

Insectes ravageurs des tubercules et des racines en Afrique tropicale : biologie, mesures de protection et méthodes de lutte

Alex DELOBEL

Il sera question dans ce chapitre de six plantes cultivées en Afrique tropicale pour leurs tubercules, racines ou bulbes, qui sont des organes souterrains de stockage des glucides. Il s'agit du manioc, *Manihot esculenta* Crantz, Euphorbiacée originaire d'Amérique centrale, très largement cultivée en Afrique; de l'igname, tubercule produit par différentes espèces du genre *Dioscorea* (Dioscoréacées) domestiquées indépendamment dans différentes régions du globe, mais principalement en Afrique; les principales espèces cultivées en Afrique sont *D. cayenensis* (Lam.), *D. esculenta* (Lour.) Burkill et *D. atata* L.; de la patate douce, *Ipomoea batatas* (Poir.), Convolvulacée originaire d'Amérique tropicale; de la pomme de terre, *Solanum tuberosum* (L.), Solanacée également originaire d'Amérique du Sud; du taro, *Colocasia esculenta* (L.) Schott., et du macabo, *Xanthosoma sagittifolium* Schott., deux Aracées d'origine asiatique ou océanienne cultivées pour leurs bulbes dans toutes les régions tropicales.

1. Importance des racines et tubercules

1.1. Aspects économiques

Ces plantes sont cultivées en Afrique tropicale, comme dans la plupart des régions chaudes du globe, en raison de leur capacité d'adaptation à des conditions variées de sol et de milieu. Elles font l'objet le plus souvent d'une culture à petite échelle, non commerciale, typiquement vivrière. Néanmoins, les estimations de production sont impressionnantes (Tableau 1).

Tableau 1
Production (en milliers de tonnes) des principales cultures de tubercules et racines ; estimations pour 1988 (patate douce et igname) et 1990 (manioc et pomme de terre)

	Manioc	P. douce	Igname	P. de terre
Afrique	72 100	5 949	22 470	4 639
Reste du monde	84 852	124 406	1 159	266 812

Source : Anonyme, 1990, 1992.

La rentabilité médiocre de ces productions — comparativement aux cultures dites « de rente » — explique pour une bonne part la faiblesse des mesures de protection qui sont généralement mises en œuvre en cours de conservation.

1.2. Aspects nutritionnels

L'apport nutritionnel des tubercules et racines est tout à fait primordial (Tableau 2). Ils constituent en effet pour l'Afrique tropicale une source essentielle de glucides (surtout sous forme d'amidons), complétée par des teneurs variables quoique généralement faibles en protéines, matières grasses et minéraux.

Fonds Documentaire ORSTOM



010014205

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: Bx 14205 Ex: 1

Tableau 2
Teneur (en g) en matière sèche et protéines et énergie métabolisable en Kcal pour 100 g de matière consommable

	M.S.	Protéines brutes	Énergie
Manioc frais	38,0	1,2	149
Manioc sec	87,0	2,2	430
Macabo	35,6	2,2	137
Igname	27,1	2,4	111
Patate douce	31,2	1,6	121
Pomme de terre	22,3	1,7	82
Taro	26,9	1,8	102

Données moyennes (Sources : Trèche, 1989 ; Anonyme, 1991).

Variété, lieu de culture, techniques culturales, stade de maturité à la récolte influent beaucoup sur la valeur nutritionnelle, les propriétés physico-chimiques des amidons, le rapport amidon/sucres, l'indice chimique des protéines, la digestibilité des produits récoltés (TRÈCHE, 1989). Leur aptitude au stockage est également étroitement dépendante de ces différents éléments.

2. Systèmes de transformation et de stockage

Comme le note TRÈCHE (1989), « compte-tenu des exigences généralement très strictes des consommateurs africains pour leurs aliments de base, de faibles modifications d'aspect ou de texture sont suffisantes pour en diminuer considérablement l'acceptabilité ». Or l'acte de consommation est souvent précédé d'une période plus ou moins prolongée de stockage, dont les circonstances influent notablement sur les qualités organoleptiques et la valeur nutritive des produits.

La culture de l'igname, celle de la pomme de terre et de la patate douce sont par nature saisonnières. Il est donc nécessaire de stocker la récolte afin de la mettre à la disposition du consommateur au moment voulu. Ces productions ne subissant normalement pas de transformation, ce sont les tubercules entiers, contenant selon les cas de 60 à 80% d'eau, qui sont conservés pendant toute la période précédant la commercialisation ou l'autoconsommation. L'entomofaune associée à ces tubercules est évidemment très différente de celle que l'on peut observer dans les produits secs.

Au contraire, la récolte du manioc n'est pas saisonnière, puisque les tubercules peuvent être prélevés à tout moment en fonction des besoins. Il n'y a donc guère de problème de stockage du manioc à l'état frais. Cependant, le manioc constitue une exception parmi les plantes à tubercules ou à racines en raison de son intégration aux circuits commerciaux internationaux. Sa culture donne en effet lieu à des processus de transformation pratiqués, soit à une échelle artisanale, soit à une échelle industrielle. D'autres productions, en particulier l'igname et le taro, font l'objet de tentatives de transformation industrielle dans différentes parties du monde. Le stockage des produits transformés et séchés est couramment pratiqué et est l'objet de nombreuses attaques d'insectes, peu différentes de celles observées dans les produits céréaliers.

2.1. Produits frais

Les modes traditionnels de stockage sont extrêmement divers et dépendent dans une large mesure de la durée de stockage prévue ou souhaitée ; selon les conditions de milieu et les habitudes locales, tubercules et racines peuvent être conservés en vrac (de préférence dans des lieux frais et ombragés) ou dans les récipients les plus variés. Ainsi, taros et macabos se conservent environ un mois dans de simples sacs de polyéthylène tressé ou dans des fosses tapissées de feuilles. C'est l'igname, qui présente la meilleure aptitude à la conservation, qui donne lieu à la plus grande variété de modes de stockage en Afrique. Il est habituellement stocké en tas à même le sol, ou sur des claies, en plein air ou sous des abris de formes diverses (hangar

parallépipédique ou conique, grenier, etc.). On le conserve également en fosses dans les zones à pluviométrie réduite. La conservation est notablement améliorée si les tubercules, au lieu d'être entassés, sont placés ou attachés individuellement sur des claies à claire-voie, horizontales ou verticales.

2.2. Produits desséchés

Ceci concerne essentiellement le manioc, dont les méthodes de transformation sont variées. Dans le plus simple des cas, les tubercules sont pelés et sectionnés en tranches de quelques centimètres d'épaisseur (chips ou cossettes) avant d'être séchés au soleil. Dans le cas des variétés amères, les tubercules subissent un rouissage préalable (fermentation spontanée, généralement dans un faible courant d'eau) afin d'éliminer la linamarine, source d'acide cyanhydrique. Les produits obtenus à la suite de ce processus portent selon les régions diverses dénominations : cossettes, chips, fougou, kokonte, bombo, gaplek (Indonésie), etc. Une opération complémentaire consiste à réduire le produit en farine avant commercialisation.

