

Une pluviométrie de 500 à 750 mm, régulièrement répartie, est nécessaire pendant le cycle de culture ; la pomme de terre tolère très mal une sécheresse de courte durée, particulièrement pendant les neuf dernières semaines de culture. Un apport d'eau irrégulier entraîne une baisse de la production de tubercules, ainsi que leur déformation. Dans les climats arides, l'irrigation doit être fréquente et régulière jusqu'à la fin de la tubérisation ; elle peut être réduite en phase de maturation.

Les cultivars originaires d'Amérique du Sud ne produisent de manière convenable qu'en jours de douze à treize heures. La plupart des cultivars tempérés ne sont pas photosensibles. La pomme de terre s'adapte à tous les types de sols, à condition qu'ils soient bien drainés. Elle préfère les sols peu acides (pH de 6 à 6,5).

Un tubercule récolté à maturité n'est pas capable de repousser aussitôt : il est en dormance. Les conditions de levée de dormance dépendent de facteurs génétiques et environnementaux (minimum de huit semaines). La dormance peut être rompue par différents produits mais aussi naturellement en plaçant les tubercules à 20-30°C pendant trente à quarante-cinq jours, ce qui correspond à des températures de zone tropicale.

● Les variétés

Une grande diversité de formes cultivées et sauvages de *Solanum* tubérifères est localisée dans les Andes au-dessus de 2 000 m, entre 10°N et 20°S de latitude. Parmi les espèces de *Solanum* cultivées, certaines sont diploïdes, triploïdes, ou tétraploïdes (*S. tuberosum*).

La plupart des cultivars utilisés dans les régions chaudes ont été sélectionnés à l'origine dans des conditions tempérées, et une minorité s'adapte aux conditions tropicales. Actuellement des programmes de sélection importants sont menés en vue d'une culture de basse altitude en zone tropicale.

La résistance aux principales maladies tropicales est recherchée au CIP, au Pérou, en particulier la résistance à *Pseudomonas solanacearum*. Les critères de sélection les plus anciens concernaient la résistance à la sécheresse, aux virus, au mildiou, les qualités culinaires et l'aptitude à la conservation.

● La culture

La pomme de terre est plantée en culture pure ou en association. En association, elle ne tolère pas l'ombrage, sauf en tout début de cycle dans les climats chauds. Pour les cultivars tempérés, la maturité peut être atteinte au bout de trois mois chez les plus précoces, au bout de quatre à six mois en moyenne, et après plus de sept mois chez les plus tardifs. En milieu tropical, en jours plus courts, les tubercules mûrissent en général en quatre mois.

● La plantation et l'entretien

On plante généralement des tubercules ou fragments de tubercules germés. S'il s'agit de morceaux, ceux-ci doivent être plantés rapidement après la coupe (un à deux jours après celle-ci) ; ils doivent avoir le temps de former leur liège cicatriciel qui leur évite de pourrir dans le sol. Il faut généralement 1,2 à 2,5 tonnes de semences à l'hectare.

Les tubercules peuvent être plongés dans un fongicide avant la plantation. Il faut faire attention que les semences ne subissent aucune contamination virale (utilisation exclusive de tubercules issus de zones de culture où ce facteur est strictement contrôlé). La plantation de graines n'est pratiquée que par les sélectionneurs. Le sol doit être labouré profondément, puis les mottes sont brisées.

En conditions tempérées, la plantation s'effectue généralement en sillons espacés de 60 à 120 cm, à 20-40 cm sur la ligne ; l'espacement optimal dépend du cultivar et des facteurs du milieu. Les tubercules sont enterrés à 5 cm de profondeur. En conditions tropicales, on peut planter à plat ou sur billons, en fonction des conditions d'humidité du sol et des températures nocturnes et diurnes.

Plusieurs sarclages sont nécessaires pour éliminer les adventices. Il est nécessaire de butter les plants quatre à six semaines après la plantation en cas de sarclage manuel. En cas de désherbage chimique, un seul buttage à la levée des plants est nécessaire.

La pomme de terre est une plante très consommatrice d'éléments minéraux, plus particulièrement de potasse. Les apports varient en fonction des sols. À la Réunion, on recommande un apport de 1 200 kg de 10-20-20 par hectare. En Guadeloupe, sur les sols à allophanes, on apporte une fertilisation de 100 N, 100 K₂O et 200 P₂O₅ par hectare.

