

MICROFINANCE POUR L'ADAPTATION FONDÉE SUR LES ÉCOSYSTÈMES

Options, coûts et avantages



TABLE DES MATIÈRES

- | | | | |
|----|-----------------------------|----|------------------------------|
| 0 | DESCRIPTION DU CONTENU | 11 | DESHYDRATEURS SOLAIRES |
| 1 | ENGRAIS ORGANIQUES | 12 | DIVERSIFICATION DES CULTURES |
| 2 | AMÉLIORATION DES SOLS | 13 | DRAINAGE AGRICOLE |
| 3 | AGRICULTURE DE CONSERVATION | 14 | ÉCOTOURISME |
| 4 | AGROÉCOLOGIE | 15 | FOYERS EFFICACES À BIOMASSE |
| 5 | AGRICULTURE BIOLOGIQUE | 16 | PARE-FEUX |
| 6 | APICULTURE | 17 | HYDROPONIE SOLAIRE |
| 7 | BANQUES DE SEMENCES | 18 | POTAGERS FAMILIAUX |
| 8 | BRISE-VENT | 19 | SERRES |
| 9 | BIODIGESTEURS | 20 | LOMBRICOMPOSTAGE |
| 10 | CAPTEURS DE BROUILLARD | 21 | GESTION FORESTIÈRE DURABLE |

TABLE DES MATIÈRES

22 GESTION INTÉGRÉE DES NUTRIMENTS

23 GESTION INTÉGRÉE DES NUISIBLES

24 MURS DE SOUTÈNEMENT NATURELS

25 PERMACULTURE

26 AQUACULTURE

27 BARRAGES FILTRANTS

28 RESERVOIRS D'EAU DE PLUIE

29 RESTAURATION DES SOLS

30 IRRIGATION EFFICACE

31 ROTATION DES CULTURES

32 SYSTÈMES AGROSILVOPASTORAUX

33 SYSTÈMES AGROFORESTIERS

34 SYSTÈMES SYLVOPASTORAUX

35 OMBRAGE NATUREL

36 TERRASSES AGRICOLES

37 FOSSES D'INFILTRATION

38 PÉPINIÈRES MIXTES

39 WARU WARU

40 FOSSÉS-BORD

0 DESCRIPTION DU CONTENU

1 Lorsque les dangers climatiques se matérialisent dans un ou plusieurs systèmes d'intérêt, ils seront suivis d'impacts (écologiques, productifs ou humains). Les mesures proposées visent à réduire ces impacts.

Jusqu'à trois des impacts visés sont indiqués, bien qu'une mesure donnée puisse souvent viser plus d'impacts. La liste des icônes des impacts est affichée sur la couverture intérieure du côté gauche du classeur.

2 Évaluation qualitative de l'efficacité potentielle de la mesure dans la réduction des impacts énoncés, par rapport aux autres mesures et sur une échelle de 0 à 3.

3 Estimation du temps nécessaire pour percevoir des résultats, en termes de productivité accrue, de génération de revenus ou de stabilité du système. Cinq ans est la période la plus longue prévue et un an est la plus courte, bien que certaines actions puissent porter leurs fruits presque immédiatement. En matière de foresterie, les mesures prennent généralement plus de temps à produire des résultats.

4 Indique l'approche de la mesure et son échelle. Certaines mesures peuvent avoir plusieurs buts ou être appliquées à des échelles différentes.

Investissement : Mesures entraînant des rendements plus élevés ou des revenus supplémentaires à court terme.

Soutien : Actions visant à accroître la résilience du système, en contribuant à une plus grande stabilité face aux fluctuations du climat ou du marché à moyen et long terme.

Individuelle : Actions destinées aux entités familiales ou aux personnes s'efforçant de répondre à leurs propres besoins.

Collective : Actions destinées aux groupes ayant des intérêts communs.

5 Le numéro d'identification de la mesure. Les noms des mesures, en espagnol, ont été initialement énumérés par ordre alphabétique. Pour que la numérotation des deux versions corresponde, le numéro d'identification d'origine a été conservé dans la version française.

6 Les principales caractéristiques de la mesure et les objectifs recherchés dans sa mise en œuvre.

7 Les endroits où la mesure pourrait être plus appropriée ou utile.

8 Les principaux avantages de la mesure pour l'adaptation au changement climatique. En faisant allusion aux risques liés au climat, une distinction a été établie entre dangers et impacts. Les mesures visent, pour la plupart, à atténuer les impacts.

9 Résumé des étapes à suivre dans la mise en œuvre de la mesure.

10 Les diagrammes fournissent plus de détails sur la méthode de mise en œuvre ou sur les caractéristiques spécifiques de la mesure.

The image shows the cover of a brochure titled 'ENGRAIS ORGANIQUES' (Organic Fertilizers). The cover features a photograph of two people working in a field. The brochure is annotated with numbered callouts (1-10) corresponding to the text on the left. At the top, there are logos for 'ONU programme pour l'environnement' and 'MEBA'. A table at the top right shows 'Echelle' (Scale) as 'Individuelle' and 'Collective', and 'Approche' (Approach) as 'Investissement' and 'Soutien'. The main title 'ENGRAIS ORGANIQUES' is in large green letters. Below the title, there are sections for 'Description', 'Dangers et impacts abordés', 'Méthode de mise en œuvre', and 'Lieu d'application'. At the bottom, there is a diagram illustrating the process of preparing organic fertilizer, showing steps like 'Mélange à la pelle' and 'Mélange à la pelle'.

DESCRIPTION DU CONTENU

- 11 Les dangers sont des stimuli climatiques qui sont en train de changer et qui peuvent entraîner des impacts sur les systèmes productifs, écologiques ou humains. Les individus ou les communautés ont peu de contrôle sur ces dangers.
- 12 Mesures complémentaires avec lesquelles des synergies peuvent être établies pour accroître la résilience aux changements climatiques.
- 13 Évaluation qualitative de l'efficacité probable de la mesure dans l'augmentation des revenus, par rapport aux autres mesures et sur une échelle de 0 à 3.
- 14 Évaluation qualitative de la possibilité que la mesure réduise les émissions de gaz à effet de serre ou stocke le carbone, par rapport aux autres mesures et sur une échelle de 0 à 3.
- 15 Tableau récapitulatif des coûts. Tous les tableaux contiennent les mêmes éléments : main-d'œuvre, matériaux de construction et formation. Les montants sont des estimations et devraient servir de point de départ à une analyse plus détaillée. Dans la plupart des cas, les coûts indiqués se rapportent aux dépenses pour installer

la mesure, mais non à son opération. Les montants réels peuvent être plus faibles si l'utilisateur dispose de certains matériaux de construction ou s'il contribue avec de la main d'œuvre comme co-investissement. Les coûts d'entretien ne sont pas inclus dans les mesures individuelles, bien qu'ils le soient généralement dans les mesures collectives.

Deux mesures ont des tableaux légèrement différents : agroécologie (fiche d'information n° 4) et permaculture (fiche d'information n° 25). Ces deux mesures font référence à des systèmes holistiques qui peuvent être mieux illustrés en donnant des exemples possibles de leurs composantes.

- 16 C'est une première estimation des données quantitatives sur les avantages d'une mesure. La plupart des données fournies concernent la productivité ou l'amélioration du revenu ainsi que la façon dont chaque mesure peut accroître la résilience de l'écosystème.
- 17 Les facteurs à prendre en compte avant la mise en œuvre d'une mesure, ou les contraintes éventuelles à sa mise en œuvre.
- 18 Des recommandations fondées sur l'expérience passée ou des observations pertinentes tirées de la documentation.
- 19 Points supplémentaires pour les lecteurs intéressés à en savoir plus sur le sujet.
- 20 Un critère permettant aux partenaires du projet MEbA de mesurer la réceptivité vis à vis de la mesure.
- 21 Un critère permettant aux partenaires du projet MEbA d'évaluer les résultats de la mesure.

Intrants et coûts :
Coût de production de 5 tonnes de Bokashi : l'achat de matériaux, en particulier le fumier de volaille, et la main-d'œuvre pour le processus de préparation en constituent les principales dépenses. Deux jours de formation sont prévus afin de renforcer les capacités de contrôle des conditions de fermentation. Le poids et le volume final du produit seront d'environ 30 % inférieurs à ceux des intrants en raison de la perte d'humidité.

Préparation de 5 tonnes de Bokashi		USD
Main d'œuvre		120
Matériaux		283
Formation		120
Total		523

Avantages écosystémiques et économiques :
Les engrais organiques améliorent l'activité biologique des sols, surtout lorsqu'il s'agit d'organismes transformant la matière organique en éléments nutritifs pour les cultures. Altieri (1999) décrit deux expériences de production avec des engrais organiques : l'une à San Marcos, au Pérou, où la production a présenté des rendements viables et stables sans utilisation de produits chimiques toxiques ; et l'autre à Guinope, au Honduras, où les rendements des cultures céréalières sont passés de 400 kg/ha pour se situer entre 1200 et 1600 kg/ha avec l'utilisation de méthodes de fertilisation organique telles que le fumier de volaille et les cultures intercalaires avec des légumineuses. En termes d'amélioration de la capacité des sols à absorber et à retenir l'humidité, les rendements, dans les conditions de sécheresse, obtenus des cultures produites à base d'engrais organiques étaient équivalents ou supérieurs aux rendements obtenus en suivant le système agricole conventionnel.

Leçons apprises :
L'utilisation de déchets organiques d'origine animale ou humaine sans traitement préalable peut comporter des risques pour la santé. Le processus du compostage passe par des températures élevées (60 °C - 65 °C) et permet ainsi d'éliminer la plupart d'agents pathogènes. Le maintien de ces températures pendant une longue période (au moins une semaine) garantit un engrais qui ne présentera aucun danger.

Unités de suivi :
Superficie sur laquelle les engrais organiques sont appliqués (ha) ; production d'engrais organiques (t/m³).

Unité d'impact :
Productivité (t/ha) ; dépenses en intrants agricoles (\$).

Facteurs limitants :
Une bonne préparation des engrais organiques nécessite une formation aux techniques permettant d'optimiser les res-

Projets MEbA
Bureau de gestion
+507 305 3166
unep-eolac-mebaium.org
http://unepmeba.org/

Ce critère est principalement axé sur les questions productives et économiques, car la mesure de l'impact sur l'écosystème exigerait des méthodes qui dépassent les possibilités du projet. Néanmoins, on sait que les mesures proposées contribuent considérablement à la résilience des agroécosystèmes.

Les principaux documents desquels sont tirées les informations contenues dans les fiches d'information et que le lecteur peut consulter pour en savoir plus sur la mesure.



1

ENGRAIS ORGANIQUES

Échelle

Individuelle
Collective

Approche

Investissement
Soutien

Description :

Les engrais organiques sont utilisés pour améliorer les caractéristiques physiques, biologiques et chimiques des sols. Bien que les plantes de couverture comme les légumineuses utilisées comme engrais verts et les résidus post-récolte soient considérés comme des engrais organiques, ce terme renvoie généralement aux composts obtenus à partir de déchets animaux, végétaux ou mélangés. Pour le compostage l'on utilise, entre autres, les déchets organiques issus du bétail (fumier, lisier), les résidus issus de la transformation de produits agricoles (café, riz) et des déchets ménagers (restes de nourriture et matières potagères). Les engrais organiques offrent une alternative aux engrais synthétiques à base d'hydrocarbures.

Lieu d'application :

Les engrais organiques sont appliqués aux sols ayant été surexploités et dégradés ou ayant une faible teneur en matières organiques ou des problèmes de salinisation, de perte de propriétés physiques et chimiques ou de diminution de leur activité biologique. Ils présentent un intérêt particulier pour les régions à sols peu profonds, à faible teneur en matière organique et à forte exposition

à l'érosion d'origine pluviale ou éolienne. Leur utilisation est un préalable à la certification « agriculture biologique ».

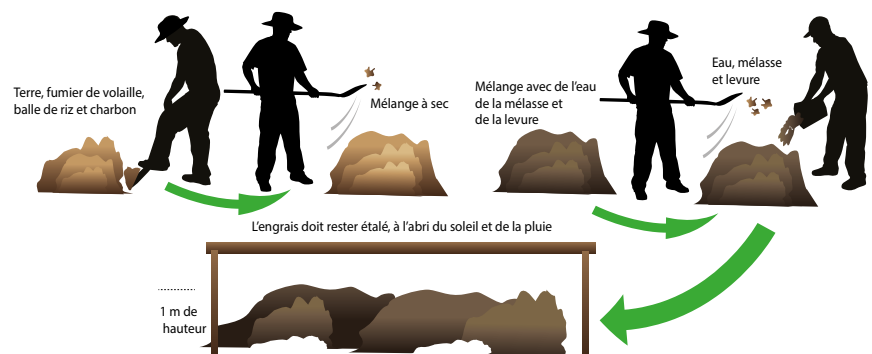
Dangers et impacts abordés :

En renforçant la capacité des sols à absorber et à retenir l'humidité, les engrais organiques contribuent à réduire les effets des pluies intenses, de la sécheresse et des changements pluviométriques sur les cultures. En outre, l'amélioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols accroît la productivité, diminue le besoin d'utiliser de grandes quantités d'intrants agricoles et aide à contenir l'érosion.

Méthode de mise en œuvre :

Préparation de 5 tonnes de Bokashi (matière organique fermentée) : (1) com-

mencer avec une couche d'une tonne de litière. (2) Y ajouter 1 tonne de fumier de volaille et mouiller avec une solution de mélasse. (3) Y ajouter une couche de 500 kg de fumier ou de pulpe de café. (4) Prendre 200 kg de balle de riz et mouiller avec la solution de mélasse. (5) Y ajouter une couche de 100 kg de son ou de semoule (farine grossièrement moulue). (6) Y ajouter 500 kg de charbon de bois. (7) Y ajouter une couche de 200 kg de chaux. (8) Répéter le processus (reprendre les étapes 1 à 7) en appliquant les mêmes dosages sur les couches précédentes. (9) Mélanger les ingrédients et humidifier jusqu'à ce qu'une petite boule colle à peine lorsqu'on la serre dans le poignet. Le processus de fermentation prend entre 12 et 21 jours et l'engrais peut être utilisé immédiatement après cette période.



Source : Adapté de <http://ganaderiasorganicas.blogcindario.com>.



Intrants et coûts :

Coût de production de 5 tonnes de Bokashi : l'achat de matériaux, en particulier le fumier de volaille, et la main-d'œuvre pour le processus de préparation en constituent les principales dépenses. Deux jours de formation sont prévus afin de renforcer les capacités de contrôle des conditions de fermentation. Le poids et le volume final du produit seront d'environ 30 % inférieurs à ceux des intrants en raison de la perte d'humidité.

Préparation de 5 tonnes de Bokashi

USD

Main d'œuvre	120
Matériaux	283
Formation	120
Total	523

Avantages écosystémiques et économiques :

Les engrais organiques améliorent l'activité biologique des sols, surtout lorsqu'il s'agit d'organismes transformant la matière organique en éléments nutritifs pour les cultures. Altieri (1999) décrit deux expériences de production avec des engrais organiques : l'une à San Marcos, au Pérou, où la production a présenté des rendements viables et stables sans l'utilisation de produits chimiques toxiques ; et l'autre à Guinope, au Honduras, où les rendements des cultures céréalières sont partis de 400 kg/ha pour se situer entre 1200 et 1600 kg/ha avec l'utilisation de méthodes de fertilisation organique telles que le fumier de volaille et les cultures intercalaires avec des légumineuses. En termes d'amélioration de la capacité des sols à absorber et à retenir l'humidité, les rendements, dans les conditions de sécheresse, obtenus des cultures produites à base d'engrais organiques étaient équivalents ou supérieurs aux rendements obtenus en suivant le système agricole conventionnel.

Facteurs limitants :

Une bonne préparation des engrais organiques nécessite une formation aux techniques permettant d'optimiser les res-

sources de la ferme. Dans le processus de production, l'humidité, les nutriments et les niveaux de température doivent être contrôlés pour assurer une bonne décomposition de la matière organique, réduire les agents pathogènes et produire des engrais de qualité tel que désiré. L'on parvient à ce résultat en veillant à une aération appropriée, en obtenant des granules de taille uniforme et en contrôlant le rapport carbone-azote.

Leçons apprises :

L'utilisation de déchets organiques d'origine animale ou humaine sans traitement préalable peut comporter des risques pour la santé. Le processus du compostage passe par des températures élevées (60 °C - 65 °C) et permet ainsi d'éliminer la plupart d'agents pathogènes. Le maintien de ces températures pendant une longue période (au moins une semaine) garantit un engrais qui ne présentera aucun danger.

Autres considérations:

La teneur en nutriments et la composition de la fumure varient en fonction du type d'animal, de la manipulation des déchets et de leur état de décomposition. Par exemple, la fumure de volaille est la plus riche en azote et contient en moyenne

deux fois plus d'éléments nutritifs que la fumure de bétail. Les engrais verts, en revanche, sont des espèces cultivées en rotation avec d'autres cultures qui sont appliquées pour couvrir le sol et améliorer sa teneur en nutriments. Les engrais verts constituent la source la plus simple et la plus économique de matière organique riche en nutriments dont disposent les petits agriculteurs.

Unités de suivi :

Superficie sur laquelle les engrais organiques sont appliqués (ha); production d'engrais organiques (t/m³).

Unités d'impact :

Productivité (t/ha) ; dépenses en intrants agricoles (\$).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166
 unep-rolac-meba@un.org
<http://unepmeba.org/>

Références :

Altieri, M.A. et C.I. Nicholls (2000). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Mexico: UNEP | Altieri, M.A. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Editorial Nordan-Comunidad. | Borrero, C.A. (2009). *Abonos Orgánicos, dans Infoagro Systems website*. Disponible sur: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos_guaviare.htm. | PYMERURAL et PRONAGRO (Honduras) (2011). *Abonos orgánicos*. Séries : Producción orgánica de hortalizas de clima templado.



2

AMÉLIORATION DES SOLS

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

L'amélioration des sols implique l'application d'une série de techniques afin de restaurer à l'état optimal la matière organique, les nutriments, l'activité biologique et d'autres éléments essentiels à la production agricole. De simples analyses, telles que la chromatographie, peuvent être utilisées en vue d'obtenir des renseignements qualitatifs sur l'état des sols. Une comparaison des données obtenues avec les pratiques productives conventionnelles permet d'améliorer la fertilisation ou le labourage des sols, ces dernières permettant, à leur tour, d'augmenter la teneur en matière organique, de gérer plus efficacement les nutriments et de contrôler l'érosion entre autres. L'amélioration des sols s'opère par fertilisation organique, par des moyens physiques et biologiques ainsi que par de meilleures pratiques telles que la rotation ou la diversification des cultures.

Lieu d'application :

L'amélioration est recommandée pour les exploitations où les caractéristiques naturelles des sols, comme le drainage adéquat, la fertilité et l'équilibre des nutriments, ont été perdues à cause de pratiques agricoles inadéquates, de l'utilisation excessive d'engrais et d'herbicides ou de l'érosion induite

par les facteurs climatiques. La chromatographie des sols est également utilisée pour la production d'engrais organiques afin de déterminer la teneur en éléments nutritifs et, dans le cadre des projets de restauration, à des fins d'évaluation des résultats.

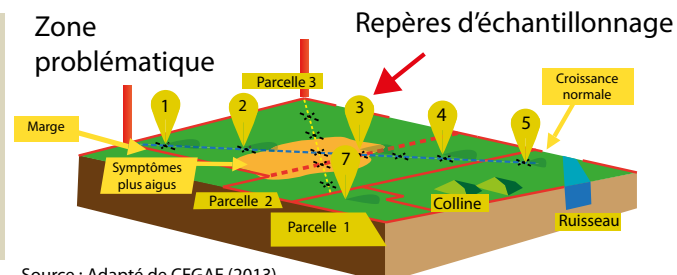
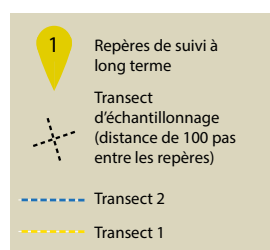
Dangers et impacts abordés :

Des mesures correctives visant à améliorer la structure des sols, la fertilité, la rétention de l'humidité et la capacité d'infiltration atténuent l'impact de la sécheresse, des épisodes de chaleur extrême et des changements soudains de température sur les cultures. L'augmentation de la fertilité des sols qui s'en suit améliore la productivité, réduit l'incidence des ravageurs et accroît la sécurité alimentaire.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Choisir des sites de surveillance spécifiques, en tenant compte de toute différence entre les parcelles et entre les zones présentant des problèmes spécifiques. (2) Analyser

les conditions actuelles sur les sites sélectionnés, par exemple, le degré de compactage et d'érosion des sols, ainsi que la teneur en matière organique et les carences en nutriments. (3) Déterminer les mesures correctives en fonction des résultats du diagnostic, par exemple, l'application de paillis, l'utilisation de cultures aux racines principales robustes en vue de traiter le compactage ou le remplacement des engrais chimiques par des engrais organiques. L'amélioration des sols s'obtient en combinant plusieurs mesures, dont le labourage minimal des sols, la diversification des systèmes et même la gestion des ravageurs. (4) Établir un plan de surveillance pour évaluer les résultats des pratiques de gestion, ce qui se ferait par exemple en étudiant les profils des sols, leur texture, structure, fertilité et activité biologique, ainsi que la santé des cultures. (5) Utiliser les techniques de surveillance comme la chromatographie et les analyses physiques et chimiques en vue de déterminer d'autres mesures correctives.



Source : Adapté de CEGAE (2013).



Intrants et coûts :

Les coûts pur améliorer en appliquant des engrais organiques deux fois par an, ainsi que ceux des semis et de la mise en place des cultures de couverture, sont indiqués ci-dessous. Cela suppose que l'on prélève six échantillons par hectare et tienne deux sessions d'échantillonnage. Les principales dépenses proviennent de l'achat ou de la production d'engrais organiques et de la main d'œuvre nécessaire à leur application. Les dépenses engagées en vue d'améliorer les pratiques ou les techniques culturales ne sont pas incluses.

Amélioration des sols, 1 ha	USD
Main d'œuvre	500
Matériaux	950
Formation	180
Total	1630

Avantages écosystémiques et économiques :

Les sols jouent un rôle fondamental non seulement dans la production agricole, mais aussi dans le fonctionnement de toutes sortes d'écosystèmes. L'amélioration rétablit l'équilibre des sols, augmente les rendements et baisse les coûts de production. García (2000) a comparé la culture du maïs faite avec et sans gestion adéquate des sols et a constaté des différences de production allant jusqu'à l'ordre de 5000 kg/ha. Grâce aux mesures correctives, les sols deviennent physiquement stables, ce qui entraîne un meilleur drainage pendant la saison des pluies et une plus grande rétention d'humidité en saison sèche. Par exemple, dans le sud du Brésil, une étude comparative des taux d'infiltration dans les sols cultivés de façon conventionnelle et dans ceux cultivés sans labour a révélé des taux d'infiltration de 20 et 45 mm/h, respectivement (FAO, 2005). Les processus de régénération naturelle des sols, caractéristiques d'une succession écologique, sont perceptibles lorsque les agriculteurs entretiennent une mosaïque de parcelles cultivées et laissent les autres en jachère (Altieri, 2004).

Facteurs limitants :

L'amélioration des sols entraîne souvent des changements dans les pratiques de production —par exemple, l'adoption d'une culture sans labour des sols— dont la mise en œuvre pourrait rencontrer une résistance de la part des agriculteurs. Les analyses physiques et chimiques des sols nécessitent un personnel qualifié et un équipement spécialisé. La chromatographie fournit des informations qualitatives sur les conditions des sols, mais nécessite une formation pour l'interprétation des couleurs. Lorsqu'il n'est pas possible de prélever des échantillons sur un site donné, il faut absolument prélever des « échantillons de contrôle » sur les sols avoisinants qui ne présentent pas le problème identifié. Les deux échantillons seront comparés par la suite.

Leçons apprises :

L'obtention d'échantillons représentatifs des sols constitue un aspect essentiel d'un bon programme de surveillance : l'efficacité des mesures de correction en dépend. Il faut éviter les petites sections qui sont nettement différentes du reste du champ, par exemple, les zones situées à proximité des clôtures, des chenaux, des abreuvoirs, des brise-vent et des sentiers de randonnée ; ou les endroits où des

engrais ou du fumier ont été entreposés ou du feu a été fait. Bien que la fertilité soit le plus souvent associée à la matière organique ou à la teneur en nutriments, d'autres facteurs, tels que le pH ou la teneur en éléments fins, sont cruciaux.

Autres considérations :

Diverses méthodes sont utilisées pour réduire au minimum les erreurs au cours de l'échantillonnage des sols. Par exemple, l'exploitation peut être divisée en petits transects uniformes ; les échantillons peuvent être prélevés en zigzag ; ou la parcelle peut être divisée par une longue bande continue avec des sites de surveillance établis à des points équidistants. La réduction des quantités d'engrais utilisées, évidente après l'amélioration des sols, révèle à quel point les produits chimiques ont été excessivement utilisés dans un système d'agriculture conventionnelle.

Unités de suivi :

Superficie soumise à l'amélioration des sols (ha).

Unités d'impact :

Augmentation de la productivité (t/ha) ; réduction des dépenses liées à l'utilisation d'engrais (\$/ha).

Références :

Centro de Gestión Ambiental y Ecológica (2013). *Monitoreo de suelos*, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. Disponible sur: <http://ce-gae.unne.edu.ar/inta/3-02-sue.pdf>. | Pinheiro, S. (2011). *Cartilha da saúde do solo (cromatografia de Pfeiffer)*. Brésil: Juquira Candiru Satyagraha. | FAO (2005). *The importance of soil organic matter: Key to drought-resistant soil and sustained food production*. | Altieri, M.A. et C. Nicholls (2004). "An agroecological basis for designing diversified cropping systems in the tropics" dans *New Dimensions in Agroecology*. D.R. Clements and A. Shrestha, eds. | García F. (2000) "Rentabilidad de la fertilización: Algunos aspectos a considerar" dans *Informaciones Agronómicas*, INPOFOS, José Espinoza, ed., numéro 39 (Avril).



3

AGRICULTURE DE CONSERVATION

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

L'agriculture de conservation cherche à préserver les ressources naturelles et veille à ce qu'elles soient utilisées de façon optimale, grâce à la gestion intégrée des sols, de l'eau et des ressources biologiques disponibles, tout en utilisant la biomasse résiduelle pour maintenir le sol couvert pendant la production. Elle contribue à la conservation de l'environnement de trois façons fondamentales : par l'agriculture sans labour pour réduire les perturbations des sols, par la couverture permanente des sols avec du paillis ou des cultures de couverture afin de conserver l'humidité et les nutriments, et par la rotation des cultures pour éviter la propagation des ravageurs, des maladies et la prolifération des mauvaises herbes.

Lieu d'application :

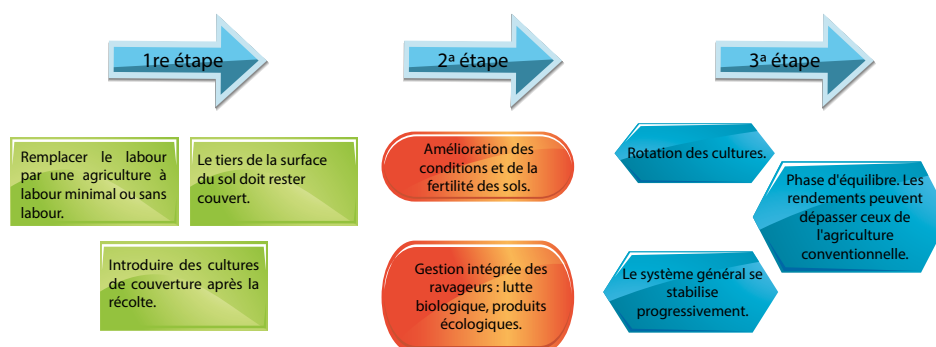
Cette mesure est recommandée dans les zones dégradées où la couche arable a été érodée, laissant les couches les plus pauvres du sol exposées. Elle s'avère également utile dans les régions ou dans les exploitations agricoles dont les sols souffrent d'une faible capacité de rétention d'eau, d'une couverture végétale réduite et d'une faible production de biomasse.

Dangers et impacts abordés :

L'agriculture de conservation atténue l'impact sur les cultures du gel, de la sécheresse, des vents forts, des pluies intenses, des changements de régimes de précipitations ainsi que des changements soudains de température. Ceci est principalement dû à la protection des sols par la création d'une couche permanente de matière organique aidant à réguler l'humidité et la température dans la zone racinaire. Les impacts tels que le besoin accru en intrants agricoles et l'érosion peuvent être atténués par l'amélioration de la structure et de la fertilité des sols, alors que l'incidence des ravageurs est réduite en interrompant leur cycle par moyen de la rotation des cultures.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Ensemencer directement en veillant à ce qu'au moins 30 % des terres cultivées restent protégées par des paillis ou des résidus végétaux. (2) Réduire le restant pour diminuer la perturbation des sols. (3) Adopter l'utilisation des engrais verts et d'engrais organiques. (4) Utiliser les paillis ou des cultures de couverture afin de s'assurer que la surface des sols reste toujours protégée par une couverture vivante ou inerte. (5) Appliquer la lutte intégrée contre les ravageurs. (6) Introduire des rotations culturales favorisant la fertilité des sols (rétention des nutriments et de l'eau).



Source : élaboration interne.



Intrants et coûts :

La mise en œuvre de l'agriculture de conservation nécessite l'utilisation de cultures de couverture et d'engrais organiques, ce qui constitue le gros de l'investissement initial. Y sont inclus les coûts de location d'équipements mécaniques pour une agriculture sans labour sur un hectare de terres agricoles. Trois jours de formation sur les changements dans les pratiques culturales et la bonne gestion des nutriments et des ravageurs sont envisagés.

Agriculture de Conservation sur 1 ha de terrain

USD

Main d'œuvre	500
Matériaux	950
formation	180
Total	1630

Avantages écosystémiques et économiques :

Des études réalisées en Colombie par le Centre international d'agriculture tropicale (CIAT) révèlent que l'agriculture de conservation pourrait réduire jusqu'à 70 % les quantités de sédiments rejetés dans une source d'eau attenante. En outre, une fois les coûts d'investissement initiaux couverts (250 USD/ha, dans ce cas), la production obtenue dans le cadre de l'agriculture de conservation pourrait être de 18 % à 25 % plus rentable que la production à base des méthodes conventionnelles (Pareja, 2013). Quintero et Otero (2006) affirment que la production de pommes de terre sans labour et de pois avec semis direct après l'épandage d'engrais vert pourrait réduire les coûts de 20 % et 30 % respectivement, comparativement aux méthodes conventionnelles. Cela présente de multiples avantages pour l'écosystème : le taux de perte en sols est inférieur au taux de génération, et la structure des sols est préservée ou améliorée ; l'infiltration s'accroît ; le ruissellement n'affecte pas les plans d'eau de surface avoisinants ; et la biodiversité est préservée ou enrichie. Les techniques d'agriculture de conservation pourraient capter entre 50 et 100 millions de tonnes de carbone par an dans certains sols

(Commission européenne, 2009) tandis que les niveaux de production alimentaire resteraient inchangés ou augmenteraient (FAO, 2001).

Facteurs limitants :

Le principal facteur limitant est lié à la rupture des pratiques de gestion conventionnelles en agriculture, comme le brûlis de matières organiques après la récolte ou le labour excessif des sols. En outre, promouvoir ce changement dans les pratiques nécessite des techniciens spécialisés pour former les agriculteurs.

Leçons apprises :

La rotation des cultures permet une augmentation de la fertilité grâce à une utilisation différenciée des nutriments disponibles dans les sols. Elle réduit également la propagation des nuisibles en brisant leurs cycles. D'où la nécessité de planifier de façon adéquate les séquences culturales de manière à favoriser les synergies. Par exemple, le fait d'alterner les espèces aux racines superficielles et celles aux racines profondes améliore la structure des sols et d'autres caractéristiques physiques. Une gestion efficace des résidus des cultures est essentielle si l'on veut obtenir de bons rendements avec une couverture de chaume ; avec plus de ré-

sidus dans les sols, l'érosion diminue et le stockage de l'eau augmente.

Autres considérations :

L'agriculture de conservation réduit la demande en engrais synthétiques parce que la structure et la biologie des sols s'améliorent considérablement. Les nutriments sont utilisés plus efficacement et leur perte par lessivage est réduite. Par conséquent, cette méthode de production non seulement améliore les rendements, mais présente également d'autres avantages substantiels pour l'environnement.

Unités de suivi :

Superficie mise en agriculture de conservation (ha).

Unités d'impact :

Rendements (t/ha) ; réduction des dépenses en intrants agricoles (\$/ha).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166
 unep-rolac-meba@un.org
<http://unepmeba.org/>

Références :

Pareja, P. (2013). *Midiendo servicios ecosistémicos en agricultura*. CIATBlogs. | FAO (2001). "Concepts and impacts of conservation agriculture", *Conservation Agriculture: Case studies in Latin America and Africa*. pp. 7-20 (FAO Soils Bulletin No. 78). | FENALCE (2001). Tecni-Fenalce: Boletín Informativo de la Subgerencia Técnica. "Aspectos relacionados con la fertilización en Colombia", Fabio Polania Fierro (ed.) vol. 3, No. 1 (Jan.). | European Commission (2009). "Agriculture de conservación", dans *Agricultura sostenible y conservación de los suelos: Sistemas y prácticas agronómicas no perjudiciales para el suelo*, Fiche d'informations N° 5, Sustainable Agriculture and Soil Conservation. | Quintero, M. et W. Otero (2006). *Mecanismo de financiación para promover Agricultura de Conservación con pequeños productores de la cuenca de la laguna de Fúquene: Su diseño, aplicación y beneficios*. Peru: Proyecto Regional Cuencas Andinas. International Potato Centre (CIP).



4

AGROÉCOLOGIE

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

L'agroécologie est une méthode de production holistique fonctionnant à l'échelle de l'agro-écosystème. Elle repose sur l'adoption d'une gestion intégrée pour la conservation des ressources et sur la diversification et le renforcement des synergies entre les composantes de l'agro-écosystème, l'équilibre des flux d'énergie et de nutriments et l'adaptation des activités de production aux conditions locales. Elle favorise un haut degré d'interaction entre ses composantes afin de préserver la biodiversité et porter une production durable. Par exemple, elle associe la polyculture à diverses profondeurs du sol et la présence d'animaux avec l'utilisation d'engrais organiques, de plantes de couverture, ainsi que des mesures de conservation des sols et des pratiques ancestrales (terrassement et production dans des lits de culture surélevés).

Lieu d'application :

Cette méthode est efficace dans les sols ou les écosystèmes dont l'équilibre écologique a été altéré par une exploitation agricole excessive, dans les régions disposant de connaissances agricoles ancestrales qui peuvent être réintroduites ou dans les zones de production nécessitant une diversification en vue d'une plus grande résilience aux conditions changeantes du marché ou du climat. Elle est particulièrement importante dans les pe-

tites exploitations qui cherchent à réduire leur dépendance aux intrants chimiques, que ce soit pour des raisons environnementales ou économiques.

Dangers et impacts abordés :

En rétablissant l'équilibre des agro-écosystèmes, l'agroécologie renforce la résilience des cultures au gel, à la sécheresse, aux vents violents, aux pluies intenses, aux changements des régimes de précipitations ainsi qu'à la chaleur extrême. Le passage à de meilleures pratiques et à une gestion holistique des ressources contribue à la maîtrise de l'érosion et à la lutte contre les ravageurs, favorise la diversification des revenus et augmente la productivité à long terme.

Méthode de mise en œuvre :

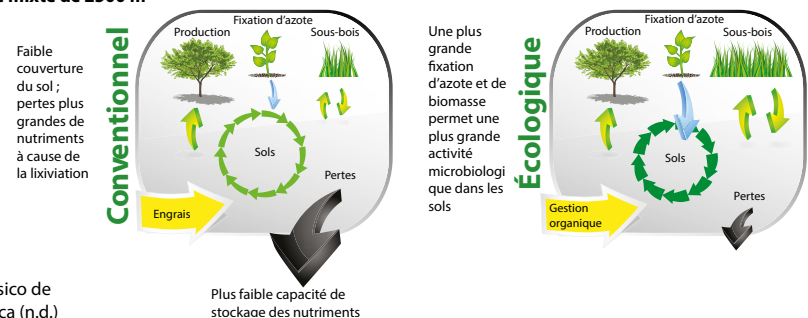
(1) Déterminer, avec l'aide d'experts, les pratiques qui seront mises en place en

fonction des conditions physiques, des tendances productives, des ressources locales et des connaissances traditionnelles présentes sur le site. (2) Mettre en œuvre ces meilleures pratiques en tenant compte de la manière dont elles interagissent, afin de créer des synergies entre les composantes de l'agro-écosystème. (3) Favoriser l'auto-organisation et rechercher la présence d'indicateurs écologiques bénéfiques et antagonistes afin de favoriser les interactions souhaitées. Étant donné que l'agroécologie englobe beaucoup plus que le respect d'une liste de mesures, un ensemble de composantes est présenté ci-dessous en guise d'exemple de système de production diversifié, en mettant l'accent sur des pratiques de conservation. L'on suppose que les ressources en eau abondent et que les sols sont fertiles.

Année 1 : Système agroforestier sur 0,5 ha de terre et agriculture de conservation sur 2000 m²

Année 2 : Terrasse de 500 m² avec rotation et diversification des cultures

Année 3 : Pépinière mixte de 2500 m²



Source : Manual Básico de
Agricultura Ecológica (n.d.)



Intrants et coûts :

Le calcul ci-dessous fait référence au coût de mise en œuvre de quelques exemples de pratiques agro-écologiques sur un hectare de terre pour une période de trois ans. Le coût de chaque composante est la somme du coût de la main d'œuvre et du matériel estimés dans la fiche d'information respective (par ex. système agroforestier) et ajusté proportionnellement à sa superficie dans ce système. La formation est budgétisée séparément et pour l'ensemble des pratiques, qui comprennent la polyculture, le labour minimal des sols, l'application de paillis et la gestion des nutriments et des ravageurs sans intrants synthétiques.