Il existe des processus plus complexes de préparation, faisant intervenir un épluchage et un râpage suivis d'un rouissage. Le produit subit ensuite une cuisson plus ou moins poussée qui aboutit à la formation de granules (gari, farinha, etc.). Ce type de produit est doté d'une excellente capacité de conservation. Le stockage du manioc séché se fait en sacs de jute ou de polypropylène tressé, conservés dans une pièce de la maison ou dans un local réservé à cet usage, le plus souvent sur des claies.

3. L'écosystème des tubercules stockés

3.1. Le tubercule

Tout comme les grains stockés, les tubercules constituent un écosystème complexe, où l'organisme vivant qu'est la racine tient une place centrale.

3.1.1. Métabolisme :

En conditions aérobies, qui sont les conditions normales de stockage, la respiration du tubercule correspond à l'oxydation des amidons avec dégagement de chaleur, de vapeur d'eau et de gaz carbonique. D'autre part, la dégradation enzymatique des amidons conduit à leur transformation progressive en sucres. Au bout d'un temps variable selon espèces et variétés, mais aussi selon les conditions de stockage, se produisent donc des modifications notables ; perte de matière sèche et perte d'eau conduisent au flétrissement puis au durcissement.

Ce phénomène a été étudié chez l'igname (BÉRÉ et al., 1990) : légères chez le tubercule en dormance, les pertes pondérales deviennent importantes à partir du 6ème mois et atteignent en moyenne selon les cultivars 30 à 50% au bout de huit mois de conservation. Parallèlement, le durcissement des tubercules se produit, rendant à terme le produit impropre à la consommation.

3.1.2. Germination :

La germination se produit (sauf chez le manioc) lorsque la dormance des tubercules est levée. En accélérant brutalement les réactions enzymatiques, elle affecte de manière très significative le poids et les qualités organoleptiques du produit. Des inhibiteurs de germination ont été mis au point pour la pomme de terre (prophame, chlorprophame, Mena) ; ces produits sont sans efficacité sur les tubercules d'igname.

3.1.3. Altérations d'origine mécanique :

Les blessures infligées lors de l'arrachage et de la manutention ont un effet tout à fait néfaste car elles accroissent les pertes d'eau en accélérant le flétrissement et constituent les portes d'entrée pour les pathogènes.

3.2. Micro-organismes

Les micro-organismes, dont de nombreux pathogènes, font également partie de l'écosystème des tubercules stockés. Une liste de pathogènes responsables de maladies est donnée par BOOTH (1982). Il s'agit de bactéries, levures et moisissures (champignons saprophytes). Certains de ces agents infestent le tubercule dès avant la récolte ; en revanche, beaucoup peuvent être qualifiés « d'opportunistes » car ils ne sont capables de s'attaquer qu'à un tubercule blessé.

3.3. Facteurs abiotiques

Température et humidité de l'air jouent, comme dans le cas des céréales, un rôle essentiel dans l'évolution de l'écosystème. Une humidité élevée est nécessaire, au moment de la récolte, à une bonne cicatrisation des blessures. Par la suite, de fortes humidités liées à un confinement favorisent le développement de moisissures. Le stockage à basse température accroît généralement la teneur en sucre, ce qui n'est pas désirable, sauf dans le cas de la patate douce. L'exposition au soleil a un effet négatif sur la conservation des tubercules.

4. Caractéristiques des dégâts d'insectes

4.1. Deux types de ravageurs

4.1.1. Insectes à appareil buccal broyeur :

Il s'agit du type d'appareil buccal ancestral, qu'on retrouve chez un grand nombre d'ordre. Les insectes appartenant à ce groupe sont dotés de mandibules bien développées, qui leur permettent de ronger toutes sortes de substances solides. Dans certains cas, ces mandibules sont portées à l'extrémité d'un rostre qui leur permet de creuser des cavités où sont déposés les œufs (cas des Curculionidae). Les dégâts occasionnés, aussi bien aux produits frais qu'aux produits desséchés, sont généralement facilement repérables car ces insectes se nourrissent en rongant le tubercule, soit en surface, soit plus ou moins profondément en creusant des galeries, et rejettent leurs déjections à l'extérieur. A ce groupe appartiennent les trois ordres d'insectes suivants.

— Coléoptères :

L'adulte est caractérisé par ses élytres, qui sont en fait les ailes antérieures durcies et protégeant les ailes postérieures, seules fonctionnelles. Dans certains cas, les élytres sont soudées entre elles, et les ailes postérieures ne sont pas fonctionnelles ou ont même disparu. La larve est souvent blanchâtre, molle, peu mobile ; elle vit dans les milieux les plus variés, mais souvent dans le sol ou à l'intérieur des tissus végétaux. A l'ordre des Coléoptères appartiennent les familles des Curculionidae (charançons) et des Tenebrionidae (triboliums, ténébrions, etc.), aux régimes alimentaires variés. Certains groupes, comme les coccinelles ou les carabes, sont essentiellement prédateurs ; d'autres, comme les chrysomèles, les longicornes ou les bruches, sont phytophages.

— Lépidoptères :

C'est la larve (la chenille) qui possède des pièces buccales de type broyeur. Son régime alimentaire est très différent de celui de l'adulte. Beaucoup de chenilles sont phyllophages (mangeuses de feuilles), mais bien d'autres régimes alimentaires existent parmi les Lépidoptères : cléthrophages (mangeurs de graines), mineurs (se développant à l'intérieur des tissus végétaux), etc. L'adulte est un papillon ; ses pièces buccales (qui ne sont pas de type broyeur) en forme de trompe lui permettent de se nourrir de substances liquides, généralement sucrées (nectar, etc.).

— Isoptères ou termites :

Les Isoptères constituent un ordre très particulier, car ils ont développé une véritable structure sociale. La société est organisée autour d'une reine, et possède des castes, des systèmes complexes de régulation sociale. La termitière est abritée, soit sous terre, soit dans le bois ; le régime alimentaire des termites est essentiellement à base de cellulose (bois, mycélium), qu'ils digèrent grâce à des symbiotes intestinaux. Les termites mènent l'essentiel de leur activité à l'abri de la lumière ; seuls quelques groupes s'aventurent à l'extérieur, le plus souvent d'ailleurs par temps couvert et humide. Les adultes sexués et ailés essaiment à l'air libre pour fonder de nouvelles colonies.

4.1.2. Insectes à appareil buccal piqueur-suceur :

On note chez ces insectes une modification importante du type ancestral broyeur, avec disparition des mandibules et allongement de l'ensemble des pièces buccales. Celles-ci sont transformées en stylets qui permettent à l'insecte de puiser sa nourriture à l'intérieur des tissus de la plante. A ce groupe appartiennent les Homoptères Aphidae (pucerons) et Coccoidea (cochenilles). Ils attaquent préférentiellement ou uniquement (cas des pucerons) les germes.

De taille modeste, ils passent d'abord inaperçus et ne deviennent facilement décelables que lorsqu'ils constituent des colonies, envahissant finalement le tubercule et formant de véritables encroûtements. En outre, le miellat qu'ils excrètent favorise le développement de fumagine qui tache en noir le tubercule. L'infestation par les cochenilles conduit au dessèchement et au flétrissement du tubercule.

