

# Recueil de pratiques vertueuses

liées à l'agriculture, l'alimentation,  
l'hygiène, et l'eau



Formad environnement

2023

## Introduction

Pour certains, les innovations de pointe en Afrique sont des innovations High Tech surtout financières qui concernent le système bancaire capitaliste, la bancarisation de la population et le développement de l'emploi par le développement de start-up technologiques et digitales (logiciels libres, drones, etc.). Les innovations « frugales » et *Low tech* à la portée de tous sont à trouver et expérimenter.

Plusieurs réflexions extraites d'un rapport\* de la Coordination Solidarité SUD (2015, [www.coordinationsud.org](http://www.coordinationsud.org)) permettent de comprendre l'esprit de cette brochure sur des solutions innovantes pour le Sud : *1e - l'innovation agricole requiert l'identification et la compréhension des pratiques existantes des populations ciblées qui ont souvent développé des savoirs traditionnels importants sur l'adaptation à des environnements défavorables et la gestion des systèmes agricoles. Les stratégies d'adaptation aux chocs climatiques ont une meilleure chance d'être adoptées et de réussir si elles sont basées sur les connaissances indigènes.*

*2e - l'acceptation sociale et l'appropriation des innovations techniques peuvent être réalisées grâce à la contribution de meneurs locaux, des personnes ressources ou des associations qui testent et promeuvent les innovations réussies encadrées par des facteurs sociaux et culturels (assistance mutuelle, épargne solidaire...). En outre, l'adaptation repose parfois sur une modification des valeurs et attentes fondamentales inattendues.*

*3e - les facteurs politiques institutionnels et économiques positifs (autorités locales ou nationales, marchés, infrastructures) peuvent influencer la décision des paysans d'ajuster leurs pratiques.*

*4e - La capacité d'adaptation peut être limitée par la pauvreté, des connaissances et des moyens techniques limités si l'innovation nécessite un investissement significatif (matériel, main d'œuvre, achat de semences...) et une prise de risque sur des résultats incertains à court terme.*

*Compte tenu de la variété de facteurs influençant la mise en place d'un processus d'adaptation, il faut reconnaître qu'il n'existe pas une seule stratégie d'adaptation sur la transférabilité d'une innovation qui entraîne un changement de pratique mais qu'il y en a autant que de contextes spécifiques.*

L'objectif de cette brochure est de rassembler sous forme de fiches, des résultats d'expériences positives sur des innovations concrètes à faible coût dans différents domaines en évitant les gadgets d'experts de bonne volonté.

Non exhaustives, elles sont des portes d'entrée et des sources d'inspiration pour des personnes ressources ou ONG locales pour d'autres innovations plus adaptées ou sur la création d'entreprises sociales et solidaires. Elles montrent qu'il y a des actions possibles pour améliorer le quotidien.

\* **DEBRAY V.** (coord.). 2015. Des innovations agroécologiques dans un contexte climatique changeant en Afrique. Rapport rédigé avec les ingénieurs d'Isiralyon, le CARI et Agronomes et vétérinaires Sans Frontières (AVSF). Édité par Coordination Solidarité, Urgence, Développement (SUD). 108 p. [www.alimenterre.org/system/files/ressources/pdf/947-innovations-agroecologiques-afrique-fr-2015-reduit.pdf](http://www.alimenterre.org/system/files/ressources/pdf/947-innovations-agroecologiques-afrique-fr-2015-reduit.pdf)

# Une agriculture sans chimie

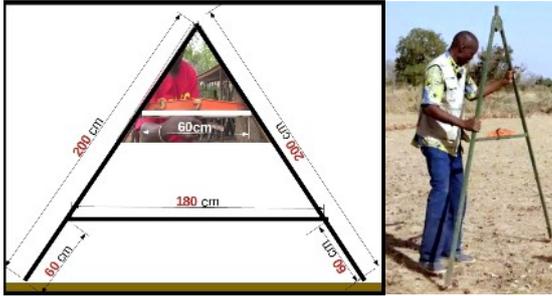
- I. 1 - La lutte contre l'érosion et la sécheresse
- I. 2 - Les haies vives
- I. 3 - La Régénération Naturelle assistée (RNA)
- I. 4 - Les plantes de couverture
- I. 5 - La lutte contre le chiendent
- I. 6 - Les symbioses mycorhiziennes
- I. 7 - Cultiver les *3 sœurs* ou le *jardin Iroquois*
- I. 8 - Le Pfumvudza

## I. 1 - La lutte contre l'érosion et la sécheresse

**Principe :** Retenir l'eau de pluie et le sol, capter le ruissellement à l'aide de diguettes de roches avec des cordons pierreux, des demi-lunes et zaï (cuvettes remplies de fumier).

### I.1.1 Les diguettes

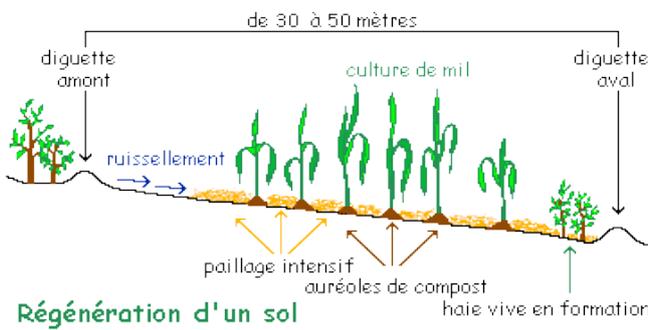
Tube ou barre :  
 - 2 x 2,0 m  
 - 1 x 1,8 m  
 - 1 x 0,6 m  
 + niveau à bulle



Déterminer les courbes de niveaux

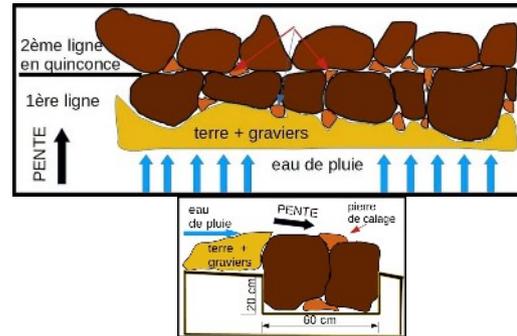


Cordon pierreux opposé à la pente



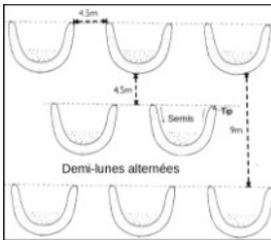
Régénération d'un sol

Principes des diguettes filtrantes



Diguettes vue de haut et de profil

### I.1.2 Les zaï en demi-lunes



Schémas de demi-lunes

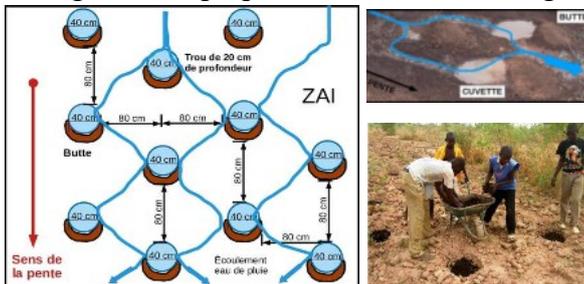


Demi-lunes sur sol latéritique avant et zaï après une pluie

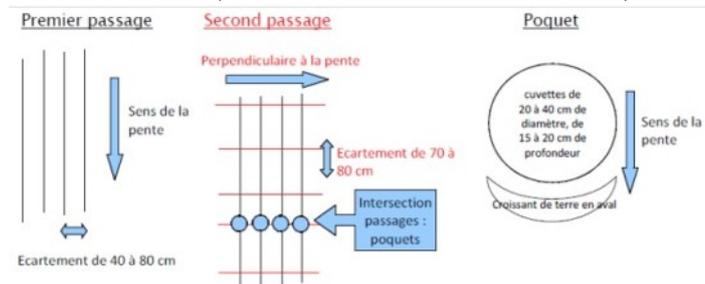


### I.1.3 Les cuvettes zaï

Zaï signifie "se préparer à l'avance" en langue nationale mooré (200 à 300 heures de travail / ha).



Schémas des Zaï et leur fonctionnement



Zaï mécanique (2 passages de charrue)

## Références ou liens

ROOSE E. *et al.* 2017. Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens. Contribution à l'agroécologie. IRD éditions. 711 p. / [horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers10-09/010004781.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-09/010004781.pdf)

World Overview of Conservation Approaches and Technologies (WOCAT) -AccessAgriculture. 2018. Courbes de niveau. [www.accessagriculture.org/fr/les-cordons-pierreux](http://www.accessagriculture.org/fr/les-cordons-pierreux).

[www.youtube.com/watch?v=l4NwwrD9-eU-](https://www.youtube.com/watch?v=l4NwwrD9-eU-) -Agrymet 2015 : [www.youtube.com/watch?v=Q1egQtoM-1Y](https://www.youtube.com/watch?v=Q1egQtoM-1Y)

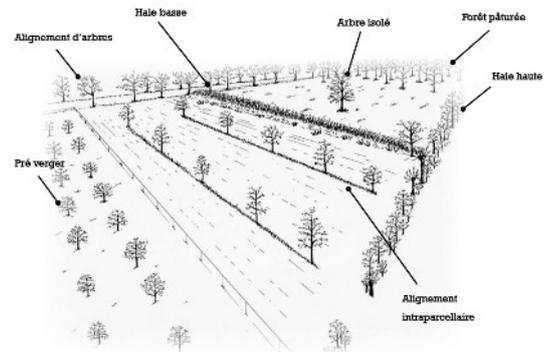
## I. 2 - Les haies vives

### Principe

Planter des haies vives est une technique agroforestière offrant une protection contre le vent et les animaux en saison sèche et procurant des produits secondaires (bois, fruits). La haie vive est une clôture vivante d'arbustes plurispécifiques (3 espèces pour 10 mètres de 2 lignes d'arbustes en quinconce). Les différents types de haies vives sont : haie défensive, fleurie, brise-vent, fruitière, brise-vue ou d'agrément. À Madagascar, on observe des haies-vives dans plusieurs régions contrairement au Bénin.

Les arbres ou arbustes à usages multiples, généralement épineux, remplacent des haies mortes (clôtures faites de branches d'arbres épineux ou de résidus de culture).

La haie vive n'est pas seulement une barrière mécanique qui gêne les intrus (hommes et bêtes) et dont on est à l'abri (protection). Composées traditionnellement d'espèces diversifiées, elles sont des compagnes apaisantes avec lequel ont parlé des générations d'ancêtres (Portères, 1965).



### Avantages :

- la gestion de l'eau et des sols : les haies ralentissent les ruissellements en obligeant l'eau à stagner et à s'infiltrer. Les racines des arbres et des arbustes retiennent les sols et diminuent les risques d'érosion.
- un abri favorable à la biodiversité : pour la reproduction, et l'alimentation d'une faune variée. Les haies sont des écosystèmes ; elles hébergent les insectes utiles aux cultures, comme les coccinelles et des insectes décomposeurs et prédateurs.

**Inconvénients :** le risque d'appropriation de la terre, le manque de main-d'œuvre pour les planter et les gérer et la parcellisation du territoire cultivé qui freine la mécanisation. Il y a aussi un risque d'incompréhension s'il n'y a pas de conflit entre paysans.



Bocage (France)



Cactus dans le Sud-ouest malgache



Gmelina en bord de piste (Bénin)



Cajanus cajan (pois d'Angole) au Bénin

**Méthode :** Les plantations sont précédées d'enquêtes sur l'histoire du village (les familles fondatrices, l'évolution des cultures pratiquées sur le terroir et des pratiques d'élevage, l'histoire de certains conflits fonciers), puis élaboration de la carte des ressources (les modes d'accès à la terre et aux ressources naturelles, l'intégration des migrants et le pastoralisme), des traditions locales de délimitation des champs, de l'utilisation des arbres et des types de protection des cultures utilisées en saison sèche et sur les perceptions des avantages et des inconvénients des différents types de haies. Les paysans qui utilisent des haies mortes sont les plus susceptibles de planter des haies vives.

### Choix des arbustes de haies vives brise-vent et mellifères

Les principales espèces sont *Ziziphus mauritiana*, *Acacia nilotica*, *Acacia senegal*, *Lawsonia inermis*, *Bauhinia rufescens*, *Gmelina arborea*, *Leucaena* sp., *Jatropha* sp., *Moringa* sp., arbustes mellifères, Cactus (*Opuntia* sp.) et Agave ou sisal à Madagascar.

Ci-joint des espèces ouest africaines avec les noms vernaculaires au Bénin (langues Fon, Nago ou

Bariba). \* : Usage médicinal

**I. 2. 1 Arbustes de haies vives**

<i>Erythrina senegalensis</i> * Kpaklesi, Ologunshéshé	<i>Dichrostachys cinerea</i> Badawen, kara, saka ikoke	<i>Carissa edulis</i> Avia aviavé, Oshun	<i>Commiphora-africana</i> Liji, Oriji
<i>Mimosa pigra</i> Enwa agogo	<i>Moringa oleifera</i> * Yovotin, Ydagba	<i>Ricinus communis</i> Fefe, Lara, Monmusu	<i>Bauhinia purpurea</i> ? Klo, Klogbo
<i>Boswellia papyrifera</i>	<i>Boswellia dalzielii</i>	<i>Ziziphus spina-christi</i>	<i>Bauhinia rufescens</i>
<i>Gmelina arborea</i> Fofitin	<i>Erythrina sigmoidea</i> ?	<i>Gliricidia sepium</i> ?	<i>Spondias monbin</i> * Aklkontin, Igi Iyeye
<i>Newbouldia laevis</i> * Deslegetin, Igi Akoko	<i>Euphorbia balsamifera</i> Bele	<i>Euphorbia Kamerunica</i> Solo, Oro alagogo, Sèsè kabu	<i>Flueggea virosa</i> Cakè, Iranje, Gaaga
<i>Parkinsonia aculeata</i> Genèt épineux (Mexique)	<i>Lawsonia inermis</i> Henné, Lalitin, Iali, Bade	<i>Ximenia americana</i> Klivovwe, igo, goroku	<i>Steganotaenia araliacea</i> Kokeja tulungu

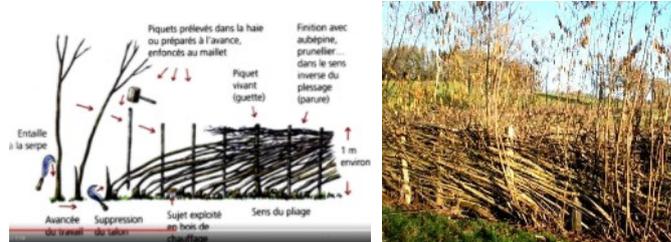
+ *Sclerocarya birrea***I. 2. 2 Arbustes de haies vives et mellifères**

<i>Jatropha curcas</i> * Nikepotin wewe, Botiye funfun, Akporo, Bukatu	<i>Jatropha gossypifolia</i> Nyikpotin vovo, Botuje pupa, Bukatu duabinu	<i>Vernonia amygdalina</i> * Agbolo, Amavivè, Ehoura	<i>Ziziphus mucronata</i> Enkanase adié, Saki sakine
<i>Acacia macrostachya</i>	<i>Guiera senegalensis</i>	<i>Pithecellobium dulce</i>	<i>Prosopis juliflora</i>
<i>Ziziphus mauritiana</i> Darèy	<i>Acacia mellifera</i> absent flore Bénin	<i>Acacia polyacantha</i> absent flore Bénin	<i>Azadirachta indica</i> Neem, Kininutin, Dogon

**I. 2. 3 Arbustes mellifères :** *Acacia sieberiana* (konkon, sihe, kukumbu), (*Citrus*), *Diospyros mespiliformis* (Gubaga, Kanran, Wonyibu, grand arbre), *Acacia ataxacantha* (Vè Wunkan, èwun, Gairi, lianescent) et *Combretum micranthum* (kinkiliba) qui ont des tiges fines et souples (rotin).

**I. 2. 4 Le plessage**

Le plessage est une technique de taille et tressage des haies vives : les arbustes sont fendus sans rupture et couchés horizontalement à différentes hauteurs. Les rameaux sont tressés avec des piquets ou des arbustes verticaux. La haie plessée ou pléchie poursuit sa croissance horizontale devenant une barrière infranchissable pour le bétail.

**Références et liens**

ARBONNIER M. 2019. Arbres, arbustes et lianes d'Afrique de l'Ouest. Éditions Quae. (description de 360 espèces ligneuses). 776 p.

GNAHOA G.M., LOUPPE D. 2003. Créer une haie vive. (Fiche technique). CIRAD-Forêt Montpellier. 4 p. [hal.cirad.fr/cirad-00429254/fr/](http://hal.cirad.fr/cirad-00429254/fr/)

LEVASSEUR V., OLIVIER A., FRANZEL S., NIANG A. 2007. L'utilisation de la haie vive améliorée dans le Cercle de Ségou, au Mali : facteurs d'adoption. Actes du colloque régional, Bamako, 14-15 février 2007 : nouer des liens entre la recherche en agroforesterie et le développement au sahel. Pp. 90-108. [Apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/PP07279.pdf](http://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/PP07279.pdf).

PORTÈRES R. 1965. Le Caractère magique originel des haies vives et de leurs constituants (Europe et Afrique occidentale). Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée 12 : 253-291. [www.persee.fr/doc/AsPDF/jatba\\_0021-7662\\_1965\\_num\\_12\\_6\\_2831.pdf](http://www.persee.fr/doc/AsPDF/jatba_0021-7662_1965_num_12_6_2831.pdf)

YOSSI H., KAYA B., TRAORÉ C.O., NIANG A., BUTARE I., LEVASSEUR V., SANOGO D. 2006. Les haies vives au Sahel. État des connaissances et recommandations pour la recherche et le développement. ICRAF. Paper no 6. Nairobi : World Agroforestry Centre. 60 p. [www.doc-developpement-durable.org/file/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/haies-defensives/Les%20haies%20vives%20au%20Sahel\\_World%20Agroforestry%20Centre.pdf](http://www.doc-developpement-durable.org/file/Arbres-Bois-de-Rapport-Reforestation/haies-defensives/Les%20haies%20vives%20au%20Sahel_World%20Agroforestry%20Centre.pdf).

ASBL AWAFF. 2020. Haies multifonctionnelles plessage. [www.youtube.com/watch?v=l7P25VWNnNk](https://www.youtube.com/watch?v=l7P25VWNnNk) (5 min).

MAISON BOTANIQUE. 2020. Le Plessage. [www.youtube.com/watch?v=apYY7Sp4\\_F0](https://www.youtube.com/watch?v=apYY7Sp4_F0)

## I. 3 – La reforestation

### I. 3 1 La Régénération Naturelle Assistée (RNA)

**Principe :** La régénération naturelle assistée (RNA) consiste à inciter les communautés à mettre en défens et accompagner la croissance des jeunes arbres qui ont poussé spontanément dans les champs (protection pendant le désherbage des plantules et des rejets de plantes ligneuses d'intérêts repérés avant les cultures). Elle restaure la végétation qui protège le sol contre l'érosion par l'eau et le vent et augmente la production du fourrage et du bois de chauffe (environ 40 arbres ou arbustes / ha au Niger). On peut planter des plantes accompagnatrices (légumineuses..) au pieds de ces arbres pour mieux les protéger.

L'eau et les minéraux sont répartis de façon hétérogène dans les sols et leur accessibilité varie pendant la saison des pluies. Les plantes établies naturellement ont mis en place un système racinaire résistant aux sécheresses superficielles par la mise en place de nombreuses racines en interaction avec des champignons et des bactéries et profond pour accéder notamment au phosphore.

**Méthode :** Ci-joint quelques techniques utilisées et les effets observés :

Travaux	Période	Technique utilisée	Effets
1. Identification des jeunes arbres et les arbustes	Mi-mai - mi-juin (avant le labour)	Tri des espèces d'arbres, sélection des troncs par observation de la souche. Laisser suffisamment d'espace entre les arbres (environ 20 m)	Restauration de la végétation, maintien de la diversité des espèces, bois et fourrage, conservation des terres arable
2. Pose de tuteurs et marquage	Idem	Pose de pieux pour la différenciation des espèces	Facilite la distinction des jeunes arbres à protéger
3. Aménagement d'une cuvette, etc. autour de l'arbre	Avant la saison pluviale	Pratiquer un creux de 20 à 30 cm de profondeur autour de l'arbre. Cuvette et demi-lune. Semis de plantes accompagnatrices (soja, <i>Stylosanthes</i> ..)	Pénétration et rétention d'eau, irrigation des sols
4. Mettre une clôture si possible	Après la récolte des céréales	Utilisation de branches à épines et de tiges de céréales (du mil <i>Pennisetum</i> principalement) recouvertes de bouses de vaches	Protection des jeunes arbres contre le bétail et les enfants.

Quelques espèces d'arbres protégées et à protéger :

Nom français	Nom botanique	Nom français	Nom botanique
Gommier	<i>Acacia senegal</i>	Néré	<i>Parkia biglobosa</i>
Karité	<i>Butyrosperum Parkii</i>	Gonakier, Gommier rouge	<i>Acacia nilotica</i>
Caïlcédrat	<i>Khaya senegalensis</i>	Baobab	<i>Adansonia digitata</i>
Palissandre du Sénégal	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Prunier	<i>Sclerocarya birrea</i>
Cad, Gao	<i>Faidherbia albida</i>	Balanites	<i>Balanites aegyptiaca</i>
Tamarinier	<i>Tamarindus indica</i>	Palmier à huile	<i>Elais guineensis</i>
Anacardier	<i>Anacardium occidentale</i>	Myrrhe africaine	<i>Commiphora africana</i>
Pied de chameau	<i>Piliostigma reticulatum</i>	-	<i>Guiera senegalensis</i>

**Difficultés de mise en œuvre :** la persistance de la coupe frauduleuse qui décourage certains adoptants et le conflit de compétence entre des comités de protection de l'environnement et des chefs de postes forestiers (qui voient une perte de prérogatives techniques ou qui n'ont pas la maîtrise du code forestier).

#### Références et liens

**Access Agriculture.** 2018. Régénération assistée. [www.youtube.com/watch?v=396gm1ZGOYM](http://www.youtube.com/watch?v=396gm1ZGOYM)

**BELLEFONTAINE R.** 2005. Régénération naturelle a faible coût dans le cadre de l'aménagement forestier en zones Tropicales sèches en Afrique. Vertigo 6 (2). 15 p.

**Le Goût du Rêve.** 2022. RNA. [www.youtube.com/watch?v=5-31nrMQ-Yk](http://www.youtube.com/watch?v=5-31nrMQ-Yk)

**Silva RIAT.** 2020. Un exemple de Régénération Naturelle Assistée (RNA) en République Centrafricaine [www.youtube.com/watch?v=xGwzvBntbE4](http://www.youtube.com/watch?v=xGwzvBntbE4)

**Vision du Monde.** 2021. Comment la Régénération Naturelle Assistée permet de lutter contre le changement climatique ? [www.youtube.com/watch?v=vqpnMFRdXsE](http://www.youtube.com/watch?v=vqpnMFRdXsE)

## I. 3 2 La reforestation par semis directs

**Principe :** La reforestation est renforcée par des semis directs en mottes ou à racines nues des espèces forestières ou fruitières en saison des pluies (préparées sur sols meubles pendant la saison sèches). Ils évitent les sachets plastiques chers et polluants. Les espèces d'arbres propices au semis direct sont : *Acacia albida*, *Acacia leata*, *Acacia nilotica*, *Acacia senegal*, *Albizia lebbbeck*, *Azadiracta indica* (neem), *Balanites aegyptiaca*, *Bauhinia rufescens*, *Cassia siamea*, *Leucaena leucocephala*, *Mangifera indica* (manguier), *Moringa oleifera*, *Prosopis juliflora*, *Ziziphus mauritiana*.

### Méthodes

#### Semis de graines

La méthode de boisement par semis direct de graines traitées pour lever la dormance ne nécessite ni pépinière, ni transport des plants jusqu'au lieu de plantation. Son efficacité varie suivant les précipitations, le choix du moment du semis, l'efficacité de la protection des plantules des dommages causés par le bétail, le désherbage et l'arrosage. Après la germination, démariage des pousses de 10 cm.

#### Transplantations en motte (arbres à feuillage persistant)

Essayer de marquer le Nord du tronc où la sève circule le plus pour le replanter au Nord puis élaguer les branches de l'arbre, arroser abondamment le pied puis pour le déraciner en creusant autour avec une bêche coupante. Faire glisser la motte contenant l'arbre sur un sac plastique pour le transport vers le trou de plantation. Celui-ci doit être carré de préférence, 1/3 plus grand que la motte et de même profondeur. Au creusement avant la saison des pluies, faire 2 tas de terre (terre de surface et terre du fond) et l'arroser en ajoutant de la corne de bœuf broyé. Laisser tomber la motte au fond puis remplir de terre en faisant une cuvette pour l'arrosage. Installer une clôture de protection pour prévenir les dommages causés par le bétail. Si plantation au mois de juin les pousses sortent au début de saison sèche, en janvier.

#### Transplantations à racines nues (arbres à feuillage caduque)

Déterrer pendant l'arrêt végétatif de l'arbre (perdu ses feuilles). La partie racinaire doit être de la même taille que la partie aérienne. Si ce n'est pas le cas, tailler la partie aérienne juste avant le démarrage des bourgeons. Garder le maximum de racines. Une fois sorti du trou, tailler les petites racines (pas les grosses qui stabilisent l'arbre). Attention, le vent et le soleil peuvent sécher les racines en 2 minutes. Jusqu'à la plantation à la saison des pluies, mettre l'arbre dans un lit de sable ou de terre légère arrosé, à l'ombre et à l'abri du vent (environ 50 cm de profondeur).

À la plantation, un **pralinage** est recommandé contre le dessèchement des jeunes racines avec comme pralin de l'eau + argile + mycorhizes (bouse de vache ou crottin de cheval ou lombricompost ou charbon activé par trempage d'urine). Le trou doit être de 2 fois le volume des racines. Conserver les strates du sol. Mettre le fumier ou le compost en surface (1 cm). Arroser (1 arrosoir) et pailler avec des feuilles mortes ou du carton (5-10 cm). Étiqueter (nom de l'espèce et date de plantation).

### Références et liens

CONSERVATOIRE RÉGIONAL DE VILLENEUVE D'ASCQ. 2013. Planter un arbre fruitier à racines nues.