Éléments d'un projet d'agroécologie de trois ans sur 1 ha	Année	USD
Système agroforestier de 0,5 ha	1	1575
Agriculture de conservation sur 0,2 ha	1	290
Terrasse de 500 m ²	2	1308
Rotation et diversification des cultures sur 500 m ²	2	142
Pépinière mixte de 0.25 ha	3	2583
Formation	1-3	3600
Total	1-3	9498

Avantages écosystémiques et économiques :

L'agroécologie réduit les impacts de la production alimentaire sur l'environnement. Par exemple, en utilisant de la matière organique sous forme de paillis et d'engrais verts, l'on préserve à la fois les sols et l'eau, tout en fertilisant les cultures. Les champs non recouverts de paillis et présentant des pentes entre 1 et 15 % pourraient représenter des pertes en sols de l'ordre de 76,6 t/ha, tandis que ces pertes diminueraient à 2,4 et 0,04 t/ha si 2 et 6 t/ha de paillis étaient appliquées, respectivement. S'agissant de l'apport des nutriments, les engrais verts comme les fèves de velours (*Stizilobium spp* et *Mucuna pruriens*) peuvent produire jusqu'à 150 kg d'azote par hectare. Grâce à une combinaison de systèmes de paillis, un groupe d'agriculteurs a pu faire une production de maïs de 3 t/ha par an sans engrais chimiques. Malgré le fait que certains rendements en agriculture conventionnelle puissent être plus élevés, lorsque l'on tient compte de la perte en sols et de la consommation d'énergie, d'eau et d'autres ressources, les avantages du système écologique deviennent évidents (Altieri et Nicholls, 2000).

Facteurs limitants :

La gestion holistique des agro-écosystèmes comporte des défis en termes d'interprétation des causes et des effets des procédures et en termes de gestion de l'interaction de toutes les composantes comme s'ils étaient un seul et même organisme. Cela requiert de l'expérience, une formation et une assistance spécialisées. L'agroécologie est moins axée sur la production que sur la santé générale du système. En revanche, lorsque les rendements seuls sont pris en compte, il pourrait sembler que l'agriculture conventionnelle soit plus rentable.

Leçons apprises :

Il a été constaté que les nuisibles ont une moindre incidence sur la productivité des systèmes diversifiés dans lesquels les principes agro-écologiques ont été appliqués. Ceci peut être dû aux effets synergiques que les sols fertiles à forte teneur en matière organique ont sur le contrôle biologique des agents pathogènes ainsi que sur la grande diversité d'insectes présents dans le sous-bois.

Autres considérations :

Les pratiques traditionnelles andines montrent comment l'agroécologie peut

être adaptée à des conditions climatiques défavorables et à une topographie difficile. Par exemple, les cultures en terrasses réduisent la pente, retiennent l'eau et les sols tout en augmentant la superficie agricole. Dans la zone ajoutée, les cultures et les animaux évoluent dans des systèmes diversifiés, par exemple avec de multiples variétés de pommes de terre sur la même parcelle ou encore l'élevage simultané de vaches, de moutons, de lamas et de petits animaux.

Unités de suivi :

Superficie mise en production agro-écologique (ha).

Unités d'impact :

Production alimentaire (t/ha) ; dépenses en intrants agricoles (\$/ha).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166
 unep-rolac-meba@un.org
<http://unepmeba.org/>

Références :

Altieri, M.A. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. New York: Sustainable Agriculture Networking and Extension, SANE. UNDP. | Altieri, M.A. et C. Nicholls (2000). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Mexico: UNEP. | *Manual Básico de Agricultura Ecológica* (n.d.). Disponible dans <http://www.juntadeandalucia.es>.



5

AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

L'agriculture biologique est un système de production basé sur des pratiques permettant d'éliminer complètement les produits agrochimiques à base de pétrole. Elle accroît la fertilité des sols et l'activité biologique à long terme grâce à l'utilisation d'engrais organiques et verts et à la diversification des cultures. La lutte antiparasite se fait au moyen des herbicides et des pesticides écologiques et par la rotation des cultures. Une autre caractéristique remarquable est l'utilisation de systèmes d'irrigation efficace qui, en plus de doser l'eau, favorisent la fertilisation. L'agriculture biologique exclut l'utilisation de semences génétiquement modifiées ; elle est guidée par des critères de commerce équitable ; et elle favorise la sécurité alimentaire des exploitants agricoles. Elle vise également à faire certifier les produits comme étant biologiques afin d'en augmenter la valeur marchande.

Lieu d'application :

Ce système de production peut être mis en œuvre dans les régions agricoles où les producteurs souhaitent éliminer les intrants agrochimiques pour des raisons écologiques (prévention de la pollution des masses d'eau en aval), économiques (obtention de la certification afin d'augmenter la valeur marchande de leurs

produits) ou spécifiques liées au site (amélioration de la fertilité des sols). Les exploitants qui souhaitent mettre en œuvre l'agriculture biologique devraient avoir un accès direct à des marchés proches où les consommateurs ont un pouvoir d'achat convenable.

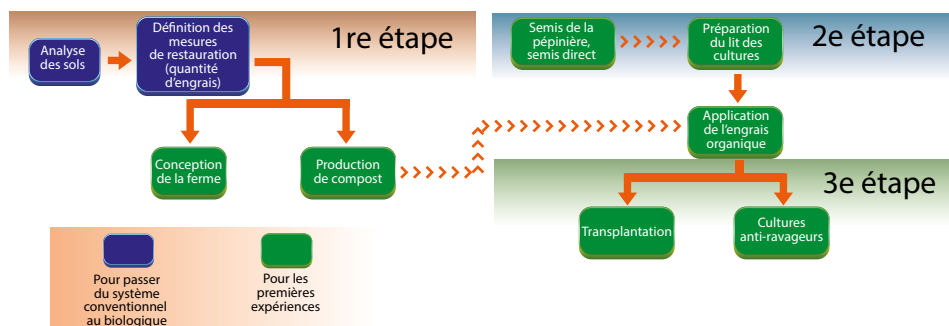
Dangers et impacts abordés :

L'amélioration de la structure des sols réduit le risque d'érosion et augmente la capacité des sols à retenir l'humidité, réduisant ainsi l'impact sur les cultures de la chaleur extrême, des changements soudains de température et de la sécheresse. L'augmentation de la présence de micro-organismes et le juste équilibre des nutriments favorisent le rétablissement de la fertilité des sols, ce qui à son tour améliore la productivité et réduit le

besoin en intrants agricoles synthétiques. La propagation des nuisibles due au climat peut être contrôlée par des techniques biologiques ou écologiques.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Faire une demande de certification biologique. (2) Concevoir et planifier la production biologique en tenant compte des conditions spécifiques du site (sols, ravageurs, climat, cultures viables, marchés). (3) Préparer les lits de semis avec des engrais et d'autres intrants organiques. (4) Planter des herbes et des arbustes spécifiquement dans le but de lutter contre les ravageurs. (5) Ensemencer dans le cadre d'un système diversifié. (6) Transplanter et entretenir les jeunes plants et lutter contre les ravageurs selon le plan établi.





Intrants et coûts :

Les coûts indiqués ici concernent un système de production agricole biologique diversifié sur un hectare de terre. Les principales dépenses rentrent dans l'achat de semences, la remise en état des sols et la préparation ainsi que l'utilisation des intrants. Quatre jours de formation sur la méthode de production y sont inclus. Les besoins en main d'œuvre pour la culture ne sont pas inclus.

Agriculture biologique, 1 ha	USD
Main d'œuvre	690
Matériaux	1080
Formation	240
Total	2010

Avantages écosystémiques et économiques :

Une étude des pratiques d'agriculture biologique en Amérique latine et les Caraïbes a révélé que la différence entre le revenu net par hectare pour des petits exploitants agricoles pratiquant l'agriculture biologique, comparativement à l'agriculture conventionnelle était de 587 USD pour la banane, 108 USD pour le café et 199 USD pour la canne à sucre (FIDA, 2003). Dans une autre étude portant sur la production de café biologique certifié au Pérou, Tudela (2005) a constaté un rapport coûts-avantages de l'ordre de 1,23 pour la production biologique comparativement à 0,75 pour la production conventionnelle. Le marché des produits biologiques est l'un des plus dynamiques. Par exemple, les exportations des cinq principaux produits biologiques du Pérou ont augmenté de 50 % de 2010 à 2011 (Gómez, 2012). L'agriculture biologique aide à restaurer la fertilité des sols. Altieri (1999) signale que l'utilisation de légumineuses (engrais verts) peut produire entre 2,3 t et 10 t de matière sèche et fixer entre 76 kg et 367 kg d'azote par hectare. L'élimination des produits agrochimiques limite la pollution par des éléments toxiques des cultures, des sols et de l'eau.

Facteurs limitants :

La Fédération internationale des mouvements d'agriculture biologique (IFOAM) considère qu'un produit n'est biologique que seulement après avoir attendu trois ans depuis la mise en œuvre des pratiques standards recommandées (IFOAM, 2012). De telles pratiques nécessitent une gestion adéquate des nutriments et des parasites. D'où la recommandation d'une formation préalable en la matière et d'un soutien technique pendant au moins deux ans. Les pratiques biologiques sont aussi à plus forte intensité de main-d'œuvre et nécessitent des efforts plus importants dans les techniques agricoles, ce qui augmente le coût de production à court terme.

Leçons apprises :

Avant de passer de l'agriculture conventionnelle à l'agriculture biologique, les exploitants doivent savoir pertinemment que les rendements ont tendance à diminuer au cours des premières étapes pour se stabiliser par la suite. Ceci s'explique par l'accent mis sur la fertilisation des sols, et non seulement de la culture, ce qui prend du temps. Combinée à d'autres mesures telles que la diversification des cultures, la lutte contre les ravageurs et la

gestion des nutriments, l'agriculture biologique se révèle plus efficace.

Autres considérations :

La mise en œuvre de l'agriculture biologique est davantage réalisable si les exploitants sont motivés et ont une compréhension approfondie des pratiques concernées, si la fertilité des sols est optimale dès le départ et si les exploitants ont accès aux marchés où leurs produits sont demandés. La rentabilité augmente avec le temps, surtout si les engrais organiques et les pesticides écologiques sont préparés sur place.

Unités de suivi :

Superficie en production biologique (ha) ; agriculteurs faisant une demande de certification (nombre).

Unités d'impact :

Productivité (t/ha) ; revenu annuel (\$).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Altieri, M.A. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Éditeur Nordan-Comunidad. | IFAD (2003). *La adopción de la agricultura orgánica por parte de los pequeños agricultores de América Latina y el Caribe*, International Fund for Agricultural Development, IFAD, Rapport No. 1337 (Avril). | Tudela, J.W. (2007) "Determinantes de la producción orgánica: caso del café orgánico en los valles de San Juan del Oro – Puno". *Economía y Sociedad*, CIES, Lima, 2007. | IFOAM (2012). *The IFOAM Norms for Organic Production and Processing*. Allemagne. | Rosario Gómez (2012). "La agricultura orgánica: los beneficios de un sistema de producción sostenible" (2012). Lima: Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico. Document de discussion.



6

APICULTURE

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description:

L'apiculture est la gestion et l'élevage des abeilles mellifères dans le but d'utiliser durablement leurs produits et de profiter des avantages offerts, tels que le miel, la cire, la gelée royale, la propolis, le pollen, le venin, ainsi que la pollinisation. Une colonie est un groupe organisé d'abeilles. Les abeilles s'organisent en société avec différentes catégories d'individus à différents stades de développement. La colonie est introduite dans une boîte, appelée ruche, où les abeilles sont élevées. L'installation de ruches dans les champs de culture permet de diversifier les revenus des cultivateurs et de les aider à accroître les rendements ou à améliorer la qualité des cultures.

Lieu d'application:

De préférence, les ruches sont installées dans des régions chaudes avec une pluviométrie annuelle comprise entre les 500 et 2800 mm, riches en biodiversité, propices à la croissance des plantes et offrant de longues saisons de floraison pour faciliter la production du miel (Reyes et Cano, 2000). Il est déconseillé d'installer des ruches à proximité des établissements humains, des zones industrielles, des ranchs d'élevage ou des canaux d'évacuation des eaux usées.

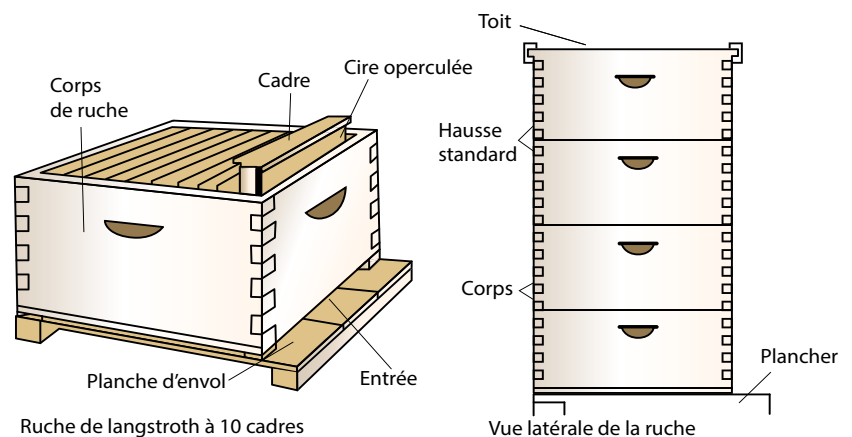
Dangers et impacts abordés:

L'apiculture accroît la productivité des terres agricoles attenantes et renforce la sécurité alimentaire. En outre, elle atténue l'impact des changements phénologiques par la pollinisation et renforce la résilience générale des agriculteurs en leur fournissant une source de revenu alternative en cas de perte de récolte ou de dommage causé à celle-ci.

Méthode de mise en œuvre:

(1) Déterminer la densité de la colonie cible en fonction de la végétation ambiante. La densité recommandée est de quatre colonies par hectare pour un ru-

cher de 20 à 30 ruches. (2) Positionner les ruches en tenant compte des vents dominants, étant donné que les vents forts rendent difficile la sortie comme l'entrée des abeilles. (3) Disposer les ruches horizontalement, et légèrement inclinées vers l'avant, de manière à permettre l'écoulement de l'eau et faciliter le travail des abeilles nettoyeuses. La disponibilité de l'eau dans la zone environnante est un facteur important. En l'absence d'un point d'eau naturel, des réservoirs d'eau doivent être installés.



Intrants et coûts :

Installation d'un système de production de 10 ruches. Les principales dépenses sont allouées à l'acquisition des matériaux nécessaires à la fabrication de la ruche, dont l'équipement de protection pour l'apiculteur, et la main-d'œuvre relative à l'installation du système. Deux jours de formation en apiculture et aux principes de base de la production y sont inclus.

Apiculture, système de 10 ruches

USD

Main d'œuvre	495
Matériaux	734
Formation	120
Total	1349

Avantages écosystémiques et économiques :

L'apiculture présente de nombreux avantages : (1) la pollinisation des plantes à fleurs, qu'elles soient sauvages ou cultivées ; (2) la production du miel, de la cire et d'autres dérivés qui constituent une importante source de revenu pour certains ménages ; et (3) la production de pollen, de propolis et de gelée royale, qui peuvent également être vendus, bien que des techniques et des intrants plus spécialisés soient nécessaires. Dans une étude sur les avantages économiques de la pollinisation apicole pour l'agriculture à petite échelle, Kasina et al. (2009) ont estimé qu'environ 40 % de la valeur annuelle des cultures étudiées provenaient directement des services écosystémiques fournis par les abeilles. Selon Magaña et Leyva (2011) le taux du bénéfice par rapport aux coûts en production apicole peut atteindre jusqu'à 38 %.

Facteurs limitants :

L'apiculture dépend d'une série de facteurs liés à l'environnement (vent, précipitations, climat) dont il faut tenir compte dans l'installation d'une unité de production. L'exploitation d'un rucher nécessite des mesures de nettoyage et de désinfection préventives afin de réduire les

risques de maladie. Le bon fonctionnement et l'entretien d'un système apicole nécessitent une formation et un renforcement des capacités.

Leçons apprises :

Afin de dégager des compléments de revenu en périodes de baisse de la production mellifère, les producteurs doivent envisager des alternatives de diversification de leurs activités, telles que la vente de la propolis, de la gelée royale, de l'apitoxine et du pollen. La mise en place adéquate de la production apicole exige d'une part un test préalable de l'adaptation des colonies à la région et d'autre part un suivi de la floraison. Plus les apiculteurs connaissent les aspects floristiques et climatiques propres au lieu d'emplacement du rucher, plus le projet a des chances de réussir.

Considérations supplémentaires :

Les moyens de subsistance des apiculteurs et leur succès sont liés à la disponibilité des ressources écologiques : abeilles, plantes à fleurs et eau. Bien que plusieurs facteurs environnementaux influencent la qualité et la quantité de miel, les apiculteurs peuvent accroître leur production en veillant sur certaines variables telles que la qualité des rayons, le volume

intérieure de la ruche ainsi que l'âge et la qualité génétique de la reine (Pesante, 2009).

Unités de suivi :

Unités apicoles installées (nombre).

Unités d'impact :

Revenus supplémentaires générés (\$ par rucher).

Projet MEbA**Bureau de gestion**

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>**Références :**

Reyes C. et P. Cano (2000). *Manual de Polinización Apícola*. Mexico: Programa nacional para el control de la abeja africana. Coordinación General de Ganadería, SAGARPA. | Magaña M. et M. Leyva (2011). "Costos y rentabilidad del proceso de producción apícola en México", *Contaduría y Administración* No. 235 (Mexico: UNAM), pp. 99-119 (Sept-déc). | Pesante D.G. (2009). *Factores primarios que pueden afectar la cantidad de miel almacenada por la colonia de abejas melíferas en un ambiente sub-tropical/tropical*. | *Manual Básico de Apícola*. Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana. Coordinación General de ganadería. SAGARPA. Mexique. | Kasina, J.M., J. Mburu, M. Kraemer et K. Holm-Mueller (2009). "Economic Benefit of Crop Pollination by Bees: A Case of Kakamega Small-Holder Farming in Western Kenya". *Journal of Economic Entomology* vol. 102 No. 2, pp. 467-473.



7

BANQUES DE SEMENCES

Échelle	Individuelle
	Collective
Approche	Investissement
	Soutien

Description :

Les banques de semences sont un mécanisme mis en place par des groupes de producteurs locaux pour stocker et classer, dans des endroits sûrs, secs et sombres, les semences les plus résistantes et adaptables offrant la meilleure qualité de produit. Les graines sont entreposées dans des contenants hermétiques, cela afin d'éviter l'humidité; leur fertilité et leur teneur en humidité sont évaluées fréquemment. L'objectif d'une banque de semences c'est d'assurer une réserve de la diversité génétique locale afin de renforcer l'autonomie, la durabilité et la sécurité alimentaire des petits agriculteurs. Les banques de semences fonctionnent comme les banques classiques : les agriculteurs empruntent les semences pour les mettre en terre et les restituent avec intérêt après la récolte. Ces banques pourraient tout aussi fonctionner comme des entreprises vendant des semences biologiques.

Lieu d'application :

Des banques de semences peuvent être créées dans des endroits où les agriculteurs sont intéressés à travailler en synergie en vue de préserver un stock d'espèces indigènes pour la consommation humaine ou la restauration de l'écosystème. Elles sont particulièrement

utiles dans les endroits présentant un degré élevé de diversité génétique ou avec des variétés de cultures indigènes telles que le maïs et les haricots. Il est souvent possible de constituer des banques de semences dans des espaces existants plutôt que de leur construire une nouvelle structure.

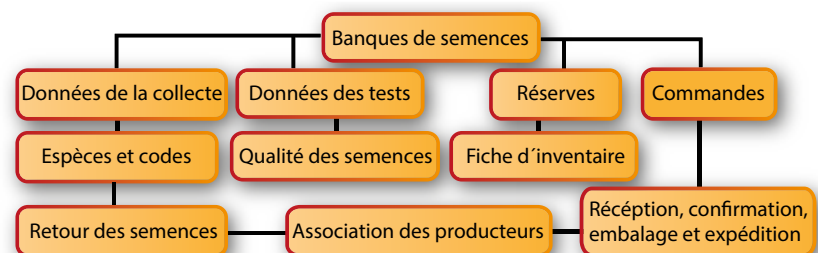
Dangers et impacts abordés :

Les banques de semences renforcent la sécurité alimentaire en préservant les semences à haute valeur agricole et écosystémique qui s'adaptent aux conditions climatiques changeantes. Ils permettent de mettre en place des variétés plus résistantes à la sécheresse, aux inondations, à la chaleur extrême, au gel et à d'autres phénomènes climatiques. Les banques de semences offrent également la possibilité de réduire l'impact des changements phénologiques sur la production agricole. Quand elles sont mises en place

en tant qu'entreprises, elles diversifient les revenus des producteurs, ce qui a pour effet d'accroître leur résilience globale.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Sélectionner les plantes présentant les meilleurs profils de croissance, de résistance aux nuisibles, de qualité du produit et de résistance aux phénomènes climatiques extrêmes. (2) Extraire, nettoyer et déshydrater les graines. (3) Peser les meilleures graines et calculer leur taux d'humidité. (4) Étiqueter les graines. (5) Entreposer les graines dans des endroits sombres, frais, secs et sûrs. Il est important de documenter les procédures d'emballage et d'entreposage pour pouvoir accéder rapidement à des échantillons de germoplasme et effectuer des tests de germination afin d'assurer la viabilité des semences. (6) Les semences peuvent être échangées parmi les agriculteurs ou vendues sur le marché, selon l'objectif initial de la banque.



Source : élaboration interne



Intrants et coûts :

L'estimation de coût couvre l'adaptation de l'espace et l'acquisition de matériaux pour configurer une banque avec une capacité de 100 kg de semences. Le coût de construction d'un entrepôt n'est pas inclus. La principale dépense est allouée à l'achat d'une balance pour peser les graines et calculer leur teneur en humidité. Quatre jours de formation dans l'exploitation et la gestion de la banque sont prévus

Banque de semences d'une capacité de 100 kg	USD
Main-d'œuvre	30
Matériaux	907
Formation	240
Total	1177

Avantages écosystémiques et économiques :

L'importance de l'information génétique des semences a été comprise il y a longtemps. Par exemple, l'on estime qu'en 1997, l'économie mondiale avait généré des bénéfices annuels d'environ 115 milliards de dollars grâce à l'utilisation de variétés sauvages comme source de résistance aux nuisibles (Couch et al., 2013). Au niveau communautaire, la possibilité d'avoir des semences facilement accessibles et résistantes au moment des semis ou dans des situations d'urgence est cruciale pour la survie des petits agriculteurs. En 2008, lorsqu'une tempête tropicale a endommagé 90 % des cultures de maïs et de haricots dans une communauté du Honduras, les semences de la banque locale ont été distribuées aux agriculteurs pour qu'ils les replantent, ce qui a réduit les pertes (The Development Fund, 2011). Les banques de semences renforcent la biodiversité agricole. Almekinders (2001) relève que les agriculteurs andins du Pérou cultivent, individuellement, entre 10 et 20 variétés de pommes de terre, mais en tant que collectivité, ils tiennent un grand inventaire, accessible à tous par le biais d'un système d'échange.

Facteurs limitants :

Une banque de semences opérationnelle a besoin d'un travail et d'une organisation communautaires ainsi que d'une formation aux techniques de gestion appropriées. La sélection de graines résistantes est un processus nécessitant beaucoup de temps, et il faut des connaissances et de l'expérience pour améliorer les variétés. Les semences ne doivent pas provenir de plantes contaminées par des espèces génétiquement modifiées ou de champs où de telles espèces sont utilisées, afin d'assurer leur pureté génétique. L'appropriation de la diversité génétique locale par les petits agriculteurs va à l'encontre des intérêts économiques des grandes entreprises du secteur agro-alimentaire.

Leçons apprises :

Le maintien et l'opération de la banque de semences doivent être financièrement viables ; par conséquent, il est recommandé que les objectifs initiaux intègrent des considérations commerciales et prévoient la vente des semences dès la mise en place. La vente de variétés locales sur des marchés plus vastes est une stratégie qui vise à améliorer les conditions socio-économiques de la communauté. Une banque de semences devient plus pertinente si elle fait partie d'un vaste projet d'accès aux marchés et de commercialisation des produits.

Considérations supplémentaires :

Les banques de semences permettent d'enregistrer et de partager les connaissances traditionnelles, qui acquièrent une importance particulière dans les endroits où les variétés locales sont en voie de disparition en raison de l'utilisation de semences hybrides ou génétiquement modifiées. Un réseau régional de banques peut être créé avec un protocole de contrôle commun et des techniques de soins et de gestion des semences afin de faciliter la communication et le partage d'expériences.

Unités de suivi :

Banques de semences installées (nombre).

Unités d'impact :

Variétés ou espèces conservées dans des banques de semences (nombre, kg). ; urgences adressées avec des semences des banques (nombre).

Project MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Almekinders, C. (2001). *Management of Crop Genetic Diversity at Community Level*, Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (DGTZ). | The Development Fund/UTVIKLINGSFONDET (2011). *Banking for the future: Savings, security and seeds*. | SAGARPA (n.d). *Almacenamiento y conservación de granos y semillas*. | Couch, S., et. al. (2013). «Feeding the future» dans *Nature*, N° 499, 04 juillet, pp.23-24.



8

BRISE-VENT

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Les brise-vent sont constitués d'une ou de plusieurs rangées d'arbres et d'arbustes de différentes hauteurs disposées perpendiculairement à la direction du vent dominant. Ils visent à réduire la force du vent à hauteur du sol ainsi que son action mécanique sur les cultures, les pâturages et le bétail. Ils sont utilisés dans le but de contenir l'érosion d'origine éolienne et d'aider à réguler les conditions climatiques dans les exploitations. Les brise-vent peuvent aussi servir de clôtures végétales délimitant les contours d'une propriété ou des zones à l'intérieur de celle-ci. Outre leur objectif principal, ils offrent des avantages tels que la régulation du climat et l'embellissement du paysage.

Lieu d'application :

Les brise-vent sont recommandés pour des zones de haute altitude ainsi que pour les régions caractérisées par des pentes abruptes et des vents fréquents et intenses. Ils sont particulièrement indiqués pour les zones caractérisées par de faibles précipitations et des vents hivernaux plus forts, ou pour des milieux secs où il s'avérerait nécessaire de conserver l'humidité et de réguler le climat ambiant.

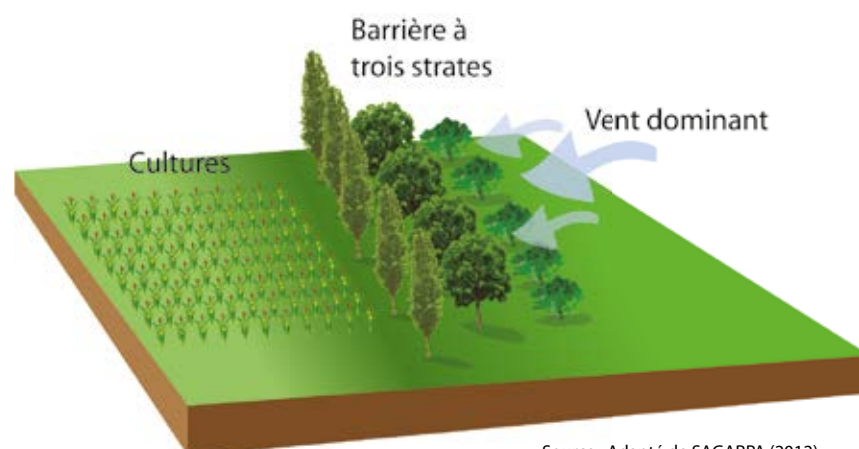
Dangers et impacts abordés :

Les brise-vent sont principalement utilisés dans le but d'atténuer l'impact des vents forts qui pourraient endommager les cultures et causer l'érosion des sols. Ils réduisent également les effets de la sécheresse, de la chaleur extrême et même du gel sur les cultures, grâce au microclimat créé par les arbres.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Placer la barrière de sorte qu'elle soit perpendiculaire aux vents dominants. (2) Planter les rangées d'arbres et d'arbustes en tenant compte des trois strates qui constituent généralement une barrière de brise-vent : haute, moyenne et basse.

Dans la strate haute il faut utiliser d'arbres à bois flexible. (3) Espacer les arbres de manière à ce qu'une fois leur pleine croissance atteinte, leur densité soit compacte (occupant entre 50 et 60 % de l'espace disponible) et à ce que les courants turbulents dus à l'infiltration du vent soient évités à terme. (4) Fertiliser, arroser et effectuer l'entretien nécessaire jusqu'à ce que les rangées soient solidement implantées. Il faut planter des arbres ayant été mis en pépinière pendant environ deux ans, cela afin de maximiser le taux de survie et d'accélérer ainsi la formation de la barrière.





Intrants et coûts :

Les coûts liés à la mise en place d'une barrière brise-vent de 400 m, à trois strates et présentant une densité de 3 m pour la strate plus haute, sont donnés ci-dessous. Les principales dépenses rentrent dans l'achat des plantes et la main-d'œuvre pour leur mise en terre. Une journée de formation est prévue, ainsi que cinq jours d'entretien annuel.

Barrière brise-vent de 400 m de long avec trois strates	USD
Main-d'œuvre	330
Matériaux	1380
Formation	60
Total	1770

Avantages écosystémiques et économiques :

Les vents forts peuvent causer la perte ou endommager 70 à 100 % d'une récolte, surtout s'il s'agit de la banane, de la canne à sucre, des légumes et des arbres fruitiers. Les brise-vent peuvent réduire la vitesse du vent de 60 à 80 % (SAGARPA, 2012). En plus de la réduction de l'érosion d'origine éolienne les brise-vent créent un microclimat propice au développement des plantes. Altieri et Nicholls (2000) relèvent par exemple une perte des sols de l'ordre de 0,38 cm dans le cas de culture protégée par une barrière de *Gliricidia sepium* et *Paspalum conjugatum*, comparativement à 4,20 cm pour une culture non protégée. Ces barrières favorisent également la régulation des températures du sol et de l'air, la réduction de l'évapotranspiration et l'amélioration de la distribution de l'humidité du sol ainsi que la fourniture de produits commercialisables : semences, fruits, produits ligneux et fourrage. Les arbres augmentent la valeur économique d'une propriété tout en rehaussant la beauté du paysage. Ils sont également bénéfiques à la biodiversité et réduisent la pression sur les forêts (Ojeda et al., 2003).

Facteurs limitants :

Certains arbres et arbustes pourraient s'avérer inadaptés aux conditions spécifiques du site d'implantation. D'où l'importance de choisir les espèces pour brise-vent en fonction des caractéristiques du site (sols, pente, climat, endémisme) et de l'objectif envisagé (hauteur, densité, largeur de la cime, branches, taux de croissance, longévité, résistance à la sécheresse, valeur esthétique et valeur pour la faune).

Leçons apprises :

Dans les régions enclines aux longues saisons sèches, l'irrigation peut s'avérer nécessaire pour l'implantation de la barrière. Les brise-vent constituent un élément important des méthodes de production durables comme l'agroécologie et la permaculture, car, en plus de leur fonction principale, ils permettent une gestion plus efficace de l'eau, enrichissent la biodiversité, augmentent la teneur des sols en matière organique et aident de surcroît à lutter contre les ravageurs.

Autres considérations :

Une seule espèce doit être plantée dans une rangée donnée pour éviter les variations de croissance. Au sein des systèmes

de brise-vent à rangées multiples, l'on pourrait introduire une espèce différente dans chaque rangée afin de réduire les risques de perte d'arbres due à une infestation et de prolonger la durée de vie du rideau et d'en améliorer la croissance. Ces rideaux « d'abri boisé » protègent le bétail du vent et fournissent de l'ombrage.

Unités de suivi :

Longueur des brise-vent plantés (m) ; superficie protégée (ha).

Unités d'impact :

Diminution des pertes ou dommages (t/ha, \$) ; produits additionnels issus des systèmes de brise-vent (nombre, t).

Project MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Altieri, M.A. et C. Nicholls (2000). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Mexico: UNEP. | Ojeda P.A., M. Restrepo, Z. Villada et C. Gallego (2003). *Sistemas silvopastoriles, una opción para el manejo sustentable de la Ganadería*. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia: Fundación para la Investigación y Desarrollo Agrícola (FIDAR). | Ospina, A. (2003). *Cercas vivas*. Cali. Valle del Cauca. Colombia: Fundación Ecovivero. | SAGARPA (Mexico) (2012). "Cortinas Rompevientos" dans Fichas Técnicas sobre Actividades del Componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua, COUSSA). | Venegas, P. (s.d.). *Establecimiento de Barreras Rompevientos*. Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección Regional Pacífico Central.



9

BIODIGESTEURS

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

C'est un système qui utilise des déchets organiques, et particulièrement des excréments d'origine animale et humaine pour produire des engrais biologiques et du biogaz. Un biodigesteur est composé d'un récipient hermétique en polyéthylène à haute densité à l'intérieur duquel les excréments sont dilués dans l'eau en continu et fermentés par des micro-organismes présents dans les déchets. Le processus de fermentation est anaérobie, c'est-à-dire sans oxygène, et les bactéries agents de la décomposition sont méthanogènes (c'est-à-dire qu'elles produisent du méthane, aussi connu sous le nom de biogaz). Le fumier traité qui en est extrait organique exempt d'agents pathogènes, riche en azote, en phosphore et en potassium. Les produits (biogaz et engrais) sont principalement destinés à l'autoconsommation dans les exploitations agricoles.

Lieu d'application :

Les biodigesteurs peuvent être installés dans n'importe quelle zone rurale ou urbaine disposant d'assez d'espace et d'un nombre suffisant d'animaux pour produire au moins 100 kg de fumier par jour. Ils sont particulièrement utiles dans des exploitations familiales avec trois éléments : du bétail comme source de

matière organique, des parcelles de culture où l'engrais biologique peut être appliqué, et des habitations pour utiliser le biogaz. Ils peuvent être mis en œuvre dans des exploitations nécessitant une amélioration de la fertilité des sols ou de la qualité de vie de ses exploitants si les conditions sus-évoquées sont réunies. Un accès permanent à l'eau est nécessaire.

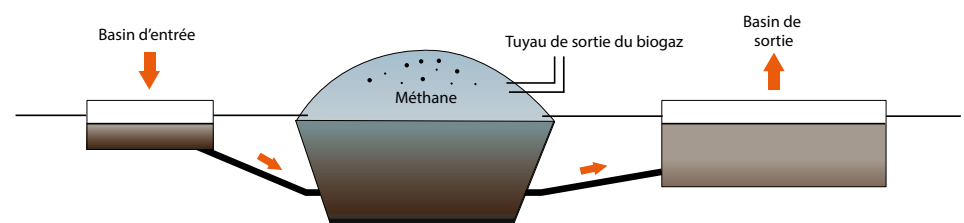
Dangers et impacts abordés :

Comme il produit un engrais riche en nutriments, ce système réduit le besoin en intrants agricoles. L'épandage du fumier sur les sols réduit leur détérioration tout en augmentant leur productivité. Les sols ayant reçu un épandage d'engrais organique sont moins vulnérables aux ravageurs, à l'érosion et à la sécheresse. Le méthane qui en est produit, au lieu de se répandre dans l'atmosphère, est utilisé pour des activités domestiques (cuisson,

chauffage de l'eau), ce qui transforme le méthane en dioxyde de carbone et diminue son potentiel de réchauffement de la planète.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Préparer le site. (2) Calculer le volume de fumier produit. (3) Choisir et acheter un biodigesteur qui satisfasse aux exigences en matière de volume. (4) Installer le biodigesteur. (5) Concevoir et construire un système de canalisation des excréments vers le biodigesteur. (6) Construire un système de conduction du méthane jusqu'au point d'utilisation. (7) Recueillir l'engrais organique et les lixiviats. (8) Utiliser l'engrais en l'épandant. (9) Utiliser le biogaz.



Intrants et coûts :

Achat et mise en place d'un système de digestion anaérobique de 10 m³ capable de traiter 100 kg/jour d'excréments d'animaux de ferme. La principale dépense rentre dans l'achat du biodigester, des tuyaux et de la cuisinière. Le coût de la main-d'œuvre relative à l'entretien, qui est considérable, n'est pas inclus parce que l'on suppose que cette main-d'œuvre sera fournie par les producteurs. Deux jours de formation sur le fonctionnement et l'entretien du système sont prévus.

Biodigester de 10 m³ pour 5 têtes de bétail

USD

Main-d'œuvre	90
Matériaux	960
Formation	120
Total	1170

Avantages écosystémiques et économiques :

Dans des conditions optimales, environ 3 à 4 litres d'engrais sont produits par kg d'excréments, et son application systématique restaure les sols pauvres et infertiles tout en augmentant les rendements. Par exemple, une expérience contrôlée menée au Brésil et au cours de laquelle des essais à dosages variés ont été réalisés a révélé qu'un dosage de 60 m³ d'effluent par hectare appliqué aux cultures de laitue avait des meilleurs résultats que la fertilisation minérale en termes de taille, de nombre de feuilles, de diamètre et de masse fraîche de la laitue (Chiconato, 2013). Pour un système de 10 m³, où l'on suppose un remplacement complet des engrais chimiques par des effluents et une utilisation du biogaz pour la cuisson, les économies potentielles sont de l'ordre de 350 dollars par mois. L'utilisation du biogaz diversifie ou remplace les sources d'énergie utilisées pour la consommation domestique (1 m³ de biogaz remplace 0,5 kg de gaz de pétrole liquéfié). Ferrer et al. (2009) relèvent que le biogaz produit par un système de 5 m³ est suffisant pour une cuisson journalière de trois à quatre heures. L'impact, en ce qui concerne la santé humaine et en termes d'empreinte carbone est plutôt positif, d'autant plus que l'on trouve des substituts au feu de fumier ou au feu de bois.

Facteurs limitants :

Un bon fonctionnement nécessite une température moyenne supérieure à 15 °C. Dans les zones à températures plus basses, une serre ou un système d'isolation thermique doit être construit, car la production de biogaz diminue à des températures froides (Poggio *et al.*, 2009). Le site d'utilisation du biogaz ne doit pas être éloigné de plus de 150 m du biodigester, car au-delà de cette distance, la pression du gaz diminue.