4.2. Nature des dégâts d'insectes

On peut distinguer plusieurs catégories de dégâts occasionnés par les insectes aux tubercules et racines stockés :

- Perte pondérale.
- Perte de valeur nutritionnelle.
- Perte de qualités organoleptiques ou technologiques. Un exemple bien connu est celui de la patate douce, qui produit, en réponse à une infestation par des *Cylas*, des terpénoïdes et des phénols qui rendent le tubercule impropre à la consommation.
- Infestation par des champignons ou des bactéries saprophytes.
- Vection de viroses ou bactérioses.

4.2.1. Cas des produits stockés frais :

— Igname :

En Côte-d'Ivoire, on a relevé des taux d'infestation par les insectes (surtout Lépidoptères) de 63% après 4 mois de stockage, qui se traduisent par 25% de pertes pondérales. Au Nigéria, on estime que 40% des tubercules conservés de manière traditionnelle (attachés horizontalement à des claies de bois) sont perdus chaque année, en grande partie du fait des insectes. Au Burkina Faso, le total des pertes dues aux ravageurs et aux pourritures sont estimées à 30% (BÉRÉ et al., 1990). Les cochenilles des tubercules sont d'importants vecteurs de viroses.

— Patate douce :

Les ennemis majeurs des patates douces après la récolte sont des Coléoptères Curculionidae. Les larves et les adultes de ces charançons se développent tout d'abord sur les feuilles et dans les tiges, où ils creusent des galeries. Ce sont ensuite des ravageurs des tubercules en place, dans le sol, mais ils sont également capables de poursuivre leur développement après arrachage ; ils donnent lieu à de véritables pullulations dans les stocks. C'est d'abord la zone périphérique du tubercule qui est rongée, puis l'attaque progresse vers les parties plus profondes. L'infestation provoque une forte dépréciation de la récolte en raison de la couleur communiquée au produit par les excréments de l'insecte et du mauvais goût provoqué par la production par la plante de substances secondaires toxiques. Le développement d'une pourriture

bactérienne rend par ailleurs les tubercules impropres à la consommation. Les pertes dues à ces curculionides peuvent atteindre 60 à 97% selon les auteurs et selon les régions.

— Pomme de terre :

Les pommes de terre subissent après la récolte l'attaque de plusieurs larves de microlépidoptères qui rongent l'intérieur et la surface des tubercules. La plus nuisible d'entre elles est la teigne de la pomme de terre : les premières attaques sont décelables sur les feuilles et les tiges, qui sont minées par les jeunes larves et présentent des taches argentées avant de se nécroser. Par la suite, les larves pénètrent dans les tubercules et sont transportées vers les lieux de stockage. Les tubercules affleurant à la surface du sol peuvent être attaqués directement. En dehors de ces chenilles, certaines espèces de pucerons et de cochenilles se développent en colonies sur les germes.

4.2.2. Cas des produits desséchés :

Le manioc est très sensible aux attaques d'insectes au cours du séchage, surtout si celui-ci est lent. Le rouissage, en provoquant une importante hydratation du tubercule, favorise la prolifération des insectes. Quelques espèces s'attaquent ainsi aux cossettes rouies dès leur sortie de l'eau ; il s'agit principalement de Coléoptères qu'on rencontre habituellement dans les fruits mûrs ou pourrissants. Le séchage au soleil, en raison de sa lenteur et des faibles températures atteintes, favorise le développement de nombreux insectes. En outre, il provoque l'apparition de moisissures : *Aspergillus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Rhizopus*. Ces dernières attirent à leur tour un cortège d'insectes mycophages. Le séchage au four ou sur des plaques chauffées, par sa rapidité et par les températures élevées qui sont atteintes, permet un meilleur contrôle des insectes. Les problèmes entomologiques soulevés par les produits secs s'apparentent à ceux posés par les céréales (voir le chapitre correspondant). Les dégâts sont généralement plus importants lorsque le manioc a subi une fermentation préalable parce que celle-ci facilite la pénétration des insectes et accroît la teneur en certaines vitamines. Les cossettes perdent rapidement leur structure et sont réduites en poussière. De même, les farines s'avèrent particulièrement vulnérables. En revanche, certains produits cuits et durcis, tels le gari, sont beaucoup moins sujets aux attaques d'insectes.

Les pertes subies par les produits de transformation du manioc sont difficiles à chiffrer, mais souvent très sévères : en Malaisie, des cossettes subissent 16% de pertes pondérales en deux mois ; on a signalé en Tanzanie 19% de pertes en trois mois, dues au seul *Prostephanus truncatus* (Horn), et 12% de pertes en quatre mois au Congo.

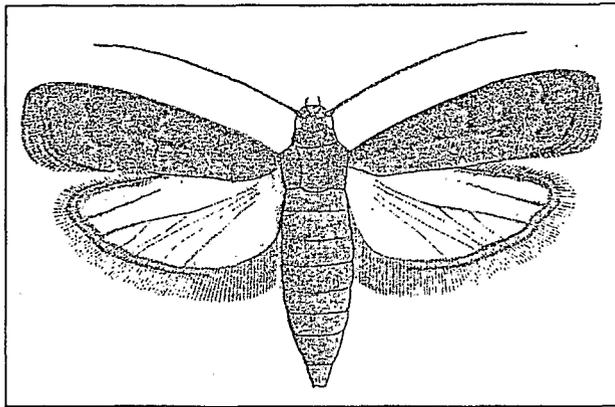
5. Principales espèces de ravageurs

5.1. Ravageurs de l'igname

5.1.1. Lépidoptères :

Ce sont les principaux responsables des pertes en stockage. Au Nigéria, IHEAGWAM (1986) en relève 5 espèces dont deux Tineidae, *Dasyses incrustata* Meyrick et *Setomorpha rutella* Zeller. *S. rutella* est une espèce polyphage, s'attaquant également au tabac. En Côte d'Ivoire, SAUPHANOR et al. (1987) notent que *D. incrustata* n'a qu'une importance mineure ; c'est *Euzopherodes vapidella* Mann (Lépidoptère Pyralidae) qui est l'espèce la plus nuisible (Fig. 1). Elle infeste surtout *D. alata* et intervient dès les premiers jours suivant l'arrachage. L'adulte mesure 12 à 15 mm d'envergure, ses ailes antérieures sont brunes, ornées de lignes claires ; les ailes postérieures sont blanches, avec une bordure brune. La ponte a lieu de préférence sur les plaies à la surface des tubercules. Le cycle complet dure de 30 à 40 jours. *E. vapidella* est surtout nuisible aux tubercules fraîchement récoltés. Par la suite, son action est concurrencée par d'autres espèces. La principale d'entre elles est un Tineidae indéterminé, abondant après stockage prolongé, sur tubercules ayant une faible teneur en eau. L'adulte a une envergure de 13 mm (mâles) à 20 mm (femelles). Les ailes antérieures sont oblongues, jaunâtres, tachées de brun, surtout dans la moitié postérieure et à l'apex.

Figure 1
Pyrale des tubercules d'igname



Les ailes postérieures sont d'un gris jaunâtre, longuement frangées. Son cycle est de 35 à 45 jours ; elle pénètre dans les tubercules en utilisant les anciennes galeries d'*E. vapidella* ; son action peut se traduire par la destruction complète de la récolte. Plusieurs autres Lépidoptères peuvent se développer sur tubercules plus ou moins desséchés, comme *Corcyra cephalonica* (Stainton) et *Pyralis manihotalis* Guenée.