[www.youtube.com/watch?v=TbO\\_6O9OIX8](http://www.youtube.com/watch?v=TbO_6O9OIX8)

ECOMUSÉE SAVIGNY.MOV. 2011. Comment planter un arbre fruitier ? [www.youtube.com/watch?v=mY3EMFCS Seas](http://www.youtube.com/watch?v=mY3EMFCS Seas)

HUMEUR DE JARDINIER. 2017. Daniel Lys présente le pralinage. [www.youtube.com/watch?v=-KcPNb6HsBc](http://www.youtube.com/watch?v=-KcPNb6HsBc)

LA CHAÎNE DES ALVÉOLES. 2020. Planter un arbre dans les règles de l'art ! [www.youtube.com/watch?v=wUqNiUL\\_j6c](http://www.youtube.com/watch?v=wUqNiUL_j6c)

LA CLÉ DES CHAMPS. 2018. 13# Comment planter les fruitiers à racines nues ? [www.youtube.com/watch?v=8Hghxc4uCt4](http://www.youtube.com/watch?v=8Hghxc4uCt4)

[www.youtube.com/watch?v=8Hghxc4uCt4](http://www.youtube.com/watch?v=8Hghxc4uCt4)

LE JARDIN D'ÉMERVEILLE. 2021. Tout savoir pour BIEN planter un arbre ! [www.youtube.com/watch?v=O0ggpcWXiFU](http://www.youtube.com/watch?v=O0ggpcWXiFU)

[www.youtube.com/watch?v=O0ggpcWXiFU](http://www.youtube.com/watch?v=O0ggpcWXiFU)

MEILLAND RICHARDIER. 2018. Planter un arbre en racine nue . [www.youtube.com/watch?v=X\\_jY\\_xWY3eQ](http://www.youtube.com/watch?v=X_jY_xWY3eQ)

PÉPINIÈRES BAUCHERY. 2015. Planter un arbre en racines nues. [www.youtube.com/watch?v=T7QKPPH0aiE](http://www.youtube.com/watch?v=T7QKPPH0aiE)

PÉPINIÈRES BAUCHERY. 2016. Pralinage de jeunes plants. [www.youtube.com/watch?v=9HuMVqgCm74](http://www.youtube.com/watch?v=9HuMVqgCm74)

[www.youtube.com/watch?v=9HuMVqgCm74](http://www.youtube.com/watch?v=9HuMVqgCm74)

## I. 4 – Les plantes de couverture

### Principe

Les plantes de couvertures sont des plantes alimentaires ou non, cultivées ou non, annuelles ou pérennes présentes entre 2 cycles cultures principales (interculture) ou en association (entre les rangs de plantes cultivées) dont tout ou partie est restitué au sol (engrais vert) ou sert de paillage pour les cultures suivantes. Il y a une règle fondamentale : **ne jamais laisser un sol nu.**

- Les cultures de couverture protègent des brûlures du soleil et du dessèchement de la surface du sol (croûte). Elles améliorent la structure et la fertilité du sol en retenant l'humidité.
- Elles protègent contre les effets de la pluie et du vent, ou du passage des animaux et des personnes : l'érosion par les eaux de pluie de la couche d'humus et de la couche arable du sol.
- La couverture lutte contre les mauvaises herbes en faisant concurrence aux graines d'adventices.
- L'enfouissement des légumineuses et des graminées alimentaires ou non alimentaires sont utilisés **comme engrais vert pour améliorer la fertilité. Elles évitent la jachère et le feu de brousse.**

### Méthode

Intérêts	Familles	A/P		Espèces
Alimentaires	Convolvulacée	A	Patate douce	<i>Ipomoea batatas</i>
	Fabacée*	A	Niébé	<i>Vigna unguiculata</i>
	Fabacée	A	Arachide	<i>Arachis hypogaea</i>
	Fabacée	A	Haricot igname	<i>Sphenostylis stenocarpa</i>
	Cucurbitacée	A	Pastèque	<i>Citrullus lanatus</i>
	Cucurbitacée	A	Citrouille	<i>Cucurbita pepo subsp. pepo</i>
	Cucurbitacée	A	Potiron	<i>Cucurbita maxima</i>
	Poacée**	A	Mil pénicillaire	<i>Pennisetum glaucum</i>
Autres	Fabacée	P		<i>Pueraria phaseoloides</i>
	Fabacée	P	Luzerne tropicale	<i>Stylosanthes guianensis</i>
	Fabacée	P		<i>Centrosema acutifolium</i>
	Fabacée	P	Arachide sauvage	<i>Arachis pintoii</i>
	Fabacée	P		<i>Desmodium ovalifolium</i>
	Fabacée	A	Pois mascate	<i>Mucuna pruriens v. utilis</i>
	Fabacée	A		<i>Calopogonium mucunoides</i>
	Fabacée	A	Dolique d'Égypte	<i>Lablab purpureus</i>
	Poacée	P	Herbe du Congo	<i>Brachiaria ruziziensis</i>
	Poacée	P	Herbe à éléphant	<i>Pennisetum purpureum</i>
	Poacée	P	Herbe de Guinée	<i>Panicum maximum</i>
	Poacée	P		<i>Andropogon gayanus</i>
Poacée	A		<i>Pennisetum pedicellatum</i>	

\* = Légumineuse, \*\* = Graminée ; A : annuelle, P : pérenne

### Références et liens

**BOTTON H.** 1957-1958. Plantes de couverture en Côte d'Ivoire. Guide pratique de reconnaissance et d'utilisation des Légumineuses en Côte d'Ivoire. Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée du Muséum National d'Histoire Naturelle (JATBA) Tomes IV et V.

**HUSSON O. et al.** 2013. Manuel pratique du semis direct à Madagascar. Fiches techniques plantes de couverture. Les principales plantes de couverture utilisées à Madagascar. Vol. 3. Cirad 87 p.

**ACCESS AGRICULTURE.** 2016. Régénérer les sols avec mucuna, le pois mascate (vidéo) :

[www.accessagriculture.org/fr/regenerer-les-sols-avec-mucuna/](http://www.accessagriculture.org/fr/regenerer-les-sols-avec-mucuna/)

[www.tropicalforages.info/text/entities/andropogon\\_gyanus.htm](http://www.tropicalforages.info/text/entities/andropogon_gyanus.htm)

[books.openedition.org/irdeditions/25367 / doczz.fr/doc/6660210/d-andropogon-gyanus-au-burkina-faso](http://books.openedition.org/irdeditions/25367/doczz.fr/doc/6660210/d-andropogon-gyanus-au-burkina-faso)

## I. -4. 1 *Andropogon gayanus*

### Principe

Cette graminée polymorphe (dont *Andropogon gayanus* Kunth. var. *bisquamulatus*) pousse par touffe. Les feuilles sont étroites et longues et 2 épis sont groupés par 2 en forme de V. Elle a beaucoup de racines qui résistent au feu dans des sols profonds ce qui permet de lutter contre l'érosion. Sa paille est plus riche que celles du riz ou de sorgho. Coupée avant la floraison et la montaison, elle est utilisée comme fourrage en vert ou en sec grâce aux repousses en saison sèche. L'espèce est utilisée dans les champs comme "bordure" ou comme digue filtrante en vue de lutter contre l'érosion, fixer la terre des diguettes ou des barrages. Ses longues tiges sont très recherchées dans l'artisanat et servent aussi à la fabrication de nattes en paille tressée (*secco*), destinés à la confection de hangars et de clôtures.

Les faibles teneurs en matières azotées digestibles classe le foin du point de vue nutritionnel, dans les fourrages médiocres d'où l'association avec des légumineuses.



Nervure blanche

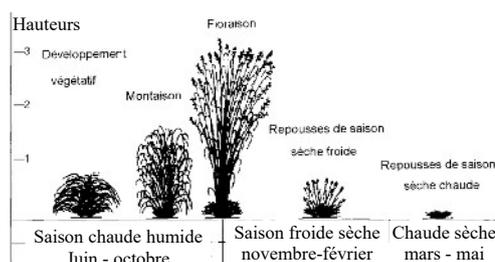
Ligule poilue

Épillet

Graine

### Méthode

La récolte des épillets contenant les graines se fait par ensachage des inflorescences et le battage sur une bâche. La fertilité des graines est d'environ 60 % et un pouvoir germinatif de 85-95 %. Un semis est réussi avec 400-600 gr de graines / ha diluées dans de l'argile (attapulгите). On peut la semer (15 graines par poquets séparés de 50 cm) ou bouturer des éclats de souche.



### Référence

**BULDGEN A., DIENG A.** 1997. *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus*. Une culture fourragère pour les régions tropicales. Les presses agronomiques de Gembloux. 174 p.

## I. 4. 2 *Stylosanthes guianensis*, la luzerne tropicale

### Principe

La légumineuse pérenne, *Stylosanthes guianensis*, la luzerne tropicale (zones de 700 à 1 500 mm), fixe l'azote, décompacte les sols, nourrit les animaux domestiques. Herbacée ou lignifiée à la base, glabre à densément poilu, aux feuilles trifoliées a une forte biomasse (5 à 10 t de matière sèche sur sol dégradé), avec une racine pivotante et des petits nodules ronds (fixation entre 70 et 200 kg d'azote /ha) sur sols acides. La floraison de **jours courts** (photopériode critique entre 11,5 et 14 h), des épis à plus de 4 fleurs jaunes à oranges mellifères. C'est un fourrage pour ruminants et monogastriques (porcs, lapins) et poissons. 2 espèces sont plus résistante à la sécheresse : *S. hamata* et le *stylosanthes* africain (*S. fruticosa*), annuelle en conditions difficiles, gousses de 4 à 9 mm de long.



## Méthode

On la cultive en moyenne sur un cycle de 3 ans. Son port buissonnant – jusqu'à 1m 80 de haut la rend agressive vis à vis de la plupart des adventices, comme le *Striga*, plante parasite des céréales. La gousse généralement 1-articulée contient entre 250 000 et 500 000 petite graines/ kg (dormance levée par le feu). Si le pâturage dure 1 semaine, prévoir 4 à 12 semaines de repos. Germination lente, ce qui facilite les associations avec des espèces à croissance rapide. Son démarrage lent facilite les associations (manioc, maïs, mil, etc.).

## Références et liens

AFRICARICECENTER. 2015. La gestion du *Striga* à Madagascar. [www.youtube.com/watch?v=AHENJmVfCZM](http://www.youtube.com/watch?v=AHENJmVfCZM)

HUSSON O. et al. 2008. Fiches techniques plantes de couverture : légumineuses pérennes. CIRAD. 13 p. [www.researchgate.net/publication/283264793](http://www.researchgate.net/publication/283264793).

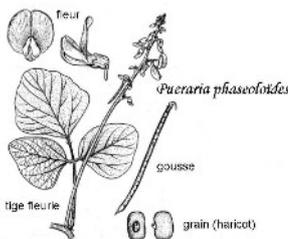
HUSSON O. et al. 2013. Systèmes de culture à base de *Stylosanthes guianensis*. In : Manuel pratique du Semis direct sur Couverture Végétale permanente (SCV). Application à Madagascar. GSDM/CIRAD. Vol. III. Chap. 2.1 Pp.387-412. [www.researchgate.net/publication/281695488\\_Fiches\\_techniques\\_plantes\\_de\\_couvertures\\_legumineuses\\_perennes\\_Stylosanthes\\_guianensis](http://www.researchgate.net/publication/281695488_Fiches_techniques_plantes_de_couvertures_legumineuses_perennes_Stylosanthes_guianensis)

TROPICAL FORAGES. [www.tropicalforages.info/text/entities/stylosanthes\\_guianensis\\_var\\_intermedia.htm](http://www.tropicalforages.info/text/entities/stylosanthes_guianensis_var_intermedia.htm)

### I. 4. 3 *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.

## Principe

*Pueraria* est un genre asiatique qui comporte une douzaine d'espèces vivaces volubiles, herbacées ou arbustives, à racines tubéreuses. *P. phaseoloïdes* est une plante fourragères de la famille des légumineuses (fabacée) ayant des tiges et des pétioles à longs poils jaunes dressés. Les feuilles trifoliées avec 2 stipules caduques et des folioles soyeuses et grisâtre au-dessous, sont riches en protéines (18-21 % de la matière sèche) et très fibreuses (34 à 43 % de cellulose /MS). Plante de jours courts, elle est autogame avec des fleurs violettes. La gousse mesure 5 à 8 cm de long et 4 mm de diamètre. Avec 900 à 2 000 mm de pluie, *P. phaseoloides* produit 3 à 6 t/ ha., s'accommode de terrains pauvres, supporte la sécheresse (un enracinement profond) et un ombrage partiel. C'est une plante de couverture anti-érosive et un excellent fourrage (pour les lapins au Bénin) mais dont la repousse après la fauche est lente (3 coupes par an). Elle est peu sensible aux maladies et aux parasites. 0



## Méthode

La production grainière peut être affectée par le climat et il faut alors multiplier végétativement. Le mode de multiplication le plus simple est le semis (environ 6 kg / ha à 10 kg / ha) mais il est nécessaire de scarifier les petites graines, de les tremper dans l'eau chaude ou l'acide sulfurique concentré (30 mn). Les graines ne doivent pas être trop enterrées (50 × 80 cm et 1 à 2 cm de profondeur). La plantation doit se faire en jours longs. Les 1er mois de croissance sont lents. Pour le bouturage, de gros nœuds pourvus de 2 -3 racines et quelques bourgeons bien constitués sont utilisés.

Des essais durant 4 saisons faits dans 2 zones agro-écologiques du Bénin (pluviométrie bi et monomodale) montrent que la plantation d'igname sans buttage sur paillage de *P. phaseoloides*, donne de bons rendements. *Pueraria* contribue à la restauration de la fertilité du sol, à l'amélioration du bilan hydrique, et à la rupture du cycle des adventices et des ravageurs (CIRAD, 2008).

## Références et liens

BOTTON H. 1958 Les Plantes de couverture. Guide pratique de reconnaissance et d'utilisation des

Légumineuses en Côte d'Ivoire (suite et fin). Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée vol. 5 (1-3). Pp. 45-172. [www.persee.fr/doc/jatba\\_0021-7662\\_1958\\_num\\_5\\_1\\_2454](http://www.persee.fr/doc/jatba_0021-7662_1958_num_5_1_2454).

**CÉSAR J., GOURO A.** Productions fourragères en zone tropicale. Synthèse. Les légumineuses fourragères herbacées. Fiche no 7. CIRAD, CIRDES-Burkina Faso. 8 p.

[agritrop.cirad.fr/552611/1/document\\_552611.pdf](http://agritrop.cirad.fr/552611/1/document_552611.pdf)

**MARTIN J.-P.** 1969-1970. Plantes fourragères tropicales de l'ouest africain (cours).

[horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers14-11/05101.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers14-11/05101.pdf)

#### I. 4. 4 *Brachiaria ruziziensis*

##### Principe

*Brachiaria ruziziensis* (Congo grass) graminées d'Afrique tropicale de la plaine de la Ruzizi, à l'est de la République Démocratique du Congo de type C4, vivace annuelle une durée de vie courte (3 à 5 ans), diploïde, à fort taux d'autopollinisation. Elle se développe sur sols sableux ou limoneux en touffes (1m à 1,5 m à la floraison) avec des feuilles vert tendre velues de 25 cm de long, pour 1 à 1,5 cm de large. Les racines sont profondes (plus de 1,8 m) avec des stolons et des rhizomes. Les semences ont un taux de dormance physiologique et mécanique élevé après la récolte (moins de 20 % de germination). Plante photo-périodique de jours courts ( février-mars dans l'hémisphère Sud, septembre-octobre dans l'hémisphère Nord). Très efficaces pour décompacter et restructurer les sols et augmenter leur taux de matière organique ; contrôle les adventices grâce à la forte production de biomasse qui permet de maintenir une couverture végétale suffisante sur le sol ; capacité d'extraire des éléments nutritifs comme le phosphore dans le sol.

Bien que n'étant pas une légumineuse, l'association de *Brachiaria* avec des bactéries libres fixatrices d'azote permet de fixer jusqu'à 50 unités N/ha/an.

##### Méthode

Les *Brachiaria* sont utilisées pour les Systèmes de Cultures sur Couverture Végétale (SCV) : en pur, en association avec d'autres plantes de couverture ou avec les cultures principales (maïs, sorgho, manioc) ou en rotation avec coton, soja, arachide, etc.



Culture pure



Inflorescences



SCV



Association avec du Maïs

Herbe permanente ou semi-permanente pour les pâturages des animaux ou pour la coupe (80 à 100 t de matière sèche/ ha en 4 ou 6 coupe, le fourrage est appréciée par les ruminants avec une digestibilité globale de 55 à 75 %. Les valeurs nutritionnelles incluent 0,43 g/100 g de calcium, 0,22 g/100 g de phosphore, 2,4 g/100 g de potassium, 0,1 g/100 g de sodium, 0,28 g/100 g de magnésium.

##### Références et liens

**HUSSON O. et al.** 2013. Les principales plantes de couverture utilisées à Madagascar. Pp. 199-284. Dans : Manuel pratique du semis direct sur couverture végétale permanente (SCV). Application à Madagascar. Vol. III. Chap. 3. Édition GSDM/CIRAD.

[www.researchgate.net/publication/283265215\\_Les\\_principales\\_plantes\\_de\\_couverture\\_utilisees\\_a\\_Madagascar](http://www.researchgate.net/publication/283265215_Les_principales_plantes_de_couverture_utilisees_a_Madagascar)

#### I. 4. 5 *Crotalaria juncea* L.

##### Principe

*Crotalaria juncea* (Papilionaceae Fabaceae) ou chanvre indien, crotalaire jonciforme est une plante tropicale asiatique (Bangladesh, Bhoutan et Inde). utilisée comme engrais vert (symbiose avec un Rhizobium. Doit être incorporé dans le sol lorsque les plantes commencent à fleurir), fourrage et comme fibres pour faire des cordages (à partir de la tige), du papier ou du biocarburant. Le genre *Crotalaria* comprend environ 600 espèces et se rencontre partout dans les régions tropicales (environ 500 espèces en

Afrique). Cette herbacée érigée annuelle de 1 à 3,5 m de hauteur résiste à la sécheresse (30 jours minimum entre la germination et la floraison, récolte 120–150 jours après le semis).

Les racines sont pivotantes.



Les tiges sont côtelées ont des poils courts couchés. Les feuilles sont alternées linéaires étroites et allongées au bord entier et à la nervure pennée parallèle. L'inflorescence est 1 grappe dressée opposée aux feuilles de 10–50 cm de long, à 6–20 fleurs lâches s qui peut atteindre 30 cm de longueur. Les fleurs inférieures de l'inflorescence sont les premières à s'ouvrir et elles restent ouvertes pendant 2 jours. Les fleurs jaunes ont une symétrie bilatérale, 1 étendard (mesurant 1,5 à 2 cm), 1 carène et 2 ailes un peu plus courtes zygomorphe, bisexuée. Il y a 10 étamines. Les ovaires sont supères. Les gousses cylindriques ont de 6 à 12 graines brun foncé ou noires.. Plante de jours courts, les jours longs favorisent la croissance végétative. La fécondation croisée est importante et les autofécondation rares. Le poids de 1000 graines est d'environ 30–55 g.



## Méthode

*C. juncea* est cultivé pour éliminer les mauvaises herbes, pour prévenir l'érosion du sol et pour réduire le nombre de nématodes à galles. *C. juncea* est un utile indicateur de carence en potassium et en calcium. C'est une plante mellifère.

Le semis peut être en lignes (distance entre les lignes de 25–30 cm et sur la ligne de 5-7 cm (profondeur de semis de 2–3 cm) ou à la volée (densité d'environ 100 kg/ha en culture pluviale et à une densité inférieure en culture irriguée). Une forte densité garantit des tiges érigées et dressées qui aident à étouffer les plantes adventices et produit des fibres plus fines.

## Références et liens

**BOTTON H.** 1958. Les Plantes de couverture. Guide pratique de reconnaissance et d'utilisation des Légumineuses en Côte d'Ivoire (suite et fin). Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée 5 (1-3). Pp. 1-76. [www.persee.fr/doc/jatba\\_0021-7662\\_1958\\_num\\_5\\_1\\_2454](http://www.persee.fr/doc/jatba_0021-7662_1958_num_5_1_2454)

**PROTA.** *Crotalaria juncea*. [https://uses.plantnet-project.org/fr/Crotalaria\\_juncea\\_\(PROTA\)](https://uses.plantnet-project.org/fr/Crotalaria_juncea_(PROTA))

## I. 5 - La lutte contre le chiendent

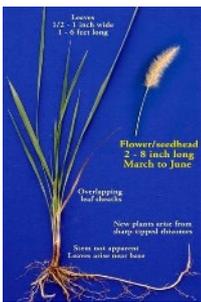
### Principe

Contre le chiendent, *Imperata cylindrica*, on peut utiliser le mucuna dont la forme sauvage (*Mucuna pruriens*) a des poils caducs urticants sur les gousses d'environ 10 cm (poils à gratter).

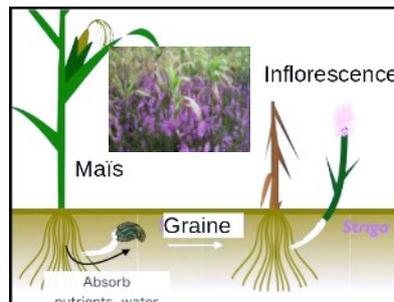
C'est une légumineuse originaire d'Asie de couverture ou intercalaire (pois mascate, haricot pourpre, velvet bean) dont les var. *utilis* (graines noires) et *cochichennensis* (graines blanches) ont été introduites au Bénin en 1986 par l'International Institute of Tropical Agriculture (IITA) pour lutter contre la baisse de fertilité des sols, lutter contre le striga (*Striga hermonthica*, Orobanchacée ou herbe des sorcières) et l'érosion du sol. Les feuilles sont fourragères pour le bétail et les graines riches en protéines, (26 %) sont, une fois traitées, utilisées dans l'alimentation humaine et animale. Il faut en effet éliminer une partie d'un précurseur de la dopamine toxique (trempage dans l'eau pendant 48 h). La plante est utilisée dans la médecine traditionnelle indienne (aphrodisiaque) ou, une fois les graines torréfiées, comme substitut du café en Amérique centrale.

### Méthode

Dès le début de la saison des pluies il faut faucher au préalable l'imperata à ras le sol. Le Mucuna, légumineuse héliophile, thermophile (dicotylédones annuelle, ordre Rosales, tribu Phaseolae, famille Fabaceae), préférant des pluies espacées, sarmenteuse à port rampant est semé en poquet d'1 ou 2 graines (15 à 30 kg à l'hectare) et un écartement de 0,80 m x 0,80 m. La levée est en général lente (10 à 15 jours après le semis) mais par la suite le mucuna se développe rapidement et au bout de 6 mois environ il couvre tout le champ avec une biomasse de 5 à 8 t de matière sèche /ha et de 3 à 4 t de graines par ha.



*Imperata cylindrica* (chiendent)



*Striga hermonthica* sur maïs



Graines de Mucuna



*M. pruriens*  
(poils à gratter)



*M. pruriens* var utilis (inermis) en plante de couverture avec extraits dans la médecine douce



### Références et liens

AKLAMAVO M., MENSAH G.A. 1997. Quelques aspects de l'utilisation du mucuna en milieu rural en République du Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique 9 : 34-46.

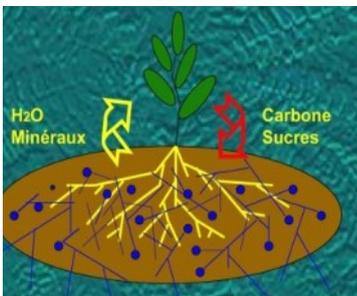
KOUTOU M. *et al.* 2016. Facteurs d'adoption des innovations d'intégration agriculture-élevage : cas du *Mucuna pruriens* en zone cotonnière ouest du Burkina Faso. Tropicultura 34 : 424-439.

OKPALA-JOSE A.O., IKUENOBE C.E. 2008. Efficacy of legume and herbicidal fallows in the modification of *Imperata cylindrica* infested plots. Journal of Agronomy 7: 281-184.

## I. 6 - Les symbioses mycorhiziennes

### Principe

La plupart des plantes des régions arides (espèces sauvages ou cultivées) sont associées à des champignons mycorhiziens à arbuscules ou CMA (5 à 50 % de la biomasse microbienne des sols). La formation de structures intracellulaires (**endomycorhizes**) permet l'échange de nutriments (eau, minéraux) et de carbone en particulier des sucres. Ces symbiotes fongiques participent au développement des plantes en améliorant leur nutrition minérale mais aussi hydrique et leur état sanitaire. Les **ectomycorhizes**, Basidiomycètes et Ascomycètes (4 000 et 6 000 espèces respectivement) sont observées aux extrémités racinaires d'arbres, arbustes et parfois d'herbacées pérennes. La symbiose mycorhizienne influence la microflore du sol en formant un compartiment spécifique (**mycorhizosphère**). Leur distribution dans le sol n'est pas uniforme en abondance et en diversité et cette répartition hétérogène doit être pris en compte dans un reboisement ou dans la restauration de la fertilité des sols. Les bactéries, elles, convertissent l'azote de l'air en azote organique (**symbiose rhizobienne**) notamment dans les racines de légumineuses portant des nodosités.



Plante et champignon



Termitière au Tchad en 2004



*Miscanthus sinensis*, graminée pérenne



### Méthode

C'est l'inoculation de propagules mycorhiziennes concentrée pour favoriser la symbiose fongique (ectomycorhize et endomycorhize) aux racines des jeunes plants de pépinière. Deux étapes sont nécessaires, une étape de concentration du potentiel infectieux mycorhizogène (PIM) des champignons sur des hôtes intermédiaires (**plantes nurses**) et une deuxième étape d'inoculation :

1. des micro-organismes dont des champignons endomycorhiziens sont prélevés dans une forêt non dégradées : 2 g de racines sèches avec nodules sont coupées en morceaux de 1 mm (comprenant environ 25 vésicules par mm de racines) et mélangées à du sable stérilisé à 140°C (40 min). Mil, sorgho et maïs (annuelles) ou l'herbe pérenne *Miscanthus sinensis* (Eulalie ou roseau de Chine) sont cultivés 4 mois dans de la terre stérilisée puis infectés pour multiplier les nodules dans leurs racines (plantes mycotrophes).
2. 10 ml de terre riches en propagules mycorhiziennes sont utilisés pour inoculer les pots de semis d'arbres ou d'arbustes en pépinière. La forte concentration de champignons favorise le transfert ainsi que l'ajout d'un agent stimulant la mycorhization : de la poudre fine de termitières (genre *Cubitermes* 0,1 % (v:v) à 1 % (v:v). Une poudre nématicide comprenant des résidus de poissons (arêtes), carapaces de crevettes (chitine), coquilles de moules et huîtres (1g/l de terreau) est ajoutée dans les pots.

### Références et liens vidéos

DUPONNOIS R., BALLY R. 2008. Brevet : Utilisation d'un inoculum de poudre de termite pour améliorer la croissance d'une culture. No WO/2008/119394. [umr-lstm.cirad.fr/fr/expertise-et-valorisation/brevets](http://umr-lstm.cirad.fr/fr/expertise-et-valorisation/brevets)

DUPONNOIS R., HAFIDI M., WAHBI S., SANON A., GAUANA A., BAUDOIN E., SANGUIN H., BA A.M., PRIN Y., BALLY R. 2012. La symbiose mycorhizienne et la fertilité des sols dans les zones arides : un outil biologique sous-exploité dans la gestion des terres de la zone sahélo-saharienne. Dans : La Grande Muraille Verte. Capitalisation des recherches et valorisation de savoirs locaux. DIA A., DUPONNOIS R. (ed.). IRD. Pp. 351-369.