Leçons apprises :

Le biodigester doit être utilisé en permanence, sinon, un processus de putréfaction s'installe à l'intérieur de la cuve. Lorsque c'est le cas, la cuve doit être vidée et le système nettoyé. L'efficacité du système est renforcée lorsque le digester est intégré à la ferme et raccordé aux latrines. Il est important de ne pas dépasser la capacité maximale recommandée en matières organiques, conformément à la conception du biodigester, afin de s'assurer que le fumier reste dans la cuve pendant une période suffisante pour que les agents pathogènes en soient éliminés.

Autres considérations :

Les excréments doivent être dilués au ratio de 1 : 3 ; à cet effet l'on peut utiliser l'urine ou de l'eau. Tout corps solide, ainsi que toute matière inorganique, doit être enlevé avant que les excréments ne soient introduits dans le digester. Au cas où des antibiotiques auraient été administrés aux animaux, il faudra laisser passer au moins quatre jours avant d'utiliser le fumier, car les antibiotiques sont préjudiciables aux bactéries à l'intérieur du réacteur. Le biogaz est utilisé sur des foyers avec vannes conventionnelles reliées à un flexible ou à un tuyau, sans aucun type de régulateur de pression.

Unités de suivi :

Biodigesteurs installés (nombre).

Unités d'impact :

Superficie fertilisée (ha) ; méthane utilisé (m³/an) ; engrais et biogaz produits (litres/mois).

Project MEbA**Bureau de gestion**

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Chiconato, D. et al. (2013). "Resposta da alfaca à aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação". *Bioscience Journal*, vol. 29, No. 2. | Ferrer, I. et al. (2009) *Producción de biogás a partir de residuos orgánicos en biodigestores de bajo costo*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña. | Poggio, D. et al. (2009). "Adaptación de biodigestores tubulares de plástico a climas fríos", *Livestock Research for Rural Development*, vol. 21., No. 9.



10

CAPTEURS DE BROUILLARD

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

C'est un système déployant un maillage en plastique maintenu en place par des cadres, et conçu dans le but d'intercepter les bancs de brouillard formés par les nuages dans les vallées et plateaux andins. Les gouttelettes d'eau contenues dans le brouillard se heurtent aux filets du maillage, s'accumulent et retombent, sous l'effet de la gravité, dans une gouttière qui canalise l'eau vers un point de collecte. Le brouillard constitue une source alternative d'eau peu coûteuse pour une grande partie de la population andine, qui dépense généralement plus pour cette ressource que les citoyens qui ont accès aux services publics de base. Les systèmes en place au sein des communautés sont constitués de plusieurs capteurs installés en série.

Lieu d'application :

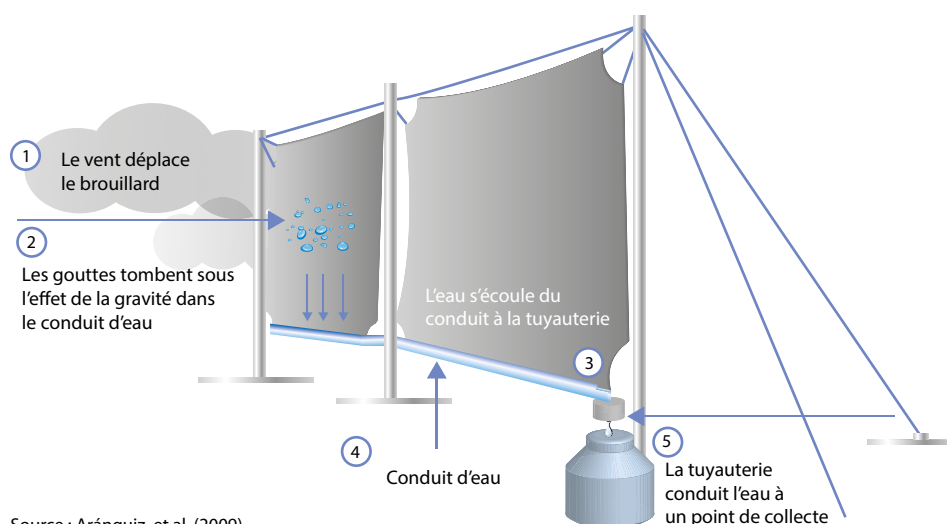
Ces systèmes sont d'usage dans les exploitations ou les communautés où il n'existe point d'autres alternatives en matière de sources d'eau, et où le climat favorise la formation de brouillard. Dans les régions andines, ces conditions prévalent principalement dans la cordillère occidentale. Les sommets et les versants élevés constituent des sites idoines pour installer un réseau d'approvisionnement en eau par gravité. Un collecteur individuel nécessite environ 15 m² de terrain et un système communautaire environ 0,5 ha.

Dangers et impacts abordés :

Cette technique améliore la sécurité des ressources en eau pour des populations très vulnérables aux changements climatiques, en atténuant les effets de la sécheresse et de la chaleur extrême sur les personnes, les cultures ou encore les animaux. Une source d'eau sûre peut accroître la productivité des sols et atténuer les effets des changements dans les régimes de précipitations. Néanmoins, dans certaines régions, les changements climatiques peuvent modifier les conditions propices à la formation de brouillard.

Méthode de mise en œuvre :

Cette technique améliore la sécurité des ressources en eau pour les populations très vulnérables aux changements climatiques d'autant plus qu'elle permet d'atténuer les effets de la sécheresse et de la chaleur extrême sur les personnes, les cultures ou encore les animaux. Une source d'eau sûre peut accroître la productivité des sols et atténuer les effets des changements dans les régimes de précipitations. Toutefois, dans certaines régions, les changements climatiques peuvent modifier les conditions propices à la formation de brouillard.



Source : Aránguiz, et al. (2009).



Intrants et coûts :

Les coûts relatifs à la construction et à l'installation d'un capteur de brouillard de 48 m² avec une capacité de stockage de 500 litres sont présentés ci-dessous. L'achat de matériaux (poteaux, maillage, tuyaux, réservoir) ainsi que la main-d'œuvre nécessaire à l'installation du système en constituent les principales dépenses. Deux jours de formation sur l'utilisation et l'entretien appropriés sont prévus.

Capteur de brouillard de 48 m²

USD

Main-d'œuvre	135
Matériaux	320
Formation	120
Total	575

Avantages écosystémiques et économiques :

Une étude comparative sur l'efficacité des capteurs de brouillard dans neuf régions du Chili fait état de volumes mensuels de l'ordre de 51 à 184 litres par mètre carré de maillage Raschel. Selon la même étude, l'eau fournie avec des capteurs de brouillard coûte 34 % moins chère que l'eau provenant des camions-citernes (FAO, 2000). Le brouillard constitue une source d'eau alternative qui n'affecte ou n'utilise pas les sources conventionnelles telles que les puits, les rivières ou les lacs, favorisant ainsi l'équilibre écologique des masses d'eau en surface et souterraines. L'eau stockée peut être utilisée pour des programmes de reboisement et de lutte contre les incendies ou pour de petits vergers, ce qui serait bénéfique à l'écosystème ou à l'économie du ménage.

Facteurs limitants :

Le dimensionnement correct du système nécessite des statistiques fiables sur le volume de brouillard stable. Les capteurs de brouillard consistent en une technique de collecte d'eau en série et nécessitant une installation sur de grandes surfaces pour obtenir des volumes d'eau conséquents. À moins que la communauté ne soit impli-

quée dans la conception et la construction du système, des problèmes liés à l'entretien ou à une utilisation inadéquate pourraient survenir. Les coûts liés à l'adduction pourraient s'avérer élevés si les capteurs de brouillard sont éloignés du centre de la collectivité.

Leçons apprises :

Bien que l'eau recueillie soit au départ potable, elle pourrait être contaminée au cours des différentes étapes de son acheminement, raison pour laquelle l'eau doit être traitée avant toute consommation. Si l'objectif visé était de se procurer de l'eau pour l'arrosage, des systèmes d'irrigation efficace devraient être installés en vue d'assurer une utilisation durable de l'eau ; les solides en suspension devraient être enlevés par un traitement préalable afin d'éviter l'obstruction des goutteurs.

Autres considérations :

Les efforts en cours sont axés sur l'amélioration de l'efficacité de la collecte de l'eau et de la durabilité des mailles et des poteaux de soutien. Dans certaines expériences, des minéraux toxiques transportés par les vents se sont accumulés dans l'eau ; une étude en ce sens devrait être faite avant la construction. Le succès

d'une mise en œuvre intégrée au sein de la communauté dépendra de la marge d'autonomisation et d'appropriation accordée aux futurs usagers pendant les phases de conception, de construction et d'entretien du système.

Unités de suivi :

Capteurs de brouillard installés (nombre).

Unités d'impact :

volume d'eau collecté (litres/mois).

Project MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

FAO (2000). *Manual de Captación y Aprovechamiento del Agua de Lluvia*. "Captación de agua de las nieblas costeras (Camanchaca), Chile". Serie: Zonas áridas y semiáridas No. 13. Santiago. Disponible sur : <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai128s/ai128s00.pdf> | Aránguiz, G. et al. (2009). *Diseño generativo : Aplicación en sistemas de atrapanieblas en el norte de Chile*. Universidad de Chile.



11

DÉSHYDRATEURS SOLAIRES

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Ces systèmes de flux passif réduisent la quantité d'eau contenue dans les fruits, les légumes, les graines ou la viande par la concentration de chaleur émanant du soleil et la circulation continue de l'air. Leur fonction principale est de préserver et apporter de la valeur aux produits agricoles en conservant leurs propriétés nutritives ou génétiques, en limitant la prolifération des microorganismes responsables de leur décomposition et en les transformant afin de rendre plus rentable leur commercialisation. Le soleil jouant le rôle de source de chaleur et le vent celui d'agent déshydratant, l'efficacité du séchage dépend des facteurs de conception (orientation et capacité) ainsi que des conditions climatiques (température, humidité, exposition solaire et vitesse du vent).

Lieu d'application :

L'utilité de ces systèmes est particulièrement visible dans les exploitations ayant un surplus de production ou produisant des denrées qui nécessitent un traitement supplémentaire, comme le café. Il est nécessaire d'avoir une exposition constante au soleil, d'au moins six heures par jour, et un faible taux d'humidité relative. Les lieux constamment exposés à des vents d'intensité modérée, en plus d'un bon ensoleillement, sont particu-

lièrement adaptés à la mise en place des déshydrateurs solaires.

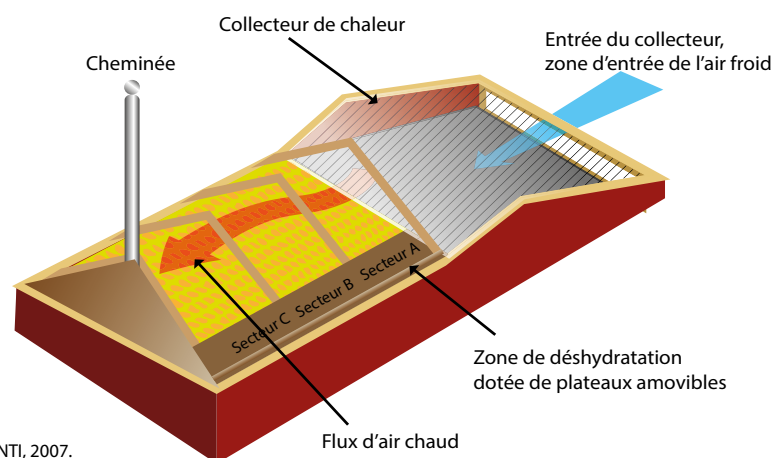
Dangers et impacts abordés :

Ces systèmes apportent surtout une plus grande sécurité alimentaire et une meilleure diversification des revenus en développant la résilience globale des producteurs. La conservation des aliments et des graines aide à enrayer la perte de productivité et les changements phénologiques générés par le changement climatique.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Concevoir le système en se basant sur : le type de produits à déshydrater, le volume de production et les conditions cli-

matiques et physiques du site (température et humidité). (2) Orienter la position du déshydrateur de sorte qu'il reçoive le degré d'ensoleillement quotidien le plus élevé, en plaçant l'entrée d'air perpendiculaire au vent dominant. (3) Construire le déshydrateur. (4) Sélectionner les produits en bon état. (5) Couper les denrées en fonction de la présentation souhaitée (pas plus d'un centimètre d'épaisseur). (6) Réaliser un pré-traitement selon le produit (blanchi, salé, sucré). (7) Réunir les produits dans des plateaux. (8) Contrôler le processus de déshydratation (évaluation du poids souhaité). (9) Emballer. (10) Entreposer.



Source : Adapté d'INTI, 2007.

Intrants et coûts :

Le tableau suivant présente les coûts de construction et d'installation d'un déshydrateur solaire de 19 m² dont la surface de séchage mesure 6 m². Utilisé dans des conditions optimales, ce modèle permet de déshydrater 48 kg de tomates par jour. Les coûts découlent principalement des matériaux de construction (bois, couverture plastique) et de la main d'œuvre nécessaire pour son installation. Deux jours de formation sur son fonctionnement sont prévus.

Déshydrateur solaire avec zone de séchage de 6 m²

USD

Main d'œuvre	195
Matériaux	424
Formation	120
Total	739

Avantages écosystémiques et économiques :

Les déshydrateurs permettent d'optimiser l'intégralité de la récolte, diversifier les revenus et produire des aliments et des revenus en période de pénurie, en satisfaisant la demande hors saison. Ils offrent au producteur la possibilité d'ajouter de la valeur à ses produits, leur apporter une présentation plus attractive et éviter qu'ils ne subissent des pertes causées par la volatilité du marché. Par exemple, lorsqu'on compare les prix de la pêche déshydratée et de la pêche fraîche rapportés par les ministères de l'agriculture et de la production du Pérou, on constate une différence de 9 à 1. La déshydratation réduit le poids des aliments, ce qui facilite leur gestion et diminue la consommation de combustible pour leur distribution. Le fonctionnement des déshydrateurs ne requiert aucune énergie externe (gaz ou électricité) ce qui contribue à limiter les émissions de gaz à effet de serre et à avoir des coûts d'exploitation nuls.

Facteurs limitants :

Bien que les déshydrateurs augmentent la résilience économique des producteurs, leur fonctionnement dépend des conditions climatiques du site. Par temps nuageux, lorsque le taux d'humidité relative est supérieur à 95 % ou la température inférieure à 5 °C, la durée du séchage

augmente et favorise la décomposition du produit. Pour augmenter la vitesse du séchage lorsque les conditions sont peu favorables, les producteurs doivent utiliser des ventilateurs en guise de mécanismes d'aération, ce qui requiert une source d'énergie supplémentaire.

Leçons apprises :

Lorsque le séchage se fait très rapidement, une pellicule dure peut se former sur les aliments. Le flux d'air doit alors être réduit ou davantage de produits doivent être ajoutés dans les barquettes pour éviter ce défaut. Il est conseillé d'éviter de mélanger des fruits avec des herbes aromatiques ou de la viande car l'odeur se transmet d'un produit à l'autre. Sur des sites constamment exposés aux vents extrêmes ou à la grêle, le plastique utilisé pour la couverture est susceptible de s'abîmer ou de s'envoler. D'autres matériaux, plus résistants et plus chers comme le verre, devront alors être privilégiés.

Autres considérations :

Si l'atmosphère est très humide, il est possible de réduire la zone de séchage en regroupant les produits dans la partie arrière pour que la zone avant agisse comme une source de chaleur supplémentaire. Les conditions optimales de déshydratation varient pour chaque produit, mais généralement la température recherchée est

comprise entre 55 et 65 °C car une température plus haute tend à faire baisser la qualité des nutriments. Il est recommandé de réaliser un pré-traitement du produit en ajoutant de l'acide citrique dans les fruits, les légumes et la viande afin d'éviter leur brunissement, ou du sucre (dans les fruits) ou du sel (dans la viande) pour enrayer leur décomposition.

Unités de suivi :

Déshydrateurs construits (nombre)

Unités d'impact :

Revenus supplémentaires (\$). Produit déshydraté (kg).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

INTI (2007). *Manual de construcción del deshidratador solar Aureliano Buendia*. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial, INTI. Disponible en: <http://www.inti.gov.ar/pdf/deshidratador.pdf> | "Frutas deshidratadas" dans *Crea tu empresa: documento ampliado para la ficha 18*. Pérou: Universidad del Pacífico-Ministerio de la Producción. | *Información del mercado mayorista no. 2 de Frutas*. Pérou: Ministerio de Agricultura y Riego, 2013.



12

DIVERSIFICATION DES CULTURES

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

La diversification des cultures consiste à semer différentes espèces agricoles sur une exploitation, en intercalant au moins deux types de cultures différents. Elle peut être constituée de plusieurs modèles : associations multiples, mélange de cultures annuelles, arbres fruitiers et forestiers et ensemencement de différents légumes. Les objectifs sont variés, comme la réduction des insectes herbivores, le contrôle biologique à travers l'ensemencement d'espèces antagonistes, l'utilisation efficace des espaces horizontaux et verticaux des parcelles ou l'augmentation des revenus de l'agriculteur. Les systèmes diversifiés sont généralement plus résilients que ceux de la monoculture.

Lieu d'application :

Leur mise en place peut se faire sur n'importe quelle parcelle de l'exploitation, à condition que la sélection des cultures soit la plus adaptée aux conditions physiques et chimiques du sol. Son utilité est réelle dans des zones peu étendues où l'on veut optimiser l'utilisation du terrain ou encourager la biodiversité agricole.

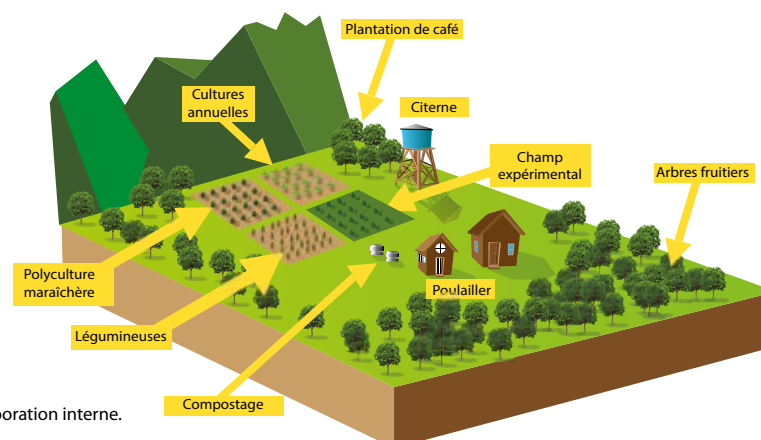
Dangers et impacts abordés :

En favorisant la diversité des cultures, la diversification augmente la sécurité alimentaire et réduit le besoin d'intrants agricoles. Les systèmes mixtes sont plus résistants aux nuisibles, aux changements extrêmes de température, à la sécheresse et aux changements des précipitations. Ils présentent une solution visant à répartir les pertes en cas de dégâts causés aux cultures ou de diminution de productivité dans les récoltes.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Sélectionner les cultures les plus adaptées aux conditions climatiques et environnementales de l'exploitation en prenant en compte les préférences du marché. (2) Établir un plan de gestion et

de contrôle des pratiques de culture (p. ex. contrôle des invasions d'insectes et des mauvaises herbes, gestion des nutriments, arrosage) et déterminer les coûts de production. (3) Réaliser une sélection adaptée des cultures associées. La diversification implique de trouver des synergies positives dans les relations entre les cultures, en évitant celles qui captent les mêmes nutriments du sol. (4) Semer les variétés conformément au plan établi et aux périodes de récolte. (5) Incorporer des pratiques de production et d'application d'engrais organiques, de conservation des sols, de rotation des cultures, de gestion intégrée des nuisibles, etc.



Sources : élaboration interne.



Intrants et coûts :

Le tableau suivant présente les coûts de diversification pour un hectare de cultures. Ils découlent principalement de l'achat des graines, la préparation des engrais et des pesticides organiques, la main d'œuvre pour planter les semis et fertiliser les productions. Deux jours de formation sont prévus pour apprendre à gérer le système de diversification.

Diversification des cultures (carotte/laitue/haricot) sur 1 ha	USD
Main d'œuvre	675
Matériaux	360
Formation	180
Total	1215

Avantages écosystémiques et économiques :

La diversification des cultures sur les parcelles présente une série d'avantages tels que le recyclage des nutriments, la création de microclimats, la régulation des processus hydrologiques locaux, la régulation et le contrôle des nuisibles et des maladies des plantes (Altieri, 2002). Altieri a démontré que les polycultures augmentent le rendement entre 20 % et 60 % et, qu'au Mexique, un hectare sur lequel on aura semé un mélange de maïs, de courge et de haricot produit autant qu'une surface de 1,73 ha exclusivement composée de maïs. Par ailleurs, les systèmes mixtes apportent un rendement plus stable en cas de changements climatiques, avec en moyenne un coefficient de variabilité 30 % inférieur par rapport à la monoculture.

Facteurs limitants :

L'adaptabilité des différentes associations utilisées dans la diversification doit être prise en compte. Pour ce faire, il est nécessaire de bien connaître les conditions agroécologiques de la zone et les exigences des différentes espèces à semer dans le système mixte. La principale limite n'est pas liée aux aspects physiques des cultures mais à la mise en place de stratégies hautement intégrées dans la

planification, permettant de créer les interactions bénéfiques indispensables à la diversification.

Leçons apprises :

Le produit de la récolte par type de culture est généralement moins élevé dans les systèmes mixtes que celui de la monoculture. Cependant, la production totale est souvent plus importante. Les systèmes diversifiés peuvent intégrer certaines bonnes pratiques ancestrales comme la culture traditionnelle de la milpa (culture associée de maïs, courge et haricot). Il est possible de développer dans la région andine des cultures mixtes de tubercules comme la pomme de terre, l'oca, l'ulluco, la mashua ; de racines comme l'arracacha, le yacon, l'achira ; de graines comme le maïs, le quinoa, la qañiwa et de fruits comme le tamarillo, le sureau, la passiflore.

Autres considérations :

La diversification permet également d'envisager d'autres espèces que les légumes verts et secs ou les fruits, par exemple les plantes médicinales, aromatiques ou sylvestres. Il est recommandé de compléter ce système avec d'autres pratiques agricoles comme la couverture du sol, l'intégration de petits animaux ou

la construction de serres dans les zones fréquemment sujettes au gel.

Unités de suivi :

Surface semée selon les systèmes mixtes (ha). Variétés associées semées par unité de culture (nombre).

Unités d'impact :

Revenus (\$). Variétés produites (nombre, t).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166
 unep-rolac-meba@un.org
<http://unepmeba.org/>

Références :

Altieri, M. (2002). *Agroecología: principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria*. | Quiroz G., et. al. (2009). "Alternativas de diversificación en áreas cafetaleras", *INIAHOY*, n°6, (Septembre-décembre), Venezuela. | Altieri, M. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. New York: Sustainable Agriculture Networking and Extension, SANE. Programme des Nations unies pour le développement, PNUD.



13

DRAINAGE AGRICOLE

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Le drainage agricole est un ensemble de systèmes qui déplacent, captent, canalisent et guident l'excédent d'eau d'une parcelle à un lieu plus adapté. Leur mise en place est rendue possible grâce au principe de gravité, de manière non érosive, en passant par des canaux superficiels ou souterrains. L'objectif est de contrôler le taux d'humidité spécifique à chaque type de culture et éviter les pertes causées par l'excès d'eau dans des situations extrêmes. Les dimensions de ces systèmes dépendent de la profondeur du niveau phréatique et du volume maximum à évacuer, mais ils oscillent généralement entre 0,4 et 1,5 m de profondeur et entre 0,5 et 1,20 m de largeur.

Lieu d'application :

Le drainage est mis en œuvre sur des parcelles dont la pente est comprise entre 0 et 25 %, qui exigent que le niveau phréatique du sol soit contrôlé ou qui sont sujettes à des inondations périodiques. Il se révèle particulièrement utile dans des zones inondables comme les vallées alluviales, sur des sols peu perméables ou composés d'argile ou de limon.

Dangers et impacts abordés :

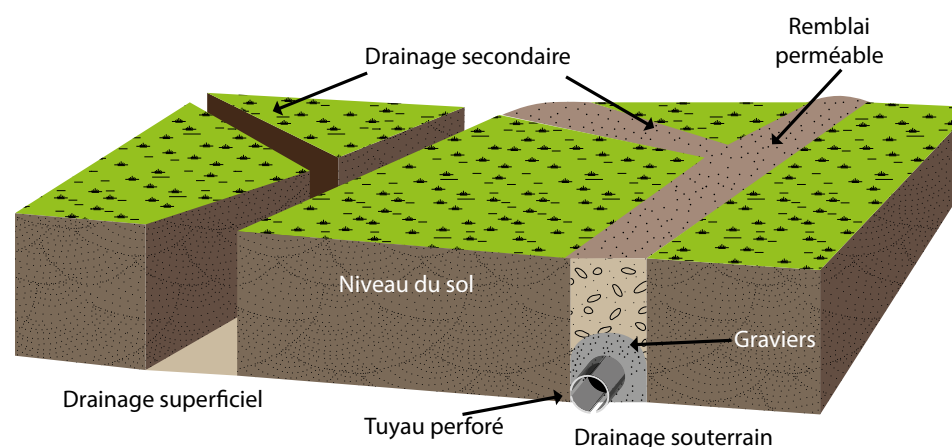
Ce système évite les dégâts causés sur les cultures par les fortes pluies et les inondations en évacuant l'excédent d'eau. Il

permet également de contrôler le taux d'humidité dans le sol pour favoriser la croissance des cultures, ce qui augmente la production ainsi que la sécurité alimentaire. L'humidité retenue en période de fortes pluies peut être bénéfique dans les périodes de sécheresse.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Identifier les zones où les excédents d'eau se dirigent naturellement dans un terrain. (2) Identifier le type de drainage à utiliser (superficiel ou souterrain). (3) Calculer la profondeur, la largeur et la longueur des systèmes de drainage en fonction de la source et de la quantité d'eau

à déplacer, des éventuels problèmes que cela peut occasionner, de la perméabilité du sol et du type de culture pouvant en bénéficier. (4) Creuser les fossés en pente de façon à ne pas accumuler de sédiments et obtenir une vitesse minimale de 0,25 m/s. (5) Compléter les systèmes superficiels avec des bords d'endiguement compacts ou les systèmes souterrains avec le remblayage en utilisant des matériaux tels que graviers ou pierres ainsi que des tuyaux d'évacuation.



Source : Élaboration interne



Intrants et coûts :

Le tableau suivant présente les coûts de construction d'un drainage superficiel de 0,5 m de largeur, 0,8 m de profondeur et 1000 m de longueur, distribué sur une surface moyenne de 5 ha. Les coûts découlent principalement de la main d'œuvre pour creuser et pour installer les matériaux, ainsi que de l'analyse des sols, des précipitations et de l'écoulement. Deux jours de formation sont prévus pour apprendre à les construire et comprendre leur fonctionnement.

Drainage superficiel de 0,5 m x 0,8 m x 1000 m	USD
Main d'œuvre	2325
Matériaux	1000
Formation	120
Total	3445

Avantages écosystémiques et économiques :

Ces systèmes influent sur l'économie d'énergie au niveau de l'irrigation car ils permettent de contrôler le taux d'humidité des sols. Ils réduisent par ailleurs la perte des récoltes causée par les inondations et maintiennent les conditions agricoles du sol favorisant les meilleurs rendements. Ils éliminent l'excès d'eau sur les terres agricoles et contrôlent le niveau phréatique de façon à ce que l'équilibre entre l'eau et les sels soient optimal dans la zone où poussent les racines des cultures (Pizarro, 1985). Polón *et. al.* (2011) ont constaté une augmentation de la production de céréales de 50 à 100 % et de tubercules de 90 à 200 % dans les sols lourds sur lesquels ont été mis en place des systèmes de drainage. Les retombées positives de cette mesure interviennent à la fin d'un cycle annuel.

Facteurs limitants :

Les systèmes de drainage ne sont pas adaptés aux terrains sans pente et dans des lieux où il n'est pas possible d'éliminer l'excès d'eau en sécurité. Le coût des drainages souterrains est supérieur à celui

des drainages superficiels. Les drainages divisent les zones agricoles, ce qui rend plus difficile l'utilisation des machines et l'accès aux terrains en général.

Leçons apprises :

Il est important de commencer en construisant le moindre nombre de systèmes de drainage nécessaires et de compenser les ouvrages hydrauliques d'infiltration et de ruissellements excédents avec des mesures plus simples, telles que les fossés-bord et le système *keyline*. Bien établir les dimensions est fondamental car un drainage mal conçu peut assécher le terrain.

Autres considérations :

Les systèmes de drainage requièrent un entretien et un contrôle constant, ils peuvent être complétés par des puits d'absorption, un stockage de l'eau et des systèmes de pompage. De nombreux problèmes inhérents au sol agricole pourraient être contournés grâce à des systèmes de drainage adaptés mais il faut impérativement assurer leur bon fonctionnement et avoir une bonne connaissance de leurs facteurs limitants.

Unités de suivi :

Longueur des drainages construits (m).

Unités d'impact :

Augmentation de la productivité (t/ha).
Surface protégée par un drainage agricole (ha).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Pizarro, F. (1985). *Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos*. Madrid: 2e ed., Editorial Agrícola Española, S.A. | Polón Pérez, R., et al. (2011). "Principales beneficios que se alcanzan con la práctica adecuada del drenaje agrícola" dans *Cultivos Tropicales*, vol. 32, n° 2, p. 52-60. Disponible sur : <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193222422010.pdf> | Ayers, R. et Westcot, D. (1985) *Water Quality for Agriculture*. Rome : FAO Irrigation and Drainage Papers, 29.



14

ÉCOTOURISME

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description:

L'écotourisme est un outil de développement économique qui favorise l'existence, la conservation et l'exploitation durable des biens et services écosystémiques, en les rendant accessibles aux touristes. Il se concentre sur le tourisme local dans des zones conservées bien délimitées ou des zones de production agricole (agrotourisme) visant à faire découvrir aux visiteurs la nature, les valeurs et traditions culturelles associées, ainsi que les produits durables fabriqués par les populations locales. L'objectif est de favoriser les échanges entre les visiteurs et les communautés afin de stimuler l'éducation à l'écologie et le commerce équitable. Ce type de tourisme repose sur les ressources locales ; son impact sur l'environnement est modéré et il apporte des bénéfices socioéconomiques aux populations chargées de conserver les biens ou les services mis en avant.

Lieu d'application:

L'écotourisme peut être mis en place dans des zones naturelles dotées de paysages attrayants, d'atouts culturels et écologiques intéressants et, dans l'idéal, d'une accessibilité aux marchés ou au public cible. Il est recommandé de compter sur les organisations communautaires afin d'apporter différents types de services inhérents au site concerné (hébergement,

restaurants, visites guidées). L'agrotourisme peut être mis en place dans des exploitations ou des zones agricoles utilisant des processus de production attractifs (agriculture biologique, culture sous ombrage, restauration, conservation), logement et services.

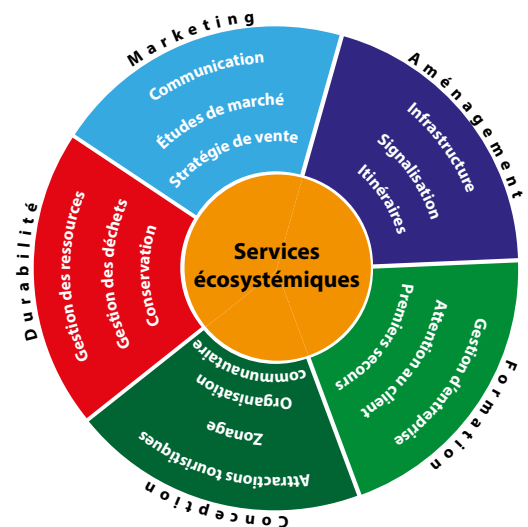
Dangers et impacts abordés:

L'objectif principal de l'écotourisme est de diversifier les revenus des producteurs. Ces activités supplémentaires permettent en effet de réduire la pression exercée par le changement climatique, telle que la perte de productivité agricole, les dégâts causés sur les cultures, le besoin accru d'intrants et même une raréfaction de l'eau. Bien que l'écotourisme n'aborde pas directement des dangers, ces facteurs climatiques ont moins de conséquences sur la création de revenus.

Méthode de mise en œuvre:

(1) Identifier les atouts d'un point de vue touristique, écologique et culturel du site en se basant sur les biens et services écosystémiques. (2) Évaluer la capacité de charge du système. (3) Évaluer la viabilité du projet et établir un plan d'affaires. (4) Établir une collaboration avec les organisations communautaires locales, les autorités gouvernementales et les autres acteurs clés pour convenir des responsabilités de mise en œuvre.

(5) Gérer les permis et les formalités administratives pour que les projets soient conformes à la réglementation. (6) Se former à la gestion commerciale et aux services aux clients. (7) Mettre en place des formations pour les travailleurs concernant la conservation, la restauration et l'exploitation durable des ressources. (8) Aménager les zones. (9) Entreprendre des activités de marketing. (10) Mettre en œuvre des pratiques de conservation, gestion des déchets, gestion de l'eau et autres mesures nécessaires pour limiter l'impact de cette activité sur l'environnement.



Source: élaboration interne



Intrants et coûts :

Prenons pour exemple le développement d'un projet écotouristique de 5 ha. Les coûts découlent principalement de l'achat des matériaux nécessaires à l'aménagement de l'espace, la consultation sur la conception du projet et la formation inhérente aux affaires et aux services apportés aux clients. La construction des installations apportant des services de base est incluse mais pas celle des logements et des autres structures. 15 jours de formation sont prévus pour ce projet.

Écotourisme, 5 ha	USD
Main d'œuvre	735
Matériaux	2650
Formation	900
Total	4285

Avantages écosystémiques et économiques :

La conservation de la zone naturelle est favorisée grâce à la sauvegarde de la diversité biologique et culturelle. Les incitations économiques visant à promouvoir le tourisme au Costa Rica ont permis de conserver 21 % du territoire grâce au classement en parcs nationaux (Dasenbrock, 2002). En analysant différents projets d'écotourisme au Belize, présentés par Lindberg *et al.* (1994), on estime qu'environ 30 % de la population locale a pu bénéficier des nouveaux emplois créés. Les habitants participant à un projet communautaire à petite échelle dans le village équatorien de Río Blanco, qui propose d'héberger les touristes dans des huttes à l'intérieur de zones naturelles et de leur faire découvrir les danses traditionnelles quechuas, ont pu dégager au moins 20 % de leur revenu annuel en travaillant seulement quatre heures par jour pendant la période touristique (Schaller, 1995).

Facteurs limitants :

Une mise en place réussie de l'écotourisme exige une planification, une formation et une gestion adéquate de l'écosystème, en plus d'un renforcement du processus de consultation et de consensus pour obtenir l'accord de la communauté, ce qui prend du temps. Les projets écotouristiques doivent généralement

être financés sur une période minimum de 3 à 5 ans pour atteindre son taux de rentabilité interne. Les coûts engendrés par la construction des logements est considérable. Leur couverture requiert souvent des sources de financement supplémentaires et davantage d'investissements dans le projet. Le nombre maximum de visiteurs doit être établi en fonction de la capacité de charge de l'écosystème pour éviter les dégâts causés sur la zone à conserver et promouvoir (Weaver, 1998).

Leçons apprises :

Le projet a plus de chances de réussir lorsque l'on implique les différents acteurs clés (gouvernements locaux, ONG, commissions régissant les zones protégées) et ils participent dans la planification ou dans l'obtention d'incitations économiques ; on comprend la réglementation environnementale (catégories de conservation et de gestion territoriale) pour savoir ce qui peut être réalisé dans la zone, et on intègre des entreprises locales durables afin de diversifier les services proposés. Une formation adaptée sur l'importance d'une bonne gestion des ressources de la zone garantit sa conservation et la durabilité du projet.

Autres considérations :

La communauté doit bien comprendre

les bénéfices et les responsabilités en lien avec ce type de développement touristique et s'appuyer sur un processus transparent pour les redistribuer équitablement. La prévention des dommages et de la dégradation est possible si des règles de conduite écologique sont mises en place à destination des visiteurs, des employés et des responsables de son application. La pression exercée par les touristes sur l'écosystème diminue lorsque des écotecnologies sont prévues pour la prestation de services (eau et assainissement, gestion des déchets). Les institutions en charge de la recherche et de l'enseignement peuvent constituer un partenaire clé pour fournir des informations scientifiques sur le site et aider à estimer sa capacité de charge.

Unités de suivi :

Projets d'écotourisme ou d'agrotourisme réalisés (nombre).

Unités d'impact :

Revenus générés (\$). Zones conservées (nombre, ha).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Lindberg, K. *et al.* (1994). *An Analysis of Ecotourism's Economic Contribution to Conservation and Development in Belize*. World Wildlife Fund, vol. 1. | Schaller, D. (1995). "Indigenous Ecotourism and Sustainable Development: The Case of Río Blanco, Ecuador" dans *Ecotourism Research and Other Adventures* | Weaver, D. B. (1998) *Ecotourism in the Less Developed World*. Wallingford/New York: Cab International. | SEMARNAT (2006). *Introducción al turismo comunitario*. Mexique: 2^a ed. | Dasenbrock, J. (2002). "The Pros and Cons of Ecotourism in Costa Rica" dans *TED Case Studies*, no. 648, janvier.



15

FOYERS EFFICACES À BIOMASSE

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Le gazéificateur est un foyer efficace utilisant différents types de biomasse et offrant une solution intéressante aux foyers traditionnels et aux poêles à bois peu efficaces. La biomasse est déposée dans une chambre de combustion qui contrôle l'oxygène afin de déclencher un processus nommé pyrolyse et produire du charbon. Le gaz ainsi libéré entre en combustion dans la plaque chauffante et génère une flamme bleue. Lorsque la combustion est réalisée dans des conditions optimales, aucune fumée n'apparaît et 60 % du combustible normalement utilisé dans un foyer est préservé. Au moins 25 % de la biomasse se résume à du charbon noir, lequel est réutilisé pour aménager les sols.