● Les maladies et les ennemis

Des viroses (enroulement, virus Y) sont transmises par des pucerons (*Myzus persicae*). L'utilisation de variétés résistantes et de plants sains est recommandée.

Le mildiou (*Phytophthora infestans*) se répand sur le feuillage et les tubercules à la récolte ; la lutte s'effectue par l'utilisation de variétés peu sensibles et par la pulvérisation de fongicides : solutions cupriques, manèbe, mancozèbe...

Le flétrissement bactérien (*Pseudomonas solanacearum*) provoque un flétrissement brutal du feuillage ; la lutte passe par les rotations de culture et l'utilisation de variétés résistantes en cours de sélection. En altitude (> 1 000 m) la pomme de terre peut être attaquée par la « race 3 », adaptée aux températures fraîches, transmise par les tubercules, et éliminée dans le sol par une rotation de plus de quatre ans sans solanées. En plaine, les pommes de terre flétrissent si le terrain est contaminé par la race commune tomate/aubergines.

Un rhizoctone (*Rhizoctonia solani*) provoque des sclérotés bruns sur tubercules et la levée est irrégulière ; il est conseillé de désinfecter les plants avant la plantation (benlate ou autre fongicide).

L'alternariose (*Alternaria solani*) provoque des lésions concentriques sur les feuilles (lutte : mancozèbe).

Contre les nématodes (*Meloidogyne sp.*, *Heterodera rostochiensis*), la lutte consiste à effectuer des rotations de plus de quatre ans avec des plantes non hôtes, et à traiter les semences.

Les noctuelles coupent les tiges à la levée. En cas d'attaque, on utilise des appâts insecticides (granulés ou son et insecticide).

● La récolte

Elle doit être effectuée par temps sec, en évitant de blesser les tubercules.

En région tempérée, on peut atteindre 40 t/ha ; en régions tropicales, les rendements sont inférieurs : de 5 à 11 t/ha en zone de plaine, 20 à 25 t/ha en altitude. Dans les zones tropicales de plaine, cette culture est rentable seulement s'il est possible d'importer à faible coût des semences ou s'il est possible de multiplier des plants importés sur des plateaux d'altitude (1 200 m minimum).

● La conservation

Le zéro de végétation est à 4°C : les tubercules n'évoluent pas si on les conserve à cette température. Au-dessous, ils se détériorent. À 4°C, l'amidon se transforme en sucres solubles ; il faut garder quelques jours à 8-10°C les tubercules stockés longtemps à 4°C si l'on veut obtenir la transformation inverse.

La germination des tubercules se produit vers 12-13°C, début de la phase d'incubation ; celle-ci est favorisée par l'obscurité. L'exposition à la lumière déclenche un processus de verdissement des tubercules (avec production de toxines).

Les tubercules peuvent être conservés à 20°C en clayettes dans un endroit sec et ventilé, à l'abri de la lumière. Seuls des plants sains doivent être stockés. La conservation est possible plusieurs mois dans ces conditions dans des locaux sains.

● La production

La production mondiale a été de 328 millions de tonnes en 2000, les principaux producteurs étant la Chine (66 Mt), la Russie (34 Mt), l'Inde (25 Mt) et la Pologne (24 Mt). Les six plus grands exportateurs sont la France, le Canada, l'Italie, les Pays-Bas, l'Allemagne et Chypre.

La production des zones tropicales est insuffisante pour satisfaire la demande ; les perspectives de développement de cette culture y sont importantes grâce aux recherches en cours : adaptation des cultivars, méthodes de stockage.

LE SAGOUTIER

Metroxylon

Anglais : sago palm

Famille des *Arecaceae*

● La plante

C'est un palmier de taille moyenne, utilisé pour la fécule extraite du tronc, appelée sagou. Celui-ci se présente sous forme de grains semi-transparents. Ce produit est consommé localement, une petite production étant exportée par Sarawak (Malaisie) pour la préparation de potages.

Le genre *Metroxylon* regroupe cinq espèces répandues en Nouvelle-Guinée et dans les îles du Pacifique : Moluques, Fidji, Carolines, Salomon, Samoa. Il s'est également diffusé en Indonésie et Malaisie. Ces espèces diffèrent par la forme des feuilles, la présence d'épines ou non, l'insertion de la hampe florale, la couleur de l'amidon, la durée de vie. Les plus importantes sont *M. sagu* et *M. rumphii*. On extrait également du sagou d'arbres de la famille des *Cycadaceae* en Australie, au Mexique et en Malaisie.