DUPONNOIS R. *et al.* (eds). 2013. Des champignons symbiotiques contre la désertification dans les écosystèmes méditerranéens, tropicaux et insulaires. IRD Éditions, Marseille. 512 p.

[horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers15-04/010061524.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers15-04/010061524.pdf)

## I. 7 - Cultiver les trois sœurs ou le jardin Iroquois

### Principe

Le maïs, les haricots et les courges sont des légumes complémentaires. Cultivées ensemble, elles s'entraident et s'apportent mutuellement des effets bénéfiques. Ces plantes *compagnes* forment un mini écosystème autosuffisant : les tiges du maïs servent de tuteur aux haricots grimpants, les racines des haricots produisent de l'azote grâce à une symbiose avec des bactéries et le feuillage dense des courges (potirons, Calebasses, courgettes, pastèques) crée un environnement favorable au niveau du sol en empêchant la prolifération des mauvaises herbes et en gardant la fraîcheur et l'humidité. Il protège le sol des pluies battantes qui lessivent les éléments fertiles. Ce mode de culture associée est un héritage agricole des Maya. Au Mexique, on appelle les 3 sœurs *Milpa* et en Amérique du Nord le *jardin iroquois* (*Kionhekwa*).

### Méthode

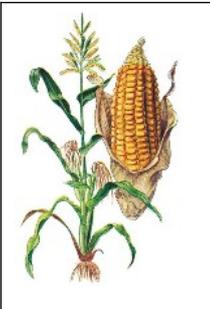
Formez des buttes aplaties d'environ 25 cm, espacées de 50 cm en tous sens, Semez des graines de maïs en poquets (environ 3) au sommet de chaque butte, 10 jours après la germination, ne conservez que la pousse la plus vigoureuse de chaque butte et éliminez les autres. Lorsque les plants de maïs atteignent environ 15 centimètres, semez 3 graines de haricots rame autour de chaque plant. Une semaine plus tard, semez les courges au pied des buttes



### En Afrique de l'Ouest

L'association *Milpa* au Bénin peut être la suivante :

- le maïs, le mil pénicillaire ou le sorgho, céréales servant de tuteurs aux légumineuses annuelles :
- niébé (voème ou cowpea, *Vigna unguiculata* subsp. *Unguiculata*), haricot kilomètre, *Vigna unguiculata* subsp. *Sesquipedalis*, dolique d'Égypte, *Lablab purpureus* qui fixent l'azote dans le sol associées à :
- des coloquintes (Cucurbitaceae, *Citrullus colocynthis*) ou des pastèques (melon d'eau, *Citrullus lanatus*) comme plantes de couverture conservant l'humidité du sol.

						
Céréales servant de tuteur			Légumineuses grimpantes		Couverture intercalaire	
Maïs	Mil	Sorgho	Haricot	Niébé	Coloquinte	Pastèque

### Références et liens

Les bonnes associations de légumes au potager ! 2020. [www.youtube.com/watch?v=XW4O20k44zc](https://www.youtube.com/watch?v=XW4O20k44zc)  
 ECOLOPOP.INFO. 2013. Les 3 sœurs. [www.ecolopop.info/2013/02/les-trois-soeurs-et-la-milpa-des-techniques-ancestrales-de-cultures-associees/16269](http://www.ecolopop.info/2013/02/les-trois-soeurs-et-la-milpa-des-techniques-ancestrales-de-cultures-associees/16269)  
 JARDINER FUTÉ. Apprenez à jardiner en permaculture. [www.jardinerfute.com/milpa/](http://www.jardinerfute.com/milpa/)

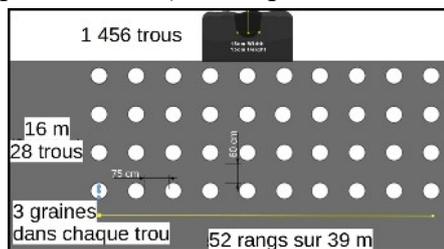
## I. 8 - Le Pfumvudza

### Principe

Au Zimbabwe, le *Pfumvudza* est un ensemble de pratiques de l'agriculture intensive de conservation avec le zéro labour, la rotation des cultures et le paillis. Contrairement à l'agriculture biologique, des intrants chimiques sont utilisés et standardisés par l'industrie chimique : kit de 5 kg de semences enrobées de pesticides, 12 kg de chaux, 50 kg d'engrais chimiques de base et 50 kg d'engrais de couverture.

Le gouvernement a introduit ce concept pour maximiser la productivité par unité de surface, même pendant les périodes de sécheresse, permettant aux petits exploitants (famille moyenne de 5-6 personnes) d'assurer la sécurité alimentaire pendant un an de 1,6 million de ménages vulnérables (une ligne de céréales par semaine de 28 jours et 52 semaines).

Le paquet d'intrants est suffisant pour couvrir 2 parcelles de 0,06 ha ou 624 m<sup>2</sup>, 16 m x 39 m (28 trous de 15 cm de profondeur sur 52 rangs, total 1 456 trous par parcelle), une parcelle pour se nourrir, une autre pour vendre (ou une parcelle de céréale et une de légumineuse).



Plan des parcelles



Kit pour une parcelle (graines + engrais)

### Méthode

En saison sèche, les trous sont creusés (28 trous espacés de 60 cm sur la ligne et 75 cm entre les rangs), mettre du compost et une micro dose d'engrais chimique.

À la 1ère pluie utile (20 à 30 mm), semer 3 graines de maïs et arroser de 1,5 l d'eau. Une fois germées réduire le nombre de plantules à 2 (2 912 plants ). Supposant que chaque plante produit au moins un épi (15 t/ha ), chaque rang produit une boîte de 20 l de maïs grain (20 litres par semaine pendant 52 semaines équivaut à 1 an).

Le paillis minimise l'impact des fortes précipitations sur le sol, réduit le ruissellement, l'érosion du sol et l'évaporation des couches supérieures du sol. Il réduit les fluctuations de température à la surface du sol et étouffe les mauvaises herbes.



Trouaison des 1 456 trous



À la récolte, les fanes sont laissées sur place

### Références et liens

AGRICULTURE MINISTRY. 2020. Factsheet on Pfumvudza (anglais). [www.youtube.com/watch?v=7wu-vN37HmI](https://www.youtube.com/watch?v=7wu-vN37HmI)

FOUNDATIONS FOR FARMING ZIMBABWE. 2021. 11 Pfumvudza. [www.youtube.com/watch?v=tFSR\\_gFDV5s](https://www.youtube.com/watch?v=tFSR_gFDV5s)

FOUNDATIONS FOR FARMING ZIMBABWE. 2022. How it takes to dig a pfumvudza plot. [www.youtube.com/watch?v=idfVKDwMNIc](https://www.youtube.com/watch?v=idfVKDwMNIc)

LFSPZIMBABWE. 2020. How to 001 pfumvudza plot : [www.youtube.com/watch?v=AwkXRwCPHI0](https://www.youtube.com/watch?v=AwkXRwCPHI0)

ONEHOPETRAINER. 2016. FfF Lesson 30: Pfumvudza (VTS 11 1) : [www.youtube.com/watch?v=ZHAkx07ldUc](https://www.youtube.com/watch?v=ZHAkx07ldUc)

## Le maraîchage

- II. 1 – Le forage manuel
- II. 2 – L'irrigation par arrosoirs
- II. 3 – L'irrigation avec des oyas
- II.4 – L'outillage de jardin
- II. 5 – La culture sous filets anti-insectes
- II. 6 – Le semis en pots de papier journal
- II. 7 – L'enrobage des petites graines avant semis
- II. 8 – Le Moringa feuilles maraîcher
- II. 9 – Les légumes feuilles (brèdes)
- II. 10 – Les silos à grains
- II. 11 – Le biochar et charbon de paille

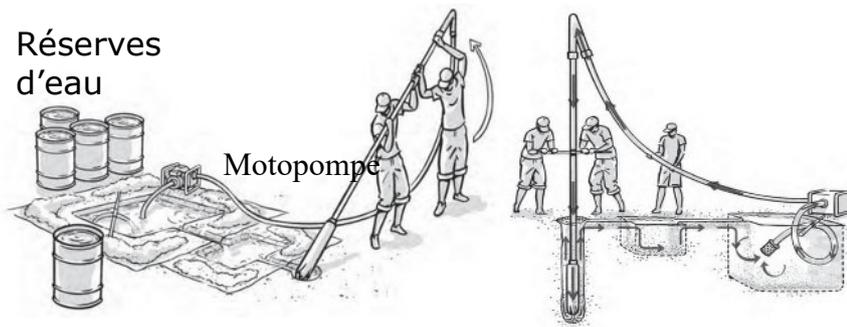
## II. 1 – Le forage manuel de puits

### Principe du lançage à l'eau (*Well jetting*)

Injecter de l'eau sous pression dans un sol meuble (argilo-sabloneux) avec un tube dur qui pénètre le sol (lançage à l'eau). Des mouvements montant et descendant sont appliqués au tube de forage. La circulation d'eau transporte les débris vers la surface qui sont renvoyés dans une fosse joutant le forage. Ensuite un tube PVC est introduit dans le forage pour le consolider en permanence (6-15 m). La technique est utile pour le maraîchage dans certaines zones.

### Méthode

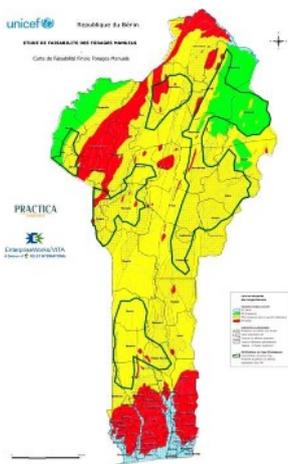
Il faut de l'eau, une moto pompe refoulante, un tube en alu ou en fer prolongé par un tuyau souple et des tubes en PVC.



Principe



Forage au Bénin au bord de l'Ouémé



Carte des zones propices. Creusement avec un tube plus ou moins armé et extraction de l'eau avec une motopompe thermique  
En jaune, très moyenne

### Références et liens vidéos

FORMAD environnement. 2014. [www.youtube.com/watch?v=QeF9IIP3Aso&feature=youtu.be](http://www.youtube.com/watch?v=QeF9IIP3Aso&feature=youtu.be)

PRACTICA/UNICEF. 2014. République du Bénin. Étude de faisabilité des forages manuels identification des zones potentiellement favorables. 34 p.

RAHOU Mohammed. 2013. Comment faire un forage au Tchad. [www.youtube.com/watch?v=SIK276iCgME](http://www.youtube.com/watch?v=SIK276iCgME)

[https://www.practica.org/wp-content/uploads/2014/10/Rapport\\_final\\_Forages\\_manuels\\_Unicef\\_final.pdf](https://www.practica.org/wp-content/uploads/2014/10/Rapport_final_Forages_manuels_Unicef_final.pdf)

UNICEF/PRACTICA. 2012. Capitalisation expériences sur les forages manuels à Madagascar. 47 p.

[www.practica.org/publications/941/](http://www.practica.org/publications/941/)

Description des différentes techniques : [www.youtube.com/watch?v=8HjYktpVC6I/](http://www.youtube.com/watch?v=8HjYktpVC6I/)

[www.youtube.com/watch?v=YcLf095Cmg4/](http://www.youtube.com/watch?v=YcLf095Cmg4/)

[www.youtube.com/watch?v=QbrvfB82vBc](http://www.youtube.com/watch?v=QbrvfB82vBc)

[www.youtube.com/watch?v=QeF9IIP3Aso&feature=youtu.be](http://www.youtube.com/watch?v=QeF9IIP3Aso&feature=youtu.be)

## II. 2 – L'irrigation par arrosoirs

### Principe

L'arrosage est réalisé avec de l'eau tirée d'un puits à l'aide d'une pompe à corde et stockée dans un bassin.

### Méthode

Pour faciliter la construction d'un puits busé, on peut utiliser un moule artisanal à l'aide de fût de 200l. Pour avoir un débit important, une pompe à corde est utile et pour utiliser les arrosoirs, un bassin de stockage est indispensable.

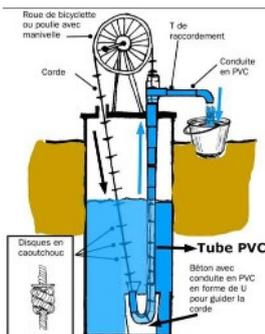
### II. 2 – 1 Fabrication d'un moule artisanal pour faire des buses

Les moules de buses de 50 cm de hauteur, 55 à 60 cm de diamètre sont fabriquées avec des fûts de 200 l.



Utilisation de 2 fûts métalliques de 200 l comme moule avec des vis protégées par des gaines pour maintenir un écartement fixe

### II. 2 – 2 La pompe à corde (à godets ou à chapelets)



Principe en coupe

Roue protégée du soleil

Circulation de la corde + bouchons plastique dans le tube PVC

### II. 2 – 3 Des bassins réservoirs pour l'arrosage avec arrosoirs



Modèle à Cotonou

Construction à Vossa

Remplissage avec l'eau de la rivière Beffa (Bénin)

### Références et liens

CRISIUM. 2019. Diy how to make a simple and powerful water pump. [www.youtube.com/watch?v=XZMH\\_8fyAPs](https://www.youtube.com/watch?v=XZMH_8fyAPs)

FORMAD ENVIRONNEMENT. 2014. Une pompe manuelle à chapelets à Toliara. [youtube.com/watch?v=q81qAhldN7o](https://youtube.com/watch?v=q81qAhldN7o)

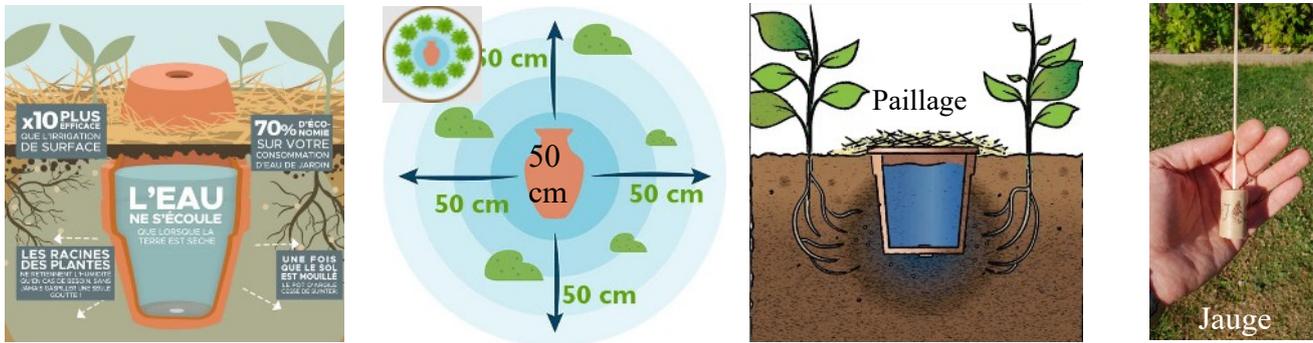
FORMAD ENVIRONNEMENT. 2014. Maraîchage au Bénin : un réservoir d'eau à Ouéssè. [www.youtube.com/watch?v=NrUQIAMLmA8](https://www.youtube.com/watch?v=NrUQIAMLmA8)

ROPE PUMP ANIMATION, 2016. [vimeo.com/154999699](https://vimeo.com/154999699).

## II. 3 – L'irrigation avec des OYAS ou OLLAS

### Principe

Les Oyas ou ollas (pots ou marmites en espagnol) sont des jarres en argile microporeuse avec un couvercle. Enterrées dans le sol près d'une plante, elles diffusent lentement par capillarité l'eau dans la terre pour irriguer les racines.



### Méthode

Utiliser un pot en terre cuite de taille adaptée à la plante à irriguer (pour un pied de tomate cela peut-être un pot de 15 cm de diamètre). Vérifier l'étanchéité en remplissant le pot jusqu'à recouvrir le haut du bouchon et laissez reposer toute une nuit (il y a une différence entre porosité et perméabilité). Plus le pot a été chauffé, plus le pot est étanche.

L'implantation doit tenir compte du fait qu'il irrigue environ 1,5 son diamètre (un pot de 15 cm irrigue dans un périmètre de 23 cm). D'autres jardiniers calculent le périmètre irrigué comme le diamètre du pot de part et d'autre du pot (si la perméabilité est de 80 %).

Enterrez les pots en laissant dépasser 2 cm hors du sol pour faciliter sa récupération. Le bouchon doit assurer l'étanchéité.

Remplir d'eau et pailler autour de la plante pour garder la terre humide plus longtemps.

Un capteur du niveau de l'eau peut être placé dans le pot. Il est constitué d'un pic à brochette en bois planté sur un petit cube de polystyrène ou un bouchon qui assure la flottabilité.



### Références et liens vidéos

ARNAUD L., GAY B. 1994. De l'eau pour le maraîchage, expériences et procédés, Gret, Ministère de la Coopération. 128 p. [gret.org/publication/de-leau-pour-le-maraichage/](http://gret.org/publication/de-leau-pour-le-maraichage/)

ECOLOKO. Mai 2020. Fabriquer des Oyas soi-même (TUTO). [www.youtube.com/watch?v=NRA\\_S-zHkxw](https://www.youtube.com/watch?v=NRA_S-zHkxw)

JARDIN NATURE SAUVAGE. 2019. Astuce arrosage .OYAS OU OLLAS . Pour que votre jardin reste vert. [www.youtube.com/watch?v=eXny3Rr\\_Lj4](https://www.youtube.com/watch?v=eXny3Rr_Lj4)

LA MAMACULTURE. 2021. Les Oyas - Comment économiser de l'eau au potager. [www.youtube.com/watch?v=TYKJePTurAQ](https://www.youtube.com/watch?v=TYKJePTurAQ)

L'OUCHE DE PAPOUCHE. 2022. 3 trucs à savoir sur les oyas. [www.youtube.com/watch?v=uchTY-c5xRU](https://www.youtube.com/watch?v=uchTY-c5xRU)

## II. 4 – L’outillage de jardin

### II. 4. 1. La grelinette (biogriffe, fourche à bêcher, aéro-bêche ...)

La finalité de cet outil est de travailler le sol en profondeur avec un minimum d’effort, de l’aérer et de l’émietter, en évitant de le retourner afin de ne pas perturber la vie microbienne

			
Grelinette 4 dents	Grelinette 3 dents droites	Grelinette 4 dents courbes	

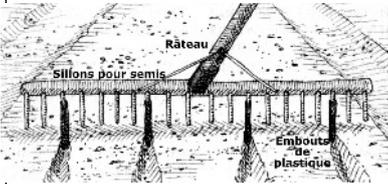
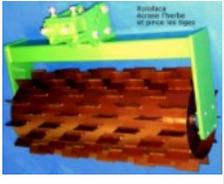
### II. 4. 2. Sarcloirs manuels dans sols meubles

Le sarcloir oscillant Omega  $\Omega$  réalise les travaux de désherbage de précision : entre les plants de légumes (lame en U), entre les rangs de légumes, tout espace peu accessible

					
Sarcloirs à fil	Sarcloirs oscillants		Sarcloirs à lame en U	Sarcleuse à roue	

### II. 4. 3. Divers

Le rolofaca (rouleau crêpeur) pour la destruction des couverts couche et pince les végétaux pour arrêter la montée de la sève et les dessécher, gardant l’air et l’eau contre les fortes chaleurs et la perte d’humidité.

			
Préparation du semis	Semoir	Rouleau FACA (RoloFaca ®) à cornières coupantes	

### Références et liens

- SERGETOSTAIN. 2019. Fabrication d'une sarcleuse à roue à Ouéssè (Bénin). [www.youtube.com/watch?v=ZxnRESnLfoc](http://www.youtube.com/watch?v=ZxnRESnLfoc)
- NEWSJARDINTV. 2017. Préparation écologique du sol au potager avec une biofourche. [www.youtube.com/watch?v=PCOfkSs7c8c](http://www.youtube.com/watch?v=PCOfkSs7c8c)
- SERGETOSTAIN. 2017. Fabrication d'une grelinette à Ouéssè (Bénin). [www.youtube.com/watch?v=pAa5zt0v5qs](http://www.youtube.com/watch?v=pAa5zt0v5qs)
- SHMAEL. 2014. Roulage couvert végétal (RoloFaca). [www.youtube.com/watch?v=AVozUCuQBuY](http://www.youtube.com/watch?v=AVozUCuQBuY)

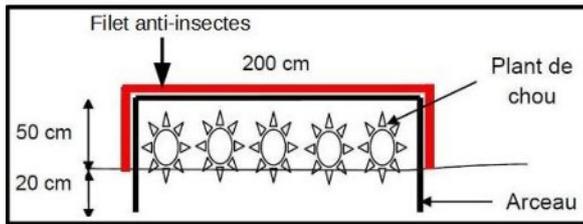
## II. 5 – La culture sous filets

### Principe

Pour éviter des traitements insecticides chimiques, les cultures (tomates, choux, carottes, haricots, épinards, pastèques, etc.) sont faites sous toile moustiquaire ou des filets assez fins (barrière physique et visuelle). Contre des sauteriaux, chenilles de lépidoptères (papillons), larves de Diptères (mouches), oiseaux, etc. La température nocturne est augmentée et l'humidité est conservée (diminution de l'impact des grosses pluies en saison des pluies).

### Méthode

Le filet (les filets en polyester de type moustiquaire d'une maille de 1,6 mm, filets anti-insectes tricotés de type AgroNet avec des mailles de 0,4 et 0,9 mm) soutenu par des arceaux forme un abri au -dessus de la culture jour et nuit (contre les papillons de nuit). Il est parfois ouvert dans la journée 2-3 fois par semaine pour faire agir des prédateurs naturels des parasites.



Principe



Essais au Kenya



Plantation de choux au Bénin

Le filet assure une bonne protection vis-à-vis de la teigne du chou, *Plutella xylostella*, mais aussi contre *Helicoverpa armigera* et *Hellula undalis*.



Filets anti-insectes fermés par du sable



*Plutella xylostella*



*Hellula undalis*

### Inconvénients :

- Diminution de la lumière si les mailles sont très fines,
- Élévation de la température (diurne en saison sèche),
- Inefficace pour les petits insectes (pucerons, aleurodes ou chenilles de *Spodoptera* du chou). L'efficacité est augmentée si la moustiquaire est imprégnée d'essence répulsive avec des composés naturels non toxiques). Durée de vie des moustiquaires de 3 à 5 ans (un an pour le polyamide à plus de 7 ans pour certains polyéthylènes). La pose doit être réalisée après la pollinisation si la plante est allogame (pastèque par exemple).



filets de couleur (Kenya)



Support de ficelles et piquets



Essai au Bénin

### Références et liens vidéos

ACCESSAGRICULTURE. 2016. Des filets anti-insectes. [www.accessagriculture.org/fr/des-filets-anti-insectes](http://www.accessagriculture.org/fr/des-filets-anti-insectes)

MARTIN T. *et al.* 2014. Des filets anti insectes pour protéger les cultures maraîchères en Afrique subsaharienne : une technologie rentable et adaptée aux conditions climatiques. AFPP – Dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier-22-23 oct. 2014. 9 p. MARTIN T., ROYO M. 2013. Des filets anti-insectes pour éviter l'usage de pesticides. [www.youtube.com/watch?v=FKyJjpC4p2g](http://www.youtube.com/watch?v=FKyJjpC4p2g)

## II. 6 – Le semis en pots de papier

**Principe :** Avancer les semis en pépinière pendant la saison sèche.

**Méthode :** Des pots en papier journal (pas de magazine) sont fabriqués autour d'un moule. La technique de pliage permet de faire des pots de tailles différentes pour des semis de plantes à croissance rapide.



Tubes en carton



Pots de tailles différentes



Plantation

### Références et liens vidéos

GENEVIÈVE MEUNIER. 2020. Pots pour semis en papier journal. [www.youtube.com/watch?v=orr8g4ueKIE](https://www.youtube.com/watch?v=orr8g4ueKIE)

ÉCOLOTHÈQUE DE MONTPELLIER MÉDITERRANÉE MÉTROPOLÉ. 2019. Fabrication de pots pour semis en papier journal. [www.youtube.com/watch?v=Xe2Pq2RJ3v4](https://www.youtube.com/watch?v=Xe2Pq2RJ3v4)

## II. 7 – L'enrobage des petites graines pour le semis

**Principe :** Le pelliculage, ou l'enrobage des semences (*pelletiser* les grains avant semis) a pour objectifs de 1. protéger les semis des fourmis, termites et oiseaux, 2. d'avoir des conditions de germination homogènes, 3. de permettre des semis à la volée sur un sol non travaillé, 4. de mieux voir les graines semées en grossissant la taille des graines pour mieux les manipuler.

**Méthode :** Avant de semer en sec, l'enrobage des semences est fait avec de l'argile, du compost et du son de céréale qui constituent une couche humide (méthode de **Masanobu FUKUOKA**, 1913-2008). Il faut :

- 1 Poudre d'enrobage : argile fine tamisée
- 2 Liants d'enrobage : huile d'olive + savon de Marseille liquide + Huile essentielle d'ail (ou autre)
3. colorants bio : marc de café, poudre de charbon ; spores de mycorhizes si nécessaire.



Avec de l'argile



Ajouter un liant protecteur



Grossir les billes

### Exemple (graines de panais)

- tremper les graines dans de l'eau pendant 24 h ou plus (prégermées) ;
- dans un récipient, ajouter suffisamment de poudre d'argile tamisée (pour ne pas avoir d'amalgame) jusqu'à obtenir des boulettes individuelles (1 ou 2 graines) en absorbant toute l'eau ;
- ajouter du marc de café ou du charbon de bois en poudre pour les colorer en noir (le blanc attire les oiseaux) ;
- pour augmenter la taille, il faut ré humidifier avec un brumisateuse et ajouter de l'argile ;
- ajouter dans le brumisateuse de l'huile d'olive, de l'huile essentielle d'ail (répulsif pour insectes et oiseaux) avec un peu de savon de Marseille liquide (tensioactif pour favoriser le mélange).

### Autre méthode

Faire des **boulettes** (de 10 à 80 mm) contenant plusieurs graines et les disperser dans la parcelle (*seed ball*, *seed bomb*). On peut mettre ces boulettes dans du papier toilette pour éviter l'effritement.



### Référence et liens vidéos

MASANOBU FUKUOKA. 2005. La révolution d'un seul brin de paille. Éditeur Tredaniel La Maisnie. 202 p.

LA FERME DE CAYOLLE. 2019. Enrober ses graines d'argile : Notre recette. [www.youtube.com/watch?v=uppbfaL\\_XEQ](https://www.youtube.com/watch?v=uppbfaL_XEQ)

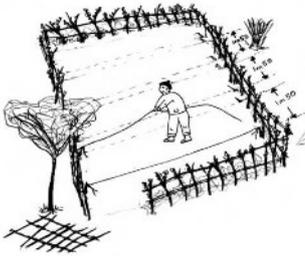
## II.8 – Le Moringa maraîcher

### Principe

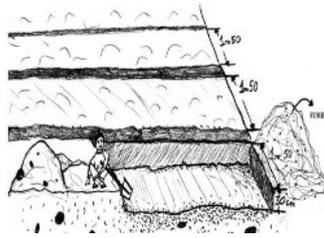
*Moringa oleifera* (ananambo en malgache) est un arbre à croissance rapide du Nord de l'Inde dont les feuilles sont riches en protéines et en vitamines. Il peut être cultivé en jardin comme légume-feuille ou thé. En poudre, les qualités nutritives sont conservées et concentrées.