Lieu d'application :

Les foyers efficaces à biomasse peuvent être installés dans des environnements ruraux, urbains et périurbains, où les familles utilisent du bois de chauffage pour cuisiner et mettent en danger leur santé à cause de la mauvaise combustion (fumée, suie, particules). Dans les zones ayant peu de ressources forestières, la mise en place de gazéificateurs peut être combinée à des actions de reforestation, gestion forestière ou production durable de bois de chauffage pour mettre en œuvre une

mesure forte tant au niveau de l'atténuation que de l'adaptation au changement climatique.

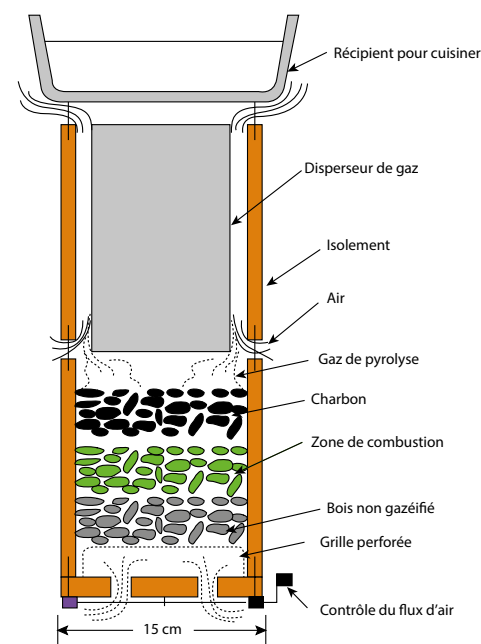
Dangers et impacts abordés :

Ce type de foyers produit du charbon qui sera réutilisé pour améliorer la structure du sol et réduire les conséquences des pluies intenses, des sécheresses et la nécessité d'augmenter les intrants agricoles. L'incorporation du charbon aux sols rend ces derniers plus résistants face à l'érosion. Cette méthode de combustion protège les ressources forestières et diminue considérablement les émissions de gaz à effet de serre (GES) issus de l'utilisation de la biomasse comme combustible. Le changement climatique est ainsi réduit sur deux fronts : une diminution de la déforestation et de la production de GES.

Méthode de mise en œuvre :

Le gazéificateur doit être acheté, il ne peut pas être construit sur place. Les étapes d'installation et d'utilisation suivent : (1) Analyser les sources existantes de biomasse viable afin d'éviter la déforestation et la dégradation des forêts. (2) Installer le gazéificateur et le tirage pour l'extraction. (3) Suivre une formation pour comprendre son utilisation et sa méthode de combustion. (4) Lorsque la combustion est terminée, broyer le charbon résiduel, y

ajouter des bactéries régénératrices de sol et le mélanger à la terre. (5) Appliquer le charbon comme substrat dans les cultures ou pour restaurer les sols dégradés. (6) Tenir un registre sur la production, le déroulement du processus et l'application du charbon ainsi que de la consommation et de la source de biomasse des gazéificateurs.



Source: <http://energy-without-carbon.org>.



Intrants et coûts :

Les coûts sont calculés sur la base de l'achat et de l'installation d'un gazéificateur de 1,4 kg de bois par charge, avec une durée estimée entre 1,5 et 3 heures de cuisson par charge. Une journée de formation est prévue pour apprendre à s'en servir. Plus il y aura de gazéificateurs installés, plus le coût de cette formation sera réduit.

Gazéificateur de 1,4 kg de bois par charge	USD
Main d'œuvre	30
Matériaux	500
Formation*	60
Total	590

* Le coût de cette formation individuelle est calculé sur la base de l'installation d'au moins 10 gazéificateurs.

Avantages écosystémiques et économiques :

D'après les données obtenues dans le cadre d'un projet de foyers efficaces à biomasse au Mexique, Díaz (2011) affirme que les principaux avantages économiques découlent de l'économie en bois de chauffage et de la réduction des effets négatifs sur la santé (qui représentent respectivement 53 % et 28 % du bénéfice total). La consommation quotidienne de bois de chauffage dans une famille de 4,5 personnes est d'environ 21 kg. Une réduction de 60 % de la consommation de bois pour la cuisine génère une économie annuelle de 45 t de bois par famille, ce qui permet de préserver les ressources forestières. La combustion efficace du gazéificateur réduit l'atmosphère de 3 t de CO₂ par foyer familial et par an. Le charbon ainsi obtenu est réutilisé pour restaurer et aménager les sols, améliorant de cette façon leur fertilité et leurs propriétés physiques.

Facteurs limitants :

Le gazéificateur requiert un investissement initial et ne peut être construit de façon artisanale comme d'autres systèmes. Le principal défi consiste à clore le cycle

d'utilisation en incorporant le charbon au sol. Cette technologie nécessitant certains changements de pratique, les utilisateurs devront suivre une formation et faire preuve d'implication. Si cette recommandation n'est pas correctement suivie, le risque est que les ménages fassent le choix de revenir à l'utilisation des foyers traditionnels.

Leçons apprises :

Le bon fonctionnement du gazéificateur dépend surtout des pratiques d'utilisation, de l'entretien et des conditions d'installation. Tous les foyers efficaces à biomasse ne s'adaptent pas forcément aux habitudes des utilisateurs, ce qui a une incidence sur le degré d'acceptation de ces derniers. Il est recommandé de réaliser une étude d'opinion sur le gazéificateur parmi la population avant de promouvoir son utilisation de façon massive.

Autres considérations :

Compte tenu de l'importance d'utiliser des foyers efficaces à biomasse qui consomment moins de bois et, surtout, évacuent la fumée de l'habitation, de nombreux types de foyers prétendent

efficaces ont été conçus et installés sans qu'aucune étude préalable ne confirme vraiment leur utilité. Une étude de comparaison entre la consommation de bois et le temps de cuisson d'un foyer traditionnel et certains modèles commercialisés en Amérique latine a démontré que le foyer traditionnel est plus efficace pour faire bouillir l'eau mais que les foyers efficaces à biomasse sont plus performants pour cuire le maïs ou les haricots. Tous les modèles testés ont montré une propension à réduire significativement la quantité de particules nocives pour la santé (Blanco, 2009).

Unités de suivi :

Unités installées (nombre).

Unités d'impact :

Économie annuelle de bois de chauffage (kg/an). Charbon incorporé au sol (kg).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Blanco S.; Cárdenas B.; Berruta V.; Masera O. y Cruz J. (2009). *Estudio comparativo de estufas mejoradas para sustentar un programa de intervención masiva en México*. México, D. F.: Informe final. Instituto Nacional de Ecología. Version actualisée en septembre 2012. | Clesla, W. M. (1995). *Climate Change, Forests and Forest Management: An Overview*. Roma: FAO Forestry Paper 126. | Delinat-Institut. (2011). *El biocarbón como material orgánico para la mejora del suelo*. Arbaz: Delinat-Institut für Ökologie und Klimafarming. | Díaz, J. et al. (2011). *Estufas de leña*. Red Mexicana de Bioenergía, A.C. disponible en: <http://www.rembio.org.mx/2011/Documentos/Cuadernos/CT3.pdf>.



16

PARE-FEUX

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Les pare-feux sont construits afin de prévenir la propagation des feux de forêt avant qu'ils n'occasionnent de graves conséquences sur l'écosystème, les unités de culture ou les biens matériels de la population. Ce système consiste à déblayer une bande de végétation de 4 à 6 m, en grattant le terrain jusqu'au sol minéral. Généralement ils commencent et terminent dans des zones où le feu ne peut plus avancer par manque de combustible. La matière extraite est déposée sur le côté opposé d'où le feu pourrait avancer.

Lieu d'application :

Les pare-feux se révèlent utiles dans des endroits particulièrement exposés au risque de feux de forêt dus à des sécheresses saisonnières prolongées et l'accumulation de combustible végétal qui en découle. Le risque d'incendies augmente à cause des températures élevées, d'un taux bas d'humidité relative, du vent et de la sécheresse des combustibles dans l'environnement immédiat.

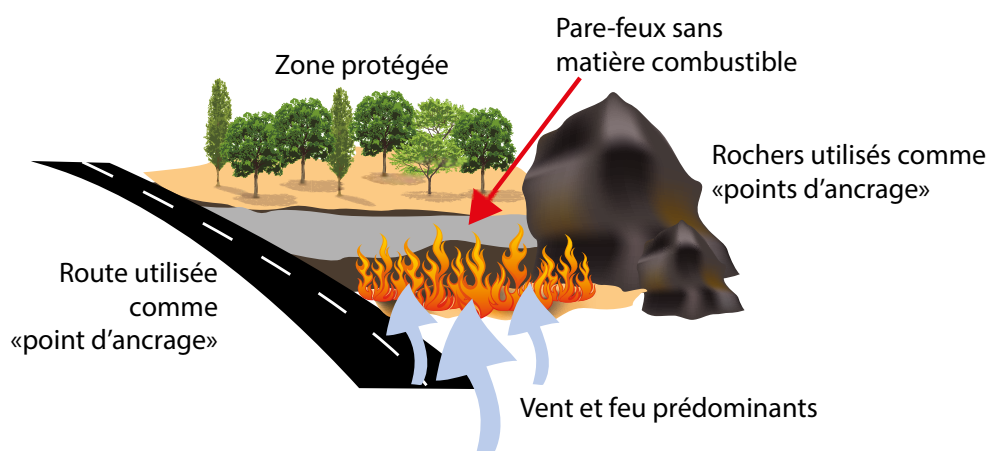
Dangers et impacts abordés :

Cette mesure atténue les conséquences de l'augmentation des feux de forêt due à l'élévation des températures dans le monde et au déficit des précipitations saisonnières. Protéger les forêts permet de maintenir la régulation hydrique et climatique, ce qui diminue l'effet des changements soudains de température et des pluies intenses.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Déblayer des zones de 4 à 6 m. La largeur du pare-feux dépend de la taille de la végétation et de la force des vents prédominants. (2) Les pare-feux com-

mentent et se terminent dans des endroits où le feu ne pourra accéder (rochers, bancs de sable, rivières ou chemins de terre). Ces espaces de sécurité sont appelés « points d'ancrage ». (3) Le tracé doit être le plus rectiligne possible et éviter les lignes sinueuses. (4) Il est fondamental de construire des chemins ou des sentiers alternatifs afin de les emprunter comme chemin d'évacuation. (5) Entretenir les pare-feux au moins une fois par an.



Source : élaboration interne.



Intrants et coûts :

Le tableau suivant présente les coûts de construction de 1000 m linéaires de pare-feux, de 6 m de largeur, équivalent au périmètre d'une surface maximale de 6,25 ha. Les coûts correspondent principalement aux outils manuels, coûts d'excavation et équipements de sécurité individuels. Deux jours de formation sont prévus.

Pare-feux de 1000 m linéaires (6000 m ²)	USD
Main d'œuvre	555
Matériaux*	150
Formation	120
Total	825
* Total plus équipement de protection face aux incendies	3585

Avantages écosystémiques et économiques :

D'après les registres partiels établis sur la période 1986-2002 la Colombie a été touchée par 14 492 feux de forêt, sur une zone de 400 788 ha, dont plus de 135 000 dans la région des hautes Andes au centre du pays (MINAM, 2002). Les conséquences environnementales des incendies sont plus importantes en altitude car ces zones sont situées à la source du bassin hydrographique. Les pare-feux protègent les ressources matérielles, agricoles et écosystémiques. Leur bénéfice est intimement lié à l'efficacité dans leur protection. Par exemple, 400 m linéaires de pare-feux seraient suffisants pour protéger 1 ha de forêt. Les services écosystémiques et la biodiversité des forêts tropicales, par exemple, ont été valorisés à titre préliminaire de 6120 USD/ha par an (TEEB, 2009).

Facteurs limitants :

La construction de pare-feux est rendue plus difficile dans les zones urbaines par manque d'espace, ainsi que dans les zones inondées ou marécageuses. Déter-

miner correctement la largeur en fonction de la taille de la végétation et de la vitesse des vents dominants requiert une assistance technique qualifiée. Une mauvaise construction peut favoriser l'érosion des sols.

Leçons apprises :

Les pare-feux et les équipements complémentaires requièrent un entretien spécifique pour qu'ils restent efficaces. Il est primordial de ne pas attendre un danger imminent pour entreprendre des réparations sur l'équipement ou retirer la végétation accumulée dans les pare-feux. L'entretien doit être effectué au moins une fois par an, au début de la saison sèche.

Autres considérations :

Il est recommandé d'envisager un second pare-feux et des systèmes d'eau à pression si le lieu est fortement exposé au risque d'incendies. Ces pare-feux peuvent également être utilisés comme sentiers thématiques ou de découverte.

Unités de suivi :

Longueur des pare-feux construits (m).

Unités d'impact :

Zone protégée par des pare-feux (ha).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia (2002). Plan nacional de prevención, control de incendios forestales y restauración de áreas afectadas. Comisión Nacional Asesora para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales. | The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2009). *TEEB Climate Issues Update*. September. Disponible sur <http://www.teebweb.org>.



17

HYDROPONIE SOLAIRE

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Ce système de production de légumes utilise l'eau en flux continu pour transporter les nutriments. Il se compose d'une serre et d'une réserve d'eau sur toute la base permettant aux nutriments de circuler en circuit fermé. Un équipement de pompage photovoltaïque à batteries est utilisé pour alimenter le système d'irrigation à basse pression au goutte-à-goutte. Sa capacité de production est très élevée et son entretien prend deux heures par semaine. Ces systèmes peuvent être consacrés à l'autoconsommation ou à la production destinée à la vente sur les marchés. Les plantes poussent sur un substrat d'engrais organique et la réserve d'eau peut être utilisée comme étang pour la pisciculture.

Lieu d'application :

Un système d'hydroponie solaire peut être installé à n'importe quelle altitude, surtout sur le flanc ouest de la cordillère des Andes, où le sol est pauvre. Il peut convenir à des zones à forte densité de population et à l'intérieur des propriétés car il requiert peu d'espace. La fertilité du sol n'a pas d'importance mais il faudra prévoir une source d'eau à proximité.

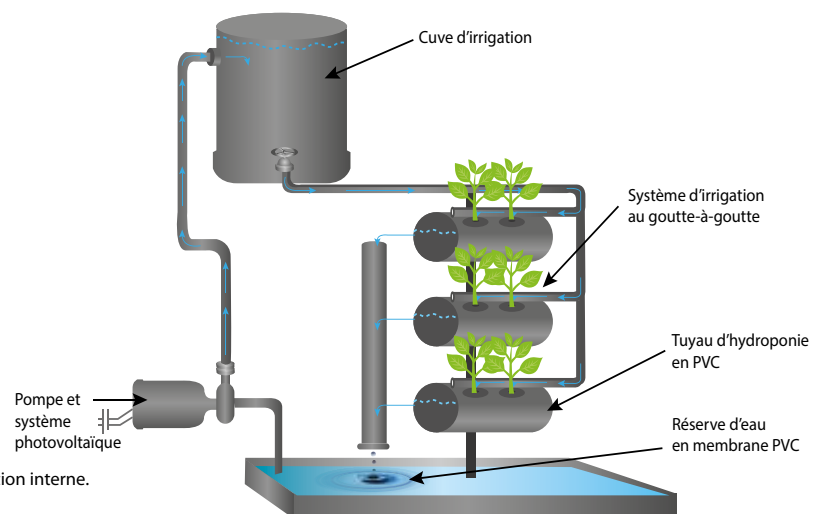
Dangers et impacts abordés :

Grâce à ce système contrôlé, protégé par une serre et qui ne dépend pas du sol, la production obtenue par hydroponie solaire n'est pas affectée par les pluies intenses, la grêle, les changements soudains de température, la sécheresse ou les modifications des régimes de précipitations. Il est la source d'une augmentation considérable de la productivité locale, la sécurité alimentaire et les revenus des familles.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Concevoir le système (capacité, variétés à cultiver) en prenant en compte les caractéristiques du site et les objectifs de production. (2) Préparer le terrain.

(3) Monter la serre. (4) Disposer la membrane pour en faire la réserve d'eau à la base. (5) Monter et préparer les tuyaux d'hydroponie. (6) Installer l'équipement de pompage. (7) Installer le système d'irrigation. (8) Disposer le filet d'ombrage. (9) Semer les variétés de légumes sélectionnés dans un substrat d'engrais organique sur les tuyaux d'hydroponie. (10) S'occuper des plants et entretenir le système. L'eau du dépôt inférieur doit être changée trois à quatre fois par an afin d'éviter l'acidité et que le manque de nutriments n'affecte le développement des cultures. L'eau usée peut servir comme source de nutriments pour l'arrosage des cultures ou des jardins.



Source : élaboration interne.



Intrants et coûts :

Le tableau suivant présente les coûts de construction d'un système d'hydroponie de 5 m de long et 1,2 m de hauteur incluant : une serre, un filet d'ombrage, un système d'irrigation en goutte-à-goutte et des raccords, une pompe dotée d'un panneau photovoltaïque de 40 W et un accumulateur, une cuve de 100 L, des géomembranes et des films plastiques pour la serre. Trois jours de formation sont inclus.

Hydroponie solaire de 1,2 x 5 m dotée d'une pompe photovoltaïque de 6 à 9 L/s	USD
Main d'œuvre	225
Matériaux	1891
Formation	180
Total	2296

Avantages écosystémiques et économiques :

Le système d'hydroponie réduit les conséquences de l'agriculture dans les zones naturelles en produisant des rendements élevés dans des espaces réduits. Il aide à conserver les sols et à stimuler la production et le marché local. Sa productivité est élevée avec plus de 300 plants de légumes par mois et 30 plants matures par mètre carré (UNDP, 2003). Par exemple, le système proposé ci-dessous (à double niveau) peut produire en moyenne 60 plants par mètre carré en un mois. L'économie des familles se verra bénéficiée de la production d'aliments d'autoconsommation et d'un revenu supplémentaire estimé à environ 105 dollars par mois.

Facteurs limitants :

La construction de ce système doit obligatoirement se faire sur des terrains à faible déclivité et à proximité d'une source d'eau. L'endroit choisi doit bénéficier d'une exposition directe à la lumière solaire de plus de 4 heures par jour. Le système produit environ 5 000 litres d'eaux usées par an qui ne doivent pas être déversées dans les cours d'eau naturels à cause de la forte quantité de nutriments qu'elles contiennent. Il est recommandé

de les vider dans des jardins ou des potagers familiaux mais cela nécessite de la place.

Leçons apprises :

Il est recommandé de construire ce système dans un endroit facile d'accès afin de procéder à son entretien régulier. Les équipements photovoltaïques et de pompage nécessitent peu d'entretien mais leur installation doit être effectuée par un technicien spécialisé. Il est important de veiller à ce que le réseau d'irrigation ne soit pas obstrué par des solides présents dans l'eau.

Autres considérations :

Une étude doit être menée pour mesurer l'incidence solaire du site où sera situé le système afin de déterminer le degré d'ombrage et le calibre des mailles du filet. La sélection des espèces à cultiver doit prendre en compte les conditions climatiques locales et les préférences du marché cible. Les deux autres paramètres à considérer lors du fonctionnement du système sont le pH et la concentration des nutriments, ce qui s'acquiert par la formation et la pratique.

Unités de suivi :

Systèmes en fonctionnement (nombre).
Quantité de légumes produits par mois (kg).

Unités d'impact :

Familles bénéficiant de systèmes d'hydroponie (nombre). Revenus supplémentaires obtenus (\$/mois).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

PNUD (2003). *Hidroponía familiar: cultivo de esperanzas con rendimientos de paz*. Armenia, Colombia: FUDESCO Armenia. | FAO (2003). *La Huerta Hidropónica Popular: Curso audiovisual*. Santiago, Chile: Manual Técnico, 3^a ed.



18

POTAGERS FAMILIAUX

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Le potager familial est un système de culture intensive à petite échelle qui optimise l'utilisation de l'espace, les strates productives et la main d'œuvre disponible de la famille. Ces systèmes permettent principalement la production de légumes, condiments et d'herbes médicinales mais également de fruits et tubercules. Grâce à la diversification des cultures il est possible de produire des aliments toute l'année. En général, 70 % des produits peuvent être consacrés à l'autoconsommation et les 30 % restant à la création de revenus supplémentaires.

Lieu d'application :

Le potager familial se situe à proximité de l'habitation et bénéficie idéalement d'une bonne exposition solaire, d'un accès à l'eau et d'un terrain plat d'au moins 42 m². Il peut être mis en place en zones urbaines, périurbaines et rurales, en optimisant les espaces communs, les patios et les toits-terrasses. Il est compatible avec n'importe quelle condition environnementale.

Dangers et impacts abordés :

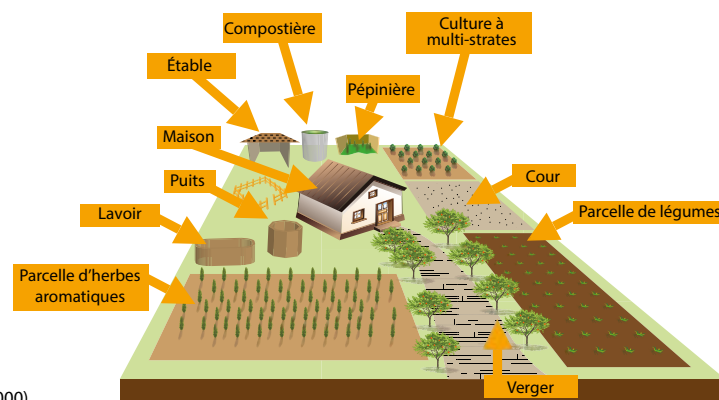
La grande diversité des potagers familiaux en fait un système résilient équilibrant les pertes en cas de conditions météorologiques extrêmes, comme la pluie

ou la chaleur, ou en cas d'invasion de nuisibles. Lorsque les familles plantent des arbres fruitiers, les événements lents tels que la sécheresse ont des conséquences moindres sur le sol et les cultures car les arbres favorisent le microclimat. Ce système augmente la sécurité alimentaire des familles et réduit le besoin d'intrants agricoles pour la production. Par ailleurs, il favorise la préservation des semences endémiques et résilientes face aux changements phénologiques.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Déterminer la zone de mise en place en prenant en compte la taille de l'unité familiale, l'espace disponible et les habitudes de consommation. Le potager a généralement une surface minimale de

42 m² et peut accueillir plus de 25 variétés de plants pour une cellule familiale de 6 personnes. (2) Établir une liste de légumes, fruits, tubercules, condiments et plantes médicinales à cultiver. (3) Réaliser grâce à cette liste un schéma intégré, en prenant en compte la distance entre les plants, l'association des variétés, l'accès au potager, l'arrosage, la zone destinée aux semis et la zone pour le compost. (4) Préparer le substrat avec un mélange de compost (30 %), de terre fertile (50 %) et de sable (20 %) pour obtenir l'humidité, le drainage et la fertilité requise. (5) Semer les légumes et autres cultures, puis les soigner et les entretenir. La première récolte intervient au bout de 3 mois.



Source : adapté de FAO (2000)



Intrants et coûts :

Le tableau suivant présente les coûts d'aménagement et d'ensemencement d'un potager aux cultures diverses de 42 m². Les intrants reposent principalement sur la terre fertile, les semis, un système simple d'arrosage, les engrais organiques et les herbicides écologiques. Quatre jours de formation sur la correcte mise en place sont inclus.

Potager familial de 42 m ²	USD
Main d'œuvre	90
Matériaux	1235
Formation	240
Total	1565

Avantages écosystémiques et économiques :

Un rapport de la FAO (2009) a démontré qu'un projet mené en Colombie visant à produire des légumes en milieu urbain a permis de récolter en moyenne 20 kg par mois sur une surface de 10 m². Cela a fait économiser à la famille 42 USD par mois sur l'achat de nourriture. Par ailleurs, Altieri et Nicholls (2000) ont rapporté que les potagers familiaux observés au Mexique et dans la région amazonienne utilisent la terre de façon très efficace et y incorporent une variété de cultures avec différentes habitudes de croissance, dont la structure et la configuration en strates ressemblent à celles d'une forêt tropicale. En satisfaisant une partie des besoins alimentaires avec des systèmes intensifs tels que les potagers, l'extension de la frontière agricole diminue.

Facteurs limitants :

Ce système requiert un espace près de l'habitation, une bonne exposition au soleil et un accès facile. La famille doit faire montre de motivation pour aménager et entretenir le potager, ce qui requiert un travail constant. Si elle souhaite générer des revenus supplémentaires, il est nécessaire de réfléchir à un accès aux marchés car les produits sont périssables. La sélection des espèces doit être réalisée

avec l'aide d'un technicien ou d'un agriculteur local doté de l'expérience requise pour établir les rotations et l'association des cultures.

Leçons apprises :

Il est conseillé de tenir un journal de bord pour noter les problèmes et les solutions ponctuelles qui se présentent pour chaque culture, les intrants nécessaires, les cycles d'ensemencement et de récolte ainsi que la relation entre les coûts de production et les prix du marché. Les systèmes diversifiés augmentent la résistance aux nuisibles grâce à la gestion de la fertilité du sol, l'association des cultures, l'intégration de sous-bois qui repousse les insectes et d'autres mesures préventives.

Autres considérations :

Cette mesure obtient de meilleurs résultats lorsque les femmes et les jeunes s'en chargent car ils passent généralement plus de temps au sein de l'habitation. Les résultats se révèlent également très bons dans les écoles et en zone urbaine, comme les potagers dans les arrière-cours et les toits-terrasses végétalisés. Ce système est intimement lié à d'autres pratiques comme la gestion des nuisibles, la gestion du sol et la production d'engrais organiques.

Unités de suivi :

Potagers établis (nombre). Zone cultivée en potagers familiaux (m²).

Unités d'impact :

Économie financière ou revenus supplémentaires (\$/famille). Augmentation de la productivité (t/ha).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

FAO (2009). *Agricultura urbana y peri-urbana da frutos: Huertas para autoconsumo generan ahorros para familias de bajos recursos*. Communiqué de presse du 1er juillet 2009. Santiago de Chile. Disponible sur: www.fao.org/co/comunicado_huertas_lac.pdf. | ADRA Perú (2009). *Producción de hortalizas en biohuertos familiares* | FAO (2000). *Mejorando la nutrición a través de huertos familiares*. Manual de capacitación para trabajadores de campo en América Latina y el Caribe. | Altieri, M. A. y Nicholls C., I. (2000). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Mexique: Programme des Nations unies pour l'environnement.



19

SERRES

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Une serre est une structure fermée recouverte de matériaux translucides à l'intérieur de laquelle sont créées les conditions optimales de climat, d'irrigation, de gestion des nuisibles, de fertilité du sol et de ventilation adaptées permettant d'atteindre une productivité élevée rapidement et à coût réduit tout en ayant des conséquences limitées sur l'environnement. Le contrôle des variables climatiques dans la serre s'effectue grâce à divers dispositifs et matériaux parmi lesquels le filet d'ombrage, les fenêtres et ouvertures, l'aération ou les humidificateurs. La forme de la structure et les matériaux de la bâche varient en fonction des objectifs spécifiques de la serre (par exemple la germination).

Lieu d'application :

L'installation de la serre doit prendre en compte certains aspects du sol tels que la fertilité (évaluer les conditions physiques, chimiques et microbiologiques du sol), la capacité de drainage, la disponibilité en eau en vue de l'irrigation et la proximité de sa source, les voies d'accès, la bonne ventilation qui dépend de la direction des vents, la luminosité (éviter d'installer la serre près de grands arbres), la pente du terrain (topographie plane idéalement) et l'orientation (bonne exposition solaire).

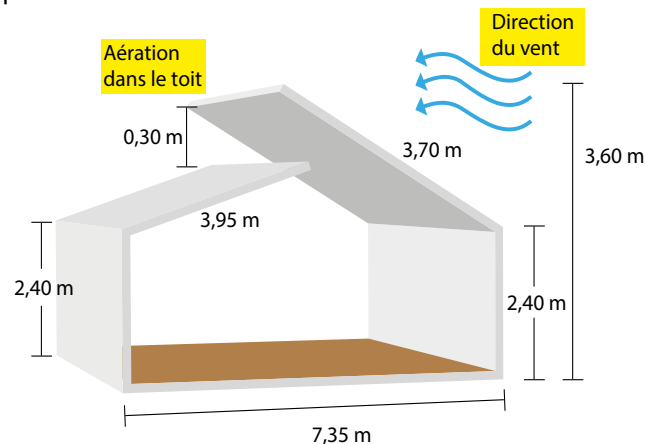
Dangers et impacts abordés :

Étant donné qu'ils génèrent un espace dont le microclimat est adapté à la culture, les serres diminuent l'effet causé par les modifications des régimes de précipitations, les vents forts, la grêle, le gel et la chaleur extrême. Cela augmente ainsi la productivité, évite les pertes de récoltes et les dommages occasionnés sur les cultures et améliore la sécurité alimentaire.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Installer la serre en fonction des considérations décrites ci-dessus et des caractéristiques de la culture. (2) Prévoir une largeur de 10 à 12 m et une longueur de 60 m maximum afin de faciliter la gestion de la culture. La plus petite ouverture fixe

dans le toit doit mesurer 30 à 40 cm pour permettre une bonne ventilation. (3) Monter la structure et la recouvrir avec le matériel sélectionné. La structure peut être en bois, *guadua*, fer, acier galvanisé, aluminium, PVC ou un mélange de ces matériaux. (4) Installer des rideaux mobiles dans les façades frontales et latérales pour réguler l'humidité relative en se basant sur un suivi continu des conditions climatiques. (5) Préparer les lits de cultures et semer.



Source : Barrios (2004).



Intrants et coûts:

Prenons l'exemple d'une serre de 500 m² pour la culture des tomates. Le coût réside principalement dans l'achat des matériaux, particulièrement les rouleaux de polyéthylène pour la bâche, les planches et les poteaux pour la structure. La main d'œuvre pour l'installation réclame également des ressources économiques. Trois jours de formation sur l'installation et l'entretien de la serre sont prévus.

Serre de 500 m²

USD

Main d'œuvre	240
Matériaux	3023
Formation	180
Total	3443

Avantages écosystémiques et économiques :

Une serre permet d'augmenter les rendements des cultures grâce à des cycles végétatifs plus courts et d'améliorer leur qualité grâce à une atmosphère intérieure contrôlée. Les rendements générés par les cultures de tomates ont triplé en passant de 40 t/ha, dans des terrains en exposition libre dans des zones technicisées, à 120 t/ha sous serre (Jaramillo, 2006). En se basant sur ces rendements, le système mentionné ci-dessus pourrait produire 6 tonnes de tomates par cycle de culture. Les autres bénéfices qui en découlent résident dans la préservation de la structure et des nutriments présents dans le sol. L'environnement protégé de la serre permet au sol de rester stable et de ne pas subir les conséquences de l'érosion causées par les pluies ou le vent.

Facteurs limitants :

Ce système requiert un investissement initial élevé, d'importants coûts d'exploitation et de personnel qualifié. Un suivi continu des conditions environnementales internes doit être mené afin de mieux contrôler les nuisibles et les maladies. L'étendue d'une invasion ou d'une maladie dans une serre peut

endommager toute la production en 24 heures, ce qui n'arrive généralement pas dans les cultures à ciel ouvert. Les fortes pluies et les vents violents, ainsi que la grêle, peuvent endommager le matériel de la bâche.

Leçons apprises :

Les cultures sous serre ont généralement plus de valeur sur le marché car les conditions de développement optimales rendent leur apparence, leur poids et leur taille plus attractifs. On considère à tort que les cultures sous serre ne sont pas affectées par les insectes ou les maladies. L'environnement à l'intérieur est particulièrement propice à la propagation des nuisibles. La forme et le modèle de serre sélectionnée doivent s'ajuster aux conditions économiques de chaque producteur, les matériaux doivent être durables, et faciles à entretenir.

Autres considérations :

Le réchauffement climatique augmente considérablement la température dans les serres, ce qui rend nécessaire la création de nouveaux modèles, plus larges à l'intérieur, avec une meilleure ventilation et davantage de contrôles phytosanitaires de la culture. Il est

essentiel d'entretenir régulièrement la structure et la bâche et d'inspecter la serre avant la saison des pluies et des vents. Pour inclure les serres dans les options d'adaptation fondée sur les écosystèmes, leur gestion doit intégrer d'autres mesures telles que les engrais organiques, l'irrigation efficace et la gestion intégrée des nutriments.

Unités de suivi :

Superficie de serres construites (m²).

Unités d'impact :

Production (t/ha). Coût de l'opération (\$/ha).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Escobar, H. y Lee, R. (2002). *Producción de tomate bajo invernadero*. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales, CIAA, Colciencias. | Jaramillo, N., J. E., et al. (2006). *El cultivo de tomate bajo invernadero*. Boletín técnico no. 21. Corpoica. Centro de Investigación La Selva. Rionegro, Antioquia, Colombia. | Barrios C. (2004). *Construcción de un Invernadero*. Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del Agro FUCOA. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chili.



20

LOMBRICOMPOSTAGE

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Le lombricompostage est le processus de dégradation de matières organiques dans des conditions contrôlées, grâce à l'action conjointe des lombrics du genre *Eisenia* (généralement appelé lombric californien *Eisenia fetida*) et des microorganismes, qui produit un engrais naturel riche en nutriments : le lombricompost. Les lombrics agissent sur le substrat composé de résidus organiques, de fumier, de terre pauvre et de paille. L'objectif est de couvrir la part requise de carbone et d'azote (rapport C/N) pour favoriser une bonne décomposition. Le lombricompost n'apporte pas seulement des nutriments au sol, il agrège la matière organique et améliore sa structure, ce qui a des effets sur la fertilité, la capacité d'infiltration et la rétention d'humidité.

Lieu d'application :

Le lombricompostage peut s'appliquer dans n'importe quelle zone rurale, urbaine ou périurbaine qui génère une quantité considérable de déchets organiques domestiques ou agricoles. Le fumier étant un intrant optimal, le processus peut s'adapter à des pratiques agricoles et d'élevage. Ce processus peut s'établir à n'importe quelle altitude, mais requiert certains ajustements dans des régions où la température moyenne est

inférieure à 15 °C. Elle nécessite par ailleurs peu d'eau.

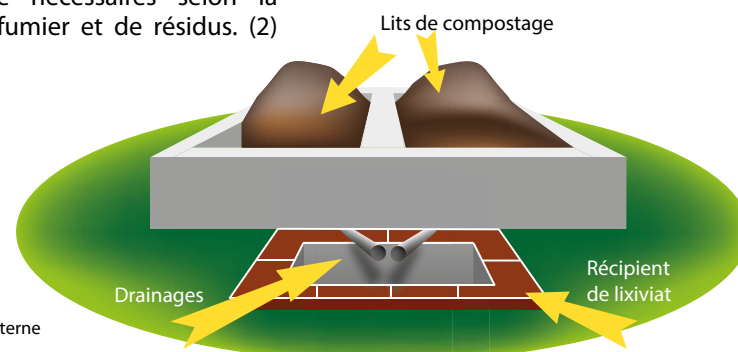
Dangers et impacts abordés :

L'application du lombricompost sur des sols pauvres ralentit leur processus de détérioration et augmente considérablement leur productivité. Ce système diminue la dépendance aux fertilisants chimiques et aux pesticides et augmente la sécurité alimentaire. Le lombricompost atténue les effets des changements soudains de température sur les cultures et aménage le sol pour le rendre plus résilient face aux sécheresses et aux modifications des régimes de précipitations. L'amélioration apportée à la structure du sol par le lombricompost le rend également moins sujet à l'érosion.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Calculer la taille et le nombre de lits de compostage nécessaires selon la production de fumier et de résidus. (2)

Construire les lits de compostage (murs en brique et sol en béton armé) avec une pente de 3 % et un système de canalisation dans le fond. Monter une serre sur les lits si nécessaire. (3) Ajouter au lit un mélange de 2/3 de substrat et de 1/3 de lombricompost mature, du côté opposé au récipient du lixiviat. (4) Ajouter 1 kg de lombrics pour 50 kg de mélange pour commencer le processus. (5) Humidifier jusqu'à ce que le mélange se compacte en le pressant dans le poing sans écoulement d'eau (6) Aérer en retournant le compost. (7) Ajouter progressivement le mélange de substrat dans la même partie du lit, en repoussant le lombricompost vers la partie opposée. (8) Répéter le processus. (9) Retirer le lombricompost mature au bout de 45 jours. (10) Tamiser le lombricompost et l'utiliser ou l'emballer pour le vendre.



Source : élaboration interne



Intrants et coûts :

Le tableau suivant présente les coûts de construction d'un système de lombricompostage à 2 lits de culture, chacun de 6 m de largeur, 1,2 m de profondeur et 0,5 m de hauteur. Les lits sont construits en maçonnerie et comportent un couvercle. Les intrants sont principalement générés par les matériaux de construction, la terre fertile pour l'inoculation, le lombricompost mature, les lombrics et un récipient pour le lixiviat. Le coût d'une serre est inclus le cas échéant. Seule la main d'œuvre pour la construction est comptabilisée, pas celle destinée à l'entretien et à l'utilisation. Deux jours de formation sont inclus. Ce système requiert un minimum de 6 m³ de résidus organiques par mois et produit environ 4 m³ de compost dans la même période, ce qui équivaut à 3 t d'engrais sec.

Deux lits de lombricompostage de 7 m² chacun

USD

Main d'œuvre	255
Matériaux *	1567
Formation	120
Total	1942

* Total plus construction de la serre

3442

Avantages écosystémiques et économiques :

L'utilisation systématique de lombricompost restaure les sols pauvres et infertiles. Le lombricompost solide et liquide produit constitue un engrais organique de grande qualité et un substitut aux engrais chimiques. Les données obtenues par Maccio (2011) ont démontré que 3 à 5 t/ha de lombricompost sont nécessaires pour remplacer l'utilisation de 180 kg d'urée par hectare de culture. Si le compostage est réalisé sur l'exploitation agricole, cette substitution se traduira par une économie d'environ 30 USD/ha par mois. Si l'objectif est la vente du lombricompost, la production moyenne par mois d'une tonne de lombricompost solide et de 20 kg de lombrics par lit peut générer un revenu d'environ 450 USD sur la période. Cela montre qu'il n'est pas rentable de remplacer les engrais synthétiques par des engrais organiques s'ils sont achetés au lieu d'être produits sur place.