5.1.2. Coléoptères :

Araecerus fasciculatus Degeer, la fausse bruche (Anthribidae), est le plus nuisible d'entre eux, même si ses dégâts n'atteignent jamais l'importance de ceux occasionnés par les Lépidoptères (Fig. 2). La larve est blanche à tête jaunâtre, revêtue d'une pilosité importante ; elle mesure à maturité de 4,5 à 6 mm. L'adulte est brun à roux, avec des taches plus sombres. Ses pièces buccales sont portées sur un rostre large, moins allongé que celui des charançons. Ses antennes sont grêles, constituées de 11 articles. Il est très mobile, vole bien et pratique des perforations circulaires de 2 mm de diamètre par où sort une poudre jaunâtre. Ses attaques se limitent le plus souvent aux parties desséchées autour des blessures de récolte et à proximité des attaques de chenilles. *Tenebrio guineensis* Imhoff (Tenebrionidae) ronge occasionnellement la surface des tubercules.

Tout en fin de stockage peuvent intervenir *Sitophilus zeamais* Motsch. (Curculionidae) et *Rhizopertha dominica* (F.) (Bostrychidae) ainsi que *Tribolium castaneum* Herbst (Tenebrionidae), qui sont tous trois des ravageurs classiques des stocks de céréales.

5.1.3. Homoptères :

Les cochenilles revêtent une importance toute particulière, car le stock de tubercules d'ignames constitue un milieu éminemment favorable à la propagation et au développement de ces insectes. Plusieurs espèces, souvent difficiles à distinguer les unes des autres, ont été signalées dans le monde. Elles appartiennent à la famille des Diaspididae (reconnaisables à leur bouclier arrondi, Fig. 3A) ou à celle des Pseudococcidae (« cochenilles farineuses », reconnaissables à l'accumulation de cire blanche qui les entoure, Fig. 3B). Les principales espèces sont les suivantes :

- *Aspidiella hartii* Cockerell (Diaspididae) : c'est l'espèce la plus nuisible en Afrique de l'Ouest, mais elle est cosmopolite ; on ne lui connaît guère d'hôtes en dehors du genre *Dioscorea*. *A. hartii* se signale par la présence de boucliers bruns, arrondis (femelles) ou allongés (mâles). En Côte-d'Ivoire on a observé selon les années et selon les régions des taux d'infestation par ce ravageur de 6 à 23% à la récolte et de 31 à 69% après 4 mois de stockage. En cas de forte infestation, la cochenille provoque un retard ou un blocage de germination ; elle réduit la vigueur des pousses et la productivité des semenceaux. Une attaque sévère peut provoquer la destruction du tubercule. *A. hartii* ne se développe guère sur les organes végétatifs de la plante. Au contraire, un autre

ravageur de l'igname appartenant à la même famille, *Aspidiotus destructor* Signoret, se signale précocement par sa présence sur les feuilles et les tiges.

Figure 2
Araecerus fasciculatus (Degeer)

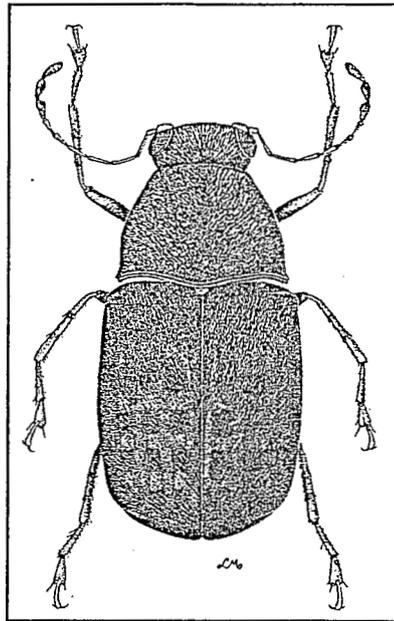
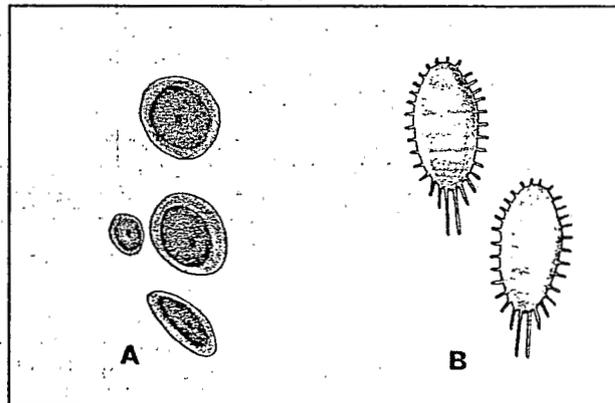


Figure 3
Cochenilles



– *Planococcus halli* (Ezzat & McConnell) est présent dans toute l'Afrique tropicale et en Amérique centrale ; il infeste également le manioc.

– *Planococcus dioscoreae* Williams (Pseudococcidae) n'existe qu'en Océanie, où il infeste aussi le taro *Xanthosoma sagittifolium*. C'est par erreur qu'il a été signalé en Afrique (COX, 1989).

5.1.4. Isoptères :

Les termites (*Coptotermes* sp.) peuvent être responsables dans certaines régions de pertes importantes, pouvant aller jusqu'à la destruction complète du stock en quelques semaines. De telles attaques se développent probablement à la suite de l'infestation par les termites du bois constituant les greniers.

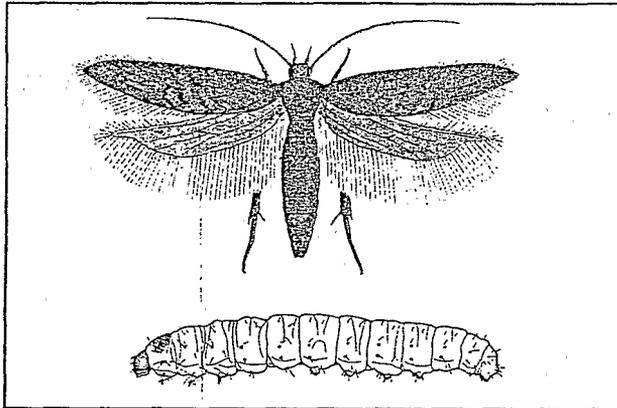
5.2. Ravageurs de la pomme de terre

5.2.1. Lépidoptères :

– Le principal ravageur des tubercules de pomme de terre est la teigne *Phthorimaea operculella* Zeller (Gelechiidae) (Fig. 4). La chenille est d'un blanc légèrement teinté de rose ou de verdâtre, avec sur chaque segment une rangée de taches noires portant une soie. Elle mesure au maximum 11 mm. L'adulte est un petit papillon aux ailes antérieures brun grisâtre ornées de taches noires, aux ailes postérieures blanchâtres longuement frangées. Les œufs, de couleur jaune, sont déposés à proximité des yeux ou sur les germes. La durée totale du cycle est d'au minimum 3 semaines, mais elle peut être beaucoup plus longue à basse température. Il peut y avoir jusqu'à 12 générations par an. L'espèce est originaire d'Amérique du Sud et est actuellement répandue dans le monde entier ; sous les tropiques, elle est plus abondante dans les zones d'altitude.