### Technique

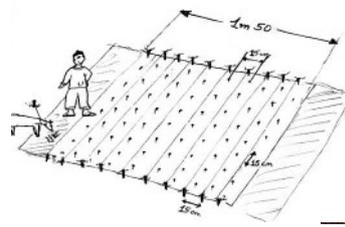
Couper tous les 2 à 3 mois, séchage des feuilles lavées à l'ombre ou utilisation des feuilles fraîches.



Clôturer une parcelle.  
Installer une haie vive



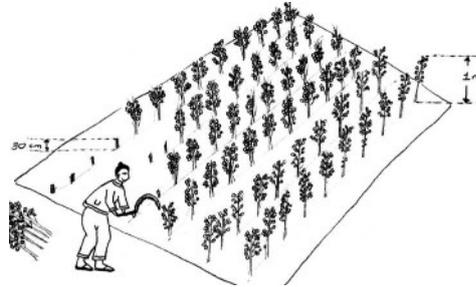
Creuser 30 cm et mettre du  
fumier



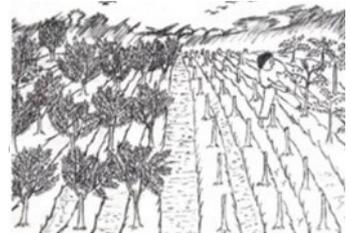
Planter tous les 15-20 cm en quinconce entre lignes  
et entre plantes



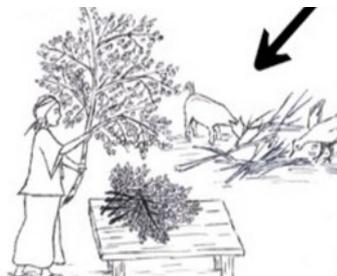
Plantations échelonnées



Récolte à 30 cm une fois arrivées à 1 m de hauteur (tous les 2 mois).



Séparer les folioles et les laver. Donner les nervures au bétail



Claies sous bâche : four solaire



Broyage des folioles sèches



Poudre de Moringa



Pulvérisation de poudre et de l'eau.  
Fortifiant des plantes du jardin

Comme *M. oleifera*, d'autres arbustes ou arbres peuvent être cultivés en jardin pour leurs feuilles : *Vernonia amygdalina*, et *Vitex doniana*. Au Sud de Madagascar, il y a une autre espèce de Moringa comestible : *M. madagascarensis*.

### Référence et lien

FORMAD ENVIRONNEMENT. 2015. La ferme pédagogique de Mangily. [www.youtube.com/watch?v=E2jdY5Wl8eA](http://www.youtube.com/watch?v=E2jdY5Wl8eA)

## II. 9 – Les légumes feuilles (brèdes)

### Principe

Outre les feuilles du Moringa, les feuilles d'environ 70 espèces de différentes familles, cultivées ou spontanées, annuelle ou pérennes sont utilisées en Afrique comme légumes dans des plats en sauce ou sous forme d'épinards (légumes feuilles ou brèdes à Madagascar).

Étymologiquement, le maraîchage est la culture de légumes effectuées dans les marais. La partie comestible des légumes sont soit une racine, un tubercule, un bulbe, une jeune pousse, une pseudo-tige, un pétiole, une fleur, un fruit, une graine ou un ensemble de feuilles. Les nutritionnistes conseillent la consommation de 50 à 100 gr minimum de feuilles par jour. Produits en quantité et d'une valeur nutritive essentielle, les légumes feuilles locales ont encore peu de valeur d'échange par rapport aux espèces étrangères (**choux, salades**).

### Méthode

Les principaux légumes feuilles d'espèces pérennes ou annuelles cultivées dans les jardins potagers africains sont les suivants :

Espèces	Famille	Cycle	Nom français	Nom en Fon (Bénin)	Multiplication
<i>Vernonia amygdalina</i>	Composée	Pérenne	Vernonie	<i>Alomagbo</i> , sauce <i>Amanvivé</i>	Graine
<i>Celosia argentea var argentea</i>	Amaranthacée	Pérenne	Célosie ou amarante plumeuse	<i>Avounvo</i> , sauce <i>Soman</i>	Graine
<i>Vitex doniana</i>	Verbénacée	Pérenne	Prune noire	<i>Fonman</i>	Graine
<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiacée	Pérenne	Manioc*	<i>Fingninman</i>	Bouture
<i>Moringa oleifera</i>	Moringacée	Pérenne	Moringa		Graine, bouture
<i>Adansonia digitata</i>	Bombacacée	Pérenne	Baobab		Graine
<i>Solanum macrocarpon</i>	Solanacée	Annuelle	Grande morelle	<i>Gboma</i>	Graine
<i>Solanum aethiopicum-</i>	Solanacée	Annuelle	Aubergine africaine		
<i>Corchorus olitorius_</i>	Tiliacée	Annuelle	Corette	<i>Crincrin Nehoun</i>	Graine
<i>Basella alba</i>	Basellacée	Annuelle	Baselle africaine	<i>Djomaka, Tchayo</i>	Graine
<i>Amaranthus cruentus</i>	Amaranthacée	Annuelle	Amarante rouge ou verte	<i>Fotété</i>	Graine
<i>Ipomoea batatas</i>	Convolvulacées	Annuelle	Patate douce**	-	Bouture de tubercule ou de tige

\* : À Madagascar, le plat national, [ravitoto](#), est fait de feuilles de manioc doux hachées, cuites avec de l'ail et de la viande de porc.

\*\* : au Bénin, certains croient à tort que la plante est à l'origine de stérilités masculines.

### Références et liens

VIDÉOS D'ACCESS AGRICULTURE. [www.accessagriculture.org/fr/category/71/legume-feuille](http://www.accessagriculture.org/fr/category/71/legume-feuille)

COLIN J.E, HEYD J.C. 1991. La situation des légumes-feuilles dans la production maraîchère au Sud-Bénin. *Tropicultura* 9 : 129-133.

## II. 10 – Les silos à grains

### Principe

Les pertes post-récoltes sont importantes (50 % en 6 mois pour le maïs). L'objectif est d'asphyxier les insectes après séchage des grains (10-12 % d'humidité).

### Technique

1. - Vérification du séchage des graines : remplir à moitié un pot de confiture en verre (350 -500 gr) de graines, fermer le couvercle (métallique étanche) et retourner le pot en plein soleil. Si au bout de quelques heures il n'y a pas de condensation c'est que le grain a une teneur en humidité correcte. On peut aussi le vérifier avec du sel.
2. - Des récipient en fer galvanisé étanche sont utilisés.
3. - Éliminer l'oxygène avec une bougie.



Silo en tôle galvanisée de 100 x 200 cm et 0,5 mm d'épaisseur

Test du taux d'humidité : mettre des grains dans une bouteille avec du sel



Bougie pour brûler l'oxygène dans le silo

Récupération des graines

Vérifier l'étanchéité après chaque ouverture

### Références et liens

CIMMYT. 2011. Benefiting farmers: Metal Silos. [www.youtube.com/watch?v=B1W5wd50ozY](http://www.youtube.com/watch?v=B1W5wd50ozY)

HELVETAS BENIN. 2017. N°3. Bien stocker et conserver le maïs grain-Projet Post Récolte. [www.youtube.com/watch?v=P73iVO-A9Xs](http://www.youtube.com/watch?v=P73iVO-A9Xs)

IMAGEWORKSAFRICA. 2010. Storing Grain part 1. [www.youtube.com/watch?v=8UIDQK5uw7g/](http://www.youtube.com/watch?v=8UIDQK5uw7g/)

IMAGEWORKSAFRICA. 2010. Storing Grain 2. [www.youtube.com/watch?v=fXVSUrYjY48](http://www.youtube.com/watch?v=fXVSUrYjY48)

## II. 11 Le biochar et le charbon de paille

### Principe

Le biochar est un charbon produit de manière artisanale ou industrielle par pyrolyse de biomasse des matières organiques d'origine diverse (résidus agricoles, fumier, résidus d'exploitation forestière, etc.). Dans le sol, il est appelé *Terra preta* ou terre noire au Brésil. Il fixe du carbone, augmente le pH, la capacité de rétention des éléments minéraux et la disponibilité du phosphore du sol, protège les plantes de la toxicité due à l'aluminium, stimule la vie microbienne du sol, améliore la porosité et l'aération du sol. Certains biochars absorbent les polluants organiques et les métaux lourds participant à l'épuration du sol et de l'eau. Il peut être aussi utilisé comme combustible. Mélangé à un liant (par exemple une bouillie de farine de manioc cuite) et séché au soleil puis façonné en briquettes à l'aide d'un moule, on l'utilise comme combustible (charbon de paille).

### Méthode

C'est par la combustion lente de tiges de riz ou d'autres céréales dans un tonneau percé. Les étapes sont les suivantes. avec de grandes herbes ou des tiges de sorghos, mil ou maïs :



Tas de paille



À la base, il y a trous pour mettre le feu



Remplissage par le haut



Laisser fumer



Laisser flamber  
quelque secondes



Fermer le haut et enlever les 3 pierres.  
Étanchéifier avec du sable



Pressage avec différents systèmes



### VII. 6. 2 Autre exemple avec de la paille de riz (Encodev à Doba, Tchad) :



Paille d'amorçage en  
bas du tonneau



Remplissage en laissant  
une cheminée



Après qq mn de fumée  
encore 1 mn de flammes



laisser Fermer les trous et mettre du  
sable ou de la terre mouillée



25 h après, enlever le sable et ajouter la bouillie de farine de manioc ou de l'argile et de l'eau. 1 tonneau donne 20-22 briquettes séchées au soleil (2-3 jours de cuisine pour 1 foyer)

### Références et liens

AKVOFOUNDATION. 2009. How to make charcoal briquettes from agricultural waste

[www.youtube.com/watch?v=LqI63IEg3MM](http://www.youtube.com/watch?v=LqI63IEg3MM) (en anglais)

LHV TV. 2022. Du charbon écologique pour sauver les arbres (Bénin). <https://www.youtube.com/watch?v=66qXPXZeJJo>

NÉBÉDAY SALOUM. 2020. Charbon de paille (Sénégal). [https://www.youtube.com/watch?v=TBcIE\\_8G5FE](https://www.youtube.com/watch?v=TBcIE_8G5FE)

# Les plantes qui nous aident

III. 1 - L'agroforesterie

III. 2 - Les trognes ou arbres têtards

III. 3 - Les arbustes utiles (brise-vent, mellifère)

III. 4 - Les bambous

III. 5 - Les cactus

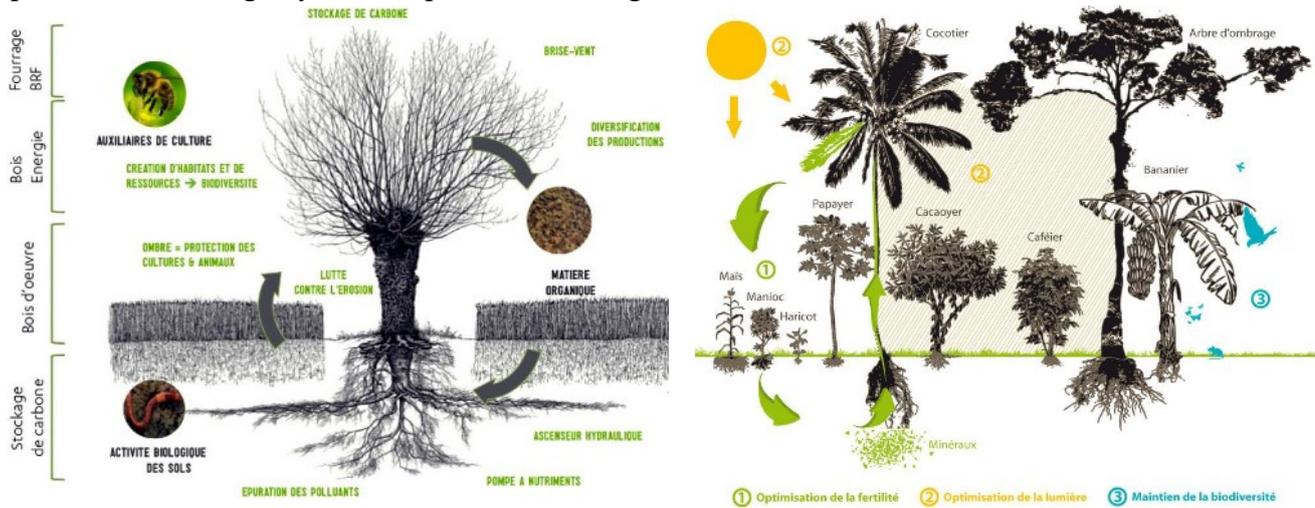
III. 6 - Le vétiver

III. 7 - Autres espèces : pois d'Angole, courge..

III. 8 - La myciculture (culture de champignons)

### III. 1 – L'agroforesterie

L'agroforesterie consiste à associer les arbres ou les haies aux productions agricoles (cultures, prairies) pour obtenir des agrosystèmes optimisant l'énergie solaire et résilients.



#### III. 1.1- Agroforesterie en zone d'élevage

Comme démarche préalable sur l'utilité des arbres, arbustes et lianes, analyser si possible :

- la valeur fourragère (alimentaire, énergie et azote) des feuilles d'arbres, arbustes et lianes locaux et régionaux sur plusieurs saisons (saisons sèches et saison des pluies), sur divers milieux pédoclimatiques, suivant différents modes d'exploitation : Teneurs en fibres (NDF, ADF, ADL), teneurs en matières azotées totales (MAT), teneurs en minéraux (Ca, Mg, P, K, Na + Cu, Fe, Mn Zn), digestibilité enzymatique ;
- l'appétibilité, l'accessibilité des feuilles;
- la croissance et la régénération des arbres et des arbustes

Comment disposer de ces ressources ?

- Quelle implantation : arbres ou haies intra parcellaires , haies bocagères, bois, parcours ?
- Quelle protection contre les troupeaux et la faune sauvage ?
- Quelle conduite de l'arbre et quel mode d'exploitation par les animaux ?



#### Référence et lien

ASSOCIATION FRANÇAISE D'AGROFORESTERIE (AFAF). 2014 L'agroforesterie en 10 questions. [www.agroforesterie.fr/documents/AFAF-agroforesterie-en-10-questions.pdf](http://www.agroforesterie.fr/documents/AFAF-agroforesterie-en-10-questions.pdf)

### III. 1.2 - Agroforesterie en jardins maraîchers

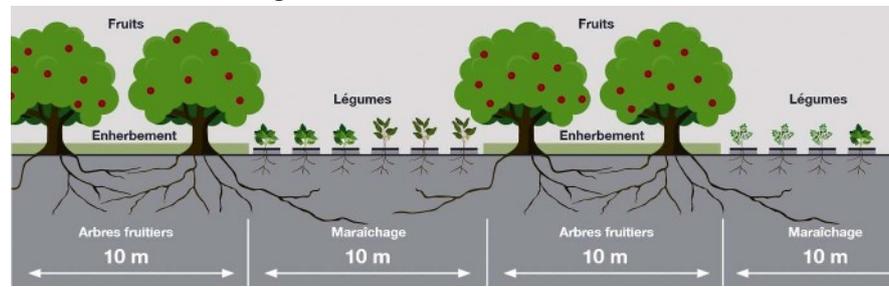
Les arbres améliorent les conditions micro-climatiques, l'infiltration de l'eau contre l'érosion du sol, limitent les stress (brise-vent, ombrage, taux d'humidité de l'air) et minimisent l'irrigation. Grâce à un réseau racinaire important, ils agissent comme une pompe à nutriments et favorisent la mycorhization. L'association d'arbres, arbustes et cultures maraîchères vise à l'optimisation de l'énergie solaire grâce à une photosynthèse maximisée à l'image des écosystèmes naturels diversifiés (systèmes maraîchers – agroforestiers).



Pour optimiser la gestion quotidienne, la ligne ou la planche (plutôt qu'à la plante) sont privilégiées et les arbres alignés (en général Nord-Sud) à la place d'une planche. L'arbre fruitier se cultive et s'entretient, surtout les 1ères années, au même titre que les cultures légumières après identification des espèces fruitières, surtout les porte-greffes, les mieux adaptées au contexte pédo-climatique de la parcelle, au système de production, des légumes choisis et de la région.



Crédit photo : AFAF



Il est possible de semer ses fruitiers plutôt que les planter (récupérer des pépins ou noyaux, les scarifier et lever leur dormance, puis les semer (directement ou en mottes) aux endroits souhaités en matérialisant les endroits. Les arbres qui germeront pourront plus tard être greffés pour avoir des variétés bien identifiées, dans le cas de variétés autofertiles notamment (le semis d'un arbre permet de développer un pivot puissant, adapté au terrain et plus robuste).

#### Espèces fruitières en zone soudano-sahélienne et caractéristiques

- Papayer ( <i>Carica papaya</i> )	- Vigueur
- Manguiers greffés ( <i>Mangifera indica</i> )	- Distance minimum sur la ligne
- Citronnier ( <i>Citrus</i> sp.)	- Hauteur de l'arbre adulte
- Goyavier ( <i>Psidium guajava</i> )	- Délai avant la mise à fruits
- Prunier mombin ( <i>Spondias mombin</i> )	- Production approximative en kg/arbre
- Bananier plantain, doux ( <i>Musa</i> sp.)	- Longévité de l'arbre
	- Tuteurage (variable selon les variétés et le sol)
	- Sensibilité

#### Références et liens vidéos

ASSOCIATION FRANÇAISE D'AGROFORESTERIE. [www.agroforesterie.fr/](http://www.agroforesterie.fr/)

<https://www.agroforesterie.fr/verger-maraicher/>

2019. Le projet Mycoagra a pour objectif de promouvoir l'intérêt des symbioses mycorhiziennes dans les pratiques agricoles. <https://mycoagra.com/mycoagra/fiches-techniques/>

2022. L'agro-écologie au cœur des territoires. Le programme Agr'eau est inclusif, construit par et pour les agriculteurs. Agr'eau est un réseau d'agriculteurs et d'animateurs techniques qui travaillent chaque jour pour inventer et développer ensemble l'agro-écologie. [agreau.fr/videos/](http://agreau.fr/videos/) et [agreau.fr/documents-techniques/](http://agreau.fr/documents-techniques/)

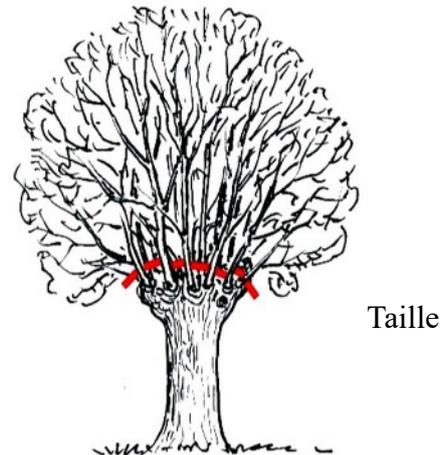
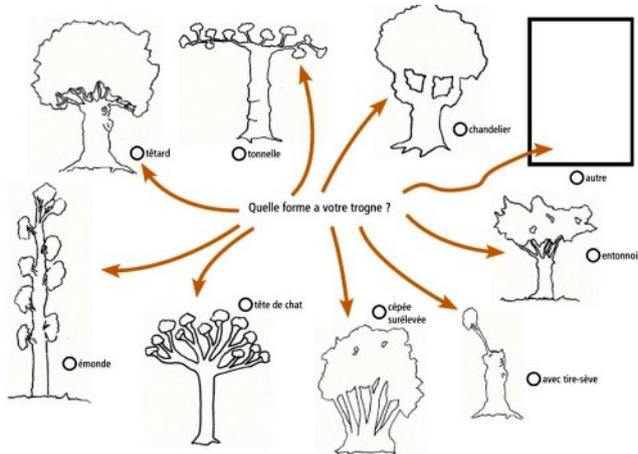
### III. 2 – Les trognes ou arbres têtards

#### Principe

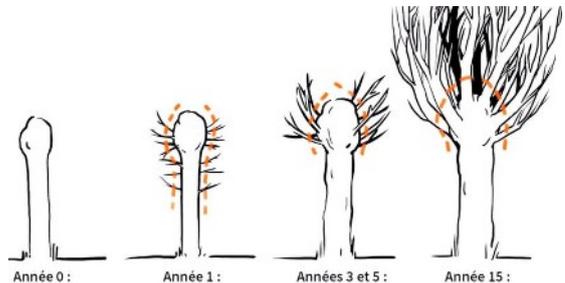
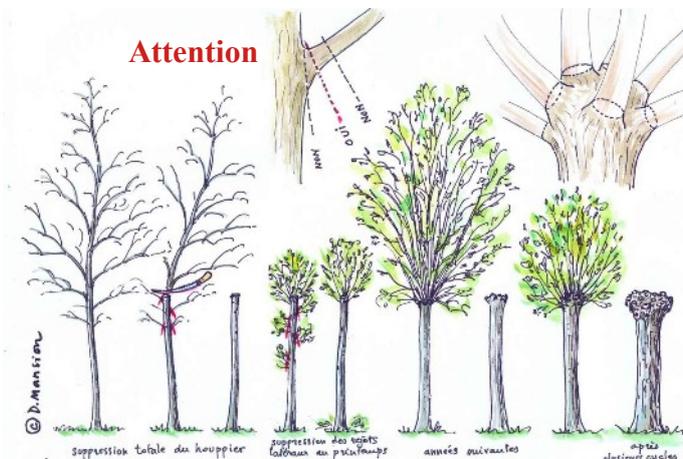
Les trognes sont utiles pour avoir du bois de chauffe, du fourrage et des piquets droits. La taille du houppier permet d'obtenir de nombreux bourgeons puis des tiges pendant la saison des pluies. Les trognes sont un taillis porté par un tronc.

#### Méthode

Pendant la saison sèche, les branches sont coupées à environ 2-3 m. Les rejets sont coupés régulièrement les années suivantes.



La taille est importante. Le recépage ne doit pas être trop près du tronc car il éliminerait les bourgeons axillaires de tiges.



Des espèces tropicales peuvent être taillées en arbre têtards :

*Azadirachta indica* (neem), *Combretum microcathum* (kinkiliba), *Faidherbia albida*, *Gliricidia sepium*, *Gmelina arborea*, *Jatropha curcas*, *Jatropha gossypifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Moringa oleifera*, *Prosopis juliflora* (?), *Prosopis africana* (?).

#### Références et liens

MANSION D., DUMONT É., LIZET B., JACQUIN F.-X. 2007. Les trognes en Europe - Rencontres autour des arbres têtards et des arbres d'émonde. Maison botanique de Boursay. Centre européen des trognes. 173 p.

MANSION D.. 2015. Les trognes : l'arbre paysan aux mille usages. Éditions Ouest-France. 140 p.

ARTE. 2019. Trognes Les arbres aux mille visages. [www.youtube.com/watch?v=kD6K6LwQCbw](http://www.youtube.com/watch?v=kD6K6LwQCbw)

MANSION D. 2013. Les trognes dans l'agroforesterie: [www.youtube.com/watch?v=lzQNWIKV6T4](http://www.youtube.com/watch?v=lzQNWIKV6T4)

MANSION D. 2016. Les trognes, arbres paysans: [www.youtube.com/watch?v=i1nw8DB2anE](http://www.youtube.com/watch?v=i1nw8DB2anE)

### III. 3. – Les arbres utiles (haies vives, brise-vent, mellifères)

La haie vive est une clôture vivante d'arbustes plurispécifiques (3 par m) alignés et de largeur limitée. À Madagascar, il y a des haies-vives dans plusieurs régions (souvent de cactus et sisal) contrairement au Bénin. La haie vive n'est pas seulement une barrière mécanique qui gêne les intrus (hommes et bêtes) et dont on est à l'abri; elle exerce une protection magique diversifiée (Portères, 1965).



Bocage (France)



Clôtures de bord de piste ou entre propriétés de *Gmelina*



Entre parcelles de *Cajanus cajan* (pois d'Angole) au Bénin

**Arbres de haies vives** : espèces Ouest africaines avec les noms vernaculaires au Bénin (langues Fon, Nago ou Bariba). \* : Usage médicinal

<i>Erythrina senegalensis</i> * Kpaklesi, Ologunshéshé	<i>Dichrostachys cinerea</i> Badawen, kara, saka ikoke	<i>Carissa edulis</i> Avia aviavé, Oshun	<i>Commiphora-africana</i> Liji, Oriji
<i>Mimosa pigra</i> Enwa agogo	<i>Moringa oleifera</i> * Yovotin, Ydagba	<i>Ricinus communis</i> Fefe, Lara, Monmusu	<i>Bauhinia purpurea</i> ? Klo, Klogbo
<i>Boswellia papyrifera</i>	<i>Boswellia dalzielii</i>	<i>Ziziphus spina-christi</i>	<i>Bauhinia rufescens</i>
<i>Gmelina arborea</i> Fofitin	<i>Erythrina sigmoidea</i> ?	<i>Gliricidia sepium</i> ?	<i>Spondias monbin</i> * Aklkontin, Igi Iyeye
<i>Newbouldia laevis</i> * Deslegetin, Igi Akoko	<i>Euphorbia balsamifera</i> Bele	<i>Euphorbia Kamerunica</i> Solo, Oro alagogo, Sèsè kabu	<i>Flueggea virosa</i> Cakè, Iranje, Gaaga
<i>Parkinsonia aculeata</i> Genêt épineux (Mexique)	<i>Lawsonia inermis</i> Henné, Lalitin, Iali, Bade	<i>Ximenia americana</i> Klivovwe, igo, goroku	<i>Steganotaenia araliacea</i> Kokeja tulungu

Plus *Sclerocarya birrea* et *Pilostigma reticulata*\*, *P. thonningii*\*

**Arbres de haies vives et mellifères** : espèces Ouest africaines avec les noms vernaculaires au Bénin (langues Fon, Nago ou Bariba). \* Usage médicinal

<i>Jatropha curcas</i> * Nikepotin wewe, Botiye funfun, Akporo, Bukatu	<i>Jatropha gossypifolia</i> Nyikpotin vovo, Botuje pupa, Bukatu duabinu	<i>Vernonia amygdalina</i> * Agbolo, Amavivè, Ehouro	<i>Ziziphus mucronata</i> Enkanase adié, Saki sakine
<i>Acacia macrostachya</i>	<i>Guiera senegalensis</i>	<i>Pithecellobium dulce</i>	<i>Prosopis juliflora</i>
<i>Ziziphus mauritiana</i> Darèy	<i>Acacia mellifera</i> absent flore Bénin	<i>Acacia polyacantha</i> absent flore Bénin	<i>Azadirachta indica</i> Neem, Kininutin, Dogon

**Arbres mellifères** : *Acacia sieberiana* (konkon, sihe, kukumbu), (*Citrus*), *Diospyros mespiliformis* (*Gubaga*, *Kanran*, *Wonyibu*, grand arbre), *Acacia ataxacantha* (*Vè Wunkan*, *èwun*, *Gairi*, lianescent).