Facteurs limitants :

Le lombricompostage requiert un taux d'humidité constant aux alentours de 80 % et une température entre 15 et 25 °C. Il

est nécessaire de prendre en compte des séances de formation avant la mise en place de ce système pour apprendre à contrôler les conditions du processus et garantir un produit de qualité constante. Il faut attendre 3 mois avant que les lombrics ne stabilisent la production. Dans les climats tropicaux, les fourmis rouges peuvent générer une diminution et même un anéantissement de la production en s'attaquant aux lombrics.

Leçons apprises :

Pour les systèmes communautaires de lombriculture, un groupe doit être désigné pour gérer l'exploitation et l'entretien. Les résidus domestiques doivent être vérifiés avant de les intégrer et ceux d'origine animale ou d'agrumes doivent être évités. Les fumiers produits par des animaux malades ou recevant des traitements antibiotiques ne doivent pas être utilisés.

Autres considérations :

La taille et le nombre de lits dépendent du volume de résidus produits par mois, en considérant qu'il faut 20 000 lombrics par m³ de substrat, que chaque lombric consomme 1 g de litière par jour et que

le volume de compost final correspond à 60 % du volume initial (López Torres, 2009). Le lombricompost composé de déchets organiques domestiques devra respecter un rapport C/N de 17:33.

Unités de suivi :

Lombricompost solide et liquide produit (kg/mois et l/mois, respectivement).

Unités d'impact :

Surface de sol restauré ou de culture fertilisée (ha).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

López Torres, A. (2012). *Evaluación de cinco densidades poblacionales y dos fuentes de alimentación en la producción de lombricompost y carne de lombriz roja californiana (Eisenia fetida)*. Tesis (Ingeniería Agronómica), Universidad de El Salvador. | Maccio, M. et al. (2011). *Aprovechamiento de un fertilizante Alternativo para la Caña de Azúcar en Predios de Superficie Reducida*. Tucumán: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA.



21

GESTION FORESTIÈRE DURABLE

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

La gestion forestière durable encourage le développement des communautés locales, conserve la biodiversité, capte le carbone et peut également endiguer la déforestation et favoriser le reboisement. Certaines pratiques sont mises en place pour atteindre ces objectifs, telles que l'extraction à impact réduit, le respect des zones de conservation, la protection des arbres porte-graines, le recensement et la localisation des arbres à visée commerciale, ainsi que la protection contre les feux de forêt et la promotion de la régénération naturelle (élagages sélectifs et éclaircissements). Cette méthode repose sur la reconnaissance de la propriété de la terre, une utilisation et une gestion adaptées des ressources, ainsi que la participation et l'implication des communautés (CCMSS, 2010).

Lieu d'application :

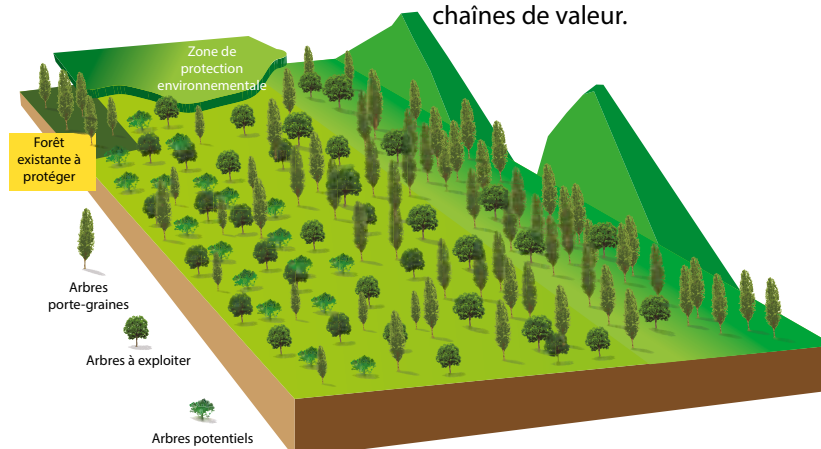
Ce système est particulièrement adapté aux communautés et aux régions forestières où il est possible de mettre en place et encourager la durabilité de l'utilisation et la conservation communautaire des forêts. L'idéal est de l'établir dans des zones où il reste encore des îlots de forêt dégradée et dans les régions ayant de forts taux de déforestation où il est souhaitable de revaloriser la ressource forestière.

Dangers et impacts abordés :

La gestion durable des forêts réduit les conséquences entraînées par le gel, les sécheresses, les vents forts, les inondations, les glissements de terrain, les fortes pluies, les modifications des régimes de précipitation, les changements brusques de température et les feux de forêt grâce à la variété des services écosystémiques des forêts conservées. Cette gestion favorise également la régulation climatique et hydrique, la génération du sol, la prévention de l'érosion et le recyclage des nutriments. Par ailleurs, le captage et le stockage du CO₂ dans les forêts aide à ralentir le changement climatique.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Identifier la zone à gérer et établir les droits d'utilisation entre les membres de la communauté. (2) Réaliser un plan du terrain et dresser un inventaire forestier pour déterminer les zones productives (forêts grandes et moyennes), les zones de protection (rivières et chemins) et les zones de régénération (zones dégradées). (3) Déterminer le nombre actuel et potentiel d'arbres à essence forestière (volume de régénération naturelle). (4) Dessiner le plan de gestion forestière en prenant en compte la classification des espèces par groupe commercial, les espèces à fournir, le cycle de taille et la division administrative de la zone. (5) Établir un système de gestion. (6) Incorporer les produits à chaînes de valeur.



Source : adapté de Guzmán (2012)



Intrants et coûts :

Le tableau suivant présente le coût annuel approximatif de l'entretien et de la gestion d'une surface de 10 ha de forêt. Les coûts découlent principalement de la main d'œuvre pour réaliser l'entretien, l'éclaircissage, le nettoyage et la taille des arbres. Quinze jours de formation sont nécessaires pour effectuer le plan et l'inventaire des espèces, la gestion communautaire, les chaînes productives, les pratiques de conservation et l'élaboration du plan de gestion.

Gestion durable des forêts 10 ha/an

USD

Main d'œuvre	3225
Matériaux	1610
Formation	900
Total	5735

Avantages écosystémiques et économiques :

Les avantages des services écosystémiques et de biodiversité tels que l'approvisionnement (aliments, eau, énergie, matières premières, ressources génétiques), la régulation (climatique, hydrique, prévention de l'érosion) et la culture (loisirs, tourisme) générés sur 1 ha de forêt tropicale ont été estimés à plus de 16 000 dollars, avec une valeur moyenne de 6120 dollars en 2007 (TEEB, 2009). D'un point de vue économique, les principaux avantages de ce système résultent en la création d'emplois directs formels et la redistribution des bénéfices de la gestion forestière aux familles de la communauté. L'extraction, le recyclage et la commercialisation des produits forestiers génèrent des revenus annuels entre 1000 et 2000 USD par associé dans les entreprises forestières communautaires (Sabogal, 2008). Ces revenus s'ajoutent généralement à ceux obtenus par les activités productives individuelles.

Facteurs limitants :

La gestion forestière durable requiert certitude dans le régime foncier et une bonne capacité d'organisation de la part des communautés. Il est fondamental de s'appuyer sur l'expertise des ingénieurs forestiers pour élaborer les plans de gestion et la formation afin de créer des

entreprises communautaires productives. Par manque de connaissances concernant cette méthode, les propriétaires des terres communautaires s'orientent vers des options peu rentables au niveau social et environnemental, ce qui laisse à penser à tort que les forêts ne peuvent pas faire vivre les communautés.

Leçons apprises :

La gestion forestière durable crée les conditions nécessaires pour développer l'équité économique, la paix sociale et la justice, démocratiser le pouvoir et améliorer la gestion des écosystèmes forestiers. Une expérience menée au Mexique a démontré que, à l'aide des soutiens adaptés, les communautés rurales sont capables de gérer des procédés industriels, administratifs et commerciaux complexes. Par ailleurs, il existe d'autres produits que le bois, susceptibles d'être exploités et commercialisés comme le miel, la résine, les champignons ou l'humus.

Autres considérations :

D'autres aspects organisationnels ont permis de rendre la gestion durable des forêts plus efficace, comme l'établissement de conseils communautaires de surveillance forestière et l'institutionnalisation d'une administration professionnelle, idéalement conduite par des

jeunes afin que leur soit dispensée la formation nécessaire (Brady et Merino, 2004). La certification forestière de *Forest Stewardship Council* (FSC) est un outil effectif de positionnement, différenciation et valorisation des produits forestiers sur le marché. Le bois qui en porte le label est produit conformément aux principes de durabilité environnementale et d'équité sociale, avec des critères différenciés pour les plantations et la conservation des forêts naturelles. Le public cible est le consommateur responsable.

Unités de suivi :

Surface placée sous gestion forestière durable (ha).

Unités d'impact :

Production de bois (m³). Revenus par travailleur (\$). Surface conservée (ha).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (2010). *El Manejo Forestal Sostenible como Estrategia de Combate al Cambio Climático: Las Comunidades nos Muestran el Camino*. | Brady D. B. y Merino L. (2004). *La experiencia de las comunidades forestales en México: Veinticinco años de silvicultura y construcción de empresas forestales comunitarias*. México: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). | Sabogal, C. et al. (ed.) (2008). *Manejo forestal comunitario en América Latina Experiencias, lecciones aprendidas y retos para el futuro*. Brasil: Centro para la Investigación Forestal Internacional, CIFOR. | The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2009). *TEEB Climate Issues Update*. September. Disponible sur <http://www.teebweb.org>.



22

GESTION INTÉGRÉE DES NUTRIMENTS

Échelle	Individuelle
	Collective
Approche	Investissement
	Soutien

Description :

La gestion intégrée des nutriments a pour objectif d'augmenter la production agricole et de protéger les agroécosystèmes. Cette technique consiste à incorporer aux plantes des nutriments et de la matière organique en utilisant un mélange équilibré d'engrais organiques et d'engrais verts ainsi que des engrais minéraux. Cela évite d'appliquer des engrais de synthèse en trop grande quantité, et donc de contaminer les plans d'eau et d'appauvrir le sol.

Lieu d'application :

Ce système se révèle utile dans des lieux où la strate fertile du sol présente des traces d'épuisement ou de dégradation principalement due à l'application excessive d'engrais. Il est surtout recommandé sur des exploitations agricoles à proximité des plans d'eau superficiels afin de réduire ou d'éliminer le lixiviat des produits agrochimiques. Cette pratique peut également être utile sur les sols particulièrement exposés à l'érosion hydrique ou éolienne.

Dangers et impacts abordés :

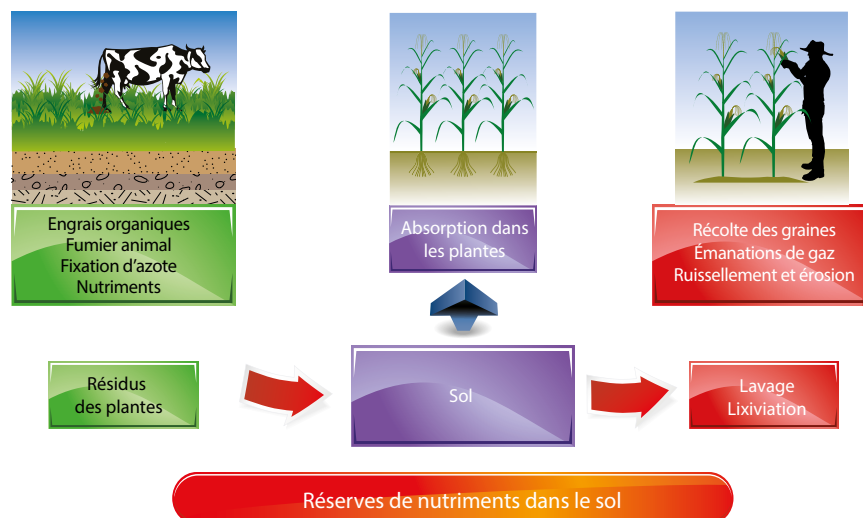
Une plus grande efficacité dans la consommation des nutriments atténue les conséquences des changements phénologiques et augmente la productivité et la sécurité alimentaire. L'amélioration

de la structure du sol le rend plus résilient face aux fortes pluies, aux sécheresses et à l'érosion. L'augmentation de l'utilisation des engrais organiques, qui remplacent les engrais de synthèse produits grâce aux hydrocarbures, diminue les émissions de gaz à effet de serre responsables du changement climatique.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Réaliser une estimation agronomique de l'exploitation (cultures adaptées aux caractéristiques du sol). (2) Identifier les facteurs contraignants dans l'équilibre

des nutriments. (3) Établir les sources et la sélection des traitements correctifs pour éviter la perte des nutriments. Par exemple, des cultures de couverture sont utilisées pour éviter les pertes dues au lixiviat. (4) Appliquer des amendements organiques (compost, humus, fumier) et des micronutriments dans le sol. (5) Réaliser un plan de contrôle de l'utilisation et de l'application des engrais pour évaluer les résultats et équilibrer la fertilité du sol.



Source : élaboration interne.

Intrants et coûts :

Mise en place de la gestion intégrée des nutriments sur 1 ha de terrain. Les coûts découlent principalement des engrais organiques et des engrais verts mais également des engrais minéraux et des travaux agricoles pour son application. Deux jours de formation sont compris.

Gestion intégrée des nutriments, 1 ha

USD

Main d'œuvre	315
Matériaux	1390
Formation	120
Total	1825

Avantages écosystémiques et économiques :

Des études menées sur les avantages de la fertilisation équilibrée et des amendements organiques sur le maïs, le blé et le soja ont démontré une augmentation du revenu brut dans la production d'environ 1293 USD/ha. Cette méthode n'augmente pas uniquement le rendement par unité de culture mais génère également des effets résiduels sur les futures récoltes. En comparant les résultats avec un contrôle, on a constaté des productions plus élevées, atteignant respectivement 2204, 559 et 1031 kg/ha pour le maïs, le blé et le soja (Fixen et García, 2006). La gestion intégrée des nutriments contribue à la conservation du sol et de l'eau, en réduisant les pertes de nutriments causées par la lixiviation et le ruissellement et en évitant les processus d'eutrophisation. Par exemple, dans le système lagunaire Fúquene, Cucunubá et Palacio (Colombie), des incitations économiques de 1300 USD/ha ont été instaurées afin d'améliorer la gestion des nutriments et d'autres pratiques dans la culture de la pomme de terre. L'objectif est ici d'inverser l'eutrophisation dans les lagunes en investissant 21 millions de dollars pour un

total de 16 933 ha de culture de pomme de terre (Moreno, 2007).

Facteurs limitants :

Il est indispensable d'évaluer efficacement les besoins en nutriments pour déterminer l'utilisation adaptée des sources d'engrais organiques et d'amendement du sol. La gestion intégrée des nutriments requiert une certaine expertise et le suivi d'une formation pour la rendre efficace. Le changement de pratiques vers une agriculture moins dépendante aux produits chimiques peut également rencontrer une certaine résistance de la population.

Leçons apprises :

La gestion intégrée des nutriments repose sur une synchronisation entre la demande nutritionnelle des cultures et la fertilisation du sol. Par exemple, le fractionnement des applications d'azote lors du cycle de croissance au lieu d'une seule application de toute la dose avant l'ensemencement est une pratique qui favorise l'efficacité de son utilisation.

Autres considérations :

Les cultures n'absorbent pas l'intégralité de la dose d'engrais. Les restes d'azote et de phosphore qui atteignent les plans d'eau par ruissellement provoquent son eutrophisation : les eaux claires deviennent troubles, l'oxygène diminue, les poissons meurent et l'écosystème est détérioré. La conservation du sol et l'utilisation efficace des nutriments réduisent donc certaines conséquences de l'agriculture sur l'environnement.

Unités de suivi :

Surface cultivée d'après des schémas de gestion intégrée des nutriments (ha).

Unités d'impact :

Augmentation de la production (t/ha).
Réduction des coûts de fertilisation (\$/ha).

Projet MEbA**Bureau de gestion**

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>**Références :**

Moreno Díaz, C. (2007). *Instrumentos de política diseñados de manera participativa y enfocados hacia la conservación de los servicios ambientales en la laguna de Fúquene con base en su valor económico*. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR. | Fixen, P. y García, F. (2006). "Decisiones efectivas en el manejo de nutrientes... mirando más allá de la próxima cosecha" dans *Informaciones Agronómicas del Cono Sur*, Dir. Fernando O. García, no. 32, Argentina, décembre, pp. 1-7. | Gruhn, P., Goletti, F. y Yudelman, M. (2000). "Manejo integrado de nutrientes, fertilidad del suelo y agricultura sostenible: problemas actuales y futuros retos" en *Visión 2020* (Resumen 2020), no. 67, Washington, septembre.



23

GESTION INTÉGRÉE DES NUISIBLES

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

La gestion intégrée des nuisibles s'effectue en combinant différentes pratiques agricoles comme la rotation des cultures, les contrôles mécanique et biologique, remplaçant ainsi l'utilisation des pesticides, des herbicides et autres intrants chimiques (Garmin et Waibel, 2005). Ce système peut être mis en place dans n'importe quel modèle de production agricole et la grande étendue de son champ d'application fait qu'il est adapté à tous les types de cultures (légumes verts, fruits, céréales, légumineuses et forestières). Les informations sur les cycles de vie des nuisibles et leur interaction avec l'environnement sont utilisées pour les combattre avec des ressources disponibles au sein de l'exploitation.

Lieu d'application :

Ce système peut s'établir dans toutes les régions de production mais il est particulièrement adapté dans les lieux où les changements de température et de précipitations attendus augmentent la probabilité d'apparition de différents types de nuisibles et de maladies. Par exemple, la gestion intégrée des nuisibles est une solution qui a été mise en place dans les zones de production du café au Pérou et en Colombie où la rouille provoque des pertes significatives.

Dangers et impacts abordés :

La gestion intégrée des nuisibles est une solution viable et efficace pour réduire les dégâts causés sur les cultures par des espèces opportunistes qui profitent des changements de précipitations ou de température pour se propager. Elle limite le besoin d'intrants agricoles en les substituant par des méthodes alternatives de contrôle. La combinaison de ces méthodes favorise considérablement la productivité.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Identifier et diagnostiquer le problème à traiter (une ou deux espèces de nuisibles). (2) Utiliser des informations sur la biologie, la dynamique des populations, les hôtes, les dégâts causés aux cultures et les ennemis naturels. (3) Établir des pratiques préventives comme les plantes attractives et répulsives. (4) Préparer et appliquer des herbicides et des pesticides écologiques. (5) Mettre en place un contrôle biologique et mécanique. (6) Effectuer un contrôle continu des nuisibles et des maladies qui surviennent, ainsi qu'un carnet de bord pour noter les résultats des méthodes employées.



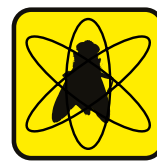
Contrôle mécanique
des cultures



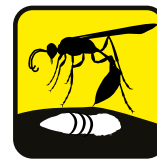
Contrôle
écologique



Contrôle
organique



Contrôle autocide
Technique de stérilisation
des insectes



Contrôle
biologique



Contrôle
juridique

Intrants et coûts :

Le tableau suivant présente les coûts de gestion intégrée des nuisibles sur une surface de 1 ha de tomates sous serre, soumise à des contrôles biologiques, mécaniques et écologiques. Les coûts découlent principalement de l'élaboration des herbicides et des pesticides écologiques, l'ensemencement des plantes répulsives, l'achat de pièges et la main d'œuvre pour les travaux agricoles. Trois jours de formation sont envisagés.

Gestion intégrée des nuisibles, 1 ha	USD
Main d'œuvre	345
Matériaux	1000
Formation	180
Total	1525

Avantages écosystémiques et économiques :

La gestion intégrée des nuisibles permet de réduire l'utilisation des pesticides toxiques, ce qui est bénéfique à la santé humaine et à l'environnement. Une étude dirigée par l'université de Cornell a utilisé un indice d'impact environnemental afin de comparer l'utilisation des pesticides traditionnels avec les pratiques de gestion intégrée des nuisibles pour traiter les mouches blanches qui sévissent dans les cultures de tomates et de pommes de terre. L'indice constaté pour la tomate est passé de 73,4 à 7,21 et celui de la pomme de terre est passé de 57,75 à 2,44, ce qui représente dans les deux cas une diminution significative de l'impact environnemental. Une autre étude menée sur le contrôle des mouches blanches sur les légumes verts a démontré une diminution du nombre d'applications de pesticides de 36 %. Il a également été constaté un bénéfice économique supplémentaire de 2402 USD/ha pour les tomates et de 3168 USD/ha pour les piments, ce qui se traduit par un taux de rentabilité interne de 47 % et de 45 %, respectivement (Ortiz et Pradel, 2009).

Facteurs limitants :

L'agriculteur doit avoir une bonne connaissance de la biologie et du comportement

des nuisibles pour faciliter la prise de décisions appropriées à ce système de gestion, ce qui requiert une formation et une assistance technique. De plus, les mesures doivent s'adapter aux conditions locales car les contrôles biologiques reposent sur le développement des ennemis naturels des nuisibles. L'introduction inadéquate d'espèces pour le contrôle biologique peut entraîner de graves conséquences sur l'écosystème. Par exemple, une étude dirigée par Zimmermann *et al.* (2007) a mis en avant le cas de la pyrale du cactus (*Cactoblastis cactorum*), utilisée en Australie comme contrôle biologique pour éradiquer le cactus exotique *Opuntia lasiacanta*. Or la pyrale a migré vers le Mexique et met maintenant en péril la zone où pousse la plus grande diversité d'opuntias dans le monde.

Leçons apprises :

La gestion intégrée des nuisibles requiert des évaluations périodiques (hebdomadaires) car les populations d'insectes sont dynamiques et divers facteurs déterminent leur développement ou diminution. Par exemple, des nuisibles peuvent se propager à cause de leurs caractéristiques biologiques ou de reproduction ou à cause des changements environnementaux (climat, croissances des cultures ou diminution de leurs ennemis naturels).

Autres considérations :

Il est important de compléter les instructions techniques de gestion intégrée des nuisibles avec d'autres éléments comme la gestion de l'exploitation et des connaissances techniques des cultures. Par exemple, les plantes peuvent s'avérer plus vulnérables à certains nuisibles lors de certains stades de leur croissance et la connaissance de ces cycles permet d'identifier les traitements adaptés.

Unités de suivi :

Surface placée sous gestion intégrée des nuisibles (ha).

Unités d'impact :

Augmentation des rendements (t/ha).
 Réduction de l'utilisation des pesticides (\$/an).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166
 unep-rolac-meba@un.org
<http://unepmeba.org/>

Références :

Garmin, H. y Waibel, H. (2005). *Análisis económico del Programa CATIE-NORAD MIP/AF*. Germany: Pesticide Policy Project Publication Series, University of Hannover, Development and Agricultural Economics, Faculty of Economics and Management, Special Issue no. 10 | Ortiz, O.; Pradel, W. (2009). *Guía introductoria para la evaluación de impactos en programas de manejo integrado de plagas (MIP)*. Pérou: Centro Internacional de la Papa, CIP, p. 60. | ¿Qué es manejo integrado de plagas?, Granja Ecológica en línea. Disponible en: <http://granjaecologicaenlinea.com/que-es-manejo-integrado-de-plagas/> | Zimmermann H., Bloem S. y Klein H. (2007). *Biología, historia, amenaza, monitoreo y control de la palomilla del nopal Cactus cactorum*. Mexique: FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture.



24

MURS DE SOUTÈNEMENT NATURELS

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Les murs de soutènement naturels constituent des structures construites à l'aide de matériaux locaux et certains autres éléments qui apportent de la stabilité au terrain et optimisent sa capacité à contenir le déplacement du sol en modifiant son talus naturel. Ils peuvent être aménagés grâce à des gabions (dans les zones exposées à une forte infiltration) ou à des matériaux rocheux ou argileux, installés et assemblés afin d'exercer une force de poussée contraire à celle de la terre et une résistance à l'érosion. Cela permet de stabiliser les pentes des versants. Ce système est une solution pouvant remplacer les murs de béton qui ont un coût économique et environnemental important.

Lieu d'application :

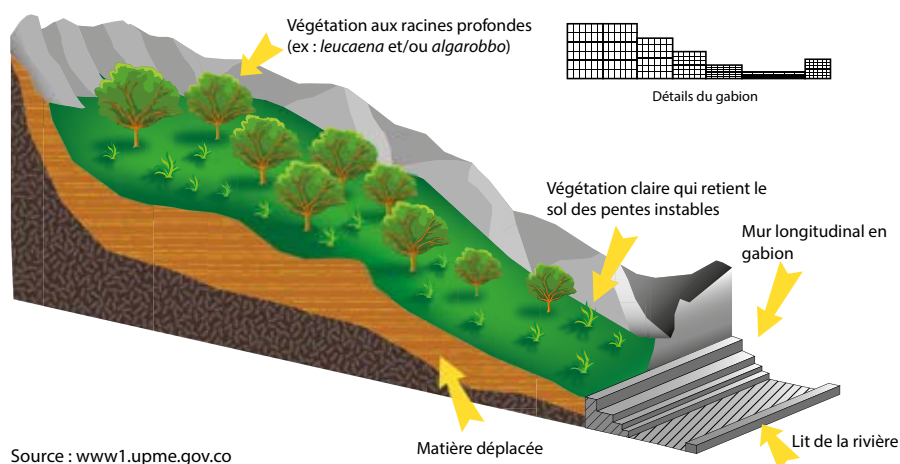
Ce système est particulièrement adapté dans les endroits où les habitations, lieux de travail et de pâture sont exposés à des risques de glissement de terrain, par exemple, les pentes dont la déclivité est supérieure à 50 %. Les murs de soutènement naturels sont généralement construits sur des sites où les sols sont érodés et où les rives de cours d'eau naturels sont menacées par le propre flux de la rivière ou par de grandes crues d'eau causées par les eaux de pluie.

Dangers et impacts abordés :

La fonction principale de ces structures est d'éviter les forts glissements de terrain et les dégâts causés aux infrastructures. Le soutènement du sol des pentes permet de créer une couverture végétale et ainsi réduire l'érosion entraînée par la pluie et le vent. En tant que structures perméables, les murs de soutènement naturels favorisent l'infiltration d'eau et permettent de conserver l'humidité dans le sol, ce qui réduit les conséquences des sécheresses.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Réaliser le schéma du mur avec l'expertise d'un professionnel qualifié en prenant en compte la déclivité, la quantité de sol à soutenir, l'intensité moyenne des pluies, la nature du sol et le coefficient de ruissellement. (2) Déterminer la dimension du mur de soutènement à mettre en place sur la pente. (3) Réaliser sur le terrain les coupes nécessaires pour faciliter l'acheminement des matériaux par véhicule de chargement ou manuellement. (4) Monter les gabions avec des pierres et du grillage simple torsion. (5) Construire le mur. (6) Entretenir le mur chaque année afin de garantir son bon fonctionnement.



Source : www1.upme.gov.co



Intrants et coûts :

Le tableau suivant présente les coûts de construction d'un mur en gabion de 200 m³. Les intrants découlent principalement de la main d'œuvre et des matériaux de construction comme le grillage simple torsion. On suppose l'achat des pierres mais ce coût peut considérablement diminuer si on privilégie l'utilisation de matériaux locaux. Cinq jours sont compris pour son entretien chaque année et deux jours de formation pour comprendre sa méthode de construction.

Mur de soutènement en gabions de 25 m de large (200 m³)

USD

Main d'œuvre	2370
Matériaux	4675
Formation	120
Total	7165

Avantages écosystémiques et économiques :

Les murs de soutènement naturels protègent le sol contre les glissements de terrain et favorisent sa couverture végétale ; deux éléments qui peuvent être considérés comme les piliers des services écosystémiques. À supposer qu'un mur de 25 m de large puisse soutenir au moins 3 000 m² de terrain exposé au glissement et que la fraction correspondant à la valeur rapportée dans le TEEB (2009) sur les services écosystémiques de la forêt est utilisée, le mur sera capable de protéger une valeur d'environ 2 000 dollars par an. Si le terrain est dédié à la production de légumes, ce chiffre peut monter jusqu'à 45 000 dollars par an si on se base sur les rendements moyens et le prix pratiqué actuellement sur le marché. Par ailleurs, les murs favorisent l'apparition d'espèces végétales, ce qui améliore la survie des plants et évite ainsi l'érosion.

Facteurs limitants :

Les murs de soutènement naturels ne sont pas adaptés aux pentes dont les sols sont sableux. Les pierres utilisées pour les murs de soutènement doivent avoir une dimension supérieure à 30 cm. Si le mur doit être construit sur une assise rocheuse, il faudra construire un ancrage avec des barres de fer à béton. Les coûts

de construction sont élevés et une bonne connaissance technique est nécessaire pour sa conception.

Leçons apprises :

Un système comme les murs de soutènement repose généralement sur des pratiques de conservation des sols, de restauration et de reforestation. Celles-ci font partie d'une stratégie de réduction des risques et de restauration de la fonctionnalité écologique. Il est recommandé d'enlever la végétation susceptible de pousser sur le mur au moins une fois par an afin de préserver son intégrité. La construction du mur doit prendre en compte l'installation de tuyaux et de canalisations de drainage pour permettre l'évacuation des ruissellements qui mettent en péril sa stabilité.

Autres considérations :

Les coûts de construction peuvent être limités en utilisant les matériaux naturels du site (roches, terre). Dans les zones humides sujettes à des précipitations supérieures à 700 mm et dont les sols sont hautement perméables, les murs doivent impérativement être construits en gabions. Il est par ailleurs conseillé, dans la mesure du possible, d'installer des pieux sur la pente afin de bien répartir le poids sur toute la structure.

Unités de suivi :

Distance linéale des murs construits (m).

Unités d'impact :

Zone de production et habitations protégées (m² et nombre, respectivement).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Acuña, M. et al. (2012). *Informe-Exposición: Estructuras de Contención*: Ficha 258055. Centro de Desarrollo Empresarial y Agroindustrial. | Fernández Reynoso, D. et al. (2009) *Catálogo de Obras y Prácticas de Conservación de Suelo y Agua*. Estado de México: Colegio de Postgraduados, CP/ SAGARPA. | UPME. Unidad de Planeación Minero Energética: <http://www1.upme.gov.co/>.



25

PERMACULTURE

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

La permaculture, qui signifie « agriculture permanente », promeut des systèmes de production et d'habitation durables reposant sur trois principes : soin de la terre, soin des personnes et retour des excédents. Des techniques différentes ont été mises en place pour favoriser la production (agriculture biologique, cultures diversifiées avec des animaux, conservation des ressources), la gestion du paysage (réserves d'eau, terrasses, restauration) et d'habitation écologique (captage de l'eau de pluie, filtration des eaux usées, énergie renouvelable). La gestion de l'espace et des systèmes prend en compte les intrants et les excédents de tous les éléments du schéma, étroitement liés les uns aux autres, afin d'établir des synergies.

Lieu d'application :

L'ensemble des techniques de la permaculture s'avère utile dans les exploitations qui souhaitent intégrer des éléments de production et d'habitation dans un projet d'activité durable, par exemple des fermes écologiques ou l'agrotourisme. La permaculture est adaptée à tous les types de sol, particulièrement ceux qui ont perdu de la fertilité ou sont exposés à l'érosion. Il est conseillé de prévoir un accès à des marchés de proximité ou à un public cible identifié afin de commercialiser les produits.

Dangers et impacts abordés :

La permaculture adresse dans l'ensemble, plusieurs dangers et impacts climatiques car elle augmente la résilience de manière intégrale. Les mesures de mise en place écologique augmentent la productivité et la sécurité alimentaire, diversifient la production et les revenus, réduisent l'utilisation de l'eau et des intrants agricoles, évitent l'érosion, améliorent la qualité du sol et la couverture végétale. On constate alors une réduction des conséquences des chaleurs extrêmes, des modifications des patrons des précipitations, des sécheresses et des fortes pluies.

Méthode de mise en œuvre :

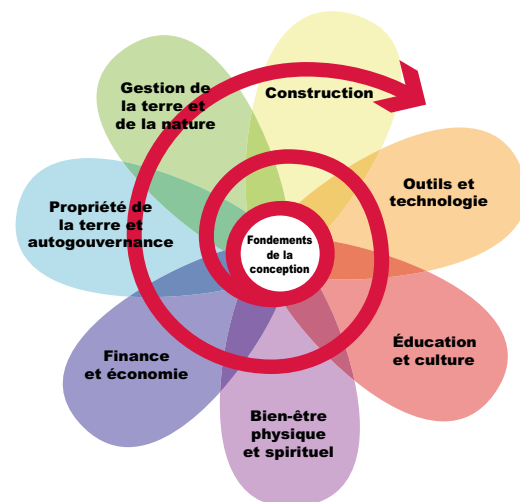
(1) En s'appuyant sur l'expertise d'un technicien qualifié, établir le schéma et le plan de mise en œuvre en fonction des caractéristiques du site (topographie, sol, climat, cultures viables, accès aux marchés, ressources disponibles). (2) Réaliser les pratiques sélectionnées et les aménagements du paysage conformément au plan. (3) Réaliser un suivi des mesures mises en place. La permaculture englobe différentes pratiques et techniques à long terme, c'est pourquoi nous présentons ci-dessous un exemple de mesures associées afin de maximiser, dans ce cas, l'aspect productif et économique du projet. Dans la pratique, elles devront être établies

conjointement avec la gestion du paysage et l'habitation durable.

Année 1 : Restauration des sols, agriculture biologique et lombricompostage.

Année 2 : Apiculture et banque de semences résilientes.

Année 3 : Serre avec système d'irrigation.





Intrants et coûts:

Le tableau suivant présente les coûts d'intégration des différentes techniques de permaculture sur une surface d'un hectare pendant trois ans. Les coûts de chaque élément sont obtenus en ajoutant le montant des matériaux et de la main d'œuvre de la fiche correspondante (par exemple amélioration des sols) ajusté en proportion à l'aire occupée ou au nombre d'unités du système. La formation est évaluée séparément de manière intégrale.

Éléments d'un projet de permaculture sur 1 ha pendant trois ans	Année	USD
Amélioration des sols sur 0,5 ha	1	603
Agriculture biologique sur 0,5 ha	1	885
Construction d'un lit de lombricompostage de 7 m ²	1	911
Banque de semences de 100 kg	2	937
Apiculture avec 10 ruches	2	1229
Serre de 500 m ² avec système d'irrigation	3	4795
Formation	1-3	3600
Total	1-3	12960

Avantages écosystémiques et économiques :

La permaculture réduit le risque de perte de récoltes et de productivité face aux changements phénologiques en favorisant la croissance de plus de 25 produits commercialisables par hectare. La présence des nuisibles sur les polycultures est réduite par rapport aux monocultures. Par exemple, un recueil regroupant 209 études sur les effets de l'agrobiodiversité sur les insectes herbivores a démontré que 52 % des 287 espèces analysées étaient moins abondantes dans les systèmes diversifiés que dans les monocultures (Andow, 1991). Dans un article consacré au risque éventuel d'un pic mondial de phosphore et de ses conséquences sur l'agriculture conventionnelle, Rhodes (2013) a souligné le rôle de la permaculture dans l'équilibre du cycle de cet élément essentiel. De son côté, King (2008) a constaté que ces systèmes contribuent à augmenter la résilience écologique et communautaire grâce à ses caractéristiques de développement de la biodiversité, de l'autosuffisance, de l'établissement de réseaux d'échange et d'opportunités de niches de marché. Certaines expériences ont mis en avant une diminution de 30 % des dépenses en engrais et en pesticides par hectare.

Facteurs limitants :

La transition vers des systèmes résilients visant à instaurer une production durable est difficile à atteindre. Par exemple, des techniques comme la restauration des sols sont généralement considérées comme un investissement qui n'est pas rentable sur le court terme, bien que ses effets soient significatifs dans l'équilibre général du système. La mise en place de techniques inefficaces par manque de connaissances sur leur bon développement ou le fait de ne pas considérer le système dans son ensemble peut entraîner des pertes au lieu de bénéfices.

Leçons apprises :

Les systèmes sont plus efficaces lorsqu'ils sont concentrés sur la mise en place de solutions à échelle humaine, en utilisant des ressources locales et en modifiant le paysage seulement pour restaurer ses fonctions de soutien. Les concepts d'autorégulation et de rétroaction proposés par la permaculture peuvent s'avérer précieux dans les stratégies d'adaptation fondée sur les écosystèmes. Il est recommandé de faire appel à un expert pendant la conception et la construction des interventions ainsi qu'à des conseils ponctuels afin de garantir leur bon fonctionnement.

Autres considérations :

L'Amérique latine et les Caraïbes ont vu naître un important réseau d'exploitations développant des systèmes agricoles et d'habitation reposant sur les principes de la permaculture. Elles sont utilisées comme modèle adaptatif visant à répliquer des expériences dans des conditions climatiques et sociales distinctes. La création de systèmes productifs durables requiert que ses éléments soient étroitement liés, ce qui, ce qui s'accomplit grâce à un bon emplacement des plantes, des animaux, des mouvements de terre, des infrastructures et chemins.

Unités de suivi :

Projets de permaculture (nombre, ha).

Unités d'impact :

Augmentation de la productivité (% , t/ha).
 Écosystèmes conservés ou régénérés (nombre, ha).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166
 unep-rolac-meba@un.org
<http://unepmeba.org/>

Références :

Mollison, B. y Holmgren, D. (1978). *Permaculture One: A Perennial Agriculture for Human Settlements*. Melbourne: Transworld. | Mollison, B. (1988) *Permaculture: A designers' Manual*. Canada: Tagari publications. | Rhodes, C. (2013). "Peak phosphorus - peak food? The need to close phosphorus cycle" *Science progress*, vol. 96, no. 2. | King, C. (2008). "Community Resilience and Contemporary Agri-Ecological Systems: Reconnecting People and Food, and People with People" dans *Systems Research and Behavioral Science*, vol. 25, no. 1, pp. 111-124. | Andow, D. (1991). "Vegetational Diversity and Arthropod Population Response" dans *Annual Review of Entomology*, vol. 36, pp. 561-586. | Altieri, M. (1999). "The Ecological Role of Biodiversity in Agroecosystems" en *Agriculture, Ecosystems and Environment*, no. 74, pp. 19-31.