Le sagoutier peut se développer sur des sols marécageux, où il se trouve à l'état spontané. Il peut pousser correctement sur des sols plus secs et supporter une saison sèche marquée sur des sols qui restent humides. Il est relativement tolérant à la salinité. On le trouve jusqu'à 700 m d'altitude.

Ce palmier est monoïque et l'inflorescence se développe selon les espèces sur une hampe prenant naissance au sommet du tronc ou sur des hampes latérales. Le sagoutier meurt après la floraison qui a lieu au bout de huit à dix-sept ans, selon l'espèce et les conditions du milieu.

● La culture

Il porte des drageons à sa base, qui peuvent être utilisés pour sa multiplication. Il peut aussi se multiplier par graines, mais celles-ci sont très peu viables et le résultat plus aléatoire. Les drageons (10 à 15 cm) peuvent être plantés dans des sacs en polyéthylène ; ils restent en pépinière environ trois mois. Les écartements en plantation sont de 6 à 7 mètres entre les arbres. Les jeunes plants doivent être buttés. Le nombre de repousses doit être limité.

Les palmiers sont abattus dès l'apparition de l'inflorescence afin d'en extraire le sagou (fécule). Le tronc est coupé en deux dans le sens de la longueur, évidé, et la partie médullaire, riche en fécule, est lavée plusieurs fois puis séchée. Le sagou peut être produit perlé ou non. Un tronc de *M. sagu* produit en moyenne 180 kg de farine brute. On obtient 58 % de sagou à partir de la farine brute.

Les recherches menées à ce jour sur le genre *Metroxylon* l'ont été en Malaisie et en Indonésie, principal producteur mondial.

LE TARO ET LE MACABO

Aracées : *Colocasia esculenta* (taro), *Xanthosoma sagittifolium* (macabo))

Colocasia

Français : taro

Anglais : taro ou cocoyam

Espagnol : malanga (en espagnol de Cuba)

Portugais : inhame

Xanthosoma

Français : macabo

Anglais : cocoyam ou new cocoyam

Espagnol : tannia, yautia, ou macabo

Portugais : inhame

● Les utilisations du taro et du macabo

Le taro est cultivé pour son corme principal (base de la tige) et ses cormes secondaires. Le macabo est cultivé pour ses cormes secondaires ; le corme principal, trop fibreux pour la consommation humaine, est réservé à l'alimentation animale ou utilisé comme plant après segmentation. Les cormes s'utilisent de la même façon que des pommes de terres. Ils sont mangés cuits, bouillis, frits ou en purée.

D'après les statistiques de la FAO, il y aurait un million d'hectares cultivés mais la réalité est probablement proche du double. En effet, les plus gros pays producteurs (Chine, Inde, Myanmar et Indonésie) n'affichent pas leurs statistiques et il s'agit essentiellement de cultures de case très difficiles à recenser.

● La plante et son environnement

● La plante

● L'origine des espèces

L'aire d'origine du taro (*C. esculenta*) est probablement le Sud-Est asiatique, du Myanmar à la Papouasie Nouvelle Guinée. L'aire d'origine du macabo (*X. sagittifolium*) est le bassin amazonien.

Ces deux plantes sont maintenant cultivées dans toute la zone intertropicale. Le taro bénéficie d'une plus grande plasticité : on trouve des taros en Inde à plus de 2000 m d'altitude, au Japon, en Chine du Nord et même en Egypte où il fait l'objet d'une culture intensive.

● Les caractéristiques morphologiques

Mis à part les différences d'anatomie florale, souvent difficiles à observer car les cultivars fleurissent rarement, le taro se distingue par un pétiole qui s'insère au tiers inférieur du limbe (feuille peltée) tandis que le pétiole du macabo est placé dans le prolongement de la nervure centrale (feuille sagittée).

Le macabo est diploïde à $2n=2x=26$ chromosomes. On trouve des taros diploïdes ($2n=2x=28$) et triploïdes ($2n=3x=42$) sans qu'il existe de différences morphologiques entre les deux cytotypes.