– *Leucinodes orbonalis* Guenée (Pyralidae, Pyraustinae), la foreuse des Solanacées : la chenille est rose ou rouge, avec la tête jaune, l'adulte mesure de 17 à 24 mm d'envergure, il est gris brun avec des taches noires ou rousses. Au champ, la femelle dépose ses œufs à l'aisselle des feuilles, mais aussi sur les tubercules superficiels. Dans ce cas, les dégâts sont du même type que ceux de la Teigne de la pomme de terre.

Figure 4
Teigne de la pomme de terre



5.2.2. Homoptères :

– Le puceron *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptère Aphidae) se développe en cours de stockage sur les germes ; il s'agit d'une espèce cosmopolite, polyphage, vectrice de nombreuses viroses, en particulier du « potato leaf roll ».

– De nombreuses cochenilles sont susceptibles de se développer sur tubercules de pomme de terre. Parmi les plus communes, citons :

Planococcus minor (Maskell) (Pseudococcidae), espèce polyphage répandue dans la région indo-pacifique, en Amérique centrale et à Madagascar, et *Pseudococcus longispinus* (Targioni) (Pseudococcidae), espèce cosmopolite et polyphage, également nuisible au taro.

5.2.3. Coléoptères :

Une seule espèce s'attaque occasionnellement aux pommes de terre stockées, le ténébrionide *Tenebrio guineensis* Imhoff.

5.3. Ravageurs du manioc

5.3.1. En cours de transformation :

Le Coléoptère *Araccerus fasciculatus* Degeer est l'insecte qu'on observe le plus couramment dans les cossettes en cours de séchage. D'autres espèces sont signalées en Afrique sur cossettes rouies encore humides ; il s'agit surtout de Coléoptères Nitidulidae comme *Carpophilus hemipterus* (L.) ou *C. dimidiatus* (F.), espèces polyphages et cosmopolites. La plupart disparaissent des cossettes à mesure de leur dessiccation, mais sont nuisibles en raison des souillures qu'elles laissent après leur départ.

5.3.2. Pendant le stockage

— Ravageurs primaires :

Deux espèces de Lépidoptères Pyralidae, *Pyralis manihotalis* Guenée et *Ephestia cautella* (Walker) infestent le manioc séché.

P. manihotalis est une espèce polyphage, qui vit sur toutes sortes de produits stockés, y compris la viande. Originaires d'Amérique, elle s'attaque également en Afrique au maïs et aux fèves de cacao. *E. cautella*, également polyphage, infeste les stocks d'arachide, de maïs et de haricot ; elle peut occasionnellement être abondante sur manioc séché.

Plusieurs espèces de Coléoptères peuvent être considérées comme des ravageurs du manioc séché : en plus d'*A. fasciculatus* et des *Carpophilus*, cités plus haut comme ravageurs des cossettes en cours de transformation, *Dinoderus minutus* (F.), *Lasioderma serricorne* (P.), *Minthea rugicollis* Walker, *Prostephanus truncatus* Horn et *Sitophilus zeamais* Motsch., peuvent être localement abondants.

— Ravageurs secondaires :

Ils ont besoin pour se développer, soit d'une porte d'entrée (galeries d'autres insectes, crevasses, craquelures de l'épiderme), soit le plus souvent de la présence de débris ou de poussières. Il s'agit généralement des mêmes espèces que celles rencontrées sur céréales. Parmi les Coléoptères, on peut citer par exemple *Tribolium castaneum* Herbst et *T. confusum* J. du Val, *Cryptolestes pusillus* Schonh., *Gnatocerus maxillosus* F., *Oryzaephilus mercator* Fauvel, diverses espèces de *Palorus*.

— Ravageurs divers :

On compte enfin un certain nombre de prédateurs (consommateurs de proies vivantes), de nécrophages (consommateurs de proies mortes), qui vivent aux dépens des autres insectes et des mycophages, consommateurs de moisissures. De par la variété des espèces de ravageurs qu'elles peuvent héberger, les cossettes de manioc sont susceptibles de jouer en cas de stockage prolongé un rôle de réservoir pour l'infestation d'autres produits comme les céréales ou l'arachide.

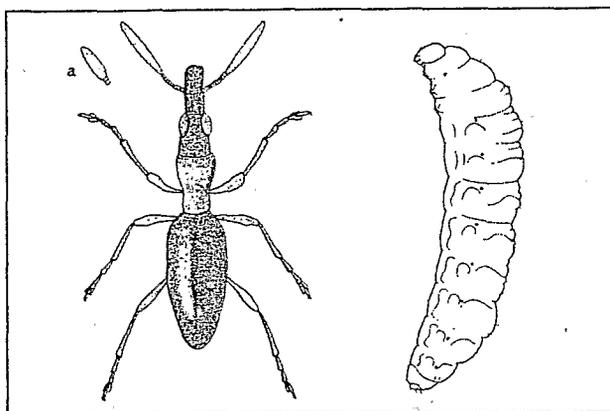
5.4. Ravageurs de la patate douce

Plusieurs espèces de *Cylas* (Coléoptères Curculionidae) infestent les patates douces (Fig. 5). Les adultes, qui sont de bons voiliers, sont attirés par les plants d'*I. batatas*. Ils se nourrissent sur les feuilles, les tiges et les racines. Les œufs sont déposés dans des cavités creusées par la femelle aussi bien dans les tiges que dans les racines ; la larve, qui mesure à maturité 6 à 9 mm, creuse des galeries, d'abord dans le périoderme, puis plus profondément. La présence de petits orifices de prise de nourriture et de ponte, généralement groupés, est le premier signe d'infestation par les *Cylas* ; par la suite apparaissent les trous de sortie des adultes, de diamètre plus important. L'espèce la plus répandue dans le monde est *Cylas formicarius* (F.), originaire d'Inde, à répartition actuellement pantropicale ; ses élytres sont bleu-noir, le thorax, les pattes et les antennes sont brun rouge. Trois sous-espèces ont été décrites, dont *C. f. formicarius* (F.) dans l'ancien monde et *C. f. elegantulus* (Summers), présent uniquement sur le continent américain (SUTHERLAND, 1986). *C. puncticollis* Boheman est entièrement

bleu-noir et uniquement africain. On rencontre également en Afrique *C. cyanescens* Boheman, *C. fenioralis* et *C. brunneus*. Tous ces ravageurs ont fait l'objet de très nombreuses publications, dont un condensé a été publié par Chalfant et al. (1990). Un autre curculionide, *Eusepeus postfasciatus*, est nuisible aux patates douces en Amérique tropicale et dans les îles du Pacifique.

Certaines cochenilles infestent les patates douces, principalement *Planococcus ciferi* (Risso) et *Planococcus minor* (Maskell). Ce sont des vecteurs de viroses comme les pucerons des germes de pommes de terre.

Figure 5
Cylas



5.5. Ravageurs du taro

La cochenille *Pseudococcus longispinus* (Targioni), espèce cosmopolite et polyphage, infeste les racines fraîches. On développe depuis quelques années en Océanie une industrie de transformation de farine, granulés et nouilles. Ces produits sont infestés par les mêmes insectes que ceux qui attaquent les produits de transformation du manioc (voir ce chapitre). Au Nigéria, les principales espèces nuisibles au cossettes sont *A. fasciculatus*, *Dinoderus porcellus*, *Rhizopertha dominica*, *S. zeamais* et *Tenebroides mauritanicus* (L.); parmi les ravageurs secondaires, on rencontre *Brachypeplus pilosellus*, *T. castaneum* et *T. confusum* (Nwana, 1993). Au cours d'une expérimentation à Hawaii, *Tribolium confusum* et *T. castaneum* ont montré (comme dans le cas des céréales) une préférence marquée pour les produits farineux, tandis que *Sitophilus oryzae* (L.) et *S. granarius* s'attaquent plutôt aux grosses particules.