26

AQUACULTURE

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

L'aquaculture ou pisciculture est un système dans lequel des espèces aquatiques, généralement des poissons tilapias du genre *Oreochromis*, sont élevés dans des bassins contenant l'eau de surface ; ces bassins peuvent être construits en utilisant différentes techniques et différents matériaux selon le site. Ces systèmes sont faciles à construire et à exploiter et ils constituent aussi bien une source de revenus que d'aliments riches en nutriments. Les bassins peuvent intégrer ou non l'aération et le pompage mécaniques. La truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) est une autre espèce prisée pour sa haute valeur commerciale et nutritive, mais son encadrement nécessite plus d'espace et une source constante d'eau courante de qualité afin de maintenir la quantité adéquate d'oxygène dissous nécessaire à sa croissance. Pour leur reproduction, de longs bassins rectangulaires sont construits afin de recevoir à débit constant de l'eau provenant des rivières attenantes.

Lieu d'application :

Les systèmes aquacoles peuvent être installés dans des zones situées à moins de 2800 m d'altitude ayant des températures moyennes annuelles supérieures à 12 °C et disposant d'un bon provision-

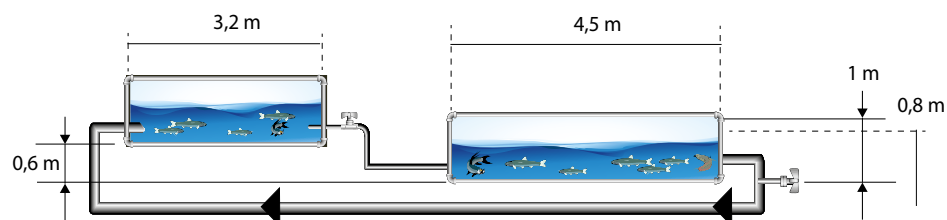
nement en eau. Un espace d'au moins 35 m² est nécessaire. Les systèmes aquacoles sont idoines dans les régions où le régime alimentaire quotidien présente une faible concentration en protéines et en phosphore, et aussi bien dans le cadre de projets d'agrotourisme ou d'écotourisme que pour les communautés cherchant à diversifier leurs sources de revenus et leur production.

Dangers et impacts abordés :

La pisciculture contribue à l'amélioration du régime alimentaire quotidien de la famille, ce qui renforce la sécurité alimentaire. Les bassins servent de réservoirs utilisés pour l'irrigation pendant la saison sèche, les éléments nutritifs contenus dans l'eau aidant à fertiliser les terres cultivées, réduisant ainsi le besoin d'intrants agricoles. La pisciculture en tant qu'option de diversification constitue une alternative en cas de baisse de la productivité agricole.

Méthode de mise en œuvre :

1) Solliciter l'avis d'experts au moment de déterminer les espèces à élever et de calculer les besoins en termes de consommation ainsi que la production potentielle. (2) Excaver ou installer des bassins, selon le cas. (3) Décider du système de pompage à recirculation d'eau ou d'oxygénation, le cas échéant. (4) Construire le système. Pour la bonne croissance des espèces sélectionnées, deux bassins devront être construits ou mis en place. En ce qui concerne le tilapia, l'un des bassins (de 3,2 m de diamètre sur 1 m de hauteur) est destiné aux alevins et l'autre (de 4,5 m sur 1 m) est destiné à leur engraissement. (5) Utiliser les eaux usées pour la culture en circuit continu, c'est-à-dire introduire de l'eau douce dans le système et drainer l'eau du fond du bassin en continu, tout en s'efforçant de réutiliser l'effluent pour irriguer les cultures et ainsi prévenir la contamination des sources d'eau voisines.



Sources : élaboration interne.

Intrants et coûts :

Construction de deux réservoirs d'eau à ciel ouvert, à géomembrane et en acier, d'un volume respectif de 4 et 8 m³ et d'une capacité de charge maximale annuelle de 300 kg/m³. Les coûts liés à l'achat de matériaux nécessaires à l'installation, tels que le système de pompage solaire, la géomembrane, une tôle en acier et la tuyauterie constituent les principales dépenses. Les coûts liés à l'alimentation biologique des poissons et à la main-d'œuvre nécessaire à la construction du système sont également importants.

Aquaculture, deux réservoirs, 4 et 8 m³

USD

Main-d'œuvre	255
Matériaux	2024
Formation	180
Total	2459

Avantages écosystémiques et économiques :

Avec cette mesure est évitée l'introduction d'espèces exotiques pour l'aquaculture extensive dans les masses d'eau de surface, tout comme son impact non seulement sur la structure trophique de l'écosystème lacustre mais aussi sur la teneur en éléments nutritifs de l'eau. À titre d'exemple, les travaux de Figueredo et Giani (2005) constatent des augmentations de concentrations atteignant jusqu'à 260 % pour l'azote et jusqu'à 540 % pour le phosphore contenu dans un bassin après l'introduction du tilapia. Cette augmentation est en revanche bénéfique dans les systèmes fermés, si les eaux usées du système sont utilisées pour fertiliser les champs intégrés afin d'aider à réduire la consommation agrochimique (1 m³ d'effluents remplace 1 kg d'engrais synthétiques). L'aquaculture constitue une alternative de diversification des revenus : selon des estimations basées sur les données recueillies par Saavedra-Martínez (2006), le système décrit ci-dessus a un potentiel de production estimé à 3600 poissons, soit 3,5 tonnes par an. Si les poissons sont vendus au prix moyen de 1,47 USD pièce, le bénéfice en serait de 0,37 USD par poisson, ce qui équivaldrait à un revenu mensuel supplémentaire d'au moins 140 USD.

Facteurs limitants :

L'accès aux alevins et aux aliments biologiques de qualité est nécessaire, de même qu'une surface plane pour installer les réservoirs. L'incidence solaire sur le site doit être de plus de quatre heures par jour. Des changements soudains de température peuvent entraver le développement du poisson et, par conséquent, avoir une incidence sur la production totale. Dans les régions où les températures tombent au point de congélation, des serres devraient être construites en guise de protection.

Leçons apprises :

Il faut soigneusement éviter de contaminer les masses d'eau de surface avec les eaux usées provenant des bassins. En particulier, lors de l'élevage de truites, il est important de veiller à la qualité de l'eau qui sort du système avant qu'elle ne soit déversée dans les cours d'eau. C'est pourquoi il est recommandé d'administrer aux poissons la juste portion de nourriture, de sorte qu'elle soit entièrement consommée, et de traiter l'eau effluente au besoin.

Autres considérations :

Il est essentiel de s'entourer de l'aide d'un spécialiste en aquaculture, en vue

d'évaluer la durabilité du projet et de déterminer les modèles et les espèces les plus appropriés. L'énergie électrique nécessaire au pompage diminue s'il y a une différence d'élévation d'au moins 35 cm entre les bassins. Le tilapia peut atteindre un poids de 0,4 à 0,6 kg en six à neuf mois, tandis que la truite atteint 0,3 kg en espace de sept à douze mois.

Unités de suivi :

Systèmes en fonctionnement (nombre); capacité de production installée (kg/mois).

Unités d'impact :

Augmentation du revenu (\$/mois) ; familles disposant de réservoirs aquacoles (nombre).

Projet MEbA**Bureau de gestion**

+507 305 3166
unep-rolac-meba@un.org
<http://unepmeba.org/>

Références :

Saavedra-Martínez, M. A. (2006). *Manejo del cultivo de Tilapia*, Nicaragua. Disponible dans: http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades_del_cultivo_de_Tilapia.pdf. | Martínez Pardo, X. (2009). *Evaluación del cultivo de tilapia del Nilo (Oreochromis niloticus) y tilapia roja (Oreochromis sp.) en diferentes sistemas intensivos de cultivo en Colombia*. CENIACUA. Disponible dans: http://www.ceniagua.org/archivos/may_15_08/Ximena_MarinezPrado.pdf. | Figueredo, C. et A. Giani (2005). "Ecological Interactions between Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) and the Phytoplanktonic Community of the Furnas Reservoir (Brazil)", *Freshwater Biology* vol. 50, No. 8, pp. 1391-1403 | FAO (2005). *Programa de información de especies acuáticas*. *Oncorhynchus mykiss*. Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO [en ligne] : http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/es#tcNA0088C.



27

BARRAGES FILTRANTS

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Les barrages de consolidation poreux, ou barages filtrants, sont des structures de confinement perméables construites dans des ravins, perpendiculairement à l'écoulement des eaux, et ce dans le but de ralentir le ruissellement, réduire l'érosion liée aux eaux, retenir les sédiments et favoriser l'infiltration. Ces barrages peuvent être constitués de rondins, de pierres empilées ou de gabions (mailles de 5 x 7 cm remplies de roches et attachées). Quant aux éléments utilisés, ils sont fonction de la disponibilité en matériaux locaux et des dimensions du ravin. Les sédiments doivent en être extraits régulièrement et ils peuvent être utilisés pour stabiliser les versants ou, au cas où leur teneur en matière organique serait élevée, pour améliorer les terres cultivées.

Lieu d'application :

Les barrages filtrants peuvent être construits dans des zones sujettes à l'érosion causée par les eaux. Ils sont particulièrement efficaces dans le but de restaurer le potentiel productif des ravins à érosion avancée dans des régions arides et semi-arides. Ils sont également recommandés dans les contextes où le transport de sédiments, du fait du ruissellement des eaux partant du sommet d'un bassin versant, est important et constitue un risque pour les habitations,

les cultures ou les infrastructures. Ces barrages devraient être situés le plus près possible de la source de sédiments.

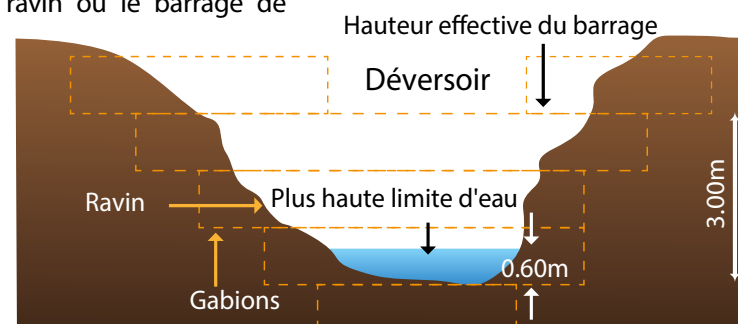
Dangers et impacts abordés :

En ralentissant le ruissellement et en retenant les sédiments, les barrages de consolidation freinent l'érosion et réduisent les risques d'inondations ou de glissements de terrain en aval et, par conséquent, les dommages qui en pourraient subir les cultures. En raison de l'infiltration accrue, l'humidité des sols augmente également et les aquifères sont rechargés, ce qui réduit l'effet de la sécheresse et de la chaleur extrême. La redistribution de la matière organique retenue sur les terres agricoles contribue à accroître leur fertilité et leur productivité.

Méthode de mise en œuvre :

(1) En se faisant aider d'un spécialiste, déterminer le ravin où le barrage de

consolidation poreux sera construit en tenant compte du potentiel productif des terres en aval, de l'emplacement des structures hydrauliques et des conditions physiques du bassin. (2) Choisir le matériau de construction du barrage en fonction des caractéristiques du ravin (roches ou rondins pour les petits ravins et gabions pour les grands). (3) Calculer les dimensions du barrage et du déversoir en prenant en compte la taille du ravin, la pente de la colline et le volume du ruissellement annuel. (4) Nettoyer, tracer et niveler. (5) Faire les travaux d'excavation nécessaires afin de préparer le terrain à la construction et à l'encastrement. (6) Compacter le terrain sur la base et les murs. (7) Élever le barrage avec le matériau choisi (les gabions, les billots ou les roches) et le mettre en place. (8) Extraire les sédiments deux fois par an et les appliquer aux sols pauvres ou aux coteaux instables.



Source : SAGARPA (2010).



Intrants et coûts :

Construction de trois petits barrages filtrants en gabions (d'un volume total de 90 m³), espacés de 500 m, sur un ravin de 5 m de large et de 2 m de profondeur. Outre les travaux de construction, l'achat des pierres et du maillage pour gabions en constituent les principales dépenses. Deux jours de formation à la méthode de construction, à la gestion opérationnelle et à l'entretien de la structure sont prévus.

Barrages filtrants en gabions (90 m ³)	USD
Main-d'œuvre	1215
Matériaux	2040
Formation	120
Total	3375

Avantages écosystémiques et économiques :

Selon une étude de la Banque mondiale (2006), l'érosion et la salinisation des terres agricoles au Pérou coûtent annuellement en moyenne entre 1200 et 1300 soles par hectare (environ 450 USD/ha). Bien qu'il soit nécessaire d'avoir davantage de données disponibles à ce sujet, il semble évident que les barrages filtrants réduiraient ces coûts de manière conséquente. Un barrage de consolidation mesurant 1 m de hauteur peut retenir jusqu'à 21,5 m³ de matériaux (SAGARPA, 2010). Les sédiments organiques peuvent être utilisés pour améliorer les sols, augmentant ainsi les rendements et renforçant la sécurité alimentaire tout en accroissant les revenus. À titre d'exemple, en redistribuant le volume de matière organique retenu par un barrage mesurant 1 m de hauteur, trois vergers familiaux pourraient être entretenus, ce qui se traduirait par des économies annuelles de quelque 1440 USD en achats de provisions. Cette mesure favorise l'infiltration de l'eau, qui peut atteindre un taux de jusqu'à 5 mm/heure dans les sols restaurés (FAO, 1988).

Facteurs limitants :

En haute altitude où les matériaux ne peuvent être acheminés ni en véhicule

ni à pied, des barrages doivent être construits avec l'agrégat de matériaux disponibles. Les barrages filtrants en gabions sont coûteux et ne sauraient être recommandés pour de petits ravins. La construction de barrages en gabions réquiert des conseils techniques pour en déterminer les dimensions appropriées et assurer la stabilité structurelle. Les barrages construits à base d'autres matériaux sont moins coûteux, mais sans toutefois être adaptés aux grands ravins ; la durée de vie utile de ces barrages est plus courte.

Leçons apprises :

Afin de lutter contre l'érosion, des mesures complémentaires devraient être entreprises en vue de conserver le flanc de la colline tels que l'introduction de fossés-bord, de systèmes de drainage et de terrasses d'absorption, ainsi que la restauration des sols, des prairies naturelles et des forêts. Les barrages filtrants doivent être entretenus et dévasés au moins deux fois l'an, tout juste avant et après la saison des pluies.

Autres considérations :

Les barrages construits à base de rondins ou de roches empilées sont recommandés pour les ravins en forme de V et les débits inférieurs à 1 m/s. Les rondins sont

recommandés pour maîtriser des ravins petits et étroits (profondeur inférieure à 1 m) ; leur hauteur effective ne devrait pas dépasser 1,5 m. Les barrages en pierre sont recommandés pour des ravins petits et moyens (entre 1 et 5 m de profondeur), avec une pente modérée, et ils ne doivent pas dépasser 3 m de hauteur effective. Les barrages en gabions sont utilisés pour les ravins de plus de 2 m de profondeur.

Unités de suivi :

Barrages filtrants construits (nombre) ; superficie maîtrisée de sols érodés (m²).

Unités d'impact :

Terres agricoles régénérées (m²) ; volume de sédiments récupéré (m³).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166
 unep-rolac-meba@un.org
<http://unepmeba.org/>

Références :

SAGARPA (2012). "Presas Filtrantes" dans *Fichas Técnicas sobre Actividades del Componente de Conservación y Uso Sustentable del Suelo y Agua (COUSSA)*. Mexique. | FAO (1988). "Irrigation Water Management: Irrigation Methods" dans *Irrigation Water Management (Training Manual No. 5)*. Rome. | FAO (2000). "Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos". *Boletín de Tierras y Aguas de la FAO* No. 8, Rome. | World Bank (2006). *Republic of Peru. Environmental Sustainability: A Key To Poverty Reduction in Peru. Country Environmental Analysis* vol. 2 (Full Report).



28

RÉSERVOIRS D'EAU DE PLUIE

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Cette mesure consiste à construire de petits barrages et des réservoirs artificiels dans le but de stocker de l'eau. Ces petites masses d'eau reçoivent les ruissellements des bassins qui s'étalent sur quelques dizaines d'hectares. Les réservoirs sont généralement situés au niveau des remblais et sont utilisés pour l'irrigation ou pour abreuver le bétail ainsi que la faune ; ils peuvent même servir à combattre les incendies de forêt. L'horizon imperméable du sol peut être constitué d'argile compactée ou d'une géomembrane de polyéthylène de haute densité, en construisant les structures, de préférence, avec des matériaux disponibles sur place. La taille du réservoir dépendra de la superficie des terres cultivables, des exigences des cultures, de la pluviométrie annuelle, de la taille du bassin et de la durée de la saison sèche.

Lieu d'application :

Les réservoirs d'eau de pluie ont toute leur utilité dans les zones à longue saison sèche ; ils sont construits, dans l'idéal, sur des sols vaseux et argileux à faible productivité, ou sur des sols ayant un horizon imperméable. Ils peuvent être construits sur des terres dégradées ou érodées par le ruissellement des eaux de pluie aussi bien que sur des collines présentant des

pentés de moins de 30° ou sur des terres non agricoles.

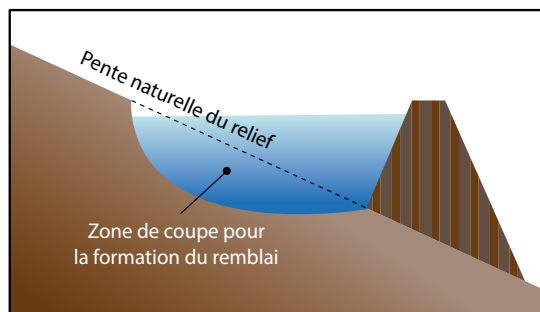
Dangers et impacts abordés :

Les réservoirs d'eau de pluie atténuent les effets de la sécheresse et des vagues de chaleur sur les cultures et le bétail. Ils renforcent la disponibilité en eau et prolongent les périodes de culture, ce qui accroît les rendements à l'échelle locale et renforce la sécurité alimentaire.

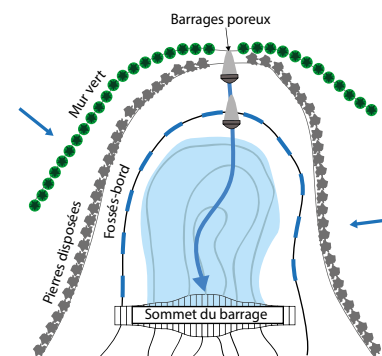
Méthode de mise en œuvre :

Afin de contenir les eaux dans les bassins ou sur les sites situés sur une pente faible, des murs ou digues sont construits. Ces murs ou digues sont construits à base du matériau extrait sur site en vue de former le bassin réservoir. Si le sol ne dispose pas d'horizon imperméable, il faudra alors envisager d'utiliser une membrane en plastique. (1) Déterminer les besoins en

eau pendant la saison sèche, en tenant compte des volumes à consommer par le bétail et l'irrigation, ainsi que des excédents pour gérer les incendies ou les imprévus nécessitant l'utilisation de l'eau. (2) Choisir des terres à faibles rendements agricoles et à faible pente. (3) Obtenir des informations relatives à la pluviométrie et aux ruissellements afin de déterminer la capacité de captage et de stockage ; obtenir également des informations relatives aux questions de sécurité à prendre en considération. (4) Effectuer des travaux d'excavation et de compactage et construire d'autres éléments pertinents (barrages filtrants, prise d'eau, exutoire de fond et déversoir). (5) En effectuer l'entretien une fois l'an en faisant le curage du fond vaseux.



Source : SAGARPA (2009).



Intrants et coûts :

Les estimations ci-dessous s'appliquent à la construction d'un réservoir de 500 m³ de capacité, supposant l'utilisation de matériaux locaux et la présence d'un horizon imperméable préexistant. Les principales dépenses résultent de : l'achat de grillage cyclone et de pierre ; analyses des sols, de la pluviométrie et des ruissellements ; et location des équipements mécaniques pour la construction. Le coût de la main-d'œuvre liée à la construction de structures supplémentaires est également important. Le coût des plantes destinées à la rétention des sols environnants y est inclus, de même que celui de cinq jours d'entretien annuel et de trois jours de formation sur la construction et l'exploitation.

Réservoir d'eau de pluie de 500 m ³	USD
Main-d'œuvre	1850
Matériaux	2560
Formation	180
Total	4590

Avantages écosystémiques et économiques :

Les réservoirs sont utilisés comme points d'eau pour les espèces locales. Ils favorisent le rétablissement des cycles biologiques en augmentant l'humidité relative et l'accessibilité à l'eau. Ils favorisent également la création d'un microclimat, surtout si les travaux sont suivis d'efforts de remise en végétation. Ils contribuent à accroître la productivité des terres environnantes grâce à leur usage dans l'irrigation des cultures. Un réservoir de 500 m³ peut répondre aux besoins en eau de 80 têtes de bétail, ou couvrir les besoins de 2500 m² de cultures de légumes pendant la saison sèche. Au cours de cette période et sur une telle superficie, il est possible de récolter 60 000 plantes qui, vendues sur le marché à 0,60 USD pièce, rapporteraient annuellement entre 3000 et 5000 USD. L'investissement initial est amorti au bout d'un an ou de deux ans (SAGARPA, 2009).

Facteurs limitants :

Sur des sols très perméables, les coûts de construction peuvent s'avérer plus élevés. Dans les zones où le ruissellement des eaux charrie une grande quantité de matériaux, les réservoirs devraient être renforcés par d'autres mesures hydrauliques

telles que des barrages filtrants, ce qui augmente les coûts de l'ouvrage. Dans certains cas, le pompage est nécessaire, par exemple, lorsque les terres cultivées sont éloignées ou à des altitudes plus élevées que le réservoir. La mise en œuvre nécessite une superficie importante permettant le captage de l'eau et la mise en place du réservoir. Aussi bien sa conception que sa construction nécessitent une supervision par des spécialistes en vue d'en assurer le bon fonctionnement hydraulique.

Leçons apprises :

L'eau stockée sera de meilleure qualité si des travaux supplémentaires sont effectués en vue de filtrer le ruissellement et réduire l'apport de sédiments (p. ex., barrages filtrants et restauration des sols). Le bassin de captage utilisé pour remplir le réservoir est choisi de manière à maximiser la prise d'eau et à minimiser le transport de matériaux vers le réservoir. Le désenvasement doit se faire une fois l'an.

Autres considérations :

En général, un ratio minimum de 10:1 entre la capacité potentielle du bassin et le volume réel dans le réservoir est nécessaire pour que la construction soit rentable et n'ait pas d'effet néfaste sur les écosystèmes en aval. Dans les régions où le rayonnement solaire est élevé et où les vents sont forts, les réservoirs doivent être plus profonds, question de réduire l'évaporation. Des mesures doivent être prises en vue de lutter contre les moustiques et les agents pathogènes, surtout lorsque le niveau de l'eau est bas.

Unités de suivi :

Réservoirs construits (nombre) ; Capacité de stockage installée (m³).

Unités d'impact :

Superficies irriguées (ha) ; Animaux ayant accès à l'eau des réservoirs (nombre).

Projet MEbA**Bureau de gestion**

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>**Références :**

Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (2011). *Manual de diseño y construcción de pequeñas presas*. Uruguay. | SAGARPA (2009). *Catálogo de Obras: Ollas de Agua, Jagüeyes, Cajas de Agua o Aljibes*. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos Para el Desarrollo Rural.



29

RESTAURATION DES SOLS

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

La restauration des sols renvoie aux actions visant à régénérer les cycles naturels des sols par la remise en végétation d'espèces arbustives et grimpantes, le reboisement au moyen d'espèces d'arbres indigènes et de travaux de confinement à base de pieux. Cette mesure vise à stabiliser les sols et augmenter l'approvisionnement en matières organiques, ce qui favorise la restauration. Le géogrillage est également utilisé lorsque le sol est fortement érodé et dégradé et que la pente dépasse 25 %. Les sols sont restaurés en fonction des conditions biologiques et édaphologiques particulières ; ce qui détermine également les espèces à sélectionner. Les plants doivent provenir des pépinières locales afin d'assurer leur adaptabilité et de préserver la diversité génétique endémique du site.

Lieu d'application :

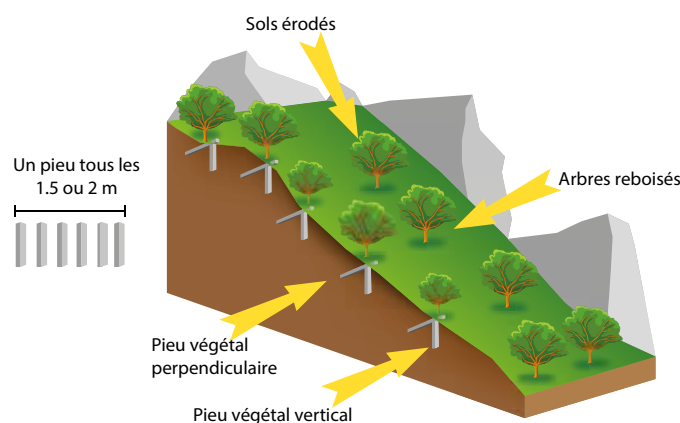
Cette mesure est utilisée pour restaurer les sols pauvres, dégradés ou peu perméables. Elle est appliquée dans les zones déboisées ou érodées où il y a un risque de glissements de terrain, mais elle s'avère également utile à la périphérie des zones conservées pour amortir l'impact de l'expansion de la frontière agricole. Elle peut être appliquée afin d'améliorer la structure et la fertilité des sols compactés dans les fermes d'élevage.

Dangers et impacts abordés :

La restauration accroît la capacité d'infiltration des sols, ce qui permet de recharger les aquifères et d'améliorer l'offre en eau. L'augmentation de la teneur en eau aide les arbres et les arbustes à s'enraciner, et leurs racines retiennent les sols, et préviennent l'érosion ainsi que les glissements de terrain. Les arbres créent un microclimat qui atténue les effets du gel, des changements brusques de température, des vents forts, de la chaleur extrême, de la grêle ainsi que des pluies intenses sur les cultures ou les écosystèmes. L'ensemble des processus qui découlent de la présence d'arbres régule la température et l'humidité dans les sols et l'air ambiants, ce qui diminue le risque de sécheresse.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Évaluer l'état des sols et concevoir le programme de restauration avec l'appui technique. (2) Planter des espèces pionnières afin d'augmenter la stabilité et la teneur des sols en matière organique. (3) Planter des pieux végétaux d'espèces d'arbres locales, mesurant environ 1,2 m, sur des pentes fortement érodées et les renforcer à l'aide de pieux fixés perpendiculairement par rapport à la pente du terrain. (4) Reboiser avec des espèces indigènes provenant des pépinières locales ou, si possible, transplanter de jeunes plants provenant des zones forestières environnantes. Estimer une densité moyenne de 1200 arbres/ha. (5) Mener des actions complémentaires pour la rétention du sol et de l'eau. (6) Effectuer des travaux d'entretien. (7) Évaluer le programme et adopter des mesures de suivi.





Intrants et coûts :

Ci-dessous les coûts liés à la restauration d'une superficie d'un hectare sont présentés. Les coûts liés à la main-d'œuvre nécessaire pour les travaux de foresterie, l'achat de plants en pépinières, de semences et d'outils, ainsi que l'achat du géogrillage, en cas d'érosion extrême, en constituent les principaux éléments. Trois jours de formation et cinq jours de travaux d'entretien annuels y sont inclus.

Restauration des sols, 1ha	USD
Main-d'œuvre	1440
Matériaux	1266
Formation	180
Total	2886

Avantages écosystémiques et économiques :

Chaque année, les écosystèmes terrestres de la planète perdent environ 75 milliards de tonnes de sol du fait de l'érosion, et la majeure partie de cette érosion se produit sur les terres agricoles (Pimentel et Kounang, 1998). La protection des sols par les plantes offre de multiples avantages : enrichissement de la flore et de la faune ; amélioration de l'humidité, de la qualité, et de la fertilité des sols ; lutte contre l'érosion ; séquestration du carbone ; régulation de la température et de l'eau et amélioration de la biodiversité ainsi que de la productivité des terres (Durán et Rodríguez, 2009). Un projet mené au Brésil et qui consistait à créer des pépinières en vue de restaurer les forêts tropicales dégradées pour un coût approximatif de 3500 USD/ha, a présenté plusieurs avantages énumérés ci-dessus. Le TEEB (2009) prévoit que la valeur actuelle nette des forêts restaurées, 40 ans après leur restauration, est d'environ 105 000 USD/ha avec un taux d'actualisation de 1 %. À court terme, les zones restaurées fournissent aux communautés riveraines des ressources naturelles leur permettant d'assurer leurs moyens de subsistance.

Facteurs limitants :

Il existe peu d'informations permettant de valoriser quantitativement les avantages à court terme de la restauration, ce qui peut donner l'impression erronée qu'elle n'est pas pertinente, nécessaire ou rentable. Les espèces doivent être sélectionnées sur la base d'une analyse préalable du site et elles doivent être assorties aux conditions climatiques ambiantes et être de qualité génétique adéquate, autrement, l'investissement pourrait être perdu ou l'équilibre de l'écosystème en être perturbé.

Leçons apprises :

Le reboisement doit inclure un volet entretien et suivi couvrant au moins deux ans, afin de s'assurer un taux de survie élevé. Il s'agit d'un processus à long terme qui profiterait à l'ensemble de la collectivité ; d'où la nécessité pour les bénéficiaires d'y participer et de s'en approprier. Pendant le processus de restauration, il faut veiller à éviter la colonisation de la zone par des espèces opportunistes provenant de sites dégradés, afin d'assurer le développement des espèces endémiques et celles qui sont caractéristiques des zones forestières saines.

Autres considérations :

Cette technique devrait être mise en œuvre conjointement avec des travaux complémentaires tels que des fosses d'infiltration, des fossés-bord, des systèmes de drainage et de terrasses, afin de promouvoir une gestion efficace des ressources en eau et des sols d'une part et la préservation du couvert végétal d'autre part. Dans l'idéal, cette mesure s'applique collectivement car elle concerne de vastes superficies et donc est mise en œuvre sans tenir compte des délimitations foncières. L'entretien des arbres reboisés n'est plus exigeant deux années après leur mise en terre, mais les mesures d'entretien s'appliquant à la zone devraient continuer jusqu'à ce que les cycles écologiques d'une forêt saine soient établis.

Unités de suivi :

Superficie restaurée (ha).

Unités d'impact :

Bénéficiaires des actions de restauration (nombre).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Rivera, J. et J. Sinisterra (2005). *Restauración Social de Suelos Degradados por Erosión y Remociones Masales en Laderas Andinas del Valle del Cauca Colombia con la utilización de obras de Bioingeniería*. V Congreso Nacional de Cuencas Hidrográficas. Cali. | Vargas, O. (2007). *Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino*. 2ème ed. Universidad Nacional de Colombia. | Durán, V. et C. Rodríguez (2008). "Soil-Erosion and Runoff Prevention by Plant Covers: A Review". *Agronomy for Sustainable Development* 28 pp. 65–86. | Pimentel D. et N. Kounang (1998). "Ecology of Soil Erosion in Ecosystems". *Ecosystems* 1 pp. 416–426. | TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers (2009). Chapitre 9: Investing in Ecological Infrastructure.



30

IRRIGATION EFFICACE

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

L'irrigation efficace permet d'utiliser les ressources en eau et les engrais de façon optimale grâce à leur application près des racines des plantes. Pour ce faire, l'on dispense aux plantes de légers écoulements d'eau à basse pression et à rythme soutenu à travers un nombre variable de points d'émission appelés goutteurs, ce qui permet de faire des économies d'eau. L'eau est économisée de deux façons : par son infiltration dans le sol, sans évaporation ni écoulement, et, par son application à la zone racinaire, juste là où les plantes en ont besoin. Le système est facile à concevoir et à installer et se compose généralement d'une source d'eau, d'une unité de pompage, d'une unité de fertilisation, de filtres, du réseau de distribution et des émetteurs (goutteurs ou micro-asperseurs selon le système choisi).

Lieu d'application :

les systèmes d'irrigation efficace sont adaptés tant pour les terrains plats que pour les terrains à pente, car ils ne causent pas d'érosion. Ils sont particulièrement efficaces dans les régions à longue saison sèche où l'on dispose d'une source d'eau fiable, comme un réservoir, et où il serait judicieux d'accroître les rendements ou de prolonger les périodes de culture en utilisant les ressources en eau de façon

rationnelle. Avec suffisamment de différence de hauteur entre la source d'eau et le champ, le système de distribution peut se faire par gravité plutôt que par pompage.

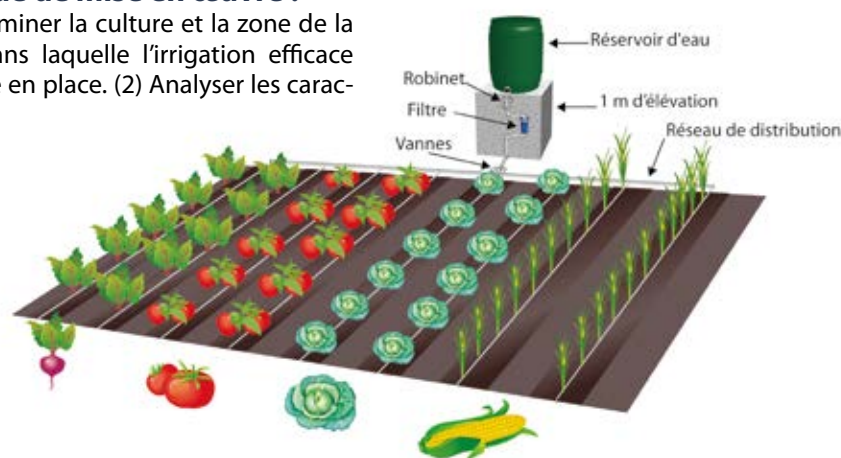
Dangers et impacts abordés :

Grâce à l'utilisation optimale de l'eau, les systèmes d'irrigation efficace atténuent les effets sur les cultures de la sécheresse, de la chaleur extrême et de modifications des régimes de précipitations. Les économies d'eau permettent de poursuivre la production là où et quand il y a moins d'eau disponible, ce qui renforce la sécurité alimentaire.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Déterminer la culture et la zone de la ferme dans laquelle l'irrigation efficace sera mise en place. (2) Analyser les caractéristiques des sols et la quantité d'eau

nécessaire aux cultures. (3) Concevoir le système en sollicitant une aide technique. (4) Assembler le système, y compris l'excavation de la tranchée, la pose des tuyaux, la construction de structures pour les différents éléments (pompes, filtres, réservoirs d'eau) et l'installation d'émetteurs (goutteurs ou micro-asperseurs) aux points d'irrigation du réseau. (5) Effectuer l'entretien du système : veiller à ce que les émetteurs ne soient pas obstrués par des matières en suspension ou dissoutes dans l'eau.



Source : Adapté de www.agronegocios.com.py.



Intrants et coûts :

Les coûts indiqués ci-dessous s'appliquent à la mise en œuvre de l'irrigation efficace sur un hectare de terrain. Les éléments du réseau de distribution, dont la pompe, les systèmes de filtration et de fertilisation ainsi que la ligne d'égouttage en constituent les principaux intrants. Le coût de la main-d'œuvre pour l'installation est également considérable. Y sont inclus trois jours de formation sur le fonctionnement et l'entretien des systèmes.

Irrigation efficace, 1 ha	USD
Main-d'œuvre	525
Matériaux	4320
Formation	180
Total	5025

Avantages écosystémiques et économiques :

L'utilisation rationnelle de l'eau en constitue le principal avantage écosystémique. Les systèmes d'égouttage ont permis de réduire la consommation d'eau de l'ordre de 70 % par rapport aux systèmes d'irrigation conventionnels. Cela est dû au fait que les plantes reçoivent la quantité exacte d'eau dont elles ont besoin pour une croissance optimale (CANAFE, 2001). En outre, les revenus des exploitants agricoles augmentent jusqu'à 35 % du fait des rendements plus élevés, résultat d'une utilisation efficace des engrais, ou « fertirrigation », c'est-à-dire l'injection, à dose maîtrisée, des nutriments dans les eaux d'irrigation. Un autre exemple en est une étude comparative sur la culture du coton et à l'issue de laquelle, à dose d'engrais égale, la marge brute à l'hectare était de 60 USD plus élevée avec l'irrigation efficace qu'avec l'irrigation par aspersion. Selon la même étude, l'irrigation efficace a effectivement dispensé 27 % plus d'eau aux plantes que le système d'arrosage classique (Dippenaar et al., 1997).

Facteurs limitants :

L'investissement initial est élevé en raison de la quantité de matériaux à acheter, et, pour un système automatisé, la dépense en est encore plus importante. Mal installé, le système peut entraîner des carences

en eau et une mauvaise croissance des racines et des plantes. Pour cette raison, l'assistance fournie doit venir d'un technicien qualifié. Il existe un risque élevé d'obstruction des émetteurs et, par conséquent, d'irrigation inégale. Il est donc pertinent d'inclure un système de filtration adapté aux caractéristiques de l'eau utilisée.

Leçons apprises :

Certains producteurs ont conçu des filtres à sable à faible coût fabriqués à base de matériaux locaux. Recouvrir le sol de matière organique (résidus de culture ou engrais verts) aide à préserver l'humidité et fournit des nutriments supplémentaires au sol, tout en rendant l'irrigation plus efficace. Les cas de réussite modèles ont lieu lorsque les producteurs ont une compréhension claire au préalable des caractéristiques techniques du système et des exigences en eau de la culture concernée.