**P.S. : la haie vive est plus qu'un obstacle matériel : elle a une puissance magique de protection, compagne apaisante avec lequel ont conversé des générations d'hommes (Portères, 1965).**

**Arbres fertilitaires** : *Leucaena leucocephala*, *Sesbania sesban*, *Acacia polyacantha* sp *campylacantha*.

#### Références et liens

ARBONNIER M. 2019. Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD-MNHN. (description de 360 espèces ligneuses). 576 p.

GNAHOA G.M., LOUPPE D. 2003. Créer une haie vive. Fiche technique. CIRAD-Forêt Montpellier. 4 p. <http://hal.cirad.fr/cirad-00429254/fr/>

PORTÈRES R. 1965. Le Caractère magique originel des haies vives et de leurs constituants (Europe et Afrique occidentale). Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée 12 (6-8) : 253-291.

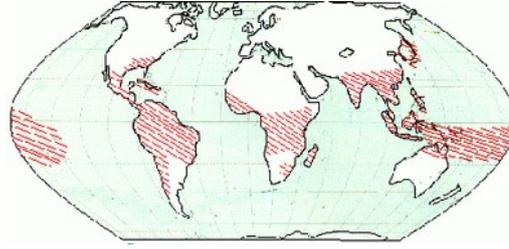
### III. 4 - Le bambou

#### Principe

Utiliser les qualités des grands bambous (*Phyllostachys bambusoides*, *Phyllostachys edulis*) dans la construction : grande solidité en raison de la structure des tiges.



Pousses (turions) de



Répartition des bambous dans le monde



Clôtures



Nattes



Poulailler



Porte



Toit



Lits



Banquette



support liane



Abri

#### Méthode

##### 1. Planter des boutures



Boutures de tronc avec 1 nœud



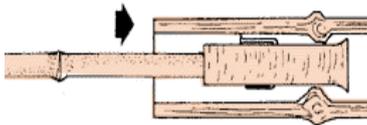
Enracinement sur 1 nœud



Démarrage

##### 2. Fragmentation

Enfoncez la mèche à travers les cloisons internes



Perçage des parois internes



Fabrication de lamelles pour le tressage de cloisons, de barrières, etc.

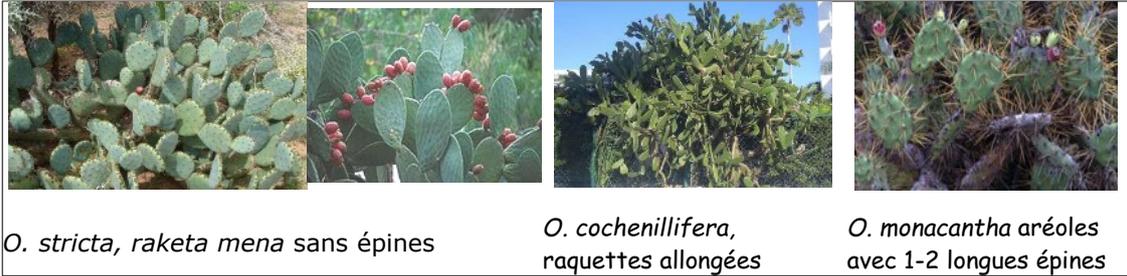


#### Références et liens

- La bamboueraie : [www.labamboueraie.com/html/classif.htm](http://www.labamboueraie.com/html/classif.htm)
- International network for bamboo and rattan : [www.inbar.int/#1](http://www.inbar.int/#1)
- <https://www.youtube.com/watch?v=Vip1mnC3Nn8>

### III. 5 - Les cactus

**Principe :** Les cactus sont des plantes grasses ou succulente, xérophytes adaptées à la sécheresse d'Amérique. *Opuntia* sp. ou figuiers de Barbarie est une plante à tiges épaissies, charnues à articles aplatis en forme de raquettes (cladodes). Ils sont multifonctions : fourrage, fruit, graine oléagineuse.



*O. stricta, raketa mena* sans épines

*O. cochenillifera,*  
raquettes allongées

*O. monacantha* aréoles  
avec 1-2 longues épines

Le genre *Opuntia* sp. a 180 espèces (cactus raquettes) mais la classification est incertaine (taille des cladodes et des aréoles, épines, couleur des fleurs, couleur des fruits, etc.).



*O. ficus-indica,* aréoles  
petites (5 mm)



*O. monacantha,*  
cladodes allongées



*O. ficus-indica* invasif.  
Fleurs jaunes-orangées



*O. ficus-indica* + cochenilles  
*Dactylopius opuntiae*

#### Clôtures, haies vives

Avec les agaves, les cactus sont utilisés comme clôtures dissuasives et brise-vent dans le Sud de Madagascar. Plus rarement au Bénin à cause de la dangerosité des épines pour les enfants.



Haies vives composées de cactus, agaves et *Jatropha mahafalensis* au sud de Toliara

#### Fourrage

La plupart des espèces d'*Opuntia* ont dans leurs raquettes 80 à 90 % d'eau. La matière sèche contient 6 à 8 % de protéines, 10 à 13 % de fibre digestive, 10 à 15 % de sels solubles parmi lesquels du calcium en abondance, de petites quantités de potassium et de phosphore. Les raquettes débarrassées des épines par le feu alimentent et abreuvant le bétail.

#### Fruits comestibles

Les fruits frais, riche en vitamine C, constituent aussi un aliment précieux pour l'homme. Les figues de barbarie contiennent : 21,60 % de matière sèche, 3,70 % de substance cellulosique digestible, 0,50 % de protéines, 1,80 % de matières grasses, 14 % de sucre. L'huile extraite des pépins contient du delta 7 stigmastérols qui a des propriétés revitalisantes et régénératrices de la peau.

#### La purification de l'eau

Les Mexicains utilisent la gomme depuis le XIXe siècle pour purifier l'eau. Le mucilage floccule les sédiments et les bactéries d'une eau contaminée.

#### Références et liens

**Réseau mondial** (sans Madagascar ni le Bénin) : [www.cactusnetwork.org/](http://www.cactusnetwork.org/)

AYMONIN G. 1983: Famille 145 - Cactées. – Pp. 109-121 In: Humbert J.-H. (ed.), Flore de Madagascar et des Comores. Paris: Muséum National d'histoire naturelle. [online at BHL](#)

### III. 6 - Le vétiver

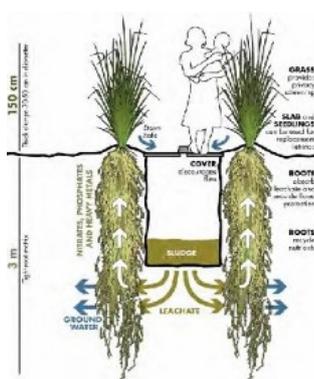
#### Principe

Le vétiver, *Chrysopogon zizanioides* (sous-continent indien), *Chrysopogon nemoralis* (Asie du Sud-Est) ou *Chrysopogon nigritanus* (ou *Vetiveria nigritana* Afrique occidentale et australe) est une graminée multi-usages : chaume, paille, aliment pour les bestiaux, racines médicinales, huile essentielle et parfums (racines), contre l'érosion, haies brise-vents, épuration des eaux usées, etc. C'est une plante vivace non invasive (pas de graines ni de rhizome), xérophYTE mais qui résiste à l'inondation, sans entretien. Elle ralentit le ruissellement, améliore l'infiltration et ne concurrence pas les cultures. Elle protège contre les feux (pare feu vert). Résiste aux termites.

Des vétivers plantés autour de latrines ou d'anciennes fosses sont utiles pour la sanitation.



Système racinaire jusqu'à 3 m



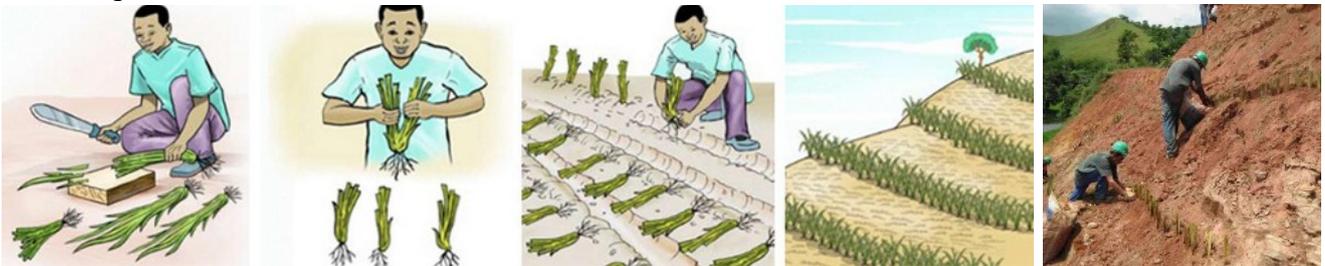
La sanitation de latrines



L'assainissement à Madagascar

#### Méthode

Une souche peut contenir 40 - 50 tiges. La meilleure espèce est *Chrysopogon zizanioides*. la distance entre les plants doit être de 10 cm environ.



Méthode de multiplication et de plantation



Multiplication en pépinière (1 tige par pot)



Artisanat à Madagascar



Fourrage planté en intercalaire



Fixation des berges d'un bassin piscicole

#### Références et liens vidéos

Vetiver Network International (TVNI) : [www.vetiver.org/](http://www.vetiver.org/) [www.vetivernetinternational.blogspot.com/](http://www.vetivernetinternational.blogspot.com/)

### III. 7 Autres espèces

#### III. 7. 1 *Cajanus cajan*, pois d'Angole

##### Principe

Le pois cajan (Pois d'Angole, *Pigeon pea*) est une légumineuse tropicale et subtropicale (entre 600 et 1 000 mm/an) originaire de l'Inde (*Cajanus cajan* famille Fabaceae). L'arbuste vivace (3 et 5 ans en culture), fourrager (3 à 8 t matière sèche/ha coupé tous les 2-3 mois), est cultivé dans les régions semi-arides (tolère 5 mois de sécheresse) comme en Inde (77 % de la production mondiale de 5 millions de t) pour nourrir le bétail et la volaille. Son port érigé jusqu'à 4 m avec des racines de 2 m de profondeur (fixent 235 kg/ha d'azote) a des feuilles trifoliées riches en protéines. Les inflorescences, racèmes de 4 à 12 cm de long de 6 à 12 fleurs mellifères avec des pétales jaune à rouge.

*Cajanus* a plusieurs avantages : pérennité, système racinaire profond et graines comestibles.



##### Méthode

La gousse de 4-10 cm comestibles a 2-8 graines rondes (maturité de 95 à 260 jours, 600-5 000 kg/ha avec 21,7 % de protéines). est semé en poquet (2,5 à 5 cm de profondeur), la croissance initiale est lente (cycle de 120-200 jours). Utilisé comme clôture brise-vent, plante de couverture, il améliore la fertilité et évite l'érosion des sols. Il est consommé en vert (goût de petit pois) ou sec (trempage des graines pendant 17 h, farine pour enfants).

#### III. 7. 2 *Citrullus colocynthis* (courges)

##### Principe

Les courges sont des noms génériques des espèces de Cucurbitaceae sous famille Cucurbitoidées dont les graines sont consommées et constituent une source de protéines, de matières grasses et d'énergie.

Au Bénin, 3 espèces sont cultivées : *Citrullus colocynthis* (syn. *C. lanatus* subsp. *Mucosospermus* ou *C. vulgaris* ou *Coloquinte officinale*), *Lagenaria siceraria* (calebasse), plus rarement *Cucumeropsis mannii* à cycle long (syn. *C. edulis*) et *Citrullus lanatus* (pastèque) cultivée pour ses gros fruits lisses, à chair rouge et à graines noires. *Goussi* en Fon, *Egusi* au Nigeria,

*C. colocynthis*, est cultivée dans le bassin méditerranéen et en Afrique de l'Ouest comme plante médicinale (pulpe des fruits amère de colocynthine+colocynthétine) et pour ses graines huileuses comestibles (melon d'eau, melon à pistache, concombre amer, pastèque à cuire, sésame, *Egusi watermelon*, *West african watermelon*). C'est une herbacée rampante, à tiges anguleuses et rudes à cycles rapides de 3 et 4 mois environ. Les feuilles, alternes, longues de 5 à 10 cm, avec un limbe découpé en 5 à 7 lobes. Les fleurs jaunes monoïques, solitaires à l'aisselle des feuilles soit mâles, soit femelles, apparaissent l'été (les mâles en 1er). Le fruit (4-5/plante) de 5 à 15 cm de diamètre de couleur verte panaché de jaune, jaune à maturité (4 à 5 mois après semis) pèse 0.8 à 1 kg. La chair légère, spongieuse. Les nombreuses graines ovoïdes et aplaties sont comestibles. Les graines du **melon** (*Cucumis melo*), originaire d'Afrique intertropicale, sont utilisées en Côte d'Ivoire pour faire la sauce « pistache ».



##### Méthode

La coloquinte supporte la sécheresse des zones sablonneuses. Elle aide à protéger le sol et empêche la propagation des mauvaises herbes, après seulement un mois. Les fruits arrivent à maturité lorsqu'ils

arrêtent de grossir . La récolte peut être étalée et les fruits récoltés peuvent être stockés pendant plusieurs mois sans pourrir. Les amandes extraites des graines décortiquées sont réduites en pâte pour épaissir la sauce ou pour faire des boulettes dans la sauce. Les teneurs en protéines et en lipides varient mais sont comparables à celles de l'arachide (40 à 46 % de matières grasses).

### Références

**SALIFOU A., ALIDOU C., TCHOBO F.P., SOUMANOU M.M.** 2015. Connaissances endogènes et importance des courges (Cucurbitacées) pour les populations autochtones productrices des graines au Bénin. *Journal of Applied Biosciences* 92: 8639–8650.

**ENOCH A.D.G., FANOU N., KOUKE A., AVOHOU H., VODOUHE R.S., AHANCHEDE A.** 2006. Évaluation agronomique de trois espèces de Egusi (Cucurbitaceae) utilisées dans l'alimentation au Bénin et élaboration d'un modèle de prédiction du rendement. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 10 : 121–129.

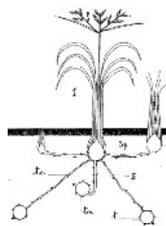
### III. 7. 3 *Cyperus esculentus* (souchet comestible)

#### Principe

Le souchet comestible, *chufi*, *tiger nut* (*Cyperus esculentus* L. 1753), souchet tubéreux, souchet sucré, noix tigrée ou amande de terre est une Cyperaceae herbacée de type C4 rhizomateuses annuelles à feuilles minces allongées (3 à 10 mm de large) dures et fibreuses formant une touffe, à tige dressée à **section triangulaire** de 25 à 90 cm de haut (ressemble à l'adventice *Dactylis glomerata*).

L'espèce pousse sur des sols acides (pH 5.0 – 7.5) mais est sensible à la salinité. La floraison se produit quand la photopériode est de 12 à 14 h / jour (jours longs). Toutes les plantes ne fleurissent pas (3 à 60 %), L'inflorescence est une ombelle composée ou simple. Les fleurs pollinisées par le vent nécessitent une pollinisation croisée car auto-incompatible (jusqu'à 2 500 graines par plante).

Il y a 2 types de rhizomes : 1 stolon souterrain à croissance oblique profonde et un autre à croissance horizontale superficielle qui donnent un axe végétatif court porteur de feuilles chlorophylliennes. L'espèce est vivace car les stolons souterrains (0 à 15 cm de profondeur) ont leur méristème apical qui se différencie en tubercule avec épaississement de plusieurs entre-nœuds (surtout au niveau du collet). Les tubercules sont petits de 0,3 à 1,9 cm globuleux ovoïdes écailléux jaunâtre (forme et taille d'une noisette). Ils contiennent environ 50 % de glucides (saccharose et amidon), 20-36 % de lipides (18 % d'acides gras saturés, palmitique et stéarique et 82 % d'insaturés, acide oléique et linoléic) et 6 à 7 % de protéines. *C. rotundus* (souchet violet) est proche de *C. esculentus* (épillets violets, tubercules multiples à goût amer).



Tubercules

Germination

Plante

Champ de souchet

#### Méthode

100 à 140 kg de tubercules -semences/ha. Semis sur sol sableux. Au Niger, les feuilles sont brûlées. Multiplication par tubercules : plantées en avril-mai sur des billons espacés de 60 cm dans des poquets espacés de 15 à 20 cm. Les tubercules se développent après 6-8 semaines en juillet-août. Arrivent à maturité autour de 90-110 jours. La récolte se fait en novembre-décembre par soulèvement jusqu'à 60 cm et tamisage pour enlever le sable. La production moyenne est entre 10 et 19 t/ha. Les tubercules sont lavés et séchés pendant 3 mois avant transformation. Le jus de tubercule à goût de noisette et sans gluten a des vertus digestives et reconstituantes adapté aux diabétiques. Il peut remplacer le lait de vache.

#### Références

**ADJAHOSSOU VN, GBEMAVO DSJC, ABIDJA S, Laly J, GBAGUIDI AA, ANAGONOU AD.** 2021. Folk classification and traditional uses of *Cyperus esculentus*, a neglected and underutilized species in Benin. *Biodiversitas* 22: 2972-2979.

**BORI H, KARIM TDA, MAIRO MD, ADAM A.** 2018. La culture de souchet (*Cyperus esculentus*) au Niger: Origine, atouts et contraintes. *J. Anim. Plant Sci.* 37 : 5997-6007.

**DODET M.** 2006. Diversité génétique et phénologie de *Cyperus esculentus* L. (Cyperaceae) pour une gestion intégrée de l'espèce dans les cultures de haute lande. *Écologie, Environnement.* Université de Bourgogne. 225 p.

**LOROUGNON G.** 1969. Étude morphologique et biologique de 2 variétés de *Cyperus esculentus* L. (Cyperacées). *Cah. ORSTOM, sér. Biol., n° 10.* 29 p.

### III. 8 - La myciculture (la culture de champignon comestible)

#### Principe

La myciculture ou fongiculture peut être installée hors-sol dans une atmosphère contrôlée. Les spores sont collectées à partir des champignons matures ou achetées auprès des laboratoires pour former un mycélium sur un substrat stérilisé peu cher, résidus de culture (rafle de maïs, paille) ou copeaux de bois enrichis en azote assimilable. Le pleurote est le champignon le plus adapté aux pays tropicaux.

#### Méthode

Le mycélium est cultivé dans un bâtiment sombre, frais, stérilisé et fermé (champignonnière). Les 4 paramètres de la culture sont : la température, l'humidité, la lumière et le Co<sub>2</sub>. Le substrat est pasteurisé dans de l'eau à 70°C. Refroidi, du calcaire est ajouté pour augmenter le pH.



**RTI OFFICIEL.** 2019. La culture du champignon, un potentiel à promouvoir en Côte d'Ivoire.

[www.youtube.com/watch?v=OfgkKTQw-KU](http://www.youtube.com/watch?v=OfgkKTQw-KU)

Les pleurotes sont cultivés au Bénin, Togo et Côte d'Ivoire parce qu'ils supportent des fortes températures. Il faut 21 jours pour produire du mycélium et ensuite 28 jours pour produire des champignons sur rafles de maïs, copeaux de bois (d'animalerie + chaux éteinte). Le pleurotes blanc (*ostréatus*) est produit en 2 fois 6 mois. Pour 10 m<sup>2</sup>, 1 000 sachets produisent en 1 mois 300 kg de pleurotes. Le prix du kg de pleurotes frais en RCI est de 2 500 Fcfa. 100 gr déshydratés = 2000 Fcfa. Après la culture, le résidu peut être donné à des poissons.



Culture de mycélium de pleurote grisâtre, rose ou jaune sur paille (Loic le jardineur)

#### Références et liens vidéos

**AGRICO TV.** 2018. Nassidatou KOSSOKO (centre Bénin champignon) se sert des rafles de maïs pour cultiver des champignons au Bénin. [www.youtube.com/watch?v=e6sJsEu4ggE](http://www.youtube.com/watch?v=e6sJsEu4ggE)

**AgriTV WEB.** 2020. Pourquoi cultiver les champignons. [www.youtube.com/watch?v=QcNpJnaO-gY](http://www.youtube.com/watch?v=QcNpJnaO-gY)

**JAD-Jeunesse Africaine et Diasporique.** 2020. Cultiver des Champignons en Afrique. [www.youtube.com/watch?v=GORqC-Iaheg](http://www.youtube.com/watch?v=GORqC-Iaheg)

**CONTACT-ENTREPRISES MARTINIQUE.** 2014. Présentation de la champignonnière de Martinique (substrat bagasse se canne à sucre. [www.youtube.com/watch?v=kw11-U61eL4](http://www.youtube.com/watch?v=kw11-U61eL4)

**CRTVWEB AU COEUR DE LA NATION.** 2021. Comment cultiver les champignons au Cameroun ? [www.youtube.com/watch?v=2pFSuM9vF0E](http://www.youtube.com/watch?v=2pFSuM9vF0E)

**LOIC LE JARDINEUR.** 2021. Cultiver des pleurotes grises sur-paille-facilement pour créer un complément de revenu (200 €/mois). [www.youtube.com/watch?v=9R0Gy4zKZVs](http://www.youtube.com/watch?v=9R0Gy4zKZVs)

**LOIC LE JARDINEUR.** 2022. Cultiver des champignons comestibles (pleurote grisâtre, rose ou jaune) : une activité passionnante. [www.youtube.com/watch?v=a0BOzJ4vt1A](http://www.youtube.com/watch?v=a0BOzJ4vt1A) et [Cultiver-les-champignons.lear](http://Cultiver-les-champignons.lear). 2022. Culture de mycélium sur graines-de-blé stérilisées solide et liquide (malt-fin) pour une production massive de pleurote. [www.youtube.com/watch?v=0fxA\\_l3nTh0](http://www.youtube.com/watch?v=0fxA_l3nTh0)

**OPTIMIZ'actions.** 2021. La CULTURE du PLEUROTE # 11 par José et Caroline près de Lodève. [www.youtube.com/watch?v=AgRFgpskUPU](http://www.youtube.com/watch?v=AgRFgpskUPU).

# Le petit élevage à la ferme

IV. 1 – Pisciculture : l'élevage de poissons-chats

IV. 2 – Aviculture : l'élevage de poules pondeuses

IV. 3 – Cuniculture : l'élevage de lapins

IV. 4 – L'élevage d'insectes

## IV. 1 – L'élevage des poissons-chats (*Clarias sp.*)

### Principe

Le poisson chat du Nil, *Clarias gariepinus* (silure africaine) est fort apprécié en Afrique car c'est un poisson omnivore qui respire à l'extérieur de l'eau. Les techniques de base pour la reproduction artificielle, l'alevinage et le grossissement par alimentation artificielle sont au point. L'équipement est à la portée de beaucoup : il permet ainsi un apport protéique non négligeable.

### Méthode

**Sélection des géniteurs et reproduction artificielle :** femelle à gros ventre mou et mâle les plus gros à gros testicules. Les femelles matures nécessitent une injection d'hormones hypophysaires pour permettre la libération d'ovules (*stripping*). L'injection en soirée permet de récupérer des femelles matures 11 h plus tard soit le lendemain matin à une t° de 25 °C. Les testicules sont broyés pour récupérer la laitance que l'on conserve à sec dans des seringues de 5 à 10 ml maintenues au froid jusqu'à la fécondation. Après avoir mélangé délicatement pendant 5 minutes ovules et sperme on rince. Le développement des embryons est très rapide puisque l'éclosion des œufs a lieu après 27 h à 25 °C.

**Nourrissage des larves :** les larves préfèrent nettement la nourriture vivante, des nauplii d'*Artemia* (400 à 500 µm) ou à défaut du zooplancton (taille ~200 µm) vivant ou congelé.

À J6 après fécondation, on transfère les larves dans un aquarium de 400 l bien oxygéné pouvant contenir 400 à 600 g de larves/bassin (t° de 24 à 28 °C).

**Sevrage :** Au J9, on commence à distribuer le 1er repas d'aliment composé sec en vue de sevrer les alevins et de les alimenter de granulés de dimension adéquate en fonction de leur croissance et donc de la taille de leur bouche. Attention au cannibalisme. De J9 - J11 jusque J16 - J17 on donne 2 rations quotidiennes (2 x 12 h) distribuées en continu. Après 50 jours, une partie des poissons (tête de lot) qui atteignent le poids moyen de 8 à 10 g sont triés et mis en grossissement.

**Grossissement :** À J24 après la fécondation, il faut procéder aux tris afin d'évacuer les plus gros alevins. Les aquariums doivent être siphonnés quotidiennement afin d'éliminer les restes d'aliment, les fèces des poissons et les individus morts. Les pompes de recyclage doivent être nettoyées tous les 1 à 2 jours.

Dès qu'ils ont 10 à 12 g, ils sont transférés dans des bassins hors-sol, BHS (1 000 à 1 200 / m³). Les rations alimentaires sont distribuées en 2 à 3 rations quotidiennes. Les poids moyens à la commercialisation varient entre 800 et 1 500 g (en 4 à 6 mois à partir de 250 g).



*Clarias gariepinus*



Sexes femelle et mâle



Hypophyse mâle



Testicules



Aquarium d'élevage



Bassins hors sol (supports en planches, bambous ou raphia)



### Références et liens vidéos

**DUCARME Ch., MICHA J.-C.** 2003. Technique de production intensive du poisson chat africain, *Clarias gariepinus*. *Tropicultura* 21 : 189-198.

