

**ASSISTANCE LOCALE DU PNE-BENIN
AUPRES DU CIED-Nokoué**

**VALORISATION DE LA
JACINTHE D'EAU AU BENIN**

Rapport de synthèse actualisé

Décembre 2014

Liste des sigles et abréviations

AP-GIRE	Action Pilote - Gestion Intégrée des Ressources en Eau
CIED-Nokoué	Conseil Intercommunal d'Eco-Développement Nokoué
MAEP	Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche
PAP	Plantes Aquatiques Proliférantes
PNE-Bénin	Partenariat National de l'Eau du Bénin
PPEA	Programme Pluriannuel d'Appui au Secteur de l'Eau et de l'Assainissement
PS	Plan Stratégique
PTF	Partenaires Financiers et Techniques
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
TdR :	Termes de Références
ZIED	Zone Intercommunale d'Eco-Développement
INE	Institut National de l'Eau
ONG	Organisation Non Gouvernementale
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation

Table des matières

Liste des sigles et abréviations.....	2
Introduction.....	5
1. Démarche méthodologique.....	6
1.1. Entretiens avec quelques acteurs.....	6
1.2. Partage de l'expérience de la société SME FUNDS au Nigéria.....	6
1.3. Etude documentaire.....	7
2. Généralités sur les plantes aquatiques proliférantes au Bénin.....	7
2.1. Origine et expansion de la jacinthe d'eau.....	7
2.2. Description et biologie de la jacinthe d'eau.....	9
2.3. Facteurs de risque de prolifération.....	10
2.3.1. Pollution des eaux.....	10
2.3.2. Absence d'ennemis naturels.....	10
2.3.3. Absence de plantes compétitives.....	10
2.4. Impacts liés à la prolifération de la jacinthe d'eau.....	10
2.4.1. Impact sur les usages des ressources en eau.....	10
2.4.2. Impact sur la santé humaine.....	11
2.4.3. Impact économique.....	11
2.5. Mécanismes de lutte contre la jacinthe d'eau.....	12
3. Valorisation comme stratégie de contrôle de l'expansion de la jacinthe d'eau.....	14
3.1. Expériences de valorisation au Bénin.....	14
3.1.1. La vannerie.....	14
3.1.2. La fabrication d'engrais verts.....	15
3.1.3. La production du biogaz.....	18
3.1.4. Fourrage pour les animaux.....	19
3.1.5. Purification de l'eau.....	20
3.2. Expériences en Afrique en dans le monde.....	20
3.2.1. Quelques expériences de part le monde.....	20

3.2.2. Fabrication du gel éthanol au Nigéria	21
3.3. Avantages et opportunités liés à la valorisation des PAP	24
4. Perspectives pour le Bénin.....	25
4.1. Transformation de la jacinthe d'eau en gel éthanol	25
4.2. Amélioration et contrôle de la qualité de l'eau des cours d'eau infestés	25
Conclusion	27
Références Bibliographiques	28
Annexes	29

Introduction

Les milieux humides constituent des unités écologiques d'intérêt stratégique à cause de leurs rôles écologiques, économiques et sociaux. En effet, les écosystèmes offrent de nombreux biens et services directement exploitables par la population riveraine (bois, produits halieutiques, etc.) et des ressources multifonctionnels (esthétique du paysage, protection de la biodiversité et de l'habitat, amortissement de crues...).

Au Bénin, la valorisation de ces eaux demeure une préoccupation majeure en raison de la multiplication anarchique et incontrôlée des espèces invasives (*Eichhornia crassipes*). La croissance de la jacinthe d'eau atteint souvent des proportions d'infestation alarmante dans les cours et plans d'eau du Bénin devenus de plus en plus peu profonds. Cet état des ressources en eau est favorisé par l'utilisation des techniques de pêches, telles que les barrages à nasses et les *acadja*, faites à base des matériaux végétaux et installés souvent dans les couloirs de migration des poissons qui piègent les sédiments vaseux et exacerbent l'envasement des cours d'eau (lac ahémé, lac nokoué, lagune de ouidah, lagune de porto-novo, etc.). Aussi, les ordures ménagères déposées par endroits aux abords, sous l'effet du vent et de l'eau de ruissellement, se combinent au sable et convergent vers les systèmes hydrologiques puis entraînent leur comblement progressif. Ainsi, cette pollution par les ordures ménagères, les dérivés d'engrais chimiques et de pesticides, les effluents industriels et les matières fécales entraîne la prolifération et l'envahissement des plans d'eau par la jacinthe d'eau.