Autres considérations :

L'irrigation efficace pourrait être complétée par d'autres mesures culturales telles que la lutte intégrée contre les ravageurs, la gestion intégrée des éléments nutritifs, la culture hydroponique et l'agriculture biologique afin d'accroître la production et la valeur marchande des cultures. En particulier, lorsque cette technique est combinée avec l'installation d'une serre,

l'on obtient un système productif très efficace capable d'être compétitif sur le marché.

Unités de suivi :

Systèmes installés (nombre), superficie couverte avec l'irrigation efficace (ha).

Unités d'impact :

Accroissement de la productivité (% t/ha) ; réduction de la consommation d'eau (% m³).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Karmeli, D., G. Peri et M. Todes (1983). *Irrigation Systems: Design and Operation*. Oxford: Oxford University Press. | Keller, J. et R. Bliesner (1990). *Sprinkle and Trickle Irrigation*. New York: Nostrand Reinhold. | FINTRAC (2001). *Programa de Riego por Goteo: resultados reales para personas reales*. Programa de riego por goteo del Centro de Desarrollo de Agronegocios, CDA. Honduras: FINTRAC, Mars. | Dippenaar, M., C. Barnard et M. Pretorius (1997). "Yield and gross margin of cotton under drip and sprinkle irrigation". *Applied Plant Science* vol. 11, No. 1, pp. 7-12.



31

ROTATION DES CULTURES

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

La rotation des cultures consiste à produire de façon séquentielle des espèces végétales sur un site donné en alternant les cultures chaque année, tous les deux ans ou tous les trois. Ce système de production diversifié permet d'éviter l'accumulation de ravageurs et de maladies, ainsi que l'épuisement des sols survenant généralement suite à la pratique d'une monoculture (ou de cultures de la même famille végétale) au cours de cycles agricoles successifs. La séquence de rotation est planifiée de sorte que les exigences d'une culture en cours viennent en supplément à celles de la culture suivante, et ce, afin de maintenir l'équilibre nutritif des sols. Cette technique est utilisée particulièrement dans la production des engrais verts en vue de renforcer la culture de produits destinés à la vente ou à la consommation interne.

Lieu d'application :

La rotation des cultures peut se s'appliquer à des divers types de sol, conditions climatiques et altitudes. Néanmoins, les caractéristiques spécifiques du site en termes de besoins nutritionnels des cultures et d'interaction entre celles-ci lorsqu'elles sont en alternance doivent être prises en compte. Cette technique est particulièrement indiquée pour les sols pauvres, érodés ou épuisés ayant

perdu leur fertilité du fait de l'utilisation d'engrais synthétiques, de la pratique répétée d'une même culture ou de l'intensité accrue des phénomènes climatiques.

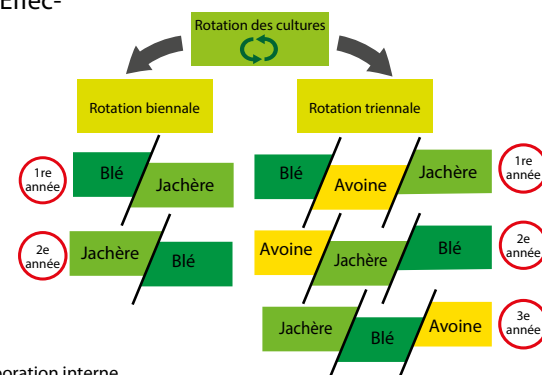
Dangers et impacts abordés :

La rotation de cultures avec des espèces résistantes aux conditions climatiques défavorables aide à maîtriser, sur une seule parcelle agricole et à différents moments de l'année, les menaces liées aux changements des régimes pluviométriques, à la sécheresse, au gel et aux pluies abondantes. La rotation des cultures accroît la sécurité alimentaire et réduit les besoins en intrants agricoles, en plus d'être un moyen efficace de lutte contre les ravageurs et les maladies.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Choisir une parcelle pour la culture récurrente et systématique. (2) Effectuer

une étude en vue de déterminer la demande du marché pour les cultures potentielles. (3) Déterminer s'il serait possible d'adapter les cultures sélectionnées au climat et aux conditions des sols sur le site exploité. (4) Évaluer la disponibilité des ressources économiques et technologiques (main-d'œuvre, semences, équipements mécaniques). (5) Mettre en place des rotations permettant d'optimiser les ressources de la ferme et éviter de pratiquer des cultures appartenant à la même famille, l'objectif étant de rompre les cycles des ravageurs et de compléter les besoins en nutriments. (6) Pour les semis, utiliser des plantes ayant différents systèmes racinaires afin de s'assurer que toutes les couches du sol soient efficacement utilisées pendant les différentes rotations.



Source : élaboration interne



Intrants et coûts :

Système de rotation du maïs et des haricots pour 1 ha, comprenant les intrants nécessaires à la fertilisation et à la lutte contre les parasites. Les principaux coûts proviennent de la main-d'œuvre pour le travail culturel et de la production d'engrais organiques et de pesticides écologiques. Trois jours de formation sont considérés pour apprendre à établir des rotations bénéfiques.

Rotation des cultures (maïs et haricots) sur 1 ha	USD
Main-d'œuvre	1200
Matériaux	600
Formation	180
Total	1980

Avantages écosystémiques et économiques :

La rotation des cultures garde le sol couvert, favorise l'équilibre biologique, réduit les cycles des ravageurs et des maladies, assimile les nutriments et conserve l'énergie. En guise d'exemple, Altieri (1999) cite une étude de 1978 au cours de laquelle une rotation basée sur le maïs et incorporant des légumineuses fourragères et des grains, a réduit la consommation de combustibles fossiles de l'ordre de 45 % par rapport à la culture en continu. Il fait également référence à une étude de 1983 au cours de laquelle la légumineuse indigène *Lupinus mutabilis* a apporté jusqu'à 200 kg d'azote par hectare pour la culture de pommes de terre qui devait suivre la rotation. Ses rendements plus élevés et la répartition des pertes en cas de peste ou d'événements climatiques en constituent les principaux avantages économiques (Sauca et Urabayan, 2005 ; Altieri et Nicholls, 2004). Ces avantages découlent également de la réduction de l'utilisation de pesticides et d'engrais en raison de la plus grande disponibilité de nutriments, de la rupture du cycle de vie des ravageurs et de l'intensification de l'activité biologique dans les sols.

Facteurs limitants :

Dans l'exécution de la rotation, les aléas techniques et économiques doivent être pris en compte, y compris le temps disposé pour les semis et la récolte de la prochaine culture d'une part, et la demande en produits à différentes périodes de l'année d'autre part. Le calendrier des cultures est donc très important à cet effet. Les stratégies de rotation tiennent compte des périodes pendant lesquelles les terres sont laissées en jachère, alors que dans l'agriculture classique, cette pratique pourrait être considérée comme une inexploitation de surface cultivable.

Leçons apprises :

Un séquençage adéquat de cultures est essentiel au succès de la rotation, car la production d'une culture donnée dépend des éléments nutritifs requis par les précédentes. À titre d'exemple, des expériences menées en Amérique centrale démontrent que la rotation continue du maïs et du haricot velouté (*Mucuna pruriens*) peut être maintenue jusqu'à 15 ans avec un niveau de productivité raisonnable (2 à 4 t/ha) et sans perte perceptible en qualité des sols (Altieri et Nicholls, 2004).

Autres considérations :

La rotation aide également à repousser les insectes, les mauvaises herbes et les maladies en brisant efficacement le cycle de vie des ravageurs. Certaines cultures —l'ail et quelques plantes aromatiques par exemple— ont un effet répulsif sur les parasites. Elles sont donc alternées avec la culture maraîchère afin de lutter efficacement contre les ravageurs et les maladies (Nuñez et Vatovac, 2006 ; FEDEARROZ, 2011).

Unités de suivi :

Superficie soumise à un plan de rotation (ha).

Unités d'impact :

Réduction des dépenses en intrants agricoles (\$/ha).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Sauca, E. et D. Urabayan (2005). "Rotaciones y Asociaciones de Cultivos". Navarra: Bio Lur, Biharko Lurraren Elkartea (B.L.E.). *Monográficos Eko-nokazaritza* No. 7. Gouvernement de Navarra. | FEDEARROZ (2011). *Boletín informativo de la Federación Nacional de Arroceros*, Fondo Nacional de Arroz. FEDEARROZ No. 256 (Avril). | Nuñez, R. et A. Vatovac (2006). *La Huerta Orgánica*. Bolivia: Editorial Fundación Amigos de la Naturaleza, FAN. | Altieri, M.A. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. New York: Sustainable Agriculture Networking and Extension (SANE) UNDP. | Altieri, M.A. et C.I. Nicholls (2004). "An agroecological basis for designing diversified cropping systems in the tropics" dans *Dimensions in Agroecology*. D.R. Clements et A. Shrestha (eds). New Haworth Press, N.Y.



32

SYSTÈMES AGROSYLVOPASTORAUX

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Les systèmes agrosylvopastoraux combinent des techniques qui associent des espèces d'arbres (à essence forestière, fruitiers ou fourragers) avec du bétail et des cultures sur la même parcelle dans le but de créer une interaction écologique et économique importante. Ces combinaisons peuvent se faire sur le même espace et en même temps, ou être organisées de manière séquentielle, l'objectif étant d'optimiser la production et d'assurer des rendements durables avec un impact réduit sur l'environnement. Tous les éléments du système se soutiennent mutuellement : les arbres fournissent de l'ombrage aux animaux et aux cultures ; les animaux fertilisent les sols et propagent les semences ; et les cultures constituent de la nourriture pour les animaux.

Lieu d'application :

Ces systèmes sont idoines pour les petites exploitations sur lesquelles l'on recherche une production diversifiée fondée sur une approche de conservation des ressources naturelles. De tels systèmes de production sont recommandés en particulier pour initier un processus de restauration des sols et de reboisement dans les zones dégradées par le pâturage extensif. S'il faut mettre en œuvre le système agrosylvopas-

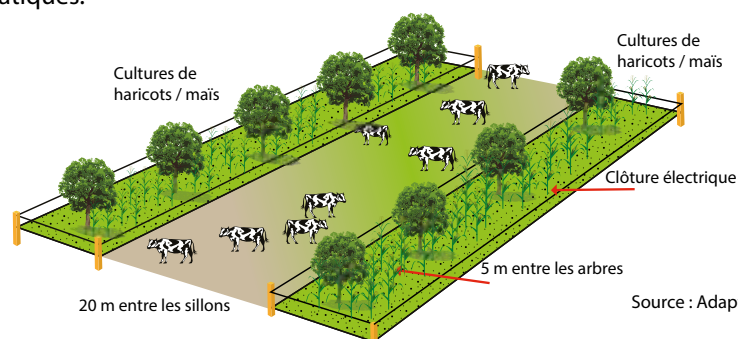
toral sur des pentes de versants, il doit être renforcé par des mesures supplémentaires afin de retenir les sols et éviter leur compactage.

Dangers et impacts abordés :

La régénération du couvert forestier crée un microclimat qui aide à atténuer les effets des changements brusques de température, des changements dans les régimes de précipitations, ainsi que les effets de la chaleur extrême, des pluies intenses et des vents forts sur les cultures. Les arbres produisent de la matière organique qui reconstitue les sols. Il s'en suit l'augmentation de leur capacité d'infiltration et de rétention de l'humidité, ce qui réduit l'impact des sécheresses. Le fumier d'origine animale augmente la teneur des sols en éléments nutritifs, réduit le besoin d'intrants agricoles et influe positivement sur la productivité. La séquestration du carbone augmente ce qui renforce le potentiel d'atténuation des changements climatiques.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Identifier, avec l'aide des experts, les caractéristiques physiques du site (topographie, sols, drainage) qui aideront à déterminer les éléments du système à sélectionner, la façon de les gérer et leur productivité potentielle. (2) Établir un plan de gestion où seront identifiées les parcelles destinées au bétail, à l'agriculture et aux arbres, en fonction de la capacité de charge du site et de la consommation de fourrage nécessaire. (3) Choisir les espèces ligneuses, grimpantes, herbacées et arbustives à planter, y compris les pâturages pour le bétail et les cultures annuelles. (4) Nettoyer et délimiter les différentes zones de production et, ensemercer, transplanter les strates, conformément au plan, tout en veillant à ce que les parcelles réservées aux cultures soient protégées des animaux. (5) Effectuer les travaux d'entretien conformément au plan de gestion.



Source : Adapté de Serrano, 2013.



Intrants et coûts :

Les coûts liés à la mise en place d'un système agrosylvopastoral sont donnés plus bas. Les éléments ci-après en constituent les principaux intrants : les plantes, les semences et les arbres ; la production et l'épandage d'engrais organiques et de pesticides écologiques ; la main-d'œuvre pour la plantation de cultures et la transplantation des plants d'arbre ; l'achat et l'installation d'une clôture électrique pour protéger la parcelle cultivée. Quatre jours de formation en technique de stimulation des interactions positives entre les éléments du système y sont inclus.

Système agrosylvopastoraux, 1 ha	USD
Main-d'œuvre	585
Matériaux	1350
Formation	240
Total	2175

Avantages écosystémiques et économiques :

La production diversifiée associée à la restauration de la végétation arboricole dans les zones d'élevage constitue le principal avantage de ce système. Cela permet aux petits producteurs non seulement d'améliorer l'état de leur environnement, mais aussi de réduire le risque de pertes financières auxquelles ils sont fréquemment exposés. Iglesias et al. (2011) affirment qu'entre 60 et 70 % de la biomasse végétale pourrait être utilisée dans l'alimentation du bétail sans créer de conflit avec la production destinée à la consommation humaine. Les auteurs relèvent en particulier, que lorsque des arbres fixateurs d'azote sont utilisés, la fertilité des sols augmente et un complément alimentaire pour les animaux est dégagé. En termes économiques, Chaparro (2005) a procédé à une évaluation coûts-avantages d'un système agrosylvopastoral d'un hectare composé de goyaviers, de maïs et d'un fourrage tropical appelé naranjillo (*Trichanthera gigantea*) et a fait état d'un taux de rendement interne de 21 % et d'une valeur réelle nette de 1087 USD l'hectare. Chaparro souligne également que ce système était de 7 % plus rentable qu'un système agroforestier composé de goyaviers, de bananiers et de cultures de maïs.

Facteurs limitants :

Il manque généralement de connaissances sur les modèles agrosylvopastoraux. Leur mise en œuvre nécessite par ailleurs une formation et de l'aide technique spécialisée. Par exemple, une planification inadéquate du volet forestier pourrait empêcher la mécanisation de la récolte et entraver la préparation du fourrage. Ces systèmes sont axés sur la modification des pratiques de gestion actuelles et l'exploration de solutions de rechange, ce qui exige que le producteur ait de la conviction et un sentiment d'appropriation. Ce système exige également un engagement à long terme, tant en termes d'investissement que de suivi des résultats.

Leçons apprises :

La présence d'animaux aide à lutter contre les mauvaises herbes ; mais s'ils se nourrissent de façon sélective de certaines espèces, ils pourraient modifier la composition forestière. Le bétail accélère le recyclage des éléments nutritifs dans les sols en les fertilisant par les excréments et l'urine, mais il compacte aussi le sol par le piétinement constant, ce qui limite la croissance des cultures et des arbres. Les sols compactés dépourvus de couverture herbacée

du fait du broutage sont très enclins à l'érosion. Par conséquent, il est essentiel de réguler le nombre d'animaux en fonction de la capacité de charge du site.

Autres considérations :

Un ombrage très dense pourrait réduire la productivité des cultures. Les racines des arbres et les cultures pourraient se disputer l'humidité pendant la saison sèche et l'oxygène pendant la saison des pluies. L'apiculture pourrait constituer une mesure supplémentaire de diversification des produits dans ces systèmes, à condition que les ruches ne soient pas placées à proximité du bétail.

Unités de suivi :

Superficie soumise aux systèmes agrosylvopastoraux (ha) ; produits associés au sein de chaque système (nombre).

Unités d'impact :

Valeur de la production (\$/ha).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Chaparro G., L.A. (2005). Viabilidad financiera de sistemas agrosilvopastoriles multiestrata y agroforestales, en fincas ganaderas convencionales del departamento de Santander, Colombia" (thèse). Colombia: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza | Iglesias J., F., C. Funes-Monzote, Simón Toral Odalys, L. et M. Milera (2011). "Diseños agrosilvopastoriles en el contexto de desarrollo de una ganadería sustentable. Apuntes para el conocimiento". *Pastos y Forrajes* vol. 34, No. 3, (Juillet-Sept.) pp. 241-258. | Ruiz, M. (1983). *Avances en la investigación de sistemas silvopastoriles*. Cité dans Iglesias (2011). | Serrano, J. (2013). *Silvopastoreo en Colombia*. Disponible sur: <http://jairoserrano.com/2011/02/silvopastoreo-en-colombia>.



33

SYSTÈMES AGROFORESTIERS

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Un système agroforestier consiste en une série de techniques conçues et mises en œuvre en vue d'utiliser plusieurs strates d'un écosystème : arbres à essence forestière, arbres fruitiers et cultures annuelles ; y sont également intégrées des espèces arbustives, herbacées, grimpantes et à tubercules, dans l'objectif d'accroître la productivité grâce à un système diversifié qui aura moins d'impact sur l'environnement que l'agriculture conventionnelle. Ce processus rend le système plus résilient et favorise l'exploitation durable des produits agricoles et forestiers. Des espèces ligneuses sont reconstituées à base de variétés locales mises en pépinière et transplantées ultérieurement.

Lieu d'application :

La mise en œuvre des systèmes agroforestiers est indiquée sur des sites dégradés propres à l'agriculture ou à la foresterie afin de reconstituer des zones forestières sans sacrifier la production. Notamment, la conjugaison des techniques utilisées contribue à la restauration des sols pauvres à fertilité limitée et à faible teneur organique. Ils sont particulièrement pertinents sur les sites dont on voudrait améliorer la biodiversité agricole. Ils sont recommandés à des altitudes situées entre 1000 et 2800 m au-dessus du niveau de la mer et sur les

sites présentant une pente inférieure à 40 % (SAGARPA, 2012).

Dangers et impacts abordés :

La présence d'arbres réduit l'exposition au soleil, au vent et à la pluie et régule l'air et l'humidité des sols. Ces facteurs favorisent la mise en place d'un microclimat et atténuent les effets de la chaleur extrême, du vent et des pluies intenses, ainsi que ceux de la sécheresse et du gel sur les cultures. Ce système diversifié renforce la sécurité alimentaire, renforce la résistance des sols à l'érosion par le vent ou les eaux et épargne l'utilisation de grandes quantités d'intrants agricoles grâce aux interactions bénéfiques entre les espèces dans les différentes strates.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Concevoir le système avec l'appui d'un spécialiste et tenir compte des caractéris-

tiques inhérentes au site (sols, climat, topographie, cultures et espèces végétales potentielles, accès au marché). (2) Choisir les espèces à intégrer dans le système (arbres à essences et fruitiers, arbustes à usage médicinal et alimentaire et plantes grimpantes ; plantes herbacées comestibles ou utilisées comme engrais verts ou pour lutter contre les ravageurs). (3) Nettoyer et délimiter la zone en tenant compte des lignes de contour et des éléments topographiques distinctifs. (4) Se procurer des essences ligneuses disponibles en pépinières et les transplanter. (5) Les planter en respectant la stratification indiquée sur le plan. (6) Effectuer l'entretien conformément au plan de gestion général.



1. Arbres à essence forestière
2. Arbres fruitiers
3. Arbustes vivaces
4. Cultures annuelles
5. Tubercules
6. Plantes rampantes (engrais verts)
7. Plantes grimpantes

Source : élaboration interne.



Intrants et coûts :

Les coûts de la mise en place d'un système agroforestier avec des arbres à essence forestière et fruitiers, des arbustes vivriers et des plantes rampantes et grimpantes sur 1 ha est présenté ci-dessous. La main-d'œuvre pour aménager le terrain et produire les cultures ainsi que l'achat des espèces à planter constituent le gros des dépenses. Y sont inclus quatre jours de formation à ce système de production.

Système agroforestier, 1 ha	USD
Main-d'œuvre	450
Matériaux	2700
Formation	240
Total	3390

Avantages écosystémiques et économiques :

Ces systèmes inversent la perte de productivité due à l'effet cumulé de la dégradation de l'environnement et des pratiques culturales conventionnelles. Il a été par exemple constaté que les rendements provenant des systèmes agroforestiers étaient de plus de 100 % supérieurs à ceux issus des systèmes de culture sur brûlis. Une évaluation du café cultivé sous ombrage au Pérou a révélé que les rendements sur les parcelles soumises au système agroforestier étaient cinq fois plus élevés (2,3 t/ha) comparés à ceux des parcelles sans un tel système (Brack, 2004). Il a été conclu, à la lumière des données SAGARPA (2012), qu'une parcelle abritant à la fois du maïs, des courges et des haricots ainsi que des arbres fruitiers pourrait générer un revenu annuel brut de 3000 USD/ha. S'agissant de l'atténuation des changements climatiques, Etchevers et al. (2005) relèvent qu'avec ce type de système, on pourrait atteindre des taux annuels d'accumulation de carbone de l'ordre de 0,87 à 1,85 t/ha.

Facteurs limitants :

Un investissement initial élevé est nécessaire et une attention particulière doit être accordée aux espèces plantées jusqu'à ce qu'elles soient solidement enracinées. Les

agriculteurs et les agricultrices doivent comprendre qu'il s'agit d'un système de production à long terme et qu'ils doivent recevoir une formation adéquate pour en assurer la gestion. Le retour sur investissement, par exemple, en ce qui concerne les arbres à essences forestières et les arbres fruitiers s'obtient sur le moyen et le long terme (environ 5 ans pour les arbres fruitiers et 15 ans pour les arbres à essences).

Leçons apprises :

S'il s'avérait nécessaire de planter des herbacées annuelles, il faudrait utiliser les espèces germant d'elles-mêmes (coriandre, fleur souci), cela afin de réduire les besoins en main-d'œuvre. Lors de la mise en terre des arbres à essences ou des arbres fruitiers, il serait indiqué d'utiliser des variétés provenant d'une pépinière locale et de sélectionner, pour le repiquage, des plants d'un diamètre supérieur à 1,5 cm afin d'augmenter le taux de survie. Afin de protéger la parcelle cultivée des perturbations telles que les piétinements et le broutage par le bétail, elle doit être clôturée. Les espèces exotiques ayant un potentiel invasif ou des propriétés allélopathiques, comme le chêne andin et l'eucalyptus, devraient être évitées.

Autres considérations :

Les espèces doivent être sélectionnées avec l'aide de techniciens spécialisés connaissant bien la région, et la sélection doit être conforme aux pratiques habituelles de la communauté et fondée sur les principes d'agroécologie ou de permaculture. Le repiquage des plants doit se faire au cours des premières semaines de la saison des pluies. Il est possible que les ravageurs et les maladies adaptés aux conditions d'humidité et d'ombrage prolifèrent dans les parcelles cultivées. D'où la nécessité de la lutte intégrée.

Unité de suivi :

Superficie soumise aux systèmes agroforestiers (ha).

Unité d'impact :

Variétés et volume des rendements (nombre/ha, t/ha) ; revenus annuels générés (\$).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

SAGARPA (2012). *Milpa intercalada con árboles frutales*. Mexico. | Etchevers, B.J. et al. (2005). *Manual para la determinación de carbono en la parte aérea y subterránea de sistemas de producción de laderas*. Colegio de Posgraduados. Mexico. | Guzmán, W. (2000). *Situación actual de las especies exóticas e invasoras terrestres en el Perú*. Museo de Historia Natural. | Brack Egg, A. (2004). Cité dans: Gómez, R. et al. (2012). *La agricultura orgánica: los beneficios de un sistema de producción sostenible*. Document de Discussion du Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico. Pérou.



34

SYSTÈMES SYLVOPASTORAUX

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Un système sylvopastoral est une technique d'élevage par laquelle les animaux interagissent avec les espèces ligneuses, soit en broutant, soit en mangeant le fourrage de l'arbre après la coupe. Ce système a pour objectif d'obtenir des produits diversifiés tels que du bois, des fruits, du lait, de la viande ou du fourrage. Les arbres et les arbustes peuvent soit pousser naturellement, soit être plantés par les exploitants dans la parcelle réservée au pâturage et, ensuite être utilisés comme source de produits ligneux et de fruits, ou à d'autres fins, tout en soutenant la production animale (Ojeda *et al.*, 2003).

Lieu d'application :

Cette mesure est recommandée dans les zones où l'élevage extensif du bétail est pratiqué sur des sols non-protégés disposant de peu ou d'aucun couvert forestier et soumis au pâturage. Il s'agit souvent de parcelles pauvres en biodiversité et exposées au risque d'érosion. Les systèmes sylvopastoraux s'avèrent particulièrement utiles dans les endroits où l'on cherche à diversifier les revenus ou enrichir l'agrobiodiversité des ranchs.

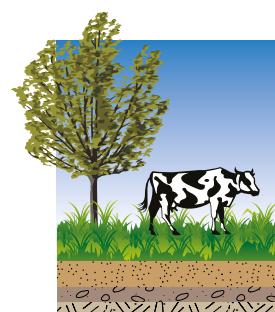
Dangers et impacts abordés :

Cette mesure réduit l'impact de la sécheresse, de la chaleur extrême et des vents forts sur les animaux et les graminées, d'autant plus que les arbres à essence forestière, à fourrage ou à usages multiples contribuent à la mise en place d'un microclimat et servent de zones tampons contre les phénomènes climatiques. La sécurité alimentaire se trouve également renforcée du fait de la diversification des produits ; le besoin de recourir à des quantités considérables d'intrants agricoles en est réduit ; et les pertes éventuelles de productivité en sont résorbées.

Méthode de mise en œuvre :

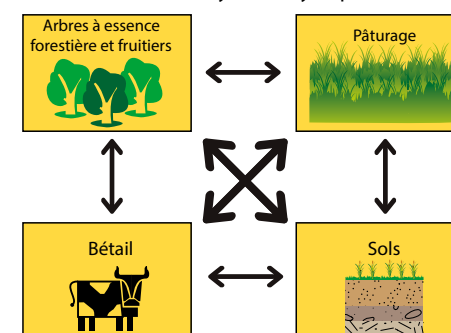
(1) Concevoir un plan pour sélectionner, disposer et repiquer les plants sur les parcelles réservées à chaque strate — par exemple, petites (*Gramineae*), moyennes (*Leucaena*) et grandes (caroube [*Pro-*

sopis spp]). (2) Faire une estimation de la production fourragère sur les parcelles en fonction des rendements obtenus à l'échantillonnage du pâturage et de la superficie des parcelles. (3) Déterminer la consommation de fourrage en tenant compte du fait que chaque tête du bétail consommera l'équivalent de 10 à 12 % de son poids par jour. (4) Déterminer la capacité de charge du site en fonction du rendement du pâturage dans l'enclos choisi et du poids de l'animal. (5) Planifier un système de pâturage en rotation sur l'ensemble des parcelles, en établissant des périodes d'utilisation et de repos. Les périodes d'utilisation sont courtes et sont suivies de longues périodes de repos pour la récupération des plantes. (6) Utiliser les différentes strates de production conformément au plan initial.



Source: Ojeda *et al.* (2003).

Structure d'un système sylvopastoral





Intrants et coûts :

Les coûts de la mise en place d'un système sylvo-pastoral sur un hectare en combinant espèces pâturables et espèces ligneuses sont présentés ci-dessous. Les arbres et les graminées qu'il faudra planter, la clôture électrique et la production d'engrais organiques ainsi que la production de pesticides écologiques en constituent les principaux intrants. La main-d'œuvre nécessaire à la mise en place du système représente une partie importante des coûts. L'achat de bétail n'y est pas inclus. Trois jours de formation à la mise en œuvre du système y sont prévus.

Système Sylvo-pastoral, 1 ha	USD
Main-d'œuvre	315
Matériaux	822
Formation	180
Total	1317

Avantages écosystémiques et économiques :

Grâce à cette mesure, les sols sont récupérés et améliorés, les cycles locaux de l'eau et des nutriments sont renforcés, la diversité biologique est préservée tandis que le CO₂ est stocké. Par exemple, cinq ans après la mise en œuvre d'un projet d'élevage durable en Colombie, la surveillance des oiseaux dans les systèmes sylvo-pastoraux a indiqué une augmentation de 32,2 % du nombre total d'espèces et une augmentation de 90 % du nombre d'espèces migratrices. En outre, 71 espèces présentant un intérêt pour la conservation ont été recensées, avec pour conséquence une amélioration du service écosystémique de pollinisation (Zuluaga *et al.*, 2011). Sur le plan économique, Murgueitio (2000) relève que certains modèles peuvent générer un rapport avantages-coûts de l'ordre de 1,31 et une valeur actuelle nette de 213 USD par an et par hectare si, au cours des deux premières années, une mesure d'incitation équivalant au coût d'opportunité de la terre est offerte pendant la période de croissance des arbres.

Facteurs limitants :

Comparativement à la gestion du système classique d'élevage extensif, le sys-

tème sylvo-pastoral nécessite davantage de soins et de connaissances en ce qui concerne l'interaction entre ses composantes, en plus d'un changement dans la culture et les pratiques du fermier ou de la fermière. L'on pourrait rencontrer une résistance de la part des fermiers à adopter un tel changement. La croissance des espèces à essence forestière requiert un temps considérable, d'où la nécessité d'un investissement sur le long terme. À moins que des mesures préventives telles que la mise en place d'une enceinte clôturée soient prises, les animaux pourraient détruire le capital planté en le broutant ou en le foulant.

Leçons apprises :

Les sites les plus appropriés pour les parcelles doivent être identifiés dans un plan de gestion des terres élaboré pour la ferme, en tenant compte de facteurs tels que la qualité des sols, la topographie, leur utilisation antérieure et la facilité d'accès. Afin de promouvoir le changement dans les pratiques d'élevage pour des systèmes mixtes, il est souvent pertinent de recourir à des mesures d'incitations économiques allant du don d'arbres, d'arbustes et de fourrage au paiement de services environnementaux (Murgueitio, 2009).

Autres considérations :

Il est important de choisir les espèces végétales appropriées. Elles doivent être caractérisées par un haut rendement et une bonne qualité en termes de biomasse (production fourragère) afin d'augmenter la capacité de charge du système sylvo-pastoral. Les coûts relatifs à l'introduction des espèces ligneuses (arborescentes et arbustives) et le temps requis pour leur mise en valeur peuvent s'avérer importants.

Unités de suivi :

Superficie soumise à la gestion sylvo-pastorale (ha).

Unités d'impact :

Production animale dans le cadre du système sylvo-pastoral (kg/animal) ; densité du bétail (nombre d'animaux/ha) ; production fruitière ou ligneuse (m³, t).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références:

Murgueitio, E. (2000). "Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia" *Pastos y Forrajes* vol. 3, No. 1. | Ojeda, P., Restrepo, J., Villada, D. et Gallego, J. (2003). *Sistemas Silvopastoriles, una opción para el manejo sustentable de la Ganadería*. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia: Fundación para la Investigación y el Desarrollo Agrícola (FIDAR). | Murgueitio, E. (2009). *Incentivos para los sistemas silvopastoriles en América Latina*. Avances en Investigación Agropecuaria vol. 13 No. 1 pp. 3-19. | Zuluaga A.F., C. Giraldo, J. Chará (2011). *Servicios ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad*. Manual 4, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, World Bank, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC. Bogotá, Colombie.



35

OMBORAGE NATUREL

Échelle	Individuelle
	Collective
Approche	Investissement
	Soutien

Description :

Cette mesure consiste à fournir de l'ombrage en plantant des espèces arboricoles vivaces afin de protéger les animaux, les cultures et d'autres espèces végétales d'une exposition excessive au soleil et d'augmenter les rendements de certaines récoltes. Le processus se déroule en deux étapes : d'abord, une végétation pionnière caractéristique de l'écosystème est introduite afin de protéger le sol et réguler l'humidité ; ensuite, des arbres fournisseurs de l'ombrage naturel sont plantés. Les arbres d'ombrage favorisent également la diversification de la production et du revenu dans la mesure où d'autres produits peuvent en être dérivés, tels que des fruits, du bois d'œuvre, ou du fourrage.

Lieu d'application :

Cette technique est utile sur les sites agricoles ayant besoin d'ombrage ou présentant une topographie accidentée avec pente abrupte (50 % ou plus). Cette technique est spécifiquement recommandée pour les sols peu profonds et non structurés enclins à l'érosion, à faible teneur en matière organique, naturellement peu fertiles, mal drainés, à faible perméabilité et à faible capacité de rétention d'humidité. Cette technique peut être égale-

ment appliquée sur des terres dégradées, afin de restaurer les sols et augmenter le rendement ou le niveau de restauration de l'écosystème.

Dangers et impacts abordés :

L'ombrage empêche l'ensoleillement excessif et conserve l'humidité du sol et de l'air, générant un microclimat qui réduit l'impact des sécheresses, des vagues de chaleur extrême ainsi que des changements brusques de température. Les arbres protègent le sol de l'érosion et mettent les cultures à l'abri des pluies, de la grêle ou des vents violents. Les arbres à ombrage permettent également d'accroître la productivité de certaines cultures telles que le café et le cacao.

Méthode de mise en œuvre :

Pour les cultures : (1) Étudier le site. (2) Concevoir et planifier le reboisement (sélection des espèces, des sites, des saisons de repiquage et de l'espacement entre arbres) en tenant compte des services attendus du système. (3) Planifier les pratiques de gestion pour les arbres sélectionnés. (4) Se procurer des graines ou des rejets. (5) Sarcler. (6) Planter. (7) Intégrer des cultures et gérer les arbres. *Pour la restauration des sols :* (1) Évaluer les conditions actuelles de l'écosystème. (2) Concevoir et planifier la restauration. (3) Choisir les espèces. (4) Nettoyer la parcelle. (5) Planter les essences par séquence en vue de la succession écologique escomptée. (6) Faire le suivi.



Source: élaboration interne.



Intrants et coûts :

Mise en place d'un système d'ombrage naturel sur une parcelle couvrant 1 ha. L'achat des plants d'arbres et les coûts de main d'œuvre pour les repiquer et assurer leur survie constituent les principales dépenses. Vingt-cinq jours d'entretien annuel et une période de formation de deux jours y sont prévus. Les coûts de l'ensemencement des cultures n'y sont pas inclus.

Ombage naturel, 1 ha	US\$
Main-d'œuvre	735
Matériaux	1550
Formation	120
Total	2405

Avantages écosystémiques et économiques :

Les arbres régulent la température et favorisent le recyclage des nutriments et des matières organiques, en plus de réduire le déficit hydrique des cultures (Altieri, 1999). L'ombrage conserve la structure et l'humidité des sols, ce qui en améliore la porosité et la fertilité et, par conséquent, diminue la consommation d'engrais (Farfán et Mestre, 2004). À la lumière des données recueillies par Farfán (2007) et de celles provenant de la Fédération des producteurs de café de Colombie, l'on estime qu'une plantation de café sous ombrage peut produire plus de 3500 kg/ha par an, approximativement estimés en valeur marchande à 7300 USD. La vente des fruits issus des arbres à ombrage peut être davantage rentable que celle des cultures. Dans un système agroforestier mis en place au Honduras, et où le cacao a été associé au ramboutan, des revenus de l'ordre de 9165 USD/ha et 16 389 USD/ha respectivement en ont été générés (FHIA, 2004).

Facteurs limitants :

Les espèces arboricoles locales compatibles avec les cultures prévues doivent être utilisées ; par conséquent, il est re-

commandé de recourir à une assistance experte pour opérer le choix des espèces et concevoir un plan de production à long terme. Étant donné que l'ombre pourrait favoriser la propagation de maladies et de ravageurs adaptés aux conditions d'humidité élevée ou à un manque de lumière, il est nécessaire de mettre en place des pratiques de gestion intégrée des nuisibles.

Leçons apprises :

Pour les plantations de café, l'ombrage présente de plus grands avantages dans les régions enclines à un stress hydrique et pour les sols présentant des facteurs limitants physiques. Une couverture de 30 à 35 %, sans dépasser les 45 %, est recommandée si l'on veut optimiser les rendements du café (Farfán et Urrego, 2004; Soto-Pinto, 2000). Ces valeurs peuvent varier pour d'autres cultures, surtout pendant leur phase de croissance. Dans le cas de la mise en place des systèmes d'ombrage à des fins de restauration, il est recommandé que les communautés participent à la sélection des espèces et à la mise en œuvre des travaux, d'autant plus que cela accroîtrait l'appropriation de la mesure.

Autres considérations :

Les mesures de régulation de l'ombrage (par exemple, l'élagage) sont essentielles pour obtenir de bons rendements. Il est donc crucial d'avoir des relevés annuels de la production et des pourcentages de couverture afin de faire le lien entre les deux variables et de déterminer les besoins en matière d'ombrage au début de chaque cycle. En outre, la restauration est un processus de longue haleine visant à générer et à régénérer le couvert forestier.

Unités de suivi :

Superficie cultivée sous ombrage (ha) ; arbres vivaces plantés (nombre/ha).

Unités d'impact :

Revenu par culture sous ombrage (\$/ha) ; superficie restaurée grâce au système d'ombrage (ha).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166
 unep-rolac-meba@un.org
<http://unepmeba.org/>

Références :

Altieri, M.A. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. New York: Sustainable Agriculture Networking and Extension (SANE), UNDP. | Farfán, F. et A. Mestre (2004) *Manejo del sombrero y fertilización del café en la zona central colombiana*. Avances Técnicos No. 330 Cenicafe. | Soto-Pinto, L. et al. (2000). "Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state of Chiapas, Mexico". *Agriculture, Ecosystems and Environment*. No. 80, pp. 61-69. | Farfán, F. et J. Urrego, (2004). "Comportamiento de las especies forestales *Cordia alliodora*, *Pinus oocarpa* y *Eucalyptus grandis* como sombrero e influencia en la productividad del café" *Cenicafe* vol. 55 No. 4, pp. 317-329. | Farfán, F. (2007) "Producción de café en sistemas agroforestales" dans *Sistemas de producción de café en Colombia*. Cenicafe-FNC. | Fournier, L. 1980. "Fundamentos ecológicos del cultivo del café" IICA/OEA. Costa Rica. | Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (2004). *Guía técnica Cultivo de Cacao bajo sombra de maderables o frutales*. La Lima, Honduras.