**FORMAD - SERGE TOSTAIN.** 2017. Pisciculture à Parakou (Bénin) : l'écloserie de l'ONG AR2PI. [www.youtube.com/watch?v=19cEpNXEkFo&list=PL8iFULAhF8WyHwDDTwWwqPxOQfPj0\\_v--&index=4](http://www.youtube.com/watch?v=19cEpNXEkFo&list=PL8iFULAhF8WyHwDDTwWwqPxOQfPj0_v--&index=4)

**FORMAD -SERGE TOSTAIN.** 2017. La pisciculture à Parakou (Bénin). Quelques exemples. [www.youtube.com/watch?v=W3HWranRXs&list=PL8iFULAhF8WyHwDDTwWwqPxOQfPj0\\_v--&index=6](http://www.youtube.com/watch?v=W3HWranRXs&list=PL8iFULAhF8WyHwDDTwWwqPxOQfPj0_v--&index=6)

## IV. 2 – Aviculture : l'élevage de poules pondeuses

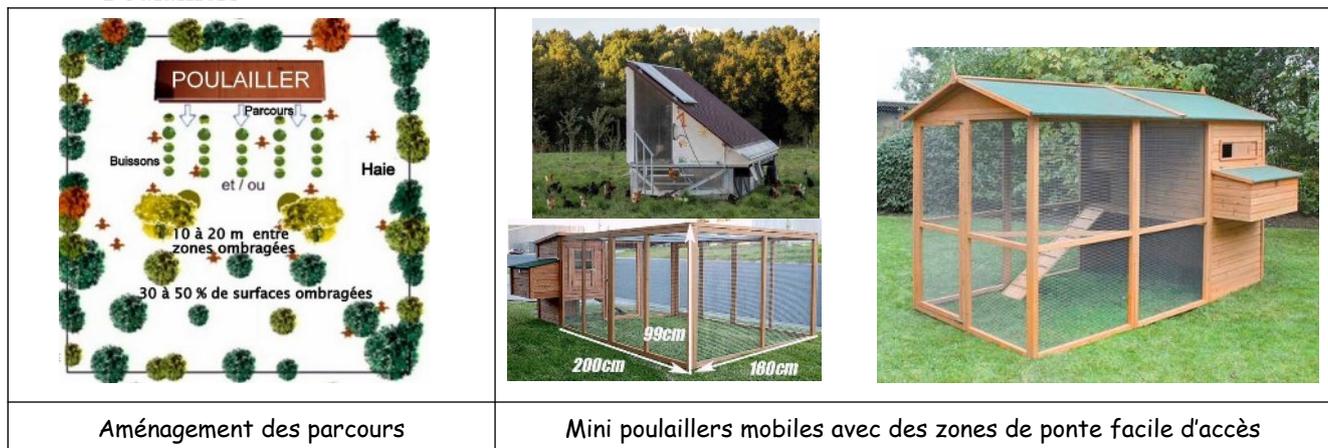
### Principe

Avec les poissons, les œufs des poules sont un appoint en protéines animales locales. En dehors du poulailler (fixe ou mobile), il faut un cadre de vie agréable avec des zones ombragées (1 m<sup>2</sup> pour chaque poule). Le poulailler ne doit pas être exposé aux vents et doit être sécurisé contre les prédateurs (en enterrant par exemple la clôture de 30 cm). Construire un étage au sein du poulailler avec des perchoirs de repos (arrondis) dans un lieu isolé (un pour 3 ou 4 poules) est conseillé. L'accès doit être facile pour le nettoyage afin d'éviter que les bactéries et les insectes ne prolifèrent. La poule est un animal domestique qui supporte mal la nouveauté (nouvelles poules ou une nouvelle alimentation) :

- casanier et diurne. La poule va à l'abri du poulailler dès que le soleil se couche ;
- perché : la poule dort sur des perchoirs ;
- grégaire qui est fait pour vivre en groupe et n'aime pas être seul ;
- omnivore mais surtout granivore (préférer des graines germées plus riches et plus digestes).

### Méthodes

#### Poulaillers



Mini poulaillers mobiles pour nettoyer les



potagers ou des prairies



Mini poulailler

#### Petits équipements



Mangeoires en libre service qui permettent de les nourrir même en plein champ



Abri

### Références et liens vidéos

LETERRIER C. *et al.* 2022. Améliorer le bien-être des animaux d'élevage : est-ce toujours possible ? [revue-sesame-inrae.fr/ameliorer-le-bien-etre-des-animaux-delevage-est-ce-toujours-possible/](http://revue-sesame-inrae.fr/ameliorer-le-bien-etre-des-animaux-delevage-est-ce-toujours-possible/)

PAPY NOUNN. 2019. Comment faire une mangeoire ? [www.youtube.com/watch?v=Cc9xhyOusB0](https://www.youtube.com/watch?v=Cc9xhyOusB0)

SONALYA E.B., SWAN S.E.J. 2004. Production en aviculture familiale. Un manuel technique. FAO production et santé animale. 140 p. [www.fao.org/3/y5169e/y5169e.pdf](http://www.fao.org/3/y5169e/y5169e.pdf)

TRUFFAUT. 2014. Comment choisir un poulailler : quel poulailler pour mes poules ? [https://www.youtube.com/watch?v=UxJj\\_Ot-4vw](https://www.youtube.com/watch?v=UxJj_Ot-4vw)

## IV. 3 – Cuniculture : l'élevage de lapins

### Principe

Le lapin (*Oryctolagus cuniculus*) a des mœurs crépusculaires et nocturnes, constructeurs de terriers. Les femelles, avant mise bas, construisent un nid avec ses poils (différents types, poils de bourre de 2 cm, poils de jarre ou poils de garde plus long et plus épais) et des matériaux secs.

Pour son élevage, il faut beaucoup d'attention, de soins et de surveillances dans un local propre, aéré, silencieux et peu éclairé. Ses dents poussent continuellement. Il a 1 estomac ce qui pose des problèmes de digestion : il y a 2 types de crottes, les molles partiellement digérées et réingérées (cæcotrophie) et les dures sèches à éliminer avec l'urine. Cela nécessite une régularité de l'éclairage et des repas (20-30 fois/jour et nuit), de l'eau potable propre et un régime strict avec une densité modérée dans les clapiers. Il faut 8-9 ♀ pour 1 ♂. Les ♀ sont fertiles à 5 mois et les ♂ à 6 mois. Une lapine met bas 6 fois par an. La gestation dure 31 jours, les portées sont de 5-7 lapereaux / an sevrés à 28 jours (l'allaitement dure 1 mois).

### Méthode

#### Clapiers

Il existe différents types de clapiers (100 × 60 et 60 cm de hauteur) suivant leurs fonctions : cage du mâle, de la femelle, de la reproduction où la lapine effectue la mise à bas et la cage d'engraissement des lapereaux sevrés (85 × 45 cm de plancher pour 5) jusqu'à 3 à 4 mois (2 à 2,5 kg). On peut les fabriquer en bambous, en ciment ou en grillage. Le clapier doit être équipé de mangeoires (plus un râtelier à fourrage), d'abreuvoirs, de zones de nidations (boîtes à nid) et d'allaitement. Il doit être à l'abri du vent, du bruit, à l'ombre et surélevé pour éviter les rats et les fourmis.

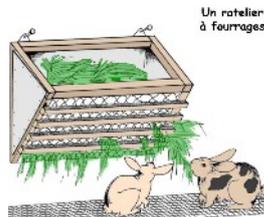


#### Petits équipements

Les lapins ont besoin d'eau propre, de lipides de fibres en cellulose (son de riz), de protéines (viande, lait, tourteaux) et de sels minéraux (peu de fruits ou de légumes). Mettre des bâtons dans les cages pour qu'ils se fassent les dents. Les grosses crottes molles et de couleur claire doivent être laissées. Utilisez du vinaigre blanc pour nettoyer le clapier.



Râtelier à fourrage



Mangeoires



Tétines pour boire

### Références et liens vidéos

AFRICA PHENIX WEB TV. 2020. LA CUNICULTURE. [www.youtube.com/watch?v=vYyufaVwogw](http://www.youtube.com/watch?v=vYyufaVwogw)

DJAGO Y.A., KPODEKOU M., LEBAS F. Méthodes et techniques d'élevage du lapin en milieu tropical. [cuniculture.info/Docs/Elevage/Tropic-04-Chap2.htm#2521](http://cuniculture.info/Docs/Elevage/Tropic-04-Chap2.htm#2521),

LEADER JOËL. 2020. Comment débiter l'élevage de lapin. [www.youtube.com/watch?v=D0hovNlsVG0](http://www.youtube.com/watch?v=D0hovNlsVG0)

LEBAS François. Liste des publications scientifiques et techniques. [www.cuniculture.info/Docs/Documentation/Publi-FL.htm](http://www.cuniculture.info/Docs/Documentation/Publi-FL.htm) / [www.cuniculture.info/](http://www.cuniculture.info/)

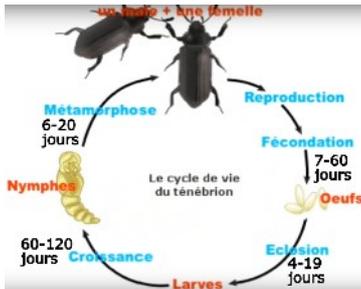
## IV. 4 - L'élevage d'insectes

1950 espèces d'insectes sont mangés par l'homme et beaucoup d'animaux (poissons, reptiles, volailles, etc.) à travers la planète. 1 tonne / mois nécessite seulement 35 m<sup>2</sup>. Les vers de farine, punaises, grillons sont appréciés au Mexique et au Cambodge, les crickets et les termites en Afrique.

### IV 4.1- Le ver de farine (*Tenebrio molitor*)

#### Principe

Le ver de farine est la chenille du ténébrion meunier (le stade larvaire du coléoptère). C'est l'élevage le plus simple à réaliser. Le substrat moulu en une farine fine est composé de céréales (flocons de son de blé, des flocons de maïs) et de graines. La reproduction des vers de farine prend plusieurs mois.



Cycle du ténébrion



Vers de farine (chenilles)



Chrysalide (nymph)

imago

Stades



Durée de vie de 6 mois

#### Méthode

Avoir 3 récipients. Un pour les vers de farine (c'est-à-dire les larves), un autre pour les nymphes et le dernier pour les ténébrions adultes. Du stade de larve à celui de nymphe et de celui de nymphe à celui d'adulte, il y a 10 semaines. Les adultes se reproduisent et pondent des œufs dans le substrat (éclosions 1 - 4 semaines plus tard). Chaque femelle adulte peut pondre jusqu'à 500 œufs en 1 seule fois. Les œufs éclosent entre 4 et 19 jours selon la t°. Il faut débarrasser les bacs des vers ou des adultes morts puis séparer les adultes une fois que les œufs ont éclos. L'adulte vole rarement. Il faut vérifier que les ténébrions ont suffisamment à manger, séparer les insectes selon leurs différents stades de développement et retirer les insectes morts.

#### Références et liens vidéos

**CHRIS PAGNS.** 2021. Aquaponie : produire ses propres aliments pour les poissons. [www.youtube.com/watch?v=5We8IoKDXzs](http://www.youtube.com/watch?v=5We8IoKDXzs)

**JUAN MULTI.** 2019. Élevage de vers de farine SIMPLE (Pour bien débuté). [www.youtube.com/watch?v=GmY82PRLHTQ](http://www.youtube.com/watch?v=GmY82PRLHTQ)

**LES CRIQUETS MIGRATEURS.** 2019. Comment élever facilement ses vers de farine. [www.youtube.com/watch?v=4QVjI3zmyjc](http://www.youtube.com/watch?v=4QVjI3zmyjc)

**LOW TECH DEVELOPER.** 2021. Diy élevage domestique de vers de farine. [www.youtube.com/watch?v=dCXvGjEMGFk](http://www.youtube.com/watch?v=dCXvGjEMGFk)

**LORDJIMMY.** 2015.Élevage n°1 : Les vers de farine. [www.youtube.com/watch?v=NeYQMzA1lOk](http://www.youtube.com/watch?v=NeYQMzA1lOk)

**NATURE PROFONDE.** 2021-Tout sur le vers de farine. [www.youtube.com/watch?v=YAcwFL-cj2s](http://www.youtube.com/watch?v=YAcwFL-cj2s)

**OPIE TIVI L'ANTENNE DES INSECTES.** 2014. Élever des insectes : le ver de farine (= *Ténébrion meunier*). [www.youtube.com/watch?v=JGsHgs8759A](http://www.youtube.com/watch?v=JGsHgs8759A)

**PASCAL AQUARIUMS NATURELS.** 2020. TUTO élevage de vers de farine simplement ! [www.youtube.com/watch?v=abhpNg\\_yeD0](http://www.youtube.com/watch?v=abhpNg_yeD0)

**TÉLÉ VERS.** 2014. Capturer et élever des vers de farine. [www.youtube.com/watch?v=pUgD6uSM9dk](http://www.youtube.com/watch?v=pUgD6uSM9dk)

**TÉLÉ VERS.** 2014. Élevage de Vers de Farine quelques Techniques Complémentaires. [www.youtube.com/watch?v=tvhXtZOWkM8](http://www.youtube.com/watch?v=tvhXtZOWkM8)

**WIKIHOW.** Comment faire un élevage de vers de farine. [fr.wikihow.com/faire-un-%C3%A9levage-de-vers-de-farine](http://fr.wikihow.com/faire-un-%C3%A9levage-de-vers-de-farine).

#### IV. 4.2- Le grillon domestique (*Gryllus bimaculatus*)

##### Principe

Les grillons **Orthoptères** sont très appréciés comme proies vivantes dans les élevages d'oiseaux et de poissons (*Brachytrupes membranaceus*, *Acheta domestica*, *Gryllus bimaculatus* ou grillon bimaculé). L'élevage de grillons est facile et nécessite peu d'entretien. Le seul problème est le bruit, il faut donc un endroit isolé.



d'*Acheta domestica* ♀



*Gryllus bimaculatus*



Élevage à Micronutris (Toulouse) depuis 2011



Élevage au Vietnam

##### Méthode

Caractéristiques de *Gryllus bimaculatus* à 30°C : œufs 9 à 12 jours ; de l'éclosion à la mue imaginale : 7 à 12 semaines ; Longévité des adultes : 2 à 3 mois ; Maturité sexuelle des adultes : d'1 semaine à 15 jours. Total maxi : 20 à 24 semaines. Environ 2 400 grillons *G. bimaculatus* donnent 1 kg de farine (élevés dans un volume de 80 cm x 80 cm x 40 cm et 24 boîtes de 30 œufs changées chaque 1-2 semaines).

Il faut au minimum pour débiter 1 grand bac (colonie principale), 1 à 3 bacs moyens (bacs de croissance) et 2 incubateurs ou boîte de ponte (boîte plus petite aérée avec du sable et un tissu pour les jeunes pendant 2 mois). Le bac central a un couvercle avec des trous d'aération. A l'intérieur poser des barquettes d'œufs, de la sciure (ou des copeaux de bois) sans produit chimique, un abreuvoir avec des éponges humides et des assiettes de nourritures. Les grillons sont nourris 6 semaines avec une alimentation bio 100 % végétale et locale : farine de céréales pour poussin, fruits et légumes frais 1 fois par semaine. Dès qu'ils chantent, une partie est gardée pour la reproduction (sinon les grillons mangent leurs œufs et leurs petits), l'autre partie n'est plus nourrie pendant 48 h pour vider complètement le tube digestif puis est ébouillantée et déshydratée.

##### Références et liens vidéos

CONSTANT P. 2012. Mon élevage de grillons #1. <https://www.youtube.com/watch?v=USj2j9TZvk0>

CONSTANT P. 2014. Conseils : Élevage de grillons 2014. [www.youtube.com/watch?v=K6njEboFOYw](http://www.youtube.com/watch?v=K6njEboFOYw)

GUYOT H.. ND. Fiche 78. L'élevage des grillons. Fiche technique OPIE-  
[www.insectes.xyz/pdf/i78guyot.pdf](http://www.insectes.xyz/pdf/i78guyot.pdf)

HUIS Van Arnold et al. 2014. Insectes comestibles : Perspectives pour la sécurité alimentaire et l'alimentation animale. Étude FAO forêts no 171. FAO, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - Wageningen. 224 p. [www.fao.org/3/i3253f/i3253f.pdf](http://www.fao.org/3/i3253f/i3253f.pdf)

MICRONUTRIS. 2022. 1ère ferme d'insectes comestibles en France. [www.micronutris.com/fr/nos-insectes](http://www.micronutris.com/fr/nos-insectes)

POCH DE FELIU É. 2021. Comment faire un élevage de grillons. [www.planeteanimal.com/comment-faire-un-elevage-de-grillons-1631.html](http://www.planeteanimal.com/comment-faire-un-elevage-de-grillons-1631.html)

#### IV. 4.3 - La mouche soldat noir (*Hermelia illucens*)

##### Principe

Les asticots des mouches soldats noires *Hermelia illucens* (Black Soldier Fly Larvae - BSFL) élevés sur des déchets organiques sont un riche aliment vivant ou mort, pour les animaux en élevage familial de poules pondeuses, de poissons, etc. Leur microbiote élimine les microbes pathogènes. Le rendement est unique : 1 kg de larves omnivores sur 28 t de déchets donne en 10 jours 8 t d'engrais et 5 t de larves. **Les larves, en remplaçant les farines de poisson et de soja, limitent la déforestation et la surpêche.**



Un cycle de 6 semaines Copulation Pontes d'œufs jaunes Larve et 2 pré-pupes noires avec crochet  
**Méthode**

**L'élevage des mouches adultes (imagos) en cage pour obtenir les œufs**

Les mouches adultes mâles et femelles vivent 1 semaine sans bouches. Elles ne s'alimentent pas et ne transmettent aucun parasites. Elles sont élevés dans des cages de moustiquaire d'environ 1 m de hauteur (nécessaire pour la danse nuptiale) en pleine lumière avec des plaques de carton ou de bois utilisées par les femelles pour déposer leurs œufs (entre 500 et 1 000 œufs par femelle).

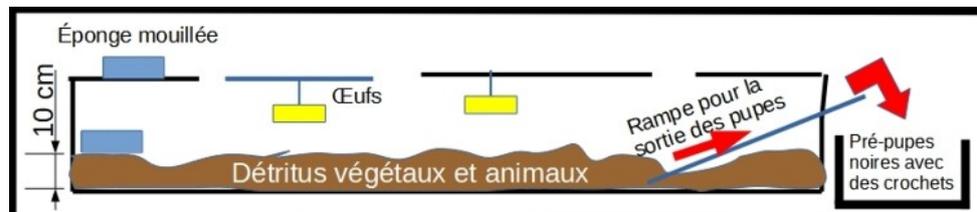


Cages à mouche au Bénin (CEBEDES, 2021). Ento-Prise-DFID, Ghana Les femelles en train de pondre

**Élevage des larves**

Les bacs d'élevage des larves sont placés à l'obscurité. Les bacs sont fabriqués sur même principe avec aux 2 extrémités une rampe utilisées pour la sortie des détritux des pré-pupes devenus noires vers un lieu sec à l'aide de crochet (à la place de la bouche). Elles se métamorphosent au sec en pupe-cocon puis en mouches. **La larve de 1,5 à 2 cm est riche en calcium et en protéines. Les valeurs nutritionnelles sont 45% de protéines, 28% de lipides, 2,45% de calcium, 1,43% de phosphore.**

Exemples de bacs pour l'élevage de type familial



PROTEGE Communauté du Pacifique (2018-2022)



Larvicomposteur

Projet pour la Gestion des Écosystèmes

En Indonésie

**Références et liens vidéos**

ALL ABOUT AQUACULTURE (3A). 2021. Production de farine d'insecte soldats noirs pour l'aquaculture (Bénin). [www.youtube.com/watch?v=PcepK0AKY3w](https://www.youtube.com/watch?v=PcepK0AKY3w)  
 CEBEDES XUDODO. 2021.Des asticots pour nourrir les animaux. [www.youtube.com/watch?v=db1Sx4Fqmw4](https://www.youtube.com/watch?v=db1Sx4Fqmw4)  
 DÉLIRES D'ENCRE. 2021. Contribution des insectes détritviores à l'approche "une seule santé" par Michel Sauvain (IRD). [www.youtube.com/watch?v=jfi6MD5jkJ0&t=4s](https://www.youtube.com/watch?v=jfi6MD5jkJ0&t=4s)  
 PACIFIC COMMUNITY. 2021. Projet PROTEGE Polynésie française. [www.youtube.com/watch?v=kOTi0YDEWew](https://www.youtube.com/watch?v=kOTi0YDEWew)  
 PERMACULTURE AUTONOMIE. 2018.Mouche soldat noir 2. [www.youtube.com/watch?v=z3gcgTfQZXA](https://www.youtube.com/watch?v=z3gcgTfQZXA) et [www.youtube.com/watch?v=NkGULxo3ocg](https://www.youtube.com/watch?v=NkGULxo3ocg)

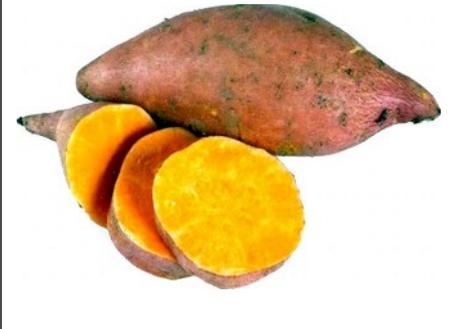
## Dans l'alimentation

- V. 1 – Les micronutriments : iode, vitamine A, fer
- V. 2 – L'éclaircissement de l'eau et la stérilisation
- V. 3 – La désalinisation de l'eau de mer
- V. 4 – La *nixtamalisation* du maïs
- V. 5 – L'étuvage du riz
- V. 6 - le séchage solaire

## V. 1 – Les micro-nutriments : iode, vitamine A et fer (*faim inapparente*)

### L'iode

L'iode est un oligo-élément essentiel au fonctionnement de notre organisme, en moyenne 150 µg d'iode par jour et par personne (90 à 250 µg). La proportion d'iodure dans la terre dépend de plusieurs facteurs dont la composition chimique du sol, la quantité de pluie et la proximité de la mer. L'iode est absorbé au niveau de l'estomac et du duodénum, capté par la thyroïde et excrété dans les urines. 200 à 250 microgrammes par jour sont indispensables pour la synthèse des hormones thyroïdiennes nécessaires tout au long de la vie mais surtout chez le fœtus et le nouveau-né. Elles jouent un rôle dans le développement cérébral et donc, dans l'acquisition de l'intelligence et des capacités cognitives. Le sel est un moyen efficace de distribuer de l'iode avec un agent iodant, l'iodate de potassium KIO<sub>3</sub>, de 1,5 et 2 mg (France) à 6,3 mg d'iode (USA) pour 100 g de sel. Grâce à l'iodation du sel depuis 1994 au Bénin (FAO, 2010) et les campagnes de sensibilisation, les Troubles Dus à la Carence en Iode (TCI ou TDCI) ne sont plus un problème de santé publique sauf au Nord. On peut également fortifier en fluor.

		
<p>Patate douce à chair jaune</p>	<p><i>Ipomea batatas</i> à Toliara</p>	<p>Sel fortifié en iode et fluor</p>

### La vitamine A

La vitamine A, ou rétinol, est une vitamine liposoluble intervenant dans la vision, la croissance et la différenciation cellulaire, le développement embryonnaire et fœtal, le maintien des barrières épithéliales et cutanées, et le bon fonctionnement du système immunitaire. En 1999, des données indiquaient un problème de santé publique dans le Nord du Bénin, l'anémie touchant plus de 3/4 des jeunes enfants et environ 60 % des femmes enceintes. La vitamine A est apportée par l'alimentation, sous forme de vitamine A préformée par les aliments d'origine animale, ou sous forme de caroténoïdes pro-vitaminiques A, particulièrement le β-carotène, par certains fruits et légumes.

La patate douce (*Ipomoea batatas* famille Convolvulaceae), cultivée pour ses tubercules et ses feuilles (légume feuille) peu exigeante à cycle de culture court (4-5 mois, tubérisation en jours courts) apporte des fibres, du fer, du potassium, de la vitamine C, du magnésium et, pour les variétés à tubercules à chair jaune ou orange, du β carotène. Sur l'amélioration de la production de la patate douce à chair orange au Bénin, Niger et Nigeria, un projet de recherche-développement a démarré (2018-2021) par notamment la faculté d'agronomie de l'Université de Parakou (FA-UP). Il est financé par l'Union Africaine (UA) et appuyé par l'Union Européenne (UE). La fortification en vitamine A de l'huile de coton est réalisée au Bénin. Sa stabilité pendant la conservation est en cours d'étude (projet StaVita de l'IRD UMR Nutripass Nutrition, Aliments, Santé).

### Le fer

Le fer permet aux animaux de respirer l'oxygène, en le fixant sur l'hémoglobine, le pigment rouge du sang. Il permet donc de capter l'oxygène de l'air, de le stocker dans les muscles, il intervient également dans plusieurs fonctions essentielles dont la fonction immunitaire. Le corps humain contient de 3 à 5 g de fer qui se répartissent en 60 à 70 % dans l'hémoglobine du sang (entre 0,6 et 1,5 mg/L sang), 15 % dans les cellules tissulaires, cytochromes, enzymes, 8 % dans la myoglobine stockant l'oxygène au niveau des muscles et 15 % dans les dépôts, ferritine des tissus du foie, de la moelle, rate et plasma (transferrine,

0,5 % du fer total). La sidérémie (taux de fer sanguin) varie suivant l'âge et le sexe : moins élevée chez la femme (sauf cependant pendant la grossesse et l'allaitement) et plus élevée chez le nouveau né (de 1,1 à 2 mg). Si anémie, le taux d'hémoglobine descend en dessous de 110 g/l chez la femme et en dessous de 120 g/l chez l'homme.

Lutter contre le faible apport de nourritures, la malnutrition, les infections et le parasitisme (paludisme etc.) diminue l'anémie ferriprive. En 2011, l'OMS a proposé une supplémentation aux enfants de 2 à 5 ans 25 mg de fer élémentaire (fumarate ferreux) et pendant la grossesse 30 à 60 mg/jour ou 120 mg par semaine (200 mg de sulfate ferrique / jour remis à la 1ère consultation anténatale jusqu'à 45 jours après la naissance 5 mg d'acide folique / jour).

Des niveaux élevés de ferritine sérique sont associés à un risque de paludisme accru et à une parasitémie plus élevée (l'anémie chez les nourrissons jusqu'à 1 an qui protégerait du paludisme) d'où la nécessité de traiter le paludisme si une supplémentation est réalisée.

Au Bénin, des mesures ont été prises, en particulier la fortification de la farine de blé en fer, zinc, acide folique et en vitamines du groupe B (FAO, 2010).

### **Références et liens**

**CENTRE D'INFORMATION SUR LA QUALITÉ DES ALIMENTS DE L'AGENCE NATIONALE DE SÉCURITÉ SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL (CIQUAL-ANSES).** 2017. Table de composition nutritionnelles des aliments. [ciqual.anses.fr/](http://ciqual.anses.fr/)

**ICARD-VERNIÈRE CH. et al.** 2010. Recettes locales des plats à base de mil, sorgho ou maïs et de leurs sauces fréquemment consommés par les jeunes enfants au Burkina Faso et au Bénin. GREFFEUILLE V., MOUQUET-RIVIER C. (eds). Projet européen *Novel staple food-based strategies to improve micronutrient status for better health and development in sub-Saharan Africa* (INSTAPA). Wageningen University Publisher, 142 p.

**INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT (IRD).** 2020. Publications UMR Nutripass 2012-2020. [nutripass.ird.fr/publications-communications](http://nutripass.ird.fr/publications-communications)

**RÉPUBLIQUE DU BÉNIN - PROGRAMME ALIMENTAIRE MONDIAL (PAM).** 2018. Examen stratégique national faim zéro au Bénin. Rapport final (version provisoire). 181 p. [fr.wfp.org/](http://fr.wfp.org/), [reliefweb.int/report/benin/examen-strat-gique-national-faim-z-ro-au-benin](http://reliefweb.int/report/benin/examen-strat-gique-national-faim-z-ro-au-benin), [www.youtube.com/watch?v=ojBDA\\_MdQBs](https://www.youtube.com/watch?v=ojBDA_MdQBs).

**SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PÉDIATRIE FRANCE (SFP).** 2017. La vitamine A chez l'enfant - Une mise au point du Comité de nutrition de la Société française de pédiatrie. [www.sfpediatric.com/sites/www.sfpediatric.com/files/medias/documents/vitamine\\_a\\_miseaupoint.pdf](http://www.sfpediatric.com/sites/www.sfpediatric.com/files/medias/documents/vitamine_a_miseaupoint.pdf)

## V. 2 – L'éclaircissement de l'eau et la stérilisation

### Principe

De la poudre de graines de *Moringa oleifera* est utilisée pour précipiter les impuretés d'une eau turbide. Le floculant qui dépollue l'eau par coagulation des impuretés et des germes (élimination de 90 à 99 % de bactéries) est une protéine qu'on trouve dans le tourteau après extraction de l'huile (25 à 34 % jusqu'à 46 %). La protéine est un polyélectrolyte cationique qui est un substitut au sulfate d'alumine et autres floculants chimiques.

Son efficacité ne dépend pas du pH et le surdosage ne diminue pas son activité ni ne cause de toxicité. La « boue » obtenue n'est pas toxique. Éclaircir l'eau est utile avant la chloration ou avant de la faire bouillir car les matières en suspensions font obstacle à l'action du chlore.

### Inconvénients :

- L'utilisation au niveau des ménages peut-être problématique, dosage variable, défauts d'agitation, pollution par des récipients sales et les ustensiles. Le traitement de l'eau est long (1 h 30 min environ) et doit être fait chaque jour parce que l'eau ne peut pas être stockée longtemps sans être contaminée.
- Les bactéries ne sont pas tuées par le traitement et peuvent être consommées car le sédiment est léger et fragile. Une eau faiblement turbide est plus difficilement floculable.
- Les graines introduisent des composés organiques dérivés d'isothiocyanates (d'où l'odeur et le goût) dont la toxicité doit être étudiés.

### Méthode

Broyer des graines décortiquées en farine fine (la sécher si agglomérée). Une solution concentrée (solution mère) est faite avec 20 g de poudre dilués dans 1 litre d'eau distillée stérilisée (2 %) et le mélange agité durant une heure afin d'extraire le coagulant par filtration à travers un tissu nylon ou en coton. Cette suspension ne peut pas se conserver et doit donc être préparée tous les jours.

Pour traiter 20 litres d'eau de puits, de marigot ou de rivière, mélanger 2 cuillerées à soupe de solution mère à 2 % dans 100 gr d'eau. Remuer l'eau à traiter rapidement tout en versant la solution mère. L'agitation rapide doit être maintenue durant 2 min. Ensuite une agitation plus lente et régulière est nécessaire pendant 20 min. Laisser reposer l'eau dans le seau, sans bouger, durant 1 à 2 h.

Quand le matériel solide est décanté dans le fond du seau, l'eau propre peut alors être récupérée en siphonnant l'eau claire depuis le haut en laissant la boue au fond du récipient. Faire bouillir ou ajouter du chlore ou de l'eau de Javel (1 ou 2 gouttes/l) pour rendre l'eau complètement saine et sans danger pour la consommation humaine



Protocole simplifié : Pour le traitement de 20 l d'eau : Décortiquer et écraser les graines sèches de *M. oleifera* jusqu'à obtenir une farine. Mettre 1 cuillère à café par 10 l d'eau dans une bouteille d'eau claire. Agiter fortement pendant 5 min cette solution mère. Déverser le contenu de la bouteille dans le récipient d'eau à purifier au travers d'un filtre en tissu. Remuer rapidement pendant 2 min puis lentement pendant 10 min. Laisser reposer. L'eau est potable seulement 24 h car les quantités de carbone organique dissous (COD) des graines permettent aux bactéries de repousser après 24 heures.

Des chercheurs de l'Université Carnegie Mellon (USA) ont utilisé les protéines des graines en les faisant adhérer à la surface de particules de silice du sable (f-sable) pour filtrer l'eau. Les contaminants indésirables et le COD peuvent ensuite être lavés. Le f-sable prêt à être réutilisé.

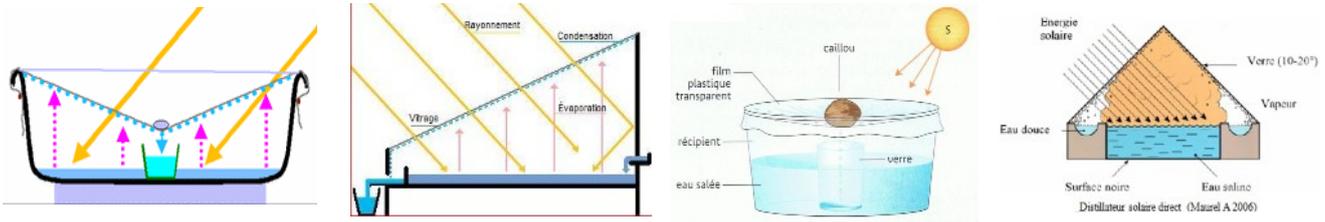
### Références et liens

**MORINGA BONJOUR.** 2015. De l'eau purifiée avec des graines de *Moringa*. [www.youtube.com/watch?v=rHNTI\\_Qb9N8](https://www.youtube.com/watch?v=rHNTI_Qb9N8) et *Moringa oleifera* et purification de l'eau. <https://www.youtube.com/watch?v=sTbnkL8kIRU>

## V. 3 – La désalinisation artisanale de l'eau de mer

### Principe

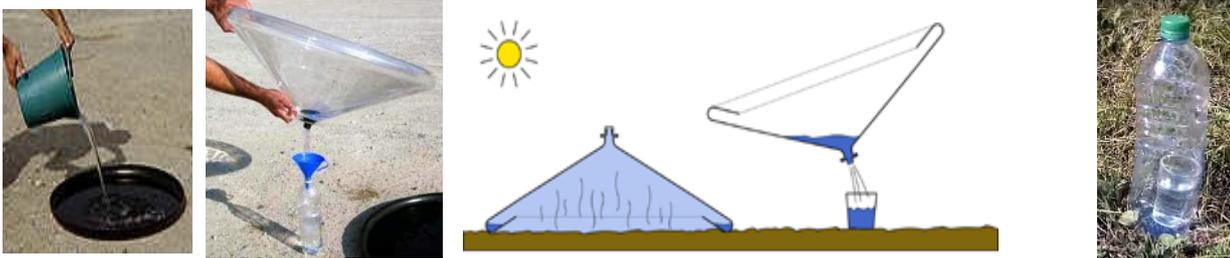
Récupérer l'eau douce de condensation issue d'eau saumâtre ou d'eau de mer. Attention : ne pas boire l'eau distillée pure directement sans rajouter une petite quantité d'eau salée (3 à 5 % de minéraux).



Principe du dessalement : l'évapotranspiration

### Méthode

#### 3.1 Le watercone et son fonctionnement



Principe basé sur l'évaporation de l'eau et la transpiration des gouttes sur une paroi très propre et froide recueillies dans une gouttière du cône

Le watercone a été retiré du marché à cause du bisphénol A présent dans le plastique du cône. Reste le principe

#### 3.2 L'Elidomestico de Gabrielle DIAMANTI

Cette poterie a été créée par Gabriele Diamanti : l'eau de mer est versée dans le réservoir du dessus avec un couvercle qui chauffe grâce au soleil. L'eau s'évapore, la pression de l'air augmente et la vapeur est poussée vers le bas de l'appareil par un tuyau, récupérée 8 h après et stockée dans le récipient du bas. C'est le principe de la **cafetière italienne**.



La vapeur d'eau + la pression de l'air chaud est recueillie dans un autre récipient plus froid

L'eau salée est placée dans un récipient noir

Avec le soleil, l'eau monte en pression et descend dans le récipient du bas. Il est récupéré le soir (5 litres / jour).

### Références et liens vidéos

PI-WAN. 2020. [www.youtube.com/watch?v=wRSAEZQKVf4](https://www.youtube.com/watch?v=wRSAEZQKVf4)

LATITUDE NOMADE. 2021. Comment survivre en mer sans eau douce grâce à la distillation de l'eau de mer Tutos Nomades # 6. [www.youtube.com/watch?v=Lj5RZ\\_v9ibs&list=PLvAUcpoeCcRL98N9deY14Oa1kPiyK4kzN](https://www.youtube.com/watch?v=Lj5RZ_v9ibs&list=PLvAUcpoeCcRL98N9deY14Oa1kPiyK4kzN)

LOW-TECH LAB. 2016. Le distillateur solaire / Homemade solar distiller – DIY.

[www.youtube.com/watch?v=GHvRfR18IZk](https://www.youtube.com/watch?v=GHvRfR18IZk)

TÉLÉ MATIN. 2017. Nouveau - Hélio : Quand le soleil devient eau... [www.youtube.com/watch?v=JR0MJRIT4jw](https://www.youtube.com/watch?v=JR0MJRIT4jw)

## V. 4 – La nixtamalisation du maïs

### Principe

La *nixtamalisation* est un procédé aztèque de traitement des graines de maïs (1ère mention au Guatemala vers 1 500 av. J.-C.). Les graines après traitement sont appelées *nixtamal* et la pâte obtenue après le broyage des graines, *masa*.

### Méthode

Les graines de maïs sont trempées et cuites dans une solution alcaline, habituellement de l'eau de chaux (ou un mélange de cendres de bois et d'eau). Pour 1 kg de graines :

1. Recouvrir d'eau bouillie dans une casserole et chauffer.
2. Lorsque l'eau commence à frémir, ajouter 1/2 litre d'eau mélangée à 1 cuillère à soupe d'hydroxyde de calcium ou de cendre de bois (pure et saine).
3. Mélanger le tout, laisser bouillir 5 minutes puis laissez macérer le tout une nuit.
4. Le lendemain égoutter et rincer les grains sous l'eau en les frottant rapidement entre les doigts, ce qui aura pour effet de retirer le péricarpe des grains (processus appelé *hominny*).
5. Broyer ensuite les grains dans un moulin (type moulin à café) pour obtenir une pâte.

### Utilisation

La pâte obtenue, la *masa* ou *masa nixtamalera* est prête à être utilisée pour la fabrication des tortillas, tamales, etc. Sous forme de poudre (*masa harina* ou parfois *maseca*), on la réhydrate avant usage. En Amérique centrale et en cuisine mexicaine, la *masa nixtamalera* est cuite avec de l'eau et du lait pour obtenir un breuvage épais, semblable au gruau, appelé *atole*. Avec du chocolat et du sucre, c'est l'*atole de chocolate*. Les graines nixtamales peuvent être frites dans de l'huile pour faire des amuse-gueules (USA).

### Avantages

Ce procédé a des avantages multiples :

- il facilite l'enlèvement du péricarpe,
- augmente l'imbibition par l'eau, augmente la gélatinisation des granules d'amidon et
- améliore la valeur nutritionnelle, notamment par une augmentation de la disponibilité en niacine (vitamine B3 ou PP et de son précurseur, le [tryptophane](#) ) et différents acides aminés.

### Les différents types de tortillas

- Les *tacos* ou *antojito* (en-cas) mexicains à la viande hachée ;
- la *fajita*, un mets mixte USA (Texas) – Mexique (tex-mex) constitué d'une tortilla de farine de maïs pliée en U remplie de viande de bœuf, poulet, porc ou de crevettes, des crudités diverses (salade, tomates, maïs, avocat, etc.) et de la crème entière voire du fromage blanc et des condiments ;
- les *wraps*, tortillas de blé avec du thon cru au sésame et avocat et crème de wasabi ;
- les *quesadillas* : tortilla de maïs ou de blé pliée en 2, fourrée de fromage, pomme de terre, champignons et couenne de porc grillée ;
- les *burritos* : tortillas de maïs (sud Mexique) ou de blé (nord Mexique) farcies de viande de bœuf hachée et de haricots noirs.
- les *enchiladas* : tortillas de maïs frites recouvertes de sauce ;
- Les *nachos*, *fast food* des USA : chips de tortillas frites recouverts de fromage, cheddar fondu, lamelles de piments et d'une salsa.

### Références et liens vidéos

COCINANDO EN EL RANCHO. 2019. Proceso de nixtamal con maiz nuevo.

[www.youtube.com/watch?v=33gOhQ\\_3K3s](http://www.youtube.com/watch?v=33gOhQ_3K3s)

CHAILLOT B. 2020. 10 recettes pour manger le maïs de son jardin. [www.youtube.com/watch?v=24WrDyffsY8](http://www.youtube.com/watch?v=24WrDyffsY8)

CIMMYT. 2015. What is Nixtamalization ? [www.youtube.com/watch?v=TIIs3gjOPevw](http://www.youtube.com/watch?v=TIIs3gjOPevw)

LA TORTILLERIA. 2015. What makes the best tortillas in Mexico ? 2015. [vimeo.com/111384840](http://vimeo.com/111384840)

## V. 5 – L'étuvage du riz

### Principe

L'étuvage est la pré-cuisson à la vapeur du riz paddy préalablement trempé et lavé. Utilisé aussi pour faire du couscous de maïs, de manioc, d'igname, etc. Le riz paddy ne doit pas avoir d'impuretés (corps étrangers) de grains brisés ou immatures. Il doit être suffisamment sec (taux d'humidité 12 à 14 %).

### Les avantages de l'étuvage du riz :

- meilleure aptitude à la cuisson (absorbe plus d'eau, tendre et gonfle bien et ne colle pas) ;
- meilleure conservation (moins vulnérable aux insectes durant le stockage) ;
- augmentation de la valeur marchande et valeur nutritive élevée (80 % des vitamines et des sels minéraux sont conservés) ; il est plus léger et sa saveur est améliorée.

### Méthode

Pour un type de variété, le riz paddy sec est lavé avec de l'eau propre. L'eau de lavage est jetée.

- Trempage : Il est ensuite trempé dans de l'eau chaude à 50°C (le doigt ne résiste pas longtemps dans l'eau de chauffage) jusqu'à l'apparition des bulles pendant 3-5 h. (30 % d'humidité). Arrêter l'étuvage dès que les balles des grains paddy. Le refroidissement est réalisé une nuit pour permettre aux vitamines et sels minéraux de migrer de l'enveloppe vers le grain.

- Étuvage : Utiliser une étuveuse pour passer les graines à la vapeur.

- Séchage en 2 phases : au soleil en couche mince puis à l'ombre en évitant la contamination par des corps étrangers. Remuer pour accélérer et permettre un séchage uniforme (vérifier le taux d'humidité avant décortiquage). La fin du séchage à l'ombre est repérée par l'enlèvement facile des balles par frottement du paddy dans la paume des 2 mains (15 % d'humidité).

Une fois décortiqués, on doit utiliser des emballages appropriés : sacs neufs et éviter toute souillure.



Ghana



Marmite perforée et adaptée au bac d'étuvage



1er lavage du riz paddy



1er égouttage



Paddy chauffé dans l'eau à 60°C refroidi une nuit



2ème égouttage



Pré cuisson du riz à la vapeur (environ 15 min)



Séchage des grains étuvés au soleil puis à l'ombre

### Références et liens

AFRICARICECENTER. 2012. Gagnez en faisant du riz étuvé. [www.youtube.com/watch?v=TocWkQS7oFw](https://www.youtube.com/watch?v=TocWkQS7oFw)

CORAF. 2014. L'étuvage de riz au mali. [www.youtube.com/watch?v=LYc6T\\_tVSTs](https://www.youtube.com/watch?v=LYc6T_tVSTs)

CORAF. 2016. Des techniques améliorées d'étuvage de riz permettent l'autonomisation des femmes togolaises. [https://www.youtube.com/watch?v=1Fd\\_fl6Ow8](https://www.youtube.com/watch?v=1Fd_fl6Ow8)

SEMAE Semences, Plants & Biodiversité. 2018. Vidéo RIZ : Les étapes de la transformation du riz en Camargue (France). [www.youtube.com/watch?v=zNHqIZ-JUzg](https://www.youtube.com/watch?v=zNHqIZ-JUzg)



## Pour l'hygiène de base

VI. 1 – Les douches

VI. 2 – Les lave-mains

VI. 3 – Les latrines

VI. 4 – L'urine et les urinoirs

VI. 5 – La struvite

VI. 6 – Les lavoirs

## VI. 1 - Les douches

### Principe

Pour améliorer l'hygiène, des cabines de douche en dur mais sans porte sont construites pour les familles défavorisées. Les eaux grises peuvent être utiles pour des plantations de bananiers, cactus, etc.

### Méthode

Il y a plusieurs modèles possibles : accolé à une maison avec ou sans porte, plusieurs cabines pour familles nombreuses et une cabine indépendante avec des murs plus ou moins hauts.



Douche accolée à la maison avec porte

Cabines multiples

Une cabine murs hauts

Modèle de douche construite fin 2012 par FORMAD à Vossa (Bénin)



### Références et liens vidéo

**FORMAD ENVIRONNEMENT.** 2012. Des douches économiques au Bénin.

<https://www.dailymotion.com/video/xx3aso#.UQbKBWdlhuo>

## VI. 2 - Les lave-mains

### Principe

C'est d'encourager l'hygiène des mains qui permet de diminuer de 70% les maladies diarrhéiques, dans les écoles, les restaurants, les centres de santé, etc. suivant d'Ignace Philippe SEMMELWEIS (1818-1865). Médecin obstétricien hongrois, il œuvra pour l'hygiène des mains à l'hôpital, les maternités et l'université en Europe.

### Méthode

Les lave-mains économiques sont mobiles. Ils disposent d'un bidon d'eau de taille variable (les gros doivent être remplis par de plus petits bidons) et d'un ou plusieurs robinets de qualité. Ils peuvent être néanmoins fixés au mur.



Modèles fixes

Modèles mobiles sur trépieds

### Modèles proposés par Formad



Fixe pour 1 robinet

Mobile sans trépied

Avec récupération de l'eau grise

Petite taille avec 2 robinets (pour maternelles)

4 robinets



Fabrication en série (Bénin et Toliara)

École maternelle (Bénin) et primaire (Toliara)

### Références et liens

FORMAD ENVIRONNEMENT. 2011. La fabrication d'un lave-mains à Toliara (Madagascar).

<https://www.dailymotion.com/video/xix8tr>

FORMAD ENVIRONNEMENT. 2013. Le lavage des mains dans 2 écoles du Bénin.

[www.dailymotion.com/video/xwsw3p](http://www.dailymotion.com/video/xwsw3p)

FORMAD ENVIRONNEMENT. 2014. Hygiène des mains au collège Le Rossignol de Toliara.

<https://www.youtube.com/watch?v=1d6BQqlFFnA>

FORMAD ENVIRONNEMENT. 2016. Fabrication d'un lave-mains à Ouéssè (Bénin)

[www.youtube.com/watch?v=9it2L\\_YyM5Y&list=PL8iFULAhF8WyHwDDTwWwqPxOOqPj0\\_v--](http://www.youtube.com/watch?v=9it2L_YyM5Y&list=PL8iFULAhF8WyHwDDTwWwqPxOOqPj0_v--)

## VI. 3 – L'urine et les urinoirs

### Principe

L'urine est composée d'urée, d'ammoniaque, de créatine, d'acide urique, d'urobiline (qui donne la couleur jaune) et des sels. Une fois diluée (de 2 à 10 fois), elle est utile aux cultures comme engrais azoté mais se dégrade en présence d'oxygène. Il ne faut pas en abuser car les sels augmentent la salinité des sols. Habituellement stérile mais un stockage de 6 mois à 20 °C est suffisant pour obtenir une urine de qualité hygiénique irréprochable. Le pH des urines est d'environ 6. La production journalière d'un adulte est de 1 à 2 litres (environ 500 l/an). Un litre d'urine contient environ 6 gr d'azote, 1 à 2 gr de phosphore, 2 gr de potassium. En agriculture, les doses pour un jardin avant culture sont entre 1 l à 3 l / m<sup>2</sup> en une fois et en cours de culture tous les 15 jours dilués 20 fois. N, P, K de l'urine sont directement utilisables par les racines des plantes (*L'urine est excellente pour engraisser la terre* d'après l'Encyclopédie de Diderot).

### Méthode

Les urinoirs recueillent l'urine (*l'or liquide*) dans des bidons de récupération fermés. Ils sont très importants dans les établissements scolaires, les restaurants, les marchés, etc. L'urine est stockée dans des bidons avec un entonnoir (*Uritonnors*). On peut conserver l'azote de l'urine avec 10 % de vinaigre d'alcool.



Urinoir femme

Urinoir cabine

Urinoirs-bidons ou uritonnors



Système de transport de l'urine

Effet de l'urine diluée sur maïs

### Références et liens

AMP TV. 2021. Incroyable, Victoria Capo-chichi (Bénin) transforme l'urine en fertilisant biologique (Djè-cica). [www.youtube.com/watch?v=wLiMtRqO1Bw](https://www.youtube.com/watch?v=wLiMtRqO1Bw)

ACCESSAGRICULTURE. 2018. L'urine humaine comme engrais. [www.accessagriculture.org/fr/lurine-humaine-comme-engrais](http://www.accessagriculture.org/fr/lurine-humaine-comme-engrais)

CALDWELLIAN M. 2010. Urine Collection and Application. [www.youtube.com/watch?v=JTxnkEuOBkY](https://www.youtube.com/watch?v=JTxnkEuOBkY)

ESCUlier F. 2018. Le système alimentation/excrétion des territoires urbains : régimes et transitions socio-écologiques. Thèse Université Paris-Est. 534 p.

FRANCE 24. 2020. De l'urine humaine comme engrais. [www.youtube.com/watch?v=Ig-o75hviTo](https://www.youtube.com/watch?v=Ig-o75hviTo)

JAMY C. 2022. L'urine comme engrais naturel ! - Le Monde De Jamy. [www.youtube.com/watch?v=qj5keccx7ZM](https://www.youtube.com/watch?v=qj5keccx7ZM)

LE MONDE. 2020. Comment l'urine humaine pourrait être l'engrais du futur #PlanB. <https://www.youtube.com/watch?v=qdDwtvCDZ9o>

LOOZE de R. 2018. L'urine, de l'or liquide au jardin. Guide pratique pour produire ses fruits et légumes en utilisant les urines et composts locaux. Édition Terran. 142 p.

LE POTAGER D'OLIVIER. 2020. L' URINE au potager ► Source d'ABONDANCE. [www.youtube.com/watch?v=0mtDkccZG2M](https://www.youtube.com/watch?v=0mtDkccZG2M)

ORTB. 2021. Urine, un déchet liquide fertilisant : innovation du centre Valdera (Bénin). [www.youtube.com/watch?v=m0P6qI4CNks](https://www.youtube.com/watch?v=m0P6qI4CNks)

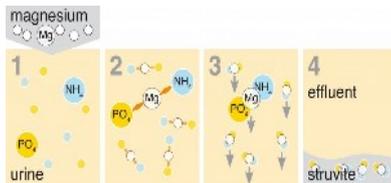
## VI. 4 - La struvite

### Principe

Il est de concentrer le phosphore de l'urine dans une poudre. 500 l d'urine produit environ 1 kg de struvite. Après précipitation de la struvite, il reste environ 95 % de l'azote dans la phase liquide. La struvite forme des calculs (lithiase) si l'urine est très basique et riche en magnésium. Elle est soluble dans l'eau chaude.

### Méthode

Précipiter en milieu basique les ions  $PO_4$  et  $NH_4$  avec du magnésium, Mg ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  ou  $MgKPO_4$  ou l'oxyde de magnésium, MgO ou hydroxyde magnésium  $Mg(OH)_2$ ). La réaction est  $Mg^{2+} + NH_4^+ + PO_4^{3-} + 6H_2O \rightarrow MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$  struvite ou *Magnesium Ammonium Phosphate Hexahydrate* (MAP).



fertilizer comparison (N:P:K)

urea	N	46:0:0
DAP	N P	18:46:0
struvite	N P Mg	6:29:0+10Mg



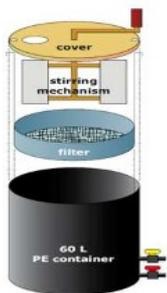
DAP : di-ammonium phosphate  $(NH_4)_2HPO_4$

Appareils agitateur- mélangeur

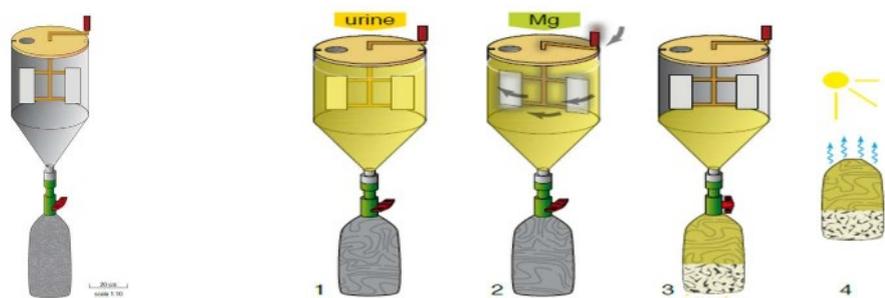
**Avantages** : volume et poids réduits, stockage à long terme, facilitation dans l'usage, faible solubilité donc forte disponibilité pour les plantes sans polluants (métaux lourds et produits pharmaceutiques présents dans l'urine). La poudre est transformée en granulés par ajout d'eau.

**Désavantages** : système coûteux (appareil + collecte des urines), acceptabilité dépendante des traditions socio-culturelles, connaissance limitée des paysans contrairement à l'urée). Les œufs d'*Ascaris* survivent (Tilley et al, 2011).

Réacteur cylindrique en acier galvanisé à base conique et sortie centrale



Modèle d'appareil testé au Népal



Mettre de l'urine, ajouter du magnésium et agiter 10 min. Ouvrir le robinet : le précipité est filtré dans un filtre nylon puis séché au soleil



Transport de l'urine



Atelier de production pour obtenir la poudre



Granulés

### Références et liens

EAWAGMEDIA. 2010. STUN project-Struvite in Nepal. [www.youtube.com/watch?v=5xo4hKEcFeM](http://www.youtube.com/watch?v=5xo4hKEcFeM) (sous-titre anglais)

ETTER B. 2009. Process optimization of low-cost struvite recovery. Thèse Msc. 54 p.

ETTER B. and al. 2011. Low-cost struvite production using source-separated urine in Nepal. Water Research 45: 852-862.

NUTRIMAN EU project. 2021. Les produits de struvite et les technologies de précipitation du phosphore [www.youtube.com/watch?v=5W4TxHYsfrY](http://www.youtube.com/watch?v=5W4TxHYsfrY)

## VI. 5 - Les toilettes sèches

### Principe

Les latrines à déshydratation dite *Ecological Sanitation (Ecosan)* sont des toilettes adaptées aux climats chauds qui ne nécessitent pas d'eau (sèches). Leur principe est la collecte séparée de l'urine et des fèces grâce à des dalles de propreté ou *san-plat (sanitation platform)* posées sur 1 ou 2 fosses non souterraines. Les matières fécales sont séchées par le soleil. Séparer l'urine vers un bidon aide à déshydrater les fèces, et réduit les nuisances (odeurs et mouches). Urine et fèces séchées sont des fertilisants agricoles. Ces toilettes nécessitent une construction en dur donc un investissement important.