6. Techniques de protection des stocks de racines et tubercules

6.1. Mesures préventives

6.1.1. Mesures d'ordre général :

Elles reposent sur quelques principes simples, qui découlent de l'observation de la biologie des espèces nuisibles :

– Pratiques culturales : souvent, c'est au champ que commence l'infestation ; il est donc essentiel de maintenir une hygiène parfaite de la culture en n'utilisant en aucun cas des plants infestés, en brûlant les parties atteintes, en se débarrassant, quand c'est possible, des adventices susceptibles d'héberger les ravageurs (on verra plus loin quelques exemples précis de cas où des adventices sont des hôtes alternatifs de plantes cultivées). Il y aura souvent avantage à mener le bétail (en particulier les porcs) dans la parcelle après la récolte ; les animaux jouent le rôle de nettoyeurs en déterrants et en consommant les tiges et racines infestées, les tubercules oubliés. Dans toute la mesure

du possible, les blessures mécaniques de récolte devront être évitées. Les tubercules et racines blessés seront conservés à part et consommés les premiers.

- Cicatrisation (ou « curing ») : il est recommandé, immédiatement après la récolte et avant le stockage proprement dit, de favoriser la cicatrisation et la subérisation des tubercules ou racines (Tableau 3).

Tableau 3
Conditions optimales pour la cicatrisation des principaux produits

	Température	Humidité relative	Durée (jours)
Manioc	30-35°	80-95%	4-7
Patate douce	30-32°	85-90%	4-7
l'igname	32-40°	90-95%	1-4

Source : Booth (1982)

La cicatrisation doit s'effectuer dans un endroit ombragé, sous une couche de paille ou d'herbe sèche qui peut elle-même être recouverte d'une bâche ou de sacs. Il faut veiller cependant à ce que la ventilation ne soit pas totalement interrompue, et ne pas utiliser le plastique.

- Mode de conservation : une amélioration des systèmes élémentaires de stockage (chapitre 2.1.) consiste à protéger les tubercules par un enrobage dans un matériau inerte, comme de la cendre ou de la boue. Cette technique donne d'assez bons résultats dans le cas de l'igname ou du manioc conservé à l'état frais ; elle peut être perfectionnée par utilisation de paraffine au lieu de cendre ou de boue.

BOOTH (1982) décrit une méthode d'ensilage applicable aussi bien aux patates douces qu'aux tubercules de manioc. Les tubercules placés en tas de forme conique sont recouverts de paille puis de terre, en prenant soin de maintenir une certaine ventilation par le bas. L'emballage dans de la sciure, de la tourbe ou de la fibre de coco humides, permet également de conserver les tubercules pendant deux à six semaines selon les conditions ambiantes.

Une autre technique applicable aux pommes de terre et aux patates douces consiste à placer les tubercules sains dans un endroit sec, en une seule couche, sans se toucher, et à les recouvrir d'une couche de sable fin d'au moins 5 centimètres. Le stockage des ignames en fosse mentionné plus haut constitue une protection efficace contre la plupart des insectes, à l'exception des cochenilles qui continuent à proliférer.

- Dans le cas de la conservation en sacs, ceux-ci seront traités à l'aide d'un insecticide rémanent ; ce traitement n'est cependant efficace que si le produit ensaché est parfaitement sain au départ, l'insecticide n'empêchant pas le développement ultérieur des insectes (en particulier des larves et des œufs) déjà présents lors de la mise en sacs. On pourra utiliser le pyrimiphos-méthyl à la dose de 0,25 g par m² de tissu (en pulvérisation) ou le malathion à la dose de 0,5 g par m² (en poudrage ou pulvérisation).

- Pour ce qui concerne les techniques modernes de conservation par le froid ou par ionisation, on se reportera aux chapitres de cet ouvrage traitant spécifiquement de cette question. La faible rentabilité des produits ne paraît cependant justifier la mise en œuvre de ces techniques que dans des cas bien particuliers (approvisionnement des marchés spécialisés dans les pays du nord, par exemple). Pour la patate douce et l'igname, les températures recommandées par BOOTH (1982) sont de 13 à 15° (pour une humidité relative de 85 à 90%) ; en-dessous de 12°, les risques de dommages par le froid s'accroissent. Au-dessus de 15°, les ravageurs sont généralement capables de poursuivre leur développement ; c'est le cas en particulier de *Cylas formicarius*.

- Résistance variétale : les variétés actuellement disponibles présentent souvent des sensibilités différentes aux ravageurs. Cependant, les possibilités offertes par cette variabilité génétique sont encore largement inexploitées. Il y a d'ailleurs souvent conflit entre les caractères de résistance et les qualités organoleptiques pour le choix entre cultivars. Ainsi, lors d'une expérimentation conduite au Burkina Faso, la variété Folo de *D. alata* a révélé des qualités de conservation supérieures à toutes les autres

variétés d'ignames testées, mais ne convient pas au goût des consommateurs (BÉRÉ et al., 1990). Le rôle des sélectionneurs sera d'incorporer les gènes de résistance exprimés par de telles variétés dans des cultivars appréciés des consommateurs.

6.1.2. Mesures de prévention spécifiques :

Un certain nombre de mesures de protection particulières à chaque type de production doivent être préconisées :

— Igame :

Les tubercules blessés ou cassés sont très difficiles à protéger car ils présentent des sites de ponte privilégiés pour les nombreuses espèces de coléoptères qui s'attaquent à cette production. On utilisera alors la technique de cicatrization décrite plus haut ; on pourra également utiliser la cendre pour traiter les ignames blessés.

Le « rasage » des tubercules poilus semble réduire les niveaux d'infestation par les cochenilles car les poils constituent des points d'ancrage pour leurs colonies (IHEAGWAM, 1986). Certaines espèces ou variétés cultivées en Afrique présentent des caractères de résistance (par antibiose) à *A. hartii*.

— Manioc :

La vitesse de séchage, dont dépendent dans une large mesure les niveaux d'infestation, peut être améliorée en réduisant l'épaisseur des morceaux et en les plaçant dans les meilleures conditions d'ensoleillement et de ventilation. Lorsqu'il est économiquement praticable, le séchage au four est une excellente solution (PARKER et BOOTH, 1979).

En mélangeant du chlorure de sodium aux cossettes de manioc avant ou en cours de stockage, on réduit leur vitesse de détérioration et les populations de la plupart des insectes. On ne réduit cependant pas le niveau d'infestation par *L. serricornis* (PARKER et BOOTH, 1979). Il est également recommandé d'éliminer dans toute la mesure du possible les résidus et poussières, généralement abondants en raison de la friabilité des produits et souvent à l'origine de réinfestations. D'autre part, une expérimentation sur la technique du « parboiling » a donné de bons résultats en Inde, puisqu'on est passé de 12-14% de pertes en 5 mois à 4-5% seulement (MCFARLANE, 1982).