36

TERRASSES AGRICOLES

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Technique ancestrale de la région des Andes qui consiste à segmenter les pentes prononcées, en suivant le contour des courbes de niveau, pour créer des remblais à usage agricole soutenus par des murs de pierres. Les terrasses sont alors orientées de forme perpendiculaire à l'écoulement des eaux pour diminuer l'érosion, retenir le sol et l'humidité, et ainsi générer un microclimat propice aux cultures. Même si l'objectif principal est d'avoir une plus grande surface agricole, les terrasses permettent aussi de réduire le versant des collines, et ainsi de protéger contre les glissements de terrains des structures, des habitations et des zones de cultures situées en aval. Les techniques traditionnelles de construction et restauration des terrasses exigent un investissement conséquent en main d'œuvre, ce qui demande un engagement communautaire.

Lieu d'application :

Historiquement, les terrasses ont été construites dans la région des hauts plateaux des Andes pour adapter la production agricole aux conditions extrêmes, cependant on peut les construire à n'importe quelle altitude avec des pentes allant de 10 à 35 %. Les terrasses sont particulièrement utiles pour des collines aux sols érodés, où l'on souhaite augmenter la zone agricole et

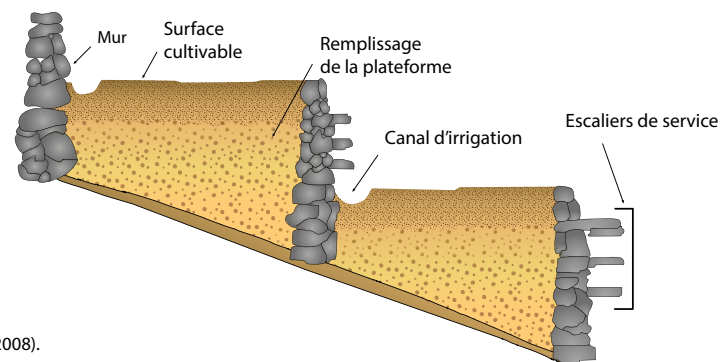
éviter les glissements de terrains. Dans l'hémisphère sud, les terrasses se construisent de l'Est à l'Ouest, face au Nord, de sorte que les murs absorbent plus de chaleur pour favoriser la croissance des cultures.

Dangers et impacts abordés :

La transformation du paysage des collines sujettes à l'érosion en terrasses agricoles augmente la productivité agricole et la sécurité alimentaire. Les terrasses évitent les glissements de terrains et l'érosion en réduisant la vitesse d'écoulement des pluies intenses. Elles réduisent également le risque de sécheresse car elles augmentent la teneur en humidité du sol grâce à une lente infiltration de l'eau. La chaleur du soleil est absorbée par les murs, ce qui permet d'avoir une meilleure régulation thermique et ce qui diminue les effets de changements brusques de température et le risque de gel.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Étudier les caractéristiques du site comme le type de sol, le relief, les précipitations, les ruissellements, l'exposition solaire et la disponibilité en matériaux de construction pour les terrasses. (2) Tracer les courbes de niveau et calculer la pente des drainages. (3) Creuser des fossés de 50 cm de profondeur en suivant le contour des courbes de niveau. (4) Construire le mur de soutènement sur les fossés, en commençant par les plus grandes pierres. Normalement, le mur ne dépasse pas les 2 mètres de hauteur, et s'il le faut, on peut le renforcer avec des matériaux de cimentation. (5) Remplir la terrasse avec les matériaux déterrés et ajouter une couche superficielle de terre fertile. (6) Entretenir les murs tous les ans pour garantir leur stabilité. Pour la reconstruction de structures ancestrales, renseignez-vous auprès de techniciens spécialisés.



Source: PROMARENA (2008).



Intrants et coûts :

Le tableau suivant présente les coûts de construction d'une terrasse agricole de 700 m² avec un mur de soutènement de 1,5 m de hauteur sur 100 m de largeur, sur une colline avec une pente de 10 %. Les intrants principaux sont la main d'œuvre pour l'excavation, la construction du mur et le remplissage ; l'achat de pierres et de graines, et la production et application d'engrais organique. Cinq jours sont prévus pour l'entretien annuel, ainsi que deux jours de formation.

Terrasse agricole de 700 m ² (100 m de mur de pierres)	USD
Main d'œuvre	945
Matériaux	887
Formation	120
Total	1952

Avantages écosystémiques et économiques :

Les terrasses agricoles augmentent considérablement la productivité. Par exemple, Altieri (1999) explique qu'après la reconstruction de terrasses pour un projet au Pérou, les premiers rendements ont montré une augmentation allant de 43 à 65% pour les pommes de terre, le maïs et l'orge par rapport aux cultures en pente. L'érosion et la perte de sol peuvent également être évitées de manière significative. Chow *et al.* (1999) mentionnent que la perte annuelle de sol pour la culture de pommes de terre est passé de 20 t/ha en culture en pente à 1 t/ha en terrasses avec courbes de niveau. L'avantage économique de la construction de terrasses est très positif. La première année après la construction, on récupère son investissement grâce aux rendements obtenus et, en dix ans cela génère des profits nets deux fois plus importants que ceux obtenus en culture en pente (Rist et San Martín, 1993).

Facteurs limitants :

La principale difficulté de ces structures c'est l'intensité requise dans la main d'œuvre. On estime que la reconstruction

d'un hectare de terrasse demande jusqu'à 2000 jours de travail (Altieri, 1999). Ainsi, pour les pentes supérieures à 35 % la construction et l'entretien deviennent plus difficiles. Comme il s'agit d'une mesure de mise en place plutôt communautaire, il est indispensable d'avoir une bonne organisation et que les participants soient motivés pour qu'ils s'approprient la méthode de production et qu'ils se chargent de l'entretien.

Leçons apprises :

Les schémas d'aide aux communautés en projets de récupération et de restauration de terrasses ont eu du succès lorsqu'on leur a octroyé des prêts à taux réduits pour des intrants agricoles en échange de main d'œuvre afin de reconstruire des zones spécifiques de terrasses. Il est recommandé d'avoir le soutien d'organisations de la société civile pour coordonner les efforts et donner de l'assistance technique. La mise en place est plus efficace si les agriculteurs sont organisés et ont des objectifs concrets de production sur la base de pratiques durables.

Autres considérations :

Les terrasses agricoles peuvent être utilisées comme un élément de gestion du risque, pouvant bénéficier à des communautés entières. Dans la zone de hauts plateaux des Andes, on estime qu'il y a plus de cinq cent mille hectares de terrasses, dont 75 % auraient besoin d'être restaurées. Compte tenu des bénéfices reportés, cette mesure a une forte valeur pour l'adaptation fondée sur les écosystèmes car cela augmente la résilience globale des communautés.

Unités de suivi :

Superficie de terrasses construites ou restaurées (m²).

Unités d'impact :

Revenus supplémentaires (\$/an). Personnes protégées par les terrasses (nombre).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Altieri, M. (1999). "Applying agroecology to enhance the productivity of peasant farming in farming systems in Latin America". *Environment, Development and Sustainability* 1: 197–217. | Rist, S. et San Martín, J. (1993). *Agroecología y saber campesino en la conservación de suelos*. 2^a ed. AGRUCO. Universidad de Cochabamba, Bolivia. | Chow T., Rees W. et Daigle J. (1999). "Effectiveness of terraces/grassed watershed systems for soil and water conservation: A field evaluation" | *Journal of Soil and Water Conservation*. Vol. 54, n. 3 577–583. | Proyecto de Manejo de Recursos Naturales (2008). *Guía metodológica para la rehabilitación y construcción de terrazas prehispánicas*. La Paz, Bolivie.



37

FOSSES D'INFILTRATION

Échelle

Individuelle
Collective

Approche

Investissement
Soutien

Description :

Les fosses d'infiltration sont creusées, généralement sur 0.5 m de large, 2 m de long et 0.5 m de profondeur, suivant les courbes de niveau, séparées entre elles de 4 à 6 mètres. Son objectif principal est de retenir l'eau dans le sol pour une période prolongée ce qui favorise l'infiltration et le réapprovisionnement des nappes phréatiques. Elles permettent aussi de maintenir l'humidité du sol, d'accumuler des eaux pluviales pour l'irrigation et à favoriser la croissance de la végétation native ou replantée. Pour les terrains en pentes raides, les fosses d'infiltration réduisent la force de ruissellement, évitant ainsi l'érosion et les possibles glissements de terrain.

Lieu d'application :

On les utilise dans des régions arides ou semi-arides où les précipitations sont irrégulières, particulièrement dans des collines dépourvues de végétation, où il faut reboiser ou créer des potagers. Elles sont aussi utiles dans des régions où il est nécessaire de favoriser l'infiltration de l'eau et le réapprovisionnement des nappes phréatiques, ou bien contrôler des crues, et ainsi réduire le risque d'inondations et d'accumulation de sédiments en aval.

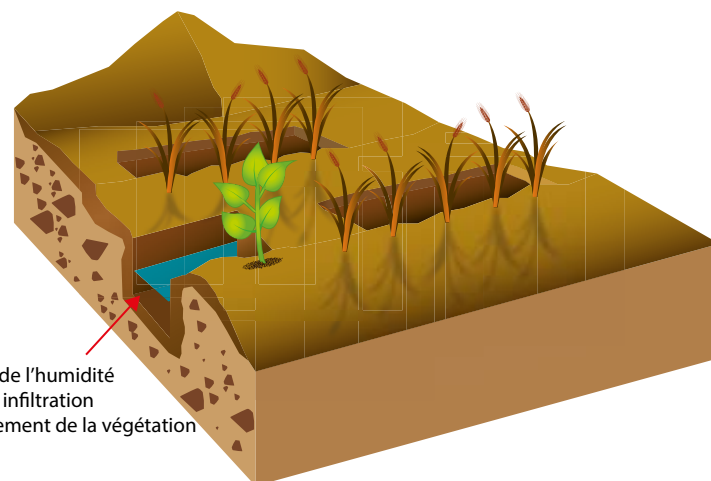
Dangers et impacts abordés :

Les fosses d'infiltration réduisent l'érosion hydrique sur le flanc des collines et diminuent l'effet de sécheresse dans les zones voisines en maintenant l'humidité du sol et en permettant aux plantes de s'insérer dans le milieu. Elles permettent de réapprovisionner les nappes phréatiques et ainsi assurer une meilleure sécurité hydrique. Une humidité du sol plus importante permet aux végétaux environnant de résister aux changements brusques de température et aux chaleurs extrêmes.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Calculer le volume des fosses d'infiltration en tenant compte de la zone de cap-

tage d'eau et le volume de ruissellement. (2) Calculer la distance entre les fosses d'infiltration le long des courbes de niveau. (3) Tracer les courbes de niveau. (4) Marquer le terrain tous les deux mètres, en prenant en compte les conditions topographiques. (5) Creuser les fosses. (6) Former une bordure sur le côté aval de la fosse, de la même longueur que celle de la fosse et former une masse compacte. (7) Répéter ce processus sur la prochaine courbe de niveau. NB : si le but est d'améliorer la production de cultures pérennes, il faut construire une fosse d'infiltration par arbre et adapter la taille de chaque fosse selon la densité et le nombre d'arbres.





Intrants et coûts :

Le tableau suivant présente les coûts d'excavation de 650 fosses d'infiltration de 0.5 m³ chacune pour un hectare. Les principaux coûts en matériaux viennent de l'étude topographique et de l'analyse des ruissellements, ainsi que l'achat de l'appareil A et des outils. L'excavation est la dépense principale pour la main d'œuvre. Cinq jours sont prévus pour l'entretien annuel ainsi que deux jours de formation.

Fosses d'infiltration, 650 fosses/ha	USD
Main d'œuvre	2010
Matériaux	1080
Formation	120
Total	3210

Avantages écosystémiques et économiques :

Les fosses d'infiltration aident au processus de restauration des écosystèmes en contrôlant l'érosion des collines et en retenant l'eau. Une infiltration plus importante de l'eau dans les sous-sols réapprovisionne les nappes phréatiques et améliore la disponibilité de l'eau dans les régions basses. Pour un projet où l'on a construit 650 fosses/ha sur une superficie de 250 hectares, on a récolté en moyenne environ 8 m³ par fosse (5200 m³/ha) par an, avec une précipitation annuelle de 800 mm (Cota *et al.*, s.d.). Cette mesure permet de réduire l'envasement et de contrôler les écoulements en aval des bassins versants. La construction de fosses d'infiltration pour la plantation d'arbres vivaces améliore la production de fruits et de bois grâce à l'augmentation de l'humidité du sol. Cette mesure peut également être utile dans le processus de succession des espèces indigènes.

Facteurs limitants :

L'entretien pour éliminer les sédiments n'est en général pas rentable, et par conséquent les fosses d'infiltration finissent par se remplir et n'ont plus de vie utile (après 10 ans environ). Il n'est pas conseillé de les

construire sur des sols sablonneux car les fosses d'infiltration pourraient s'effondrer lors des fortes pluies. Il n'est pas conseillé non plus de les construire sur des parcelles de terres mal drainées ou en zone de fortes pluies, car cela pourrait accroître l'érosion. Trop de fosses d'infiltration peut aussi provoquer des dégâts dans la structure du sol, c'est pour cela qu'il faut déterminer le nombre de fosses avec des experts qualifiés.

Leçons apprises :

Il est recommandé d'effectuer ce genre de travaux dans des zones semi-arides et tempérées avec des pentes inférieures à 40 %. L'infiltration de l'eau peut diminuer la collecte des eaux pluviales orientées vers les réservoirs, c'est pour cela qu'il faut impliquer les producteurs en aval disposant de ce genre de structures. Si l'on réalise ce processus associé à des activités de reboisement, il est conseillé de construire les fosses d'infiltration quelques semaines avant la plantation pour accumuler plus d'humidité et de favoriser la survie des arbres.

Autres considérations :

Quand le but est de retenir l'humidité, il faut compacter la base de la fosse d'infil-

tration pour réduire l'infiltration de l'eau de pluie. Pour les sols argileux, à faible infiltration, les fosses sont creusées plus profondément pour assurer le stockage de l'eau et aider son infiltration. Lorsque la pratique est associée à la plantation d'arbres, les améliorations dans le sol s'étendent au-delà de la vie utile des fosses, grâce aux racines des arbres qui préservent la porosité du sol. Dans des zones dégradées, généralement il est conseillé d'associer les fosses à d'autres techniques visant à améliorer la structure et la fertilité du sol.

Unités de suivi :

Fosses construites (nombre/ha).

Unités d'impact :

Volume d'eau retenue (m³/ha-an). Arbres qui en ont bénéficiés (nombre).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

SAGARPA (2009). *Tinas Ciegas*. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos Para el Desarrollo Rural. | SEMARNAT-CONAFOR (2008). *Protección, Restauración y Conservación de Obras Forestales: Manual de Obras y Prácticas*. Cap. 4: obras y prácticas. | Cota, E. *et al.* (s.d.). *Recarga de acuíferos mediante la construcción de tinas ciegas*. Disponible sur: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/2011_cnch2_mon_ecota1.pdf.



38

PÉPINIÈRES MIXTES

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Installation agronomique pour faire germer, cultiver et développer des plantes selon des conditions spécifiques de lumière et humidité. Cette technique permet une diversification des revenus en proposant à la vente des espèces ligneuses, fruitières ou ornementales de bonne qualité ou bien la reproduction d'espèces locales résilientes pour le reboisement ou la restauration. La production d'espèces végétales se fait par la propagation végétative et la reproduction de graines. La gestion et le maintien de la production requièrent certaines techniques telles que des systèmes d'irrigation efficaces ou la gestion intégrée des nuisibles et des nutriments. En général, la pépinière produit ses propres engrais organiques et pesticides écologiques.

Lieu d'application :

On peut installer des pépinières dans des zones rurales, urbaines ou péri-urbaines qui soient faciles d'accès et qui disposent d'un terrain d'au moins 2500 m, d'eau et de sols fertiles (ou de production de compost). Pour cette mesure, une localisation près de zones forestières mais aussi de foyers de population est idéale, car cela facilite la collecte de graines et de boutures ainsi que le recrutement de main d'œuvre et la vente des produits. Le terrain doit être orienté de manière à maximiser l'irradiation solaire. Pour les pépi-

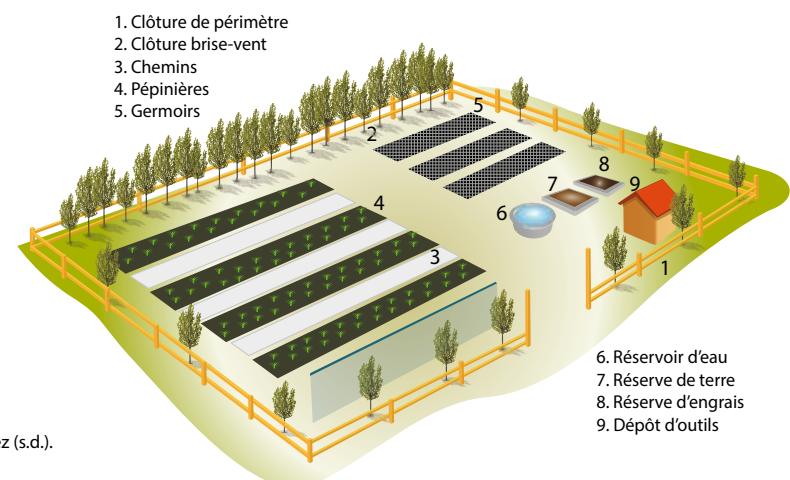
nières à racines nues, il faut des terrains plats avec des sols fertiles et perméables, ne dépassant pas 2500 m d'altitude.

Dangers et impacts abordés :

Les pépinières permettent de produire une grande variété de plantes adaptées aux conditions climatiques de la zone, en plus des espèces locales pour la conservation et la restauration. Cela permet d'augmenter la résilience pour les cultures mais aussi les écosystèmes environnants et de réduire les pertes ou les dégâts de récoltes, ainsi que l'impact de la baisse des rendements ou de la sécurité alimentaire. Les pépinières permettent l'acclimatation des plantes aux changements de températures, chaleurs extrêmes, sécheresse ou fortes pluies.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Sélectionner le site en prenant compte des caractéristiques physiques du terrain, le sol, le climat, les cultures et les espèces commerciales. (2) Nettoyer et préparer le terrain. (3) Réaliser les travaux d'aménagement et d'infrastructure, acheter l'équipement (chemins, canaux de drainage, clôture brise-vent, une clôture, des serres, parterres, réserve, pépinières). (4) Sélectionner des graines, des boutures et des pieux. (5) Effectuer le prétraitement, semer et faire la première transplantation. (6) Désherber et composter les plantes faibles. (7) Effectuer une deuxième transplantation (si besoin). (8) Acclimatation des plantes. (9) Vente.



Source : Adapté de Chávez (s.d.).



Intrants et coûts :

Le tableau suivant présente les coûts pour une pépinière mixte d'une aire de 5000 m², avec une zone de production de 2500 m² en pots. Le principal coût vient des matériaux nécessaires pour l'aménagement du site, de l'infrastructure et des intrants nécessaires à la vente. Une formation de quatre jours, sur la création d'une pépinière et l'entretien des plantes, est prévue. Le coût de la main d'œuvre pour l'opération n'est pas inclus, cependant il est conséquent.

Pépinière Mixte, 0.5 ha	USD
Main d'œuvre	1050
Matériaux	4115
Formation	240
Total	5405

Avantages écosystémiques et économiques :

Une pépinière mixte de 0,5 ha peut produire jusqu'à 23 000 plantes par an, des plantes ligneuses, forestières, fruitières ou ornementales. En tenant compte des prix actuels, cela représenterait environ 10 000 USD de ventes chaque année et près de 3000 dollars de bénéfice net, si l'on considère les coûts des containers, de production d'intrants organiques et de main d'œuvre. Les pépinières produisent des arbres pour des systèmes agroforestiers qui sont beaucoup plus diversifiés que les monocultures, même s'ils ne sont pas aussi diversifiés que des forêts naturelles. Une étude réalisée au Costa Rica a comparé la diversité dans des forêts naturelles avec celle des cultures de cacao, de banane en ombrage et de banane en monoculture, et a trouvé respectivement 85, 35, 14 et 0 espèces d'arbres et de palmiers (Guiracocha, 2000). Les arbres favorisent les systèmes naturels et agricoles permettent de protéger de la pluie, du vent et de la radiation solaire, de réguler la température de l'air et du sol, de retenir l'humidité et de produire de la matière organique (Altieri, 1999).

Facteurs limitants :

L'entretien des plantes dans une pépinière demande beaucoup de main d'œuvre c'est pour cela que les coûts d'opération sont élevés et la mise en place se limite aux zones proches de foyers de population. Il n'est pas possible de créer une pépinière là où l'ensoleillement et la ventilation ne sont pas uniformes. Ce système demande beaucoup d'eau.

Leçons apprises :

La formation sur les méthodes de culture aide au bon rendement d'une pépinière. La technique de greffes permet de sélectionner des arbres sur mesures, à accélérer la production et à améliorer la qualité des plantes. La saison des pluies est le meilleur moment pour la récolte des plants et des boutures. Il est conseillé de récolter les pieux lorsque l'arbre est en repos c'est à dire en hiver ou en période sèche. La récolte des graines doit se faire pendant la période intermédiaire, entre la maturation du fruit et la dissémination.

Autres considérations :

Il est conseillé d'avoir un terrain en pente de 1 à 2 % pour aider au drainage, et de construire une clôture brise-vent sur le périmètre de celui-ci pour empêcher la perte d'humidité pour les plantes.

Comme la demande des plantes change, il est important de réaliser des études de marché pour sélectionner les espèces les plus rentables et d'étudier la demande pour garantir la viabilité du projet.

Unités de suivi :

Superficie des pépinières en production (ha). Plantes produites (nombre).

Unités d'impact :

Revenus générés (\$). Préservation des espèces locales (nombre).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Chávez, M. (s.d.), *Proyecto de Fortalecimiento al Desarrollo Productivo Comunitario: Vivero*. SMADS Gobierno de Argentina. | AGRINFOR (2003). *Viveros Forestales: Manual técnico para las actividades agropecuarias y forestales en las montañas*. Comisión Nacional Plan Turquino-Manatí. Cuba. | Giracocha, G. (2000), *Conservación de la Biodiversidad en los Sistemas Agroforestales Cacaoteros y Bananeros de Talamanca*, Costa Rica: Thèse de masters. Turrialba, CATIE. | Altieri, M. A. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. New York: Sustainable Agriculture Networking and Extension (SANE), United Nations Development Programme, UNDP.



39

WARU WARU

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

En Quechua Waru waru signifie crête de culture. Le waru waru est une technique de culture et de stockage de l'eau qui utilise les inondations fréquentes des hauts plateaux pour créer successivement des crêtes et des fosses. Grâce à ces waru warus on peut cultiver une grande variété de plantes qui ne pourraient pas pousser en climats si extrêmes. Des preuves archéologiques montrent que les waru warus produisent de bonnes récoltes en dépit des inondations, des sécheresses et gelées, des phénomènes météorologiques habituels pour des terrains de presque 4000 mètres d'altitude (Erickson y Chandler, 1989). Construire cette infrastructure de culture représente un investissement très important en main d'œuvre ce qui traditionnellement demande un engagement communautaire.

Lieu d'application :

Historiquement, les hauts plateaux des Andes ont été le berceau de cette technique de culture, particulièrement pour les zones semi-plates, inondables et inondées selon les saisons. Cette technique se fait dans des vallées d'en moyenne 3.500 mètres d'altitude. On peut adapter cette construction a des zones aux caractéristiques semblables, par exemple des berges peu pentues, en utilisant des mé-

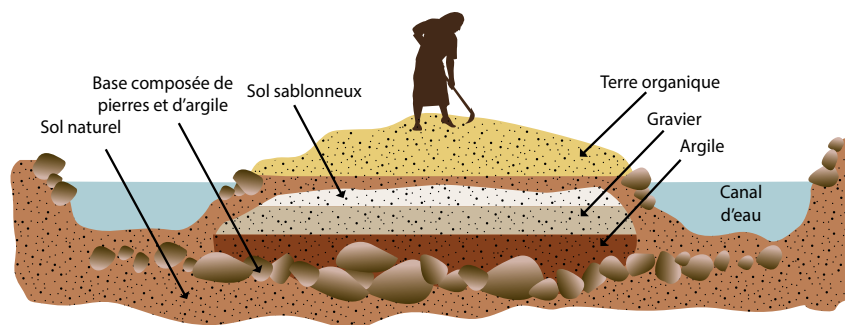
thodes modernes pour extraire et travailler la terre.

Dangers et impacts abordés :

Les waru warus sont une stratégie pour diminuer les risques face à des phénomènes climatiques extrêmes. Ils accumulent la chaleur de l'eau pendant la journée (environ 3°C) et la transmettent aux lits de cultures attenants pour diminuer le risque de gelées. Lors de fortes pluies, ils drainent l'excès d'eau et le stockent dans les canaux. Ils permettent également d'irriguer pendant la période sèche, réduisant ainsi le potentiel de sécheresse. Les waru warus apportent des nutriments, aident à la diversité des cultures, permettent des périodes de production plus longues et donc augmentent la productivité.

Méthode de mise en œuvre :

(1) Vérifier la faible perméabilité du sol, puis tracer les courbes de niveau où il faudra creuser des canaux d'environ 3 m de largeur sur 1 m de profondeur. (2) Organiser les matériaux extraits de manière à former une plateforme avec des couches spécifiques capables d'équilibrer l'infiltration et la rétention de l'eau dans le sol dans cet ordre : base de pierre (40 cm), argile (30 cm), gravier (15 cm), sable (15 cm) et terre fertile (40 cm). (3) Etablir une relation de l'espace avec 60 % de plateformes et 40% de canaux. L'orientation et la forme varient selon la topographie de la zone. Pour la reconstruction de structures ancestrales, compter sur un soutien technique spécialisé.





Intrants et coûts :

Le tableau suivant présente les coûts pour la construction de waru warus pour un terrain de 2500 m². Les principaux intrants sont la location des machines, de la main d'œuvre pour les détails manuels, les outils et la formation. On suppose que les matériaux extraits seront utilisés pour construire les lits de culture. Quatre jours de formation sont prévus pour comprendre la méthode de construction, l'opération et l'entretien du système.

Waru waru de 2500 m² construit avec des machines

USD

Main d'œuvre	5550
Matériaux	450
Formation	240
Total	6240

Avantages écosystémiques et économiques :

Les waru warus produisent un microclimat qui augmente la diversité de cultures et le temps de production, ce qui permet de récupérer l'investissement initial en main d'œuvre pour la construction en quatre ans, avec une augmentation des rendements agricoles d'environ 200 à 300 % (PNUD, 2005). Pour un projet de restauration de 850 ha de terrasses et 173 ha de canaux, 1274 familles ont pu bénéficier des rendements qui ont augmenté de 5 à 8 t/ha pour la culture de pomme de terre et de 3 à 8 ha pour l'oca. Les augmentations des revenus ont dépassé les 400 % (Sánchez, 1994). Dans autre cas étudié, Altieri (1999) a comparé des rendements de pomme de terre dans les *pampas* sans et avec ces systèmes et a trouvé qu'ils étaient respectivement de 1-4 t/ha et 13 t/ha. Les waru warus récupèrent l'eau dans les zones hautes et créent des systèmes contrôlés d'irrigation pour éviter la création de ravines et la détérioration des sols, positif pour la faune et la flore locale. Il s'agit d'un système de culture traditionnel qui convient aux conditions climatiques extrêmes et qui améliore l'union de la communauté.

Facteurs limitants :

Le coût des travaux manuels pour la construction, le désherbage, le semis, la récolte et l'entretien est conséquent, environ 270 journées de travail par hectare et par an (Altieri, 1999). Ces systèmes ne peuvent pas être construits sur des sols hautement perméables ou sur des collines pentues de plus de 8 %. Cette mesure demande la motivation de toute la communauté, beaucoup d'organisation et de cohésion. La commercialisation des produits peut s'avérer difficile dans des endroits où le marché est réduit et isolé.

Leçons apprises :

Si l'on paie les travaux aux prix actuels du marché, la construction ou la réhabilitation de ces systèmes sera prohibitive pour les crédits de microfinances. Cependant, il existe des cas dans lesquels des organisations ont offert des prêts à faible taux d'intérêts ainsi que des graines ou d'autres intrants en échange de la restauration de structures abandonnées. Cela dit, on a également observé certains conflits entre les mécanismes traditionnels de l'organisation locale et les attentes des institutions qui ont aidé à la mise en place de ces systèmes (PNUD, 2005).

Autres considérations :

Les expériences montrent l'importance de revaloriser les techniques traditionnelles de conservation des ressources, de diversification et de rotation des cultures, ainsi que la flexibilité dans les temps de semis. Cela permet aux populations isolées dans les hauts plateaux de s'adapter aux conditions extrêmes présentes et aux futurs changements climatiques. L'adaptation au changement climatique fondée sur les écosystèmes nécessite la récupération des savoirs traditionnels, y compris les méthodes de productions efficaces et des connaissances en botanique.

Unités de suivi :

Waru waru construits (ha).

Unités d'impact :

Productivité (t/ha). Revenu (\$/famille).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166

unep-rolac-meba@un.org

<http://unepmeba.org/>

Références :

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2005). "Experiencia 3. Suka Kollus: Una comunidad conviviendo con las inundaciones y sequías", dans *Gestión Local del Riesgo y Preparativos de Desastres en la Región Andina: Sistematización de buenas prácticas y lecciones aprendidas*. PNUD. | Altieri, M. (1999). "Applying agroecology to enhance the productivity of peasant farming in farming systems in Latin America". *Environment, Development and Sustainability* 1: 197-217. | Sánchez, J. (1994). "A seed for rural development: the experience of EDAC-CIED in the Mashcon watershed of Peru". Cité dans Altieri (1999). | Altieri, M. (1992). "Sustainable agricultural development in Latin America: exploring the possibilities. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 39: 1-21. | Erickson, C. et Chandler, K. (1989). Raised fields and sustainable agriculture in lake Titicaca Basin of Peru, dans J.O. Browder (ed.), *Fragile Lands of Latin America*, Westview Press, Boulder, pp. 230-243. Cité dans Altieri (1999).



40

FOSSÉS - BORD

Échelle

Individuelle

Collective

Approche

Investissement

Soutien

Description :

Les fossés-bord sont des systèmes simples de gestion du ruissellement superficiel. Ces systèmes interceptent, dévient et redistribuent le ruissellement à un débit non érosif pour favoriser l'infiltration et diriger l'excès d'eau vers un endroit où il ne causera pas de dégâts. Sa construction ressemble à celle de sillons dans lesquels on creuserait en angle droit par rapport à la pente du terrain, en suivant le contour des courbes de niveau. Le sol excavé est placé en aval du fossé pour former un bord qu'il faut tasser et stabiliser avec de la végétation pérenne. Lors de phénomènes extrêmes les plantes aident à retenir le sol grâce aux racines et ainsi retiennent les sédiments qui débordent. Les terres agricoles protégées par des fossés-bord retiennent beaucoup mieux l'humidité dans le sol, bénéfique pour les cultures.

Lieu d'application :

Cette mesure est particulièrement utile pour les terres agricoles arides, relativement plates, qui ne sont plus fertiles et qui ont des problèmes d'inondation pendant les fortes pluies. Les endroits environnants, vers lesquels on achemine le ruissellement, doivent avoir une capacité suffisante d'infiltration pour absorber

l'excès d'eau. Comme il est facile de les construire, les fossés-bord sont souvent utilisés, surtout pour des terrains en pente inférieure à 10 %.

Dangers et impacts abordés :

En maintenant l'humidité dans les sols, les fossés-bord réduisent l'impact des sécheresses et des vagues de chaleur pour les cultures. Ainsi, en cas de fortes pluies, ils dirigent les ruissellements pour réduire l'érosion et la perte de récoltes dues aux inondations.

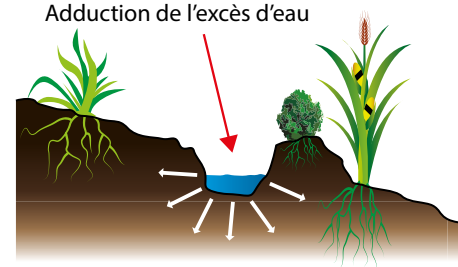
Méthode de mise en œuvre :

(1) Avoir suffisamment d'information sur les précipitations maximales dans la zone, le type de sol et le coefficient

d'infiltration. Le fossé-bord doit être capable de supporter une inondation modérée. (2) Creuser un fossé jusqu'à 40 cm de profondeur par 50 cm de largeur, perpendiculaire à la pente et en suivant les courbes de niveau. La pente optimale varie entre 0 et 5 % selon l'inclinaison du terrain. (3) Mettre l'excédent de terre en forme de bordure en aval du fossé. (4) Déterminer la distance entre chaque fossé-bord par rapport à la pente du terrain et aux précipitations. Avec une pente de 2 % et des précipitations de moins de 1200 mm, les fossés doivent être à 40 mètres de distance. (5) Stabiliser la bordure avec de la végétation pérenne. (6) Entretenir régulièrement, surtout après de fortes pluies.



Infiltration et rétention de l'humidité
Adduction de l'excès d'eau



Source : Adapté de <http://plantwater.freeservers.com>.



Intrants et coûts :

Le tableau suivant présente les coûts de construction d'un fossé-bord de 1000 m, équivalent au périmètre d'une superficie maximale de 6,25 ha. Les intrants nécessaires sont des outils de base pour le labourage, de la main d'œuvre et des plantes. Cette mesure est très facile à mettre en place et donc une seule journée de formation est prévue. Cinq jours sont prévus pour l'entretien annuel.

Fossé-bord de 1000 m	USD
Main d'œuvre	1275
Matériaux	400
Formation	60
Total	1735

Avantages écosystémiques et économiques :

Cette mesure diminue les risques de perte de récoltes à cause d'inondation. Un fossé de 300 m peut protéger contre les inondations la production d'un hectare de terrain, avec l'exemple de culture de maïs, cela représenterait au moins 1800 dollars par an. Cela aide également à l'infiltration de l'eau et de réapprovisionner les nappes phréatiques. Un mètre linéaire de fossé de 0,6 m par 0,6 m peut retenir jusqu'à 360 L d'eau de pluie, et donc un fossé de 100 m pourrait retenir jusqu'à 36 000 L d'eau (Altieri *et al.*, 2006). Dans les fossés se déposent des sédiments organiques qui peuvent servir à améliorer le sol et réduire le coût en engrais. Les bords se stabilisent avec de la végétation endémique pérenne qui produit du bois et attire les insectes et la faune locale, contribuant ainsi au contrôle des nuisibles et à la pollinisation naturelle.

Facteurs limitants :

Les fossés-bord ne peuvent pas être créés sur des sols très érodés ou des terrains aux pentes raides. Même si sa construction est simple et peu coûteuse, le degré

de protection est relativement bas par rapport aux autres structures comme le drainage ou les terrasses. Les coûts d'excavation pour les sols rocheux seront beaucoup plus chers.

Leçons apprises :

Construire des fossés-bord surdimensionnés permet d'avoir un meilleur flux de ruissellement à long terme, même s'ils n'ont pas un bon entretien. Le limon du fossé et l'érosion du bord réduisent progressivement la capacité d'écoulement du système. Si l'on souhaite créer plus d'infiltration, on peut laisser des espaces où l'on ne creuse pas pour créer des fossés intermittents qui stockent l'eau.

Autres considérations :

Les fossés-bord sont faciles à faire, ils ne demandent pas beaucoup de formation et les résultats sont visibles en peu de temps ; cependant, si l'on fait des erreurs dans les tracés cela peut provoquer des problèmes d'érosion. Ces systèmes peuvent être associés aux systèmes de drainage ou des systèmes pour capter l'eau pluviale ou bien ils peuvent être utilisés pour la restauration d'écosys-

tèmes. Quand le ruissellement emporte beaucoup de sédiments, il faut établir d'autres mesures, comme des barrières de plantes, de pierres ou de bois, pour intercepter les sédiments et éviter que les fossés se bouchent.

Unités de suivi :

Longueur de fossés construits (m).
 Superficie de terrains avec des fossés (ha).

Unités d'impact:

Productivité (t/ha). Diminution de pertes dues aux inondations (\$/ha).

Projet MEbA

Bureau de gestion

+507 305 3166
 unep-rolac-meba@un.org
<http://unepmeba.org/>

Références :

Altieri, M. *et al.* (2006). Manejo del agua y restauración productiva en la región indígena Mixteca de Puebla y Oaxaca. Cité dans Altieri M. et Koochafkan, P. (2008). *Enduring Farms: Climate change, smallholders and traditional farming communities*. Third World Network. Penang, Malasia. | SAGARPA (s.d.). *Manejo de escurrimientos*. Serie Sistema de Agronegocios Agrícolas. | *Acequias a nivel*. PASOLAC. Fundación para el desarrollo Agropecuario y forestal Nicaragua. Disponible sur: http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_08.pdf. | SAGARPA (s.d.). *Zanja derivadora*. Disponible sur: http://www.coussa.mx/Docs/MaterialTec/Fichas/18ZANJA_DERIVADORA.pdf.



Soutenu par :



Ministère fédéral
de l'Environnement, de la Protection de la Nature
et de la Sécurité nucléaire

en vertu d'une décision du Parlement
de la République fédérale d'Allemagne

unep-rolac-meba@un.org
<http://unepmeba.org/>

POUR DES PLUS AMPLES INFORMATIONS :

Gustavo Máñez – ONU Environnement

Coordinateur régional pour le changement climatique
gustavo.manez@un.org

Jacinto Buenfil – ONU Environnement

Coordinateur du projet MEbA
Jacinto.buenfil@un.org

Programme des Nations Unies pour l'Environnement

Edificio 103, Avenida Morse, Ciudad del Saber, Clayton P.O.Box: PNUMA 0843-03590 Balboa Ciudad de Panamá, Panamá