Au Bénin où elle est appelée "Toglé", cette espèce invasive altère le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Ainsi, les pêcheries, les transports fluviaux, le tourisme et même la santé humaine sont menacés. En effet, le développement de la jacinthe d'eau offre un milieu favorable aux escargots et aux moustiques porteurs de la schistosomiase, du paludisme et d'autres maladies (FIOGBE, 2011). Le tapis dense de jacinthe d'eau diminue la photosynthèse des producteurs primaires en empêchant la pénétration du rayonnement solaire. La décomposition des feuilles mortes rend le milieu anoxique, conduit à l'eutrophisation du plan d'eau et prive d'oxygène les espèces (KPONDJO, 2008). Ceci entraîne l'altération de la qualité physico-chimique et organoleptique de l'eau puis la baisse des stocks de pêche.

Cette invasion biologique génère donc de multiples impacts négatifs sur la biodiversité, le fonctionnement des écosystèmes, les activités économiques et la santé des populations. Dans le but de contrôler l'expansion du phénomène et réduire ses conséquences, plusieurs initiatives de valorisation de la jacinthe d'eau ont été expérimentées. Dans le cadre de la promotion des initiatives de valorisation de la jacinthe d'eau au niveau du complexe Lac Nokoué-Lagune de Porto-Novo, le CIED-

Nokoué en partenariat avec le PNE-Bénin, a élaboré en 2012 une synthèse des techniques de valorisation de la jacinthe d'eau. Le présent rapport est un répertoire actualisé de ces différentes formes de valorisation ou d'utilisation de la jacinthe d'eau au Bénin et en Afrique.

1. Démarche méthodologique

Un travail d'enquête complété par une synthèse documentaire a été réalisé. Il a permis de préciser les caractéristiques biologiques et écologiques de la jacinthe d'eau. Les différentes approches et méthodes utilisées pour le contrôle de sa prolifération ont ensuite été passées en revue.

1.1. Entretiens avec quelques acteurs

Dans le but de mettre à jour les informations relatives à la valorisation de la jacinthe d'eau, quelques acteurs actifs sur le sujet ont été consultés.

Ainsi, l'Institut National de l'Eau (INE) a contribué à faire le point des travaux de recherche portant sur la thématique au niveau de l'Université d'Abomey-Calavi.

En matière de pratiques de valorisation de la jacinthe, c'est le savoir-faire des populations de la commune de Sô-Ava qui a été capitalisé. En effet, Sô-Ava serait l'un des grands terrains d'expérimentation de différents modes de valorisation de la jacinthe d'eau.

1.2. Partage de l'expérience de la société SME FUNDS au Nigéria

Dans le cadre de la promotion des initiatives de valorisation de la jacinthe d'eau au Bénin, plus précisément autour du complexe lac Nokoué-Lagune de Porto-Novo, le Conseil Intercommunal d'Eco-Développement (CIED Nokoué) avec l'appui du Partenariat National de l'Eau du Bénin (PNE-Bénin) a retenu d'organiser un voyage d'études au Nigéria pour explorer les possibilités de transformation de la jacinthe d'eau du Bénin en gel éthanol. En effet, depuis quelques années, la société SME FUNDS basée au Nigeria produit, à partir de la jacinthe d'eau du gel éthanol, un biocarburant promu par le Carbon Credit Network. Pour en apprendre davantage de l'expérience de la SME FUND et des possibilités de transfert de la technologie au Bénin, une mission s'est effectuée du 15 au 17 avril 2014 à Ikedja (Lagos) dans les locaux de ladite entreprise.

1.3. Etude documentaire

Pour compléter les informations obtenues auprès des universitaires et des praticiens (locaux et étrangers), une étude documentaire a été effectuée. Elle a consisté à exploiter plusieurs documents (rapports d'études, articles, etc.) portant sur le sujet. La plupart de ces documents ont été obtenus au niveau du centre de documentation du PNE-Bénin et sur internet.