— Patate douce :

Un terrain infesté par les *Cylas* ne doit plus être utilisé pour la culture de la patate douce pendant au moins deux ans. Par ailleurs, un certain nombre de plantes sauvages (en particulier dans le genre *Ipomoea*, mais aussi des *Thunbergia* et des cuscutes) peuvent héberger des larves et des adultes. Ces adventices, lorsque cela est possible, devraient être éliminées des abords de la culture.

En cas de nécessité, un ou deux traitements insecticides (azinphos-méthyl, méthamidophos, carbaryl, endosulfan ou pyréthrinolide de synthèse) peuvent être effectués en préplantation et sur les parties aériennes au moment où les racines commencent à épaissir. La période critique est celle où la croissance des tubercules fait craquer la surface du sol ; afin d'empêcher l'accès des femelles aux tubercules, ceux-ci doivent être buttés suffisamment haut. Les variétés hâtives à racines profondes et épiderme épais, seront préférées. Au moment de la récolte, les tubercules infestés (repérés grâce aux orifices de ponte et de prise de nourriture) seront soit détruits, soit immédiatement consommés ; le terrain sera nettoyé de tous résidus, ceux-ci seront brûlés. Après la récolte, les parties saines des plantes (racines, tiges, tubercules inutilisables) peuvent être utilisées en appâts empoisonnés. La présence d'adultes peut être détectée et leur densité évaluée grâce à des pièges utilisant une phéromone sexuelle active envers les mâles, le (Z)-3-dodécène-1-ol(E)-2-buténoate.

— Pomme de terre :

Les mesures préventives sont tout à fait identiques à celles préconisées pour la patate douce. Il est recommandé de butter suffisamment les plants, de manière à ne pas laisser de tubercules en surface. En cas de sécheresse provoquant des craquelures du sol, on pratiquera des arrosages et/ou un travail superficiel du sol afin d'éviter le

contact des tubercules avec l'air libre. Après la récolte, ils seront conservés sous une couche de sable, en réduisant au maximum les périodes d'exposition à l'air.

6.2. Traitements curatifs

6.2.1. Traitements insecticides :

L'utilisation de produits insecticides pour la protection des tubercules doit être entourée d'un maximum de précautions, comme pour tous les produits destinés à la consommation humaine ou animale. On observe encore fréquemment l'utilisation irrationnelle d'insecticides aussi dangereux que le lindane, l'endrine ou le D.D.T. Il existe cependant un certain nombre de produits utilisables contre les insectes des tubercules :

Insecticides organo-phosphorés :

- chlorpyrifos-méthyl, agissant par inhalation, contact et ingestion ; dose recommandée : 0,25 g de matière active pour 100 kg de tubercules ;
- dichlorvos, à la dose de 1 g de m.a. pour 100 kg ; cet insecticide, qui agit par inhalation, contact et ingestion, est souvent associé dans les formulations commerciales au malathion, au chlorpyrifos-méthyl ou au pyrimiphos-méthyl ;
- pyrimiphos-méthyl, à la dose 0,4 g pour 100 kg ; il agit par contact et ingestion.

Pyréthroïde de synthèse :

- deltaméthrine, agissant par contact et ingestion ; dose recommandée : 1 g de m.a. pour 100 kg.

La dose et la concentration d'emploi dépendent dans une large mesure du type de ravageur visé, et en particulier de sa localisation, en surface ou à l'intérieur du tubercule. Elles dépendent aussi du mode de conservation. Ainsi, dans le cas de cossettes de manioc conservées en sacs, un traitement de surface peut s'avérer suffisant en raison de la faible capacité de pénétration de la plupart des espèces nuisibles. Mais *R. dominica* est encore abondant à 50 centimètres sous la surface et ne sera donc pas contrôlé par ce type de traitement.

Pour les insectes creusant des galeries à l'intérieur des tubercules et ayant une forte capacité de pénétration, les insecticides fumigants : phosphore d'aluminium (phostoxine) et phosphore de magnésium, pourront être employés. Ces insecticides (surtout le phosphore d'aluminium) doivent être appliqués par des techniciens ayant reçu une formation spécialisée. Il faut rappeler que la fumigation n'élimine pas les possibilités de réinfestation à partir de résidus de stockage ou d'autres produits infestés. A ce titre, elle doit être complétée à l'aide de traitements par des produits rémanents ; on se reportera au chapitre consacré aux insecticides fumigants pour plus de détails.

En résumé, avant de préconiser un traitement il conviendra, dans chaque cas particulier, de réaliser une expérimentation précise, dans des conditions aussi proches que possible de celles de l'utilisation réelle. Par exemple, SAUPHANOR et RATNADASS (1985) ont montré qu'un traitement à la deltaméthrine (2,5 g par 100 l d'eau) était envisageable en Côte-d'Ivoire pour protéger les tubercules d'ignames. Ces auteurs ont en outre constaté que le traitement devait être pratiqué dès la récolte, et la mise en silo rapide pour une efficacité maximale.

6.2.2. Lutte biologique :

Il n'existe que peu d'exemples concrets d'utilisation de méthodes de lutte biologique contre les ravageurs des tubercules stockés la plupart des travaux actuels concernent d'ailleurs les *Cylas* de la patate douce, et visent à réduire les niveaux d'infestation en intervenant avant la récolte. Des systèmes de lutte intégrée contre *C. formicarius* ont par exemple été mis au point en Chine, qui combinent un traitement insecticide en préplantation et l'utilisation d'une phéromone sexuelle de synthèse. Il est certain qu'il existe dans ce domaine des potentialités, qu'il est plus que jamais nécessaire de développer et de mettre en pratique. Voici quelques-uns des agents de lutte biologique les plus prometteurs.

— Parasitoïdes et prédateurs :

En ce qui concerne l'utilisation d'entomophages, il faut signaler l'introduction en Afrique du Coléoptère Histéride *Teretriusoma nigrescens* Lewis, originaire d'Amérique du Sud, pour lutter contre *P. truncatus* ; cet insecte est avant tout un ravageur des épis de maïs, mais il commet d'importants dégâts dans les stocks de manioc séché dans une partie de l'Afrique. En Côte-d'Ivoire, la protection des tubercules d'ignames par l'utilisation de l'Hyménoptère Braconidae *Phanerotoma leucobasis* Kriechbaumer, parasitoïde ovo-larvaire de *E. vapidelta*, est préconisée par SAUPHANOR et RATNADASS (1985), mais aucune application réelle de cette méthode de lutte ne semble avoir été tentée. Des essais d'utilisation de parasitoïdes contre la Teigne de la pomme de terre ont été effectués dans diverses régions d'Afrique ; il existe des parasitoïdes spécifiques de la teigne, comme les Hyménoptères Ichneumonidae *Campoplex phthorimaeae* Cushman ou *Diadegma molliplum* Holmgren, les Braconidae *Apanteles subandinus* Blanchard et *Orgilus lepidus* Musebeck. Les recherches visant à déterminer les conditions optimales d'établissement de ces agents se poursuivent. Plusieurs prédateurs et parasitoïdes des *Cylas* ont été répertoriés dans le monde, mais leur impact sur les populations du ravageur reste inconnu ; à Cuba, on a cependant montré que des fourmis du genre *Pheidole* pouvaient protéger plus efficacement les cultures de patate douce que les insecticides conventionnels (JANSSON, 1992). FOUABI (1982) observe que le dépôt des tubercules d'ignames infestés de cochenilles à proximité de nids de fourmis (*Crematogaster* sp.) donne d'excellents résultats ; il s'agit là d'un exemple intéressant d'application pragmatique, par les paysans eux-mêmes, des possibilités offertes par la lutte biologique.