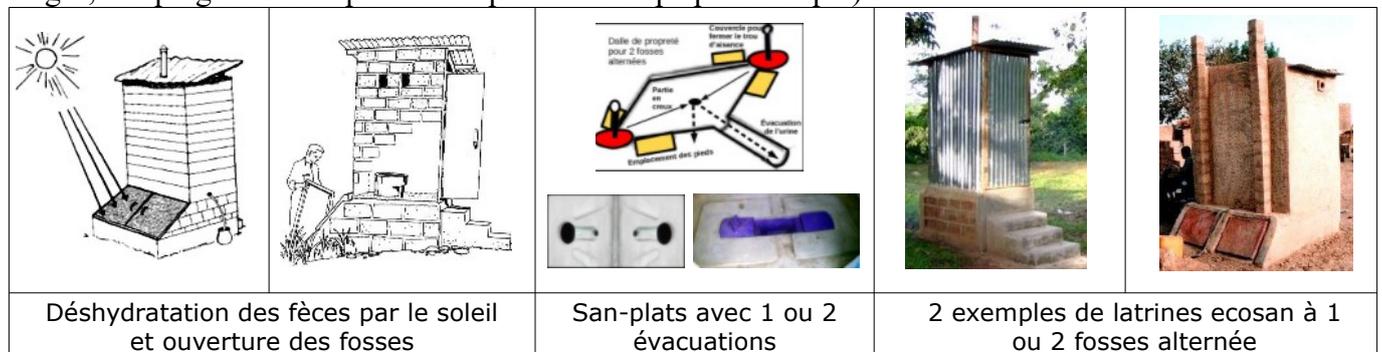
#### VI. 5. 1. Toilettes publiques

Le volume utile d'une fosse est égal à environ  $90 \times 90 \times 20 \text{ cm} = 162\,000 \text{ cm}^3$ . La quantité de fèces par personnes est égale à 150 g par jour ( $300 \text{ cm}^3$ ) d'où 55 kg environ par an dont 20 % de matière sèche = 11 kg ( $22\,000 \text{ cm}^3$ ). Ces toilettes sont difficiles à réaliser : localisation dans le village, consensus du voisinage, accord des autorités locales, propriété du terrain, choix des gestionnaires, choix d'un tarif si elles sont payantes, etc.



#### VI. 5. 2. Toilettes familiales

Comme dans les latrines ecosan publiques, l'utilisateur doit avoir à portée de mains de la cendre tamisée ou de la sciure de bois avec un gobelet et le verser après chaque défécation. Quand la fosse est pleine, elle est fermée avec du mortier durant 8 mois à 12 mois pour neutraliser les agents pathogènes et la 2e fosse utilisée. Suivant le budget de la famille, des options sont proposées (toit en béton à la place de tôles, des sièges, des poignée et rampe d'accès pour handicapé par exemple).



Des maquettes pédagogiques en carton (au 1/10e) peuvent être réalisées pour la formation des maçons et pour expliquer aux familles le bon fonctionnement des latrines Ecosan.



### Références et liens

**FORMAD ENVIRONNEMENT.** 2018. Les toilettes de Jacques. [www.youtube.com/watch?v=jRkTChcH8UM&list=PL8iFULAhF8WyHwDDTwWwqPxOQfPj0\\_v--&index=3](http://www.youtube.com/watch?v=jRkTChcH8UM&list=PL8iFULAhF8WyHwDDTwWwqPxOQfPj0_v--&index=3)

**HELVETAS.** 2013. Latrines à Sinendé (Bénin). [www.youtube.com/watch?v=Oa9XYLYt2cM](http://www.youtube.com/watch?v=Oa9XYLYt2cM) (vidéo de 15 mn)

**OMIDELTA HELVETAS (Suisse), SNV (Pays Bas).** 2020. Projet Waté alafia dans 9 localités du Borgou et de l'Alibori. [www.youtube.com/watch?v=untD0apy-as](http://www.youtube.com/watch?v=untD0apy-as) (7 mn)

# Innovations autour de la maison

VII. 1 – Des méthodes pédagogiques

VII. 2 – Les impluviums

VII. 3 – Les lavoirs

VII. 4 – Les réchauds solaires

VII. 5 – Les réchauds à copeaux de bois

## VII. 1- Des outils pédagogiques

### Principe

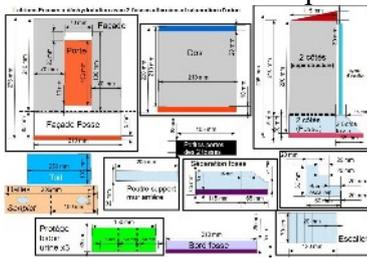
De plus en plus de paysans ou d'habitants des villages et des villes ont accès aux ordiphones et à internet. Les vidéos sur *WhatsApp* sont de qualité suffisante (sans que l'on supprime le support papier). Il faut donc essayer de vulgariser les techniques permettant l'amélioration de l'hygiène et de l'alimentation (production et consommation) de la population et mutualiser les connaissances acquises. Des méthodes existent pour former et informer les professionnels et les utilisateurs : modèles réduits (maquettes), images animées (vidéos) et réseaux sociaux.

### Méthodes

#### VII. 1. 1 – Les maquettes

Le matériau le plus facile à employer à partir d'un plan à l'échelle réduite est le carton. Les maquettes sont en général à l'échelle 1/10e, permettent d'évaluer les étapes et les coûts de construction, d'expliquer aux maçons et aux utilisateurs l'utilité et le fonctionnement des équipements proposés (douches, latrines, séchoirs, etc.).

Certains modèles réduits peuvent être réalisés à plus grande échelle, par exemple une pompe à corde.



Plan et maquette de latrines 1 porte 2 fosses

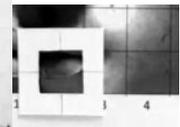
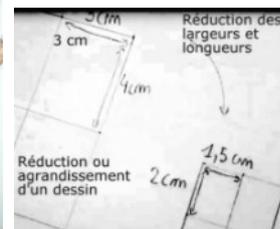
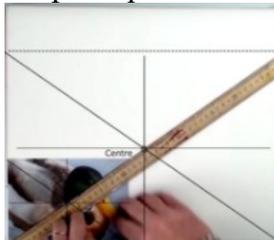
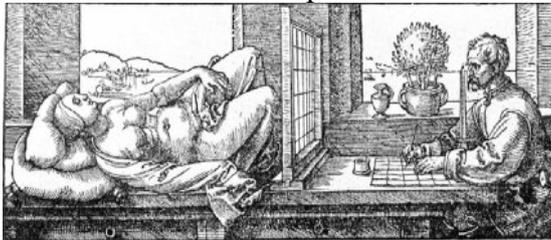
Latrines 2 portes, 4 fosses

Pompe à corde

#### VII. 1. 2 – La technique du quadrillage en dessin ou la mise au carreau

### Principe

C'est une technique qui permet de copier un dessin, une photographie ou un sujet vivant à l'aide d'un quadrillage de l'objet à copier et d'un quadrillage sur une feuille à dessin. Elle permet d'agrandir ou réduire des dessins. On peut utiliser Photofiltre 7 pour quadriller l'image.



Méthode du quadrillage dite d'Albrecht Durër

Carreaux proportionnels agrandis ou réduits

Caches

### Méthode

1. Le quadrillage de la feuille à dessin doit être effaçable facilement. Il faut utiliser des crayons graphite à mine claire (2H, 3H à HB) et ne pas appuyer sur le crayon quand on dessine le quadrillage. La précision du dessin augmente avec la densité des carrés (1, 2, 3 cm). Il faut des règles et des repères (no et lettres) aux 4 marges avant de tracer les carrés.
2. Un quadrillage identique (nombre de carrés) est appliqué sur l'image à reproduire (pour une photo, les tracer sur une pochette plastique). Pour définir les dimensions, tirer la diagonale sur la copie.
3. Utiliser un cache pour faciliter la copie carré par carré.
4. On peut agrandir ou réduire sur des feuilles de tailles différentes en gardant le nombre de carré.

### Liens vidéos

[www.youtube.com/watch?v=Dg0YCry2BX0](http://www.youtube.com/watch?v=Dg0YCry2BX0) / [blog.emresart.fr/quadrillage/](http://blog.emresart.fr/quadrillage/)

[www.youtube.com/watch?v=uCFL7Jg7RfQ](http://www.youtube.com/watch?v=uCFL7Jg7RfQ) / [www.youtube.com/watch?v=9tjRpLJ1BVc](http://www.youtube.com/watch?v=9tjRpLJ1BVc) 1h 18

[www.youtube.com/watch?v=HlrIIFQkeEY](http://www.youtube.com/watch?v=HlrIIFQkeEY) / [www.youtube.com/watch?v=DUIn79D8ces](http://www.youtube.com/watch?v=DUIn79D8ces)

[www.youtube.com/watch?v=lvPc\\_HZTUqA](http://www.youtube.com/watch?v=lvPc_HZTUqA) / [www.youtube.com/watch?v=cZ5leSrlUrg](http://www.youtube.com/watch?v=cZ5leSrlUrg)

### VII. 1. 3 – Les vidéos et la vidéo-miroir

#### Principe

Les scénarios des vidéos pédagogiques documentaires, plus faciles que les scénarios de fiction, sont devenus des outils indispensables pour communiquer sur le développement, faire connaître des innovations, valoriser des bonnes pratiques, etc. Par exemple sur la pisciculture familiale, filmer la construction de bacs hors-sol chez différents habitants, interviewer des familles d'utilisateurs chez eux avec leurs questionnements, leurs réussites, leurs échecs.

La **vidéo miroir** est une technique participative et interactive qui comprend 2 phases, une de discussion sur le choix des thèmes et une 2<sup>e</sup> de projection-débat en public. Le but est de visualiser un problème ou une solution dans le domaine environnemental (déforestation, déchets), dans l'éducation pour la santé (hygiène, nutrition) ou la vulgarisation agricole. Elle favorise la participation, le dialogue, l'analyse (par effet miroir, « se voir et se prendre en charge »), la mise en œuvre et l'acceptation des solutions concrètes durables.



#### Méthodes

Faire des vidéos pédagogiques, de fictions ou miroir exige une caméra ou un appareil-photo-caméra :

- la formation à la prise de vue,
- l'achat d'un logiciel de montage. Il y a des tutos en français sur internet pour chaque logiciels,
- des stages de montage et sur l'utilisation de sous-titres en plusieurs langues avec si nécessaire l'apprentissage du logiciel Audacity pour traiter les sons (voix off, doublage, etc.).



4 vidéos sur l'Association pour la recherche et la promotion en pisciculture intégrée (AR2PI, Parakou)

#### Références et liens

**TOILLIER A., GIRARD P.** 2016. Le rôle des outils de communication pour accompagner le changement, le choix de l'UGCPA/BM au Burkina-Faso. CIRAD Champs d'acteurs / 04. Pp. 59-64.

**POUR DES COMMUNAUTÉS ACTRICES DE LEUR PROPRE DÉVELOPPEMENT. QUI EXPERIMENT LEURS BESOINS ET LEURS DROITS.** <https://c4dev.org/>

**TERRE NOURRICIÈRE ONG.** Une agence de communication éthique pour un monde plus solidaire ([réseau C4D](http://réseau C4D)). [www.terrenourriciere.org/](http://www.terrenourriciere.org/)

### VII. 1. 4 – Les Technologies de l'information et de la communication (TIC)

Les réseaux sociaux sur internet ou téléphones portables permettent une meilleure visibilité des innovations avec annuaire sur WhatsApp, Skype (des écoles, étudiants, commerçants, paysans, retraités, ONG, producteurs, etc.), page Facebook, compte Twitter et blog sur le web.

Il est important de les mettre à jour régulièrement : envoi de nouvelles sur les innovations récentes, les vidéos sur l'actualité.

## VII. 1. 5 Une méthode pédagogique à l'école : le *Kamishibai*

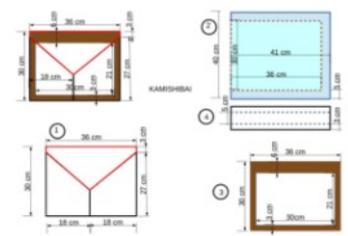
### Principe

Le *kamishibai* (pièce de théâtre sur papier) est un théâtre ambulant d'origine japonaise (12<sup>e</sup> siècle). Des conteurs racontent des histoires moralisatrices ou informatives en faisant défiler des images dans un petit théâtre en bois ou en carton, appelé *butai* comme le théâtre de Guignol (des images à la place des marionnettes).

Il est utile pour l'alphabétisation, la lecture de l'image, l'apprentissage de l'**expression orale** à haute voix, la création et l'écriture d'histoires par des enfants (**construction de récit par séquence, seuls ou en groupes**).



*Butai en bois*



*Butai en carton pour planches A4 (Plan)*

### Méthode

Le *Butai* est le cadre théâtral en bois ou en carton qui sert de support au défilement plus ou moins rapide des épisodes du récit en images. Le verso est réservé au texte, avec une vignette reproduisant le dessin vu par les spectateurs.

Plan d'un butai A4 en carton : [www.teenzytoon.fr/wp-content/uploads/2019/11/plans-butai%CC%88-A4-tz.pdf](http://www.teenzytoon.fr/wp-content/uploads/2019/11/plans-butai%CC%88-A4-tz.pdf) avec la vidéo du montage : [www.teenzytoon.fr/ep-2-7-diy-voici-comment-fabriquer-ta-tablette-pour-enfant-interactive-et-sans-effets-nocifs-facilement/](http://www.teenzytoon.fr/ep-2-7-diy-voici-comment-fabriquer-ta-tablette-pour-enfant-interactive-et-sans-effets-nocifs-facilement/)

### Références et liens

**BIBLIOTHÈQUES DE MARSEILLE.** 2020. *Kamishibai*. <https://www.youtube.com/watch?v=jwPrmligAn8>

**ELODiL Ontario.** 2018. Comment construire un butai en carton. [www.youtube.com/watch?v=5G3X\\_mmDg6I](http://www.youtube.com/watch?v=5G3X_mmDg6I)

**LA PETITE BIBLIOTHÈQUE RONDE.** [www.youtube.com/watch?v=6NZ8Igw5jg](http://www.youtube.com/watch?v=6NZ8Igw5jg).

**LIRE DEMAIN.** 2022. Qu'est-ce que le kamishibai ? <https://www.youtube.com/watch?v=LhN6r-2jwhI>

**MÉDIATHÈQUE PABLO-NERUDA MALAKOFF.** 2020. *Kamishibai Le Souci de la souris*. <https://www.youtube.com/watch?v=caIRY6LXH2g>

**MUSÉE DU THÉÂTRE FORAIN.** 2020. Tuto #18–*Kamishibai*. [www.youtube.com/watch?v=ciIWbjE9tMQ](http://www.youtube.com/watch?v=ciIWbjE9tMQ)

**RÉSEAU KAMILALA.** 2019. L'histoire du kamishibai racontée par Michèle Valentines de la Petite Bibliothèque Ronde. [www.youtube.com/watch?v=Bpnys161UsM](http://www.youtube.com/watch?v=Bpnys161UsM)

**RÉSEAU KAMILALA.** 2019. Comment raconter un kamishibai ? Les conseils de Michèle Valentines de **SEQUEIRA H.** 2011. Le jardin de Kiran. Fabriquer un *butai* en carton au format A4. [lejardindekiran.com/fabriquer-un-butai%CC%88-mode%CC%80le-en-carton-pour-kamishibai%CC%88-au-format-a4/](http://lejardindekiran.com/fabriquer-un-butai%CC%88-mode%CC%80le-en-carton-pour-kamishibai%CC%88-au-format-a4/)

**SEQUEIRA H.** 2012. Fabrication d'un *butai* de grande taille. [lejardindekiran.com/fabriquer-un-butai%CC%88-mode%CC%80le-pour-un-kamishibai-grand-format/](http://lejardindekiran.com/fabriquer-un-butai%CC%88-mode%CC%80le-pour-un-kamishibai-grand-format/)

**10PLAY.** 2019. Format test#3 : utiliser un kamishibai. [www.youtube.com/watch?v=WfsoT0ukmF8](http://www.youtube.com/watch?v=WfsoT0ukmF8)

## VII. 2 - Les impluviums

**Principe** Un ou plusieurs réservoir sont construit en ciment appelés *ciment zon* à côté de la maison, pouvant stocker jusqu'à 4 m<sup>3</sup> d'eau de pluie.

**Méthode** Trouaison, crépissage de la partie basse, remplissage de sable dans la partie basse et haute, recouvrement de ciment de la partie haute puis enlèvement du sable.



Différents modèles d'impluviums à Ouessè (Bénin)

Construction de la partie basse



Trou d'environ 60-70 cm

Cailloux au fonds

Crépissage en ciment

Construction de la partie haute (exemple d'un petit modèle)



Du sable mouillé est utilisé pour monter la paroi et remplissage de sable sec. Crépissage et lissage de la paroi de sable

Lien vidéo

FORMAD ENVIRONNEMENT. 2012. Des récupérateurs d'eau de pluie au Bénin. [www.dailymotion.com/video/xx96is\\_des-recuperateurs-d-eau-de-pluie-au-benin\\_travel#.UQ-8LGdlhuo](http://www.dailymotion.com/video/xx96is_des-recuperateurs-d-eau-de-pluie-au-benin_travel#.UQ-8LGdlhuo)

## VII. 3 - Les lavoirs

**Principe** Les lavoirs facilitent le lavage du linge : ils sont individuels ou collectifs, situés dans la cour ou au bord d'une rivière avec de l'eau courante en facilitant le travail à genoux ou debout en faisant attention à la pollution.



Zone de lavage en site propre



Sur un canal dérivé d'une rivière



Blanchisseuses sur la Beffa, Commune d'Ouessè en saison sèche

**Méthode** : À partir de l'expérience des femmes, dérivation de la rivière et construction de lavoirs en béton (bassin de 80 cm, longueur de 4 m. Plaque de battage du linge : 60 cm.

**Références et liens**

PAYS ET VILLES D'ART ET D'HISTOIRE. 2012. Dossier pédagogique : Les lavoirs et la lessive d'autrefois. [ien71-tournus.cir.ac-dijon.fr/wp-content/uploads/sites/17/Lavoirs-et-lessive-dautrefois.pdf](http://ien71-tournus.cir.ac-dijon.fr/wp-content/uploads/sites/17/Lavoirs-et-lessive-dautrefois.pdf)

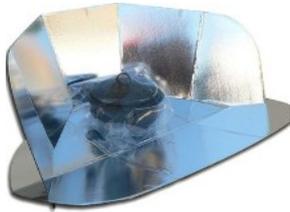
ESPRIT DE PAYS (BLOG). 2000. Lessives d'autrefois et techniques de lavage. [espritdepays.com/patrimoines-en-perigord/patrimoine-bati-du-perigord/les-lavoirs-du-perigord/lessives-dautrefois-techniques-de-lavage](http://espritdepays.com/patrimoines-en-perigord/patrimoine-bati-du-perigord/les-lavoirs-du-perigord/lessives-dautrefois-techniques-de-lavage)

## VII. 4 - Des réchauds solaires économiques

**Principe :** C'est un carton épais recouvert de papier aluminium avec une casserole peinte en noir placée dans un sac plastique isolant. Le repas est cuit entre 9h et 13h (accompagné d'un *panier thermo* pour garder au chaud le repas du soir (cf Tchad Solaire).

### Méthode

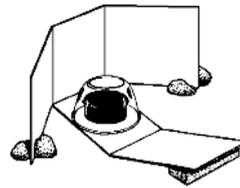
Des bouts de carton sont collés avec une colle bio à base de farine et recouverts de feuilles d'aluminium. La partie avant est fixée par des pierres. Les cartons sont humectés d'eau pour éviter qu'ils brûlent.



Four



Camp de réfugiés du Darfour au Tchad (2010)



Atelier de découpage (Tchad)

### Références et liens

INTI. 2017. Cuiseur solaire pliable. [www.youtube.com/watch?v=Oay3FCWKUyk](https://www.youtube.com/watch?v=Oay3FCWKUyk)

LA CUISINE DE VIOLAINE. 2020. J'ai testé le FOUR SOLAIRE et je vous raconte ! [www.youtube.com/watch?v=WmeyMSpuNRE](https://www.youtube.com/watch?v=WmeyMSpuNRE)

SOLAR BROTHER. Fabriquer un cuiseur solaire Sungood. [www.solarbrother.com/creation/fabriquer-un-cuiseur-solaire/](http://www.solarbrother.com/creation/fabriquer-un-cuiseur-solaire/) et <https://www.solarbrother.com/creation/>

TCHADSOLAIRE. 2011. TAHA CHAMCHIIHA, cuisine solaire au sahel. [www.youtube.com/watch?v=O2ALHZdV2J8](https://www.youtube.com/watch?v=O2ALHZdV2J8) (vidéo de 5 min).

## VII. 5 - Les réchauds à copeaux de bois

**Principe :** Utilisation de copeaux de bois (ou de sciure, balles de riz, etc.) pour cuire les repas d'une journée.

### Méthode

Un cylindre en fer de 50 cm de hauteur et 30 cm de diamètre sans fonds est posé sur le sol puis chargé de copeaux de bois provenant de menuiseries proches. Les copeaux sont tassés fortement avec un pilon autour d'un de bois) d'environ 10-12 cm de diamètre et un autre cylindre de de bois dans une échancrure du cylindre.



L'allumage se fait par le bas

### Lien vidéo

FORMAD ENVIRONNEMENT. 2016. Réchaud écologique à Tuléar. [www.youtube.com/watch?v=3xPlpJ2w32I](https://www.youtube.com/watch?v=3xPlpJ2w32I)

## Table des matières

Une agriculture sans chimie.....	3	III. 1.2 - Agroforesterie en jardins maraîchers.....	31
I. 1 - La lutte contre l'érosion et la sécheresse.....	4	III. 2 – Les trognons ou arbres têtards.....	32
I. 2 - Les haies vives.....	5	III. 3. – Les arbres utiles (haies vives, brise-vent, mellifères).....	33
I. 3 – La reforestation.....	7	III. 4 - Le bambou.....	34
I. 3 1 La Régénération Naturelle Assistée (RNA).....	7	III. 5 - Les cactus.....	35
I. 3 2 La reforestation par semis directs.....	8	III. 6 - Le vétiver.....	36
I. 4 – Les plantes de couverture.....	9	III. 7 Autres espèces.....	37
I. -4. 1 <i>Andropogon gayanus</i> .....	10	Le petit élevage à la ferme.....	40
I. 4. 2 <i>Stylosanthes guianensis</i> , la luzerne tropicale.....	10	IV. 1 – L'élevage des poissons-chats ( <i>Clarias</i> sp.).....	41
I. 4. 3 <i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth. ....	11	IV. 2 – Aviculture : l'élevage de poules pondeuses.....	42
I. 4. 4 <i>Brachiaria ruziziensis</i> .....	12	IV. 3 – Cuniculture : l'élevage de lapins.....	43
I. 4. 5 <i>Crotalaria juncea</i> L.....	12	IV. 4 - L'élevage d'insectes.....	44
I. 5 - La lutte contre le chiendent.....	14	IV.4.1- Le ver de farine ( <i>Tenebrio molitor</i> ). 44	
I. 6 - Les symbioses mycorhiziennes.....	15	IV. 4.2- Le grillon domestique ( <i>Gryllus bimaculatus</i> ).....	45
I. 7 - Cultiver les trois sœurs ou le jardin Iroquois.....	16	IV. 4.3 -La mouche soldat noir ( <i>Hermelia illucens</i> ).....	45
I. 8 - Le <i>Pfumvudza</i> .....	17	Dans l'alimentation.....	47
Le maraîchage.....	18	V. 1 – Les micro-nutriments : iode, vitamine A et fer ( <i>faim inapparente</i> ).....	48
II. 1 – Le forage manuel de puits.....	19	V. 2 – L'éclaircissement de l'eau et la stérilisation.....	50
II. 2 – L'irrigation par arrosoirs.....	20	V. 3 – La désalinisation artisanale de l'eau de mer.....	51
II. 2 – 1 Fabrication d'un moule artisanal pour faire des buses.....	20	V. 4 – La nixtamalisation du maïs.....	52
II. 2 – 2 La pompe à corde (à godets ou à chapelets).....	20	V. 5 – L'étuvage du riz.....	53
II. 2 – 3 Des bassins réservoirs pour l'arrosage avec arrosoirs.....	20	V. 6 - Le séchage solaire.....	54
II. 3 – L'irrigation avec des OYAS ou OLLAS.....	21	Pour l'hygiène de base.....	55
II. 4 – L'outillage de jardin.....	22	VI. 1 - Les douches.....	56
II. 5 – La culture sous filets.....	23	VI. 2 - Les lave-mains.....	57
II. 6 – Le semis en pots de papier.....	24	VI. 3 – L'urine et les urinoirs.....	58
II. 7 – L'enrobage des petites graines pour le semis.....	24	VI. 4 - La struvite.....	59
II. 9 – Les légumes feuilles (brèdes).....	26	VI. 5 - Les toilettes sèches.....	60
II. 10 – Les silos à grains.....	27	Innovations autour de la maison.....	61
II. 11 Le biochar et le charbon de paille.....	28	VII. 1- Des outils pédagogiques.....	62
Les plantes qui nous aident.....	29	VII. 2 - Les impluviums.....	65
III. 1 – L'agroforesterie.....	30	VII. 3 - Les lavoirs.....	65
III. 1.1- Agroforesterie en zone d'élevage. .30		VII. 4 - Des réchauds solaires économiques.....	66
		L'association Formad environnement.....	68

# L'association Formad environnement

Formad environnement est une association de solidarité internationale du Languedoc-Roussillon créée en 2010 (J.O. du 6 mars 2010) intervenant dans les pays en développement et plus spécifiquement au Bénin (Ouessè) et à Madagascar (Toliara).

## Formations

- **aide matérielle et scientifique aux étudiants de l'Université de Toliara et de Parakou** (bourse de terrain, encadrement) et soutien à des ONG locales.

- **à l'hygiène domestique** : Diffusion de lave-mains économiques (le lavage des mains réduisant de 45% les risques de maladies parasitaires) ; construction de douche et de latrines.

- **aux pratiques** conduisant à un développement local (maraîchage en agroécologie, la filière Moringa, la transformation des produits, la pisciculture du poisson-chat).

## Communication

Sur les thèmes de l'environnement, la forêt, l'eau, la reforestation, la conservation des ressources naturelles, l'hygiène, l'écotourisme :

- **Site internet, brochures, vidéos documentaires.**



## Sensibilisation à l'environnement

- par des animations dans les écoles et l'organisation de concours de dessins et autres formes de communication sur l'environnement et l'hygiène, expositions de dessins et de photographies.



**Formad environnement**  
7 rue du Languedoc, 34830, Jacou  
Courriel :  
association@formad-environnement.org  
www.formad-environnement.org  
**Adhésion (15 €) et dons  
à l'ordre de  
Formad environnement**