2. Généralités sur les plantes aquatiques proliférantes au Bénin

Les plans et cours d'eau du Bénin sont menacés par plusieurs types d'adventices aquatiques. Les plus connus sont la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*), la fougère d'eau (*Salvinia molesta*) et la salade d'eau (*Pistia stratiotes*). Mais, de toutes ces espèces, la plus nuisible serait la jacinthe d'eau

2.1. Origine et expansion de la jacinthe d'eau

BARRET *et al.*, (1982) ont rapporté que la jacinthe est originaire du bassin de l'Amazonie et a été introduite dans de nombreuses parties du monde comme plante ornementale à cause de sa beauté. Elle a proliféré dans de nombreux domaines et se retrouve maintenant sur tous les continents (KPONDJO, 2008). Cette plante s'est particulièrement adaptée aux climats tropicaux et subtropicaux et est devenue la peste verte du siècle en Amérique, en Afrique puis en Asie (HOLM *et al.*, 1977 cités par AYIHONSI, 2006).

La jacinthe d'eau a été signalée pour la première fois en Afrique dans le delta du Nil et en Afrique du Sud, au Natal, puis en Rhodésie du Sud (l'actuel Zimbabwe) en 1937 (KPONDJO, 2008). La jacinthe d'eau est apparue pour la première fois sur les plans d'eau béninois en 1977. Son extension a commencé au Bénin depuis le nord du lac Nokoué alimenté par la rivière Sô, le fleuve Ouémé, le lac Azili, le lac Célé (ANONYME, 2006). D'après AKOEGNINO et AGBANI (1998), on retrouve la jacinthe d'eau depuis le sud jusqu'au nord, à l'exception de la lagune côtière, le lac Ahémé et les basses vallées du Mono et de la Sazué, dans le Sud-Ouest du territoire.

Le tableau n°1 ci-dessous regroupe les principaux cours d'eau envahis par la jacinthe dans le Tiers-Monde.

Tableau 1 Principaux cours d'eau infestés par la jacinthe d'eau dans les pays en développement

Région	Pays	Sites et régions infestés
Amérique latine et Caraïbes	Bolivie	Barrage de San Jacinto, Tarija
	Colombie	Lagunes en dehors de l'Amazonie
	Cuba	Barrages commerciaux de la partie occidentale et centrale du pays
	Mexique	Lacs Chapala et Guadalupe, fleuves Santiago et plusieurs barrages dans le centre et sud du pays
Afrique	Angola	Fleuve Kwanza et réseaux d'irrigation
	Bénin	Fleuve Sô et Ouémé, lac Nokoué
	Burundi	Fleuve Kagera
	Egypte	Fleuve Nil et réseaux d'irrigation, et lacs du Nord
	Ghana	Lagunes de Tano et d'Accra, cours d'eau de la région de Téma
	Côte d'Ivoire	Lagune de Tano, fleuve Comoé, lac Ono
	Kenya	Lacs Victoria et Naivasha
	Malawi	Fleuves Zambèze et Shire, lac Malawi
	Mali	Fleuve Niger
	Niger	Fleuve Niger
	Nigéria	Fleuve Niger
	Rwanda	Fleuve Kagera
	Soudan	Fleuve Nil
	Tanzanie	Lacs Victoria, Pangani, fleuves Kagera et Sigi
	Ouganda	Lacs Victoria, Kyoga, Kwania
	RD Congo	Fleuve Congo, lac Albert
Zimbabwe	Lac Chivero, fleuve Manyame	
Asie du Sud-Est	Divers pays dans cette région sont exposés aux problèmes de l'infestation de la jacinthe d'eau. Il s'agit de la partie sud de la Chine, de la Thaïlande, du Vietnam, du Laos et de l'Indonésie.	

Source : Labrada, 1996

La jacinthe d'eau se développe dans des proportions alarmantes, ce qui est imputable à l'eutrophisation, surtout dans les lacs peu profonds dont les bassins versants sont

soumis aux pressions anthropiques. Cette espèce est devenue la plus envahissante des plantes aquatiques vers 1987 (Fiogbé, 2010), faisant obstacle au passage des pirogues et perturbant les activités de pêche. Plusieurs méthodes de lutte (manuelle et biologique) contre cette plante ont été engagées.