Le taro est une espèce très polymorphe et plusieurs milliers de cultivars existent. Deux grands groupes variétaux existent : les *dasheen* cultivés pour leur corme principal et les *eddoe* cultivés pour leurs cormes secondaires. Ces derniers sont plus adaptés aux basses températures et aux latitudes élevées.

La variabilité des caractères morphologiques, chez le taro comme le macabo, concerne la forme des cormes et des limbes, la longueur des pétioles et les pigmentations anthocyanées des appareils végétatifs et souterrains ainsi que les caractéristiques physico-chimiques des cormes. Le poids du corme principal varie de 250 g à plus de 4 kg.

D'une manière générale, les *Xanthosoma* tolèrent beaucoup mieux la sécheresse que les *Colocasia*. Les macabos sont aussi plus grands, plus hâtifs et plus rustiques que les taros mais leurs qualités organoleptiques sont moindres. Ils tendent néanmoins à les remplacer dans les lieux de culture où la pression des pathogènes augmente. Mais les *eddoe* peuvent aussi remplacer le macabo là où sévit le *tannia decline* (*Pythium myriophyllum*).

● L'écologie du taro et du macabo

Ces deux aracées sont des plantes sciaphiles de la zone tropicale humide, qui craignent le vent car il active la transpiration de leurs grandes feuilles. Elles se plaisent donc en situation abritée, sans écarts brusques de température et sont sensibles à la sécheresse. Leurs exigences pluviométriques sont de l'ordre de 2000 mm par an au moins, bien répartis.

Les *Colocasia* supportent une nappe phréatique élevée et peuvent être cultivés dans des tarodières irriguées en tout point comparables aux rizières. Les sols convenables sont très humides, frais, riches en bases échangeables et en matière organique. Les exigences des deux plantes restent néanmoins modestes.

● La culture

Taro et macabo sont habituellement cultivés en jardin de case et en association avec d'autres plantes vivrières. Cependant, à Hawaï, en Thaïlande, à Cuba, en Egypte et au Japon la culture vise des marchés lucratifs et se fait à hauts niveaux d'intrants. Dans ces pays, la culture est mécanisée, pour la plantation comme pour la récolte.

● La mise en place

En système pluvial, il est recommandé de planter en début de saison des pluies mais l'absence de dormance permet en fait une plantation à tout moment. La plantation se fait dans des trous de 10 à 30 cm de profondeur et la partie supérieure du semencéau portant les bourgeons doit être orientée vers la surface. Un léger paillage permet d'éviter un dessèchement trop rapide des bourgeons.

On recommande d'utiliser comme semencéaux soit des boutures de tiges aériennes, en fait les têtes des cormes incluant le bourgeon central, soit des rejets, soit encore de petits tubercules. Il existe une corrélation positive directe entre le poids de la propa-gule et le rendement final.

Selon les densités de plantation, le poids de semenceaux varie de 1,5 à 3 tonnes à l’hectare. Pour les taros, les densités de plantations qui donnent les meilleurs rendements varient de 60 cm en triangle à 80 cm en carré (soit environ 15 000 pieds/ha) ; pour les macabos, on recommande généralement 1 x 1 m en carré (soit 10 000 pieds/ha).

● **L’entretien**

Il se limite à un désherbage, chimique ou manuel, pendant les trois premiers mois du cycle. Taro et macabo produisent rapidement de larges canopées qui couvrent totalement le sol. Les pertes sont principalement dues aux sécheresses, au *Phytophthora* ou aux viroses.

● **Les maladies et les ennemis**

Le *Phytophthora colocasiae* peut faire des ravages et détruire la totalité d’une récolte de *Colocasia esculenta*, mais les *Xanthosoma* ne sont pas concernés. Seules les variétés tolérantes offrent une solution acceptable, les fongicides, bien qu’efficaces, étant généralement trop onéreux.

Le *Cladosporium colocasiae* est une rouille des feuilles, active lorsque les températures rafraîchissent en dessous de 20°C.

Divers *Pythium spp.* peuvent provoquer des pourritures de cormes. Beaucoup plus grave est le *tannia decline* (ou dépérissement du malanga) qui sévit en Afrique équatoriale, dans les grandes et petites Antilles et sur le continent américain et compromet la culture du macabo (le taro est moins sensible). Cette maladie est causée par une souche de *Pythium myriolylum*. On conseille pour réduire sa gravité d’améliorer l’évacuation de l’eau du sol (plantation sur billons plutôt qu’en fosses) et d’appliquer des quantités importantes de matière organique. Son incidence résulte habituellement du mauvais choix d’un site et d’une hydromorphie. Il existe des variétés tolérantes.