— Champignons entomopathogènes :

Plusieurs souches de *Beauveria bassiana* s'attaquent aux larves et aux nymphes de *Cylas* avant la récolte. Plusieurs d'entre elles se sont révélées efficaces dans les conditions du laboratoire. Ainsi, on a montré à Taiwan que la présence de 0, 100 et 1000 conidies par g. de sol provoquait respectivement des taux de mortalité larvaire de 0, 30 et 100%. Les conditions nécessaires au développement d'épizooties restent cependant à définir (JANSSON, 1992).

— Bactéries :

Des recherches sont actuellement en cours pour développer des souches de *Bacillus thuringiensis* Berliner suffisamment efficaces contre les *Cylas*.

— Nématodes entomoparasites :

Ici encore, des tests ont lieu en laboratoire pour définir la virulence de souches de nématodes appartenant aux genres *Steinernema* (= *Neoaplectana*) et *Heterorhabditis* envers divers Coléoptères. Certaines (par exemple *S. carpocapsae* ou *H. bacteriophora*) pourraient être utilisées pour réduire les populations de *Cylas* dans le sol, avant la récolte.

— Phéromones :

On trouve dès à présent dans le commerce, aux Etats-Unis (AgriSense, Fresno, Californie), une phéromone de synthèse utilisable pour piéger les mâles de *Cylas formicarius* et ainsi déterminer les niveaux de populations et les seuils d'intervention. Cette phéromone, normalement sécrétée par les femelles, a également pour effet de perturber le comportement reproducteur des adultes (confusion sexuelle). A des doses élevées, on peut envisager son utilisation dans des programmes de piégeage de masse (JANSSON, 1992). On peut également piéger la Teigne de la pomme de terre grâce à une phéromone de synthèse ; il s'agit d'un mélange en parties égales d'acétate de trans-4, cis-7-tridécadiène-1-ol et d'acétate de trans-4, cis-7, cis-10-tridécatriène-1-ol.

Références

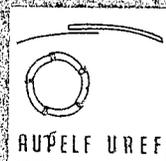
Articles consultés

- Anonyme, « Africa South of the Sahara 1991. », 20th Edition. Europa Publications Limited, London, 1990, 1145 pages.
- Anonyme, « La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. », F.A.O., Agriculture n°24, Rome, 1992, 228 pages.
- BÉRÉ A., KABRÉ S., MILLOGO RASSOLODIMBY J., « Variation de la teneur en eau des tubercules d'ignames (*Dioscorea* spp) au cours de la conservation à 20°C. », *Revue du Réseau pour l'Amélioration de la Production agricole en Milieu aride*, 1990, 2, 27-34.
- BOOTH R.H., « Storage. », In : Pest control in tropical root crops, Pans Manual N°4. C.O.P.R., O.D.A., London, 1982, 37-55.
- CHALFANT R.B., JANSSON R.K., SEAL D.R., SCHALK J.M., « Ecology and management of sweet potato insects. », *Annual Review of Entomology*, 1990, 35, 157-180.
- COX J.M., « The mealybug genus *Planococcus* (Homoptera : Pseudococcidae) », *Bulletin of the British Museum (Entomology)*, 1989, 58, 1-78.
- FOUA-BI K., « Biologie et écologie de *Aspidiella hartii* Ckll. », Thèse, Université d'Abidjan, 1982, 240p.
- IHEAGWAM E.U., « Preliminary observations on the entomofauna of water yam *Dioscorea alata* L. during storage. », *Deutsche entomologische Zeitschrift*, 1986, 33, 71-73.
- JANSSON R.K., « Biological approaches for management of weevils of root and tuber crops : a review. », *Florida Entomol.*, 1982, 75, 568-584.
- MC FARLANE J.A., « Cassava storage. Part 2 : storage of dried cassava products. », *Tropical Science*, 1982, 24, 205-236.
- NWANA I.E., « A survey of storage Coleoptera which attack dried cocoyam chips in Nigeria. », *Journal of stored Product Research*, 1993, 29, 95-98.
- PARKER B.L., BOOTH R.H., « Storage of cassava chips (*Manihot esculenta*) : insect infestation and damage. », *Experimental Agriculture*, 1979, 15, 145-151.
- SAUPHANOR B., RATNADASS A., « Problèmes entomologiques liés à la conservation de l'igname en Côte d'Ivoire. », *L'Agronomie tropicale*, 1985, 40, 261-270.
- SUTHERLAND J.A., « A review of the biology and control of the sweetpotato weevil *Cylas formicarius* (Fab.). », *Tropical Pest Management*, 1986, 32, 304-315.
- TRÈCHE S., « Risques liés aux variations de la valeur nutritionnelle des aliments : le cas des tubercules cultivés au Cameroun. », In : Le risque en agriculture, ORSTOM, Paris, 1989, 375-394.

Ouvrages généraux conseillés

- Anonyme, « Mémento de l'Agronome. », Collection *Techniques rurales en Afrique*, Ministère de la Coopération et du Développement, Paris, 1991, 1635 p.
- BUYCKX E.J.E., « Précis des maladies et des insectes nuisibles rencontrés sur les plantes cultivées au Congo, au Rwanda et au Burundi. », *INEAC*, Publication hors-série, 1962, 708 p.
- DELOBEL A., TRAN M., « Les Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. », *ORSTOM/CTA*, Paris, 1993, 426 p.
- HILL D., « Agricultural insect pests of the tropics and their control. », *Cambridge University Press*, Cambridge, 1975, 516 p.
- NONVEILLER G., « Catalogue des insectes du Cameroun d'intérêt agricole. », *Mémoire de l'Institut de Protection des Plantes*, Belgrade, 1984, 15, 210 p.

UNIVERSITÉS FRANCOPHONES



POST-RÉCOLTE

Principes et applications
en zone tropicale

Ouvrage collectif
Coordination : Charles Verstraeten

ESTEM / AUPELF

Éditions ESTEM

5 rue Rousselet, 75007 Paris

Tél. : 33 (1) 42 19 05 11 - Fax : 33 (1) 42 19 05 24

ISBN 2-909455-28-9
© 1996 Editions ESTEM

Toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur, ou de ses ayants-droit ou ayants-cause, est illicite (loi du 11 mars 1957, alinéa 1er de l'article 40). Cette représentation ou reproduction par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivant du Code Pénal.

La diffusion de
du développeme
supérieur et la
francophones po
collection *Univer*

Lieu d'express:
Universités franc
chercheurs franc
francophones, et
tarifaire préfére

Quatre séries co

- *Les manuels* : c
un public de deu
bibliothèque de
l'université.
- *Sciences en N*
synthèse des trav
- *Actualités Scie*
organisés par les
- *Prospectives fr*
réflexion donna
contemporaines.

Notre collection,
adaptée aux réa
promouvoir la r
recherche interr