2.2. Description et biologie de la jacinthe d'eau

De son nom scientifique *Eichhornia crassipes*, la jacinthe d'eau est une plante aquatique, flottante qui peut vivre et se reproduire librement à la surface des eaux douces ou peut être ancrée dans la boue. Elle peut atteindre 30 cm à 1 m de hauteur (photo1&2).



Photo n°1 : Jacinthe d'eau



Photo n°2 : infestation du fleuve Niger par la jacinthe d'eau

Les graines de la plante sont dispersées par les courants d'eau et les oiseaux aquatiques. Elles peuvent aussi s'enfoncer dans la boue aux pieds des plants mères. La propagation végétative est cependant très importante pour la plante. Les clones très fragiles restent fixés à la plante mère par le stolon puis se détachent sous la pression des courants d'eau, permettant à de nouveaux individus de coloniser d'autres zones. La propagation de la plante peut se faire aussi par l'intermédiaire des activités humaines. Elle peut rester attachée aux engins de navigation (coques ou moteurs des bateaux de pêche, lignes d'ancrage). Par ailleurs, les pratiques d'entretien mécanique des voies fluviales ont tendance également à couper les plantes et à faciliter la propagation des fragments.

La Jacinthe d'eau se développe dans les milieux stagnants ou à faible courant. Elle tolère les fortes variations du niveau d'eau et les variations saisonnières de la vitesse d'écoulement des eaux. Elle présente aussi une grande tolérance pour la disponibilité en éléments nutritifs, le pH (allant de 4 à 10), la température et la présence de substances toxiques (Gopal 1987). Elle affectionne les milieux bien ensoleillés. Elle est toutefois sensible au sel et ne tolère pas l'eau saumâtre (Muramoto et al., 1991).

2.3. Facteurs de risque de prolifération

2.3.1. Pollution des eaux

C'est la principale cause de la prolifération de la jacinthe. Les matières polluantes d'origines agricoles, industrielles et ménagères arrivent au fleuve par les eaux de pluies ou les canaux d'évacuation des eaux usées sans aucune forme de traitement. Le fleuve se trouve alors enrichi en azote et en phosphore, principale composante des matières organiques. Ce milieu convient bien à la prolifération de la jacinthe.

2.3.2. Absence d'ennemis naturels

C'est un facteur très important de la prolifération de la jacinthe. La plante a été introduite en Afrique sans ses ennemis naturels. Dans son site d'origine du bassin amazonien, la jacinthe d'eau est attaquée par des ennemis spécifiques, animaux et végétaux qui limitent sa prolifération.

2.3.3. Absence de plantes compétitives

La jacinthe d'eau par sa grande capacité reproductrice (elle peut doubler de biomasse en 15 jours), sa facilité de dispersion (par le vent et les vagues), ses besoins réduits en nutriments et sa résistance aux intempéries, a un grand pouvoir de compétition.

Elle forme alors un épais tapis flottant qui empêche la lumière de parvenir aux plantes submergées empêchant du coup la photosynthèse de ces plantes. Elle parvient facilement à se substituer aux plantes aquatiques autochtones.

2.4. Impacts liés à la prolifération de la jacinthe d'eau

La jacinthe d'eau cause de nombreux problèmes quand elle couvre la surface des eaux douces. Ces problèmes sont d'ordre écologique, mais portent également sur la santé publique et l'économie (FAO, 2000).

2.4.1. Impact sur les usages des ressources en eau

L'infestation des plans et cours d'eau par la jacinthe d'eau entrave le bon déroulement des activités des diverses communautés d'usagers.

Lorsqu'elle s'installe, la jacinthe pose de nombreux problèmes aux pêcheurs. Le matériel de pêche est souvent endommagé du fait de l'enchevêtrement des filets et lignes dans le

système racinaire qui occasionne une réduction de la capture et généralement des pertes en vie humaine dues à la noyade (HARLEY *et al.*, 1997). L'accès aux sites de pêche devient difficile à cause de la forte présence des nattes de jacinthe. Par exemple, les pêcheurs de la lagune de Porto-Novo ont fait remarquer qu'il y a une forte diminution de la population de poissons dans les cours d'eau envahis par la jacinthe.