Les viroses : le *Dasheen Mosaic Virus* (DMV) déprime les rendements des taros et macabos. Il convient d’assainir les cultures dès l’apparition des premiers symptômes par l’arrachage des plants infectés. Les vecteurs sont essentiellement les pucerons. Le complexe viral *Alomae Bobone Virus Complex* (ABVC) est fatal aux taros. Très peu de variétés sont résistantes.

Les larves de coléoptères (*Papuana spp.*) peuvent occasionner de graves dégâts et déprécier la valeur commerciale des cormes principaux et secondaires.

● **Les temps de travaux**

Tableau 11. Ordre de grandeur des temps de travaux en culture manuelle

Travaux	Jours/ha
Préparation du sol	20-30
Plantation	6-10
Entretien	25-35
Récolte	30-40
Total	81-115

● ***La récolte et les opérations post-récolte***

● **La récolte et la conservation**

La récolte s'effectue dès que les canopées commencent à flétrir et à sécher. Selon les variétés, précoces ou tardives, les cycles sont de six à dix mois. Des récoltes tardives donnent des cormes plus développés. On observe fréquemment des rendements de l'ordre de 20 t/ha, mais il est possible en culture intensive d'atteindre quarante, voire cinquante tonnes à l'hectare. Le potentiel de rendement (plus de 60 t/ha) n'est jamais atteint en culture traditionnelle.

Les cormes se conservent pendant trois semaines à température ambiante et à l'ombre. Ils peuvent se conserver plus d'un mois à 10°C et sont très facile à congeler. La décongélation n'altère nullement les caractéristiques organoleptiques et les arômes.

● **La valeur alimentaire**

Taro et macabo sont des plantes amylacées. La teneur en matière sèche peut varier selon les variétés de 30 à 45 %, la teneur en protéines est assez élevée et la très faible dimension des grains d'amidon confère une très bonne digestibilité aux produits dérivés. Certains sont vendus sous la forme de produits hypoallergéniques pour les malades ou les nourrissons.

Les jeunes feuilles sont très appréciées sous la forme d'épinards (brèdes) et des soupes sont préparées en Asie à partir des pétioles bouillis de taro.

● **La transformation**

Après dessiccation, les chips sèches sont broyées pour obtenir des farines complètes qui sont très recherchées. L'amidon reste difficile à extraire en raison de la finesse des particules. Les cormes peuvent être transformés en purée fermentée (Poi à Hawaïi), en flocons, en frites ou en chips prêts à l'emploi vendus dans les supermarchés (Hawaïi).

● ***La production actuelle et ses perspectives***

En 2001, la production était de 8,5 millions de tonnes dont 1,5 million en Chine mais la consommation annuelle par habitant est plus importante en Mélanésie et Polynésie, où la plante représente une culture alimentaire de base. Les contraintes au développement de la production sont essentiellement d'ordre parasitaire. On suppose donc que l'utilisation de variétés améliorées aura une incidence importante sur le développement de la culture. Des programmes d'amélioration ont récemment vu le jour au Japon, en Chine, aux Philippines, en Papouasie Nouvelle Guinée, au Vanuatu, aux Samoa et à Hawaïi.

Bibliographie

Arbre à pain

- ANON. (1983). *Le fruit à pain : un aliment pour toute l'année*. Aliments du Pacifique Sud (NCL), Nouméa (NCL) : CPS, 1983. - n. 9, 4 p. - Texte original en anglais.
- KIBUNGU K.A.O. (1992). [Layering propagation of breadnut tree *Artocarpus communis* var. *Apyrenna*] - *Multiplication par marcottage de l'arbre à pain Artocarpus communis* var. *Apyrenna*. *Tropicultura* (BEL), 1992. - vol. 10, n. 2, p. 59-60.
- MAFWILA M., BUDIONGO K. et al. (1991). [Effects of preparation and length of storage on protein and fat contents of breadfruit flour (*Artocarpus incisus* (Thunb.) L. f.)] - *Effets du mode de préparation et de la durée de stockage sur les teneurs en protéines et en matières grasses de la farine du fruit de l'arbre à pain Artocarpus incisus* (Thunb.) L. F.). *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux* (FRA), 1991. - vol. 44, n. 4, p. 463-468.
- MATTHEWS R.F., BATES R.P. et al. (1986). *Utilization of breadfruit in the tropics* - [Utilisation du fruit de l'arbre à pain sous les tropiques]. *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture* (USA), 1986. - vol. 30, p. 83-94.