La navigation fluviale est sérieusement entravée par des tapis de jacinthes d'eau. Les canaux et rivières d'eau douce peuvent devenir impraticables du fait des tapis densément imbriqués de la jacinthe. La jacinthe bloque le passage aux barques et les hélices des pirogues motorisées. Elle constitue ainsi un obstacle pour le transport des personnes et des biens surtout dans les localités où l'eau constitue la principale voie de navigation (Sô-Ava et Aguégus).

2.4.2. Impact sur la santé humaine

La présence de la jacinthe d'eau accroît la prévalence à certaines situations de santé au sein des communautés riveraines. Les jacinthes d'eau, dans les villages lacustres et les quartiers qui bordent les cours d'eau, deviennent les habitats idéaux pour les moustiques responsables du paludisme. En 2007, DAGNO *et al.* affirmaient déjà que le paludisme, la schistosomiase et la filariose lymphatique sont les maladies associées à la présence de *Eichhornia crassipes* dans les pays tropicaux en développement. En effet, certaines espèces de larves de moustiques prospèrent dans l'environnement créé par la présence de cette plante aquatique. Mieux, il a été démontré que le type brughian de la filariose (qui est responsable d'une part mineure de la filariose lymphatique en Asie du Sud) est entièrement lié à la présence de l'espèce invasive (BOKOSSA, 2008).

2.4.3. Impact économique

Il est difficile de quantifier l'impact économique dû à l'infestation de la jacinthe dans les pays en voie de développement. Cependant, il faut noter que cette infestation affecte plusieurs aspects de l'économie des pays infestés. Selon Fayad *et al.* (2001), ce sont 487 km² de canaux d'irrigation et 151 km² de lacs qui sont couverts par la jacinthe dans les différentes régions de l'Egypte, occasionnant une perte de 3,5 x 10¹² m³ d'eau par an, quantité suffisante pour irriguer environ 432 km² par an. Dembélé *et al.* (1997) ont rapporté l'infestation de plusieurs cours d'eau du fleuve Niger à partir de 1990 au Mali. Ainsi, la région de Koulikoro, le District de Bamako, les mares de Sébougou, la zone de retenue du barrage de Markala, la marre de Molodo et les réseaux d'irrigation de l'office du Niger sont aujourd'hui sous la menace de ce fléau dont l'envahissement peut atteindre 71 à 100 % de la surface des cours d'eau de juin à octobre (FAO, 1997). Cette

infestation coûte au Mali 83334 à 100000 \$US par an consentis au nettoyage des cours du fleuve (Dagno, 2006). Au Bénin, selon les travaux de Mama (2010), l'occupation du lac Nokoué par les macrophytes est similaire à celle des acadjas représentant environ 60 km² soit 40% de la superficie totale du lac. Aussi, l'accès aux villages lacustres comme Ganvié, devient-il difficile et limite les activités touristiques. Par ailleurs, l'utilisation des eaux des lacs eutrophes (cas des zones à socle comme le Nord du Bénin) nécessite des traitements poussés de potabilisation ; ce qui augmente le coût de production et exacerbe les difficultés d'accès à l'eau potable de la population la plus pauvre.

2.5. Mécanismes de lutte contre la jacinthe d'eau

Pour faire face aux différents problèmes posés par la prolifération des jacinthes d'eau, plusieurs méthodes de lutte ont été appliquées (Hill & Coetzee, 2008). Il s'agit notamment de :

- La lutte physique

Elle revêt deux aspects à savoir l'enlèvement manuel et l'enlèvement mécanique.

La suppression manuelle consiste à débarrasser la jacinthe d'eau du cours d'eau au moyen des mains et autres outils rudimentaires. Elle est appropriée seulement pour les zones faiblement infestées. La tâche est très pénible et dans certaines régions, il y a des risques graves qui sont associés à la santé des travailleurs (crocodiles, hippopotames et la bilharziose).

L'enlèvement mécanique consiste à débarrasser le cours d'eau de la jacinthe d'eau à l'aide de machines. Il nécessite des équipements lourds (les moissonneuses, des tapis transporteurs, des machines à draguer, des machines à faucher, des dragues et des barques pousseuses) pour la collecte des plants dans l'eau GUTIERREZ *et al.*, (1996), pour leur transport sur la berge et leur acheminement vers un centre de traitement des déchets (HARLEY *et al.*, 1997). L'enlèvement manuel et mécanique reste assez coûteux et à refaire chaque année.

- La lutte chimique

Cette technique consiste à épandre des substances chimiques (herbicides) qui altèrent le métabolisme et la croissance de la jacinthe provoquant ainsi leur décomposition et leur écoulement. DAGNO *et al.* (2007) estiment, tout comme Julien *et al.* (1999), que l'utilisation d'herbicides et de fongicides engendre à long terme des impacts environnementaux néfastes sur l'écosystème et la santé humaine. C'est une technique

qui est rigoureusement interdite au Bénin, car les populations utilisent l'eau pour la boisson et différents usages.

- *La lutte biologique*

Le contrôle biologique des plantes envahissantes (jacinthe d'eau) est basé sur l'utilisation d'ennemis naturels de l'hôte de façon à réduire la population des ravageurs. La lutte biologique, mettant en œuvre l'utilisation d'insectes, connaît certes de grands succès, mais est limitée par la disparition des prédateurs avant le prochain cycle de croissance des jacinthes d'eau (Center *et al.*, 2002).

Les différents organismes utilisés jusqu'à présent sont entre autres des insectes, des poissons herbivores, des phytopathogènes.

Tableau 2 Insectes introduits et utilisés avec succès dans la lutte biologique contre la jacinthe d'eau dans le monde

Ordre	Espèce	Région d'établissement
Coléoptère	Neochetina bruchi	Floride, Louisane, Californie, Argentine, Australie, Inde, Soudan, Bénin, Nigéria, Afrique du Sud, Malawi, Ouganda,
	Neochetina eichhorniae	Texas, Argentine, Australie, Inde, Soudan, Bénin, Zimbabwe, Ghana, Kenya, Tanzanie, Ouganda, Malawi, Afrique du Sud,
Lépidoptère	Niphograptus albiguttalis (sameodes albiguttalis)	Floride, Louisane, Mississipi, Bénin, Panama, Soudan, Australie
	Bellura densa (Arzama densa)	Floride, Louisane, Argentine
Acarien	Orthogalumna terebrantis	Egypte, Zambie, Fidji, Zimbabwe

Source : Dagno, 2006

La lutte biologique semble plus respectueuse de l'environnement car les agents de contrôle ont tendance à être auto-régulés. L'inconvénient majeur est que le contrôle biologique n'est pas toujours efficace pour tous les plans d'eau du fait que la population d'insectes peut prendre plusieurs années avant d'atteindre une densité suffisante pour s'attaquer aux ravageurs.

La plupart de ces tentatives de lutte contre la prolifération de la jacinthe d'eau (mécanique, chimique et biologique) se sont révélées peu efficaces, avec des résultats peu satisfaisants. Plusieurs alternatives de valorisation de la plante ont alors été expérimentées.

3. Valorisation comme stratégie de contrôle de l'expansion de la jacinthe d'eau

La jacinthe d'eau étant considérée dans de nombreux pays comme un problème socio-économique, face à la persistance des dommages malgré les assauts des mécanismes ci-dessus décrits, l'attention s'est tournée vers ce qu'elle pouvait porter d'utile. C'est ainsi qu'une variété d'applications de la jacinthe d'eau a commencé à être expérimentée. Nous examinerons un certain nombre d'utilisations possibles de la plante, dont certaines déjà développées et d'autres encore à l'étape embryonnaire.

3.1. *Expériences de valorisation au Bénin*

De nombreuses initiatives de valorisation, avec des résultats parfois encourageants, ont été entreprises par différents groupes d'acteurs au Bénin (maraichers, femmes pratiquant la vannerie, pêcheurs, élus locaux, techniciens agricoles, ONG, etc.).

3.1.1. La vannerie

La jacinthe d'eau est utilisée dans la fabrication de divers objets d'art très élégants. C'est une activité très développée dans la commune de Sô-Ava.

Les tiges de la plante sont déchiquetées en longueur pour former des fibres qui sont séchées pendant plusieurs jours. La corde qui en résulte est utilisée pour fabriquer des paniers, des nattes et plusieurs autres objets à usage domestique. Les photos ci-dessous présentent quelques uns des produits de la vannerie.