Canna comestible

- BRÜCHER, H. (1989). *Useful Plants of Neotropical Origin and their relatives*, Springer-Verlag, Heidelberg.
- DEGRÈS, S., MORENO SANTANDER, M., DUFOUR, D., and GARCIA BERNAL, H. (1997). *Etude préalable à la conception d'un équipement d'extraction d'amidon de canna edulis*. *Cahiers de la recherche-développement* p 43, 82-94.

Igname

- DEGRAS L., 1994, *L'igname*, Maisonneuve et Larose, Paris, 133 p.
- DUMONT R., MARTI A., 1997, *Panorama sur l'igname*, CIRAD, 185 p.
- ORKWOR G., ASIEDU R. (eds), 1998, *Food Yams*, Advances in Research, IITA, 49 p.

Manioc

- CARTER SE, FRESCO LO & JONES PG, 1992. *An atlas of cassava in Africa: historical, agroecological and demographic aspects of crop distribution*. CIAT, Cali, Columbia, 86 p.
- COCK JH, 1985. *Cassava: new potential for a neglected crop*. IADS series, CIAT, GTZ, 191 p.
- RAFFAILLAC JP, 1996. *La fertilité en zone tropicale humide et le manioc*. In actes du séminaire sur la fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides, Montpellier, France. J. PICHOT, N. SIBELET et JJ. LACOEUILHE (éd. Sci.), éd. CIRAD, pp. 286-298.

Patate douce

- CLARK C. A. and MOYER J. W. (1988). *Compendium of sweet potato diseases*, American Phytopathological Society, Saint Paul (USA).
- KAY D. E. and GOODING E.G.B. (1987). *Root crops*, Tropical Development and Research Institute, London.
- MICHELLON R. (1984). *La patate douce (Ipomoea batatas) : rationalisation de sa culture à la Réunion*. *Agronomie Tropicale* (FRA) 39, 76 - 80.
- REBOUL J. L. (1985). *Travaux d'expérimentation conduits sur la patate douce en Polynésie française*. In « Symposium ISTRC. » (C.-B. IRAT, ed.), p. 19. International Society for Tropical Root Crops - Ibadan (NGA), Gosier (GLP).

Pomme de terre

- CIP F. (1995). *La pomme de terre dans les années 90. Situation actuelle et perspectives de l'économie mondiale de la pomme de terre*, Food and Agriculture Organization of the United Nations., Rome (ITA).
- GOVINDEN N., JULIEN M. H. R., HUNT G. L. T. and AUTREY L. J. C. (1990). *Production, post-harvest technology and utilization of potato in warm tropics*, p. 184. Mauritius Sugar Industry Research Institute International Potato Center, African Potato Association, Maurice.
- KAY D. E. and GOODING E. G. B. (1987). *Root crops*, Tropical Development and Research Institute, London.
- RAMAN K. V. (1988). *Lutte intégrée contre les insectes nuisibles de la pomme de terre dans les pays en voie de développement*. CIP Circular (PER) - Centro Internacional de la Papa 16, 1 - 9.
- ROUSSELLE P., ROBERT Y. et CROSNIER J. C. (1996). *La pomme de terre ; production, amélioration, ennemis et maladies, utilisation*, INRA, Paris.

Sagoutier

- FLACH M., 1997. « *Sago palm : Metroxylon sagu Rottb.* », Rep. No. 13. fao : IPGRI, Rome.
- RAUWERDINK J. B., 1986. *An essay on Metroxylon, the Sago palm*. Principes 30, 165-180.
- WHITMORE T. C., 1973. « *Palms of Malaya*, » Oxford University Press, London.

Taro et macabo

- A taro production and business guide for Hawaii growers*. 1997. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii Press, Honolulu
- WANG, J. (ed) 1983. *Taro: a review of Colocasia esculenta and its Potentials*. University of Hawaii Press. Honolulu, Hawaii. 400 p.
- MANRIQUE L.A. 1995. *Taro, Production Principles and Practices*. Manrique International Agrotech, Honolulu, Hawaii 216p.