Photo n°3 : Panier



Photo n°4 : Sac



Photo n°5 : chapeaux et porte-bouteille



Photo n°6 : natte



Photo n°7 : divers meubles



Photo n°8 :
Mannequin



Photo n°9 : Fauteuil garni
d'un chapeau

La plupart des artisans qui s'adonnent à cette activité sont des femmes. Elles ont acquis cette expertise grâce à des formations reçues dans le cadre de projets ou partenariats nationaux (PGIPAP, partenariat Mairie Sô-Ava et Ministères, etc.) et de voyages notamment au Cambodge.

La fabrication de corde, fils et objets de vannerie à partir de la jacinthe d'eau a un double avantage. En même temps qu'elle permet de réduire l'expansion de la plante, elle constitue une activité génératrice de revenus pour les populations locales, notamment les femmes (Dan, 2012 ; Essou, 2013). En revanche, l'activité est encore aujourd'hui très peu développée, et les produits très peu connus et adoptés. Par conséquent, son impact sur le contrôle de l'invasion par la jacinthe d'eau n'est pas encore significatif.

3.1.2. La fabrication d'engrais verts

Le compost, encore appelé engrais vert, est un produit issu de la dégradation de déchets organiques. Il est utilisé comme fertilisant pour amender les sols. Plusieurs essais de compostage ont révélé que le compost fait à base de la jacinthe d'eau est de bonne qualité.

Les déchets verts (jacinthe d'eau) qui sont tendres et humides sont collectés et séchés pendant deux ou trois jours afin que le surplus d'humidité puisse être éliminé. Le mélange des différents résidus (ordures ménagères, feuilles mortes, jacinthe d'eau séchée, déjections d'animaux, etc.) est mis en tas dans la fosse à compost. Comme le montre la figure n°1, chaque catégorie de matériaux est étalée en couches successives de 15 cm d'épaisseur jusqu'à ce que le tas atteigne une hauteur d'environ 1,5 m.

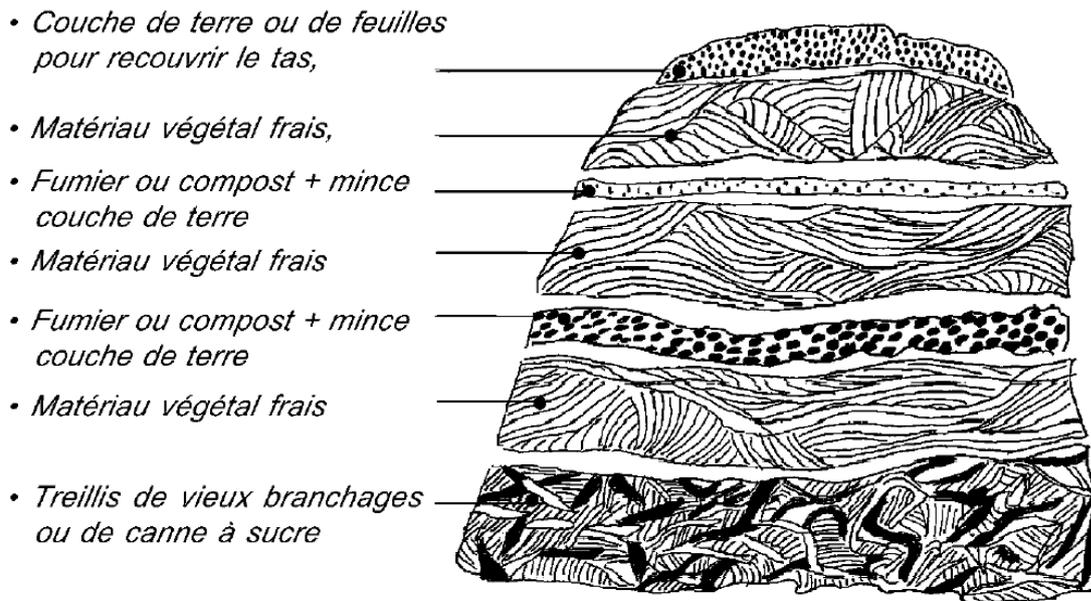


Figure 1 Exemple d'un tas de compost

Source :

L'entretien et le suivi du tas s'effectuent conformément au processus de compostage décrit à la figure n°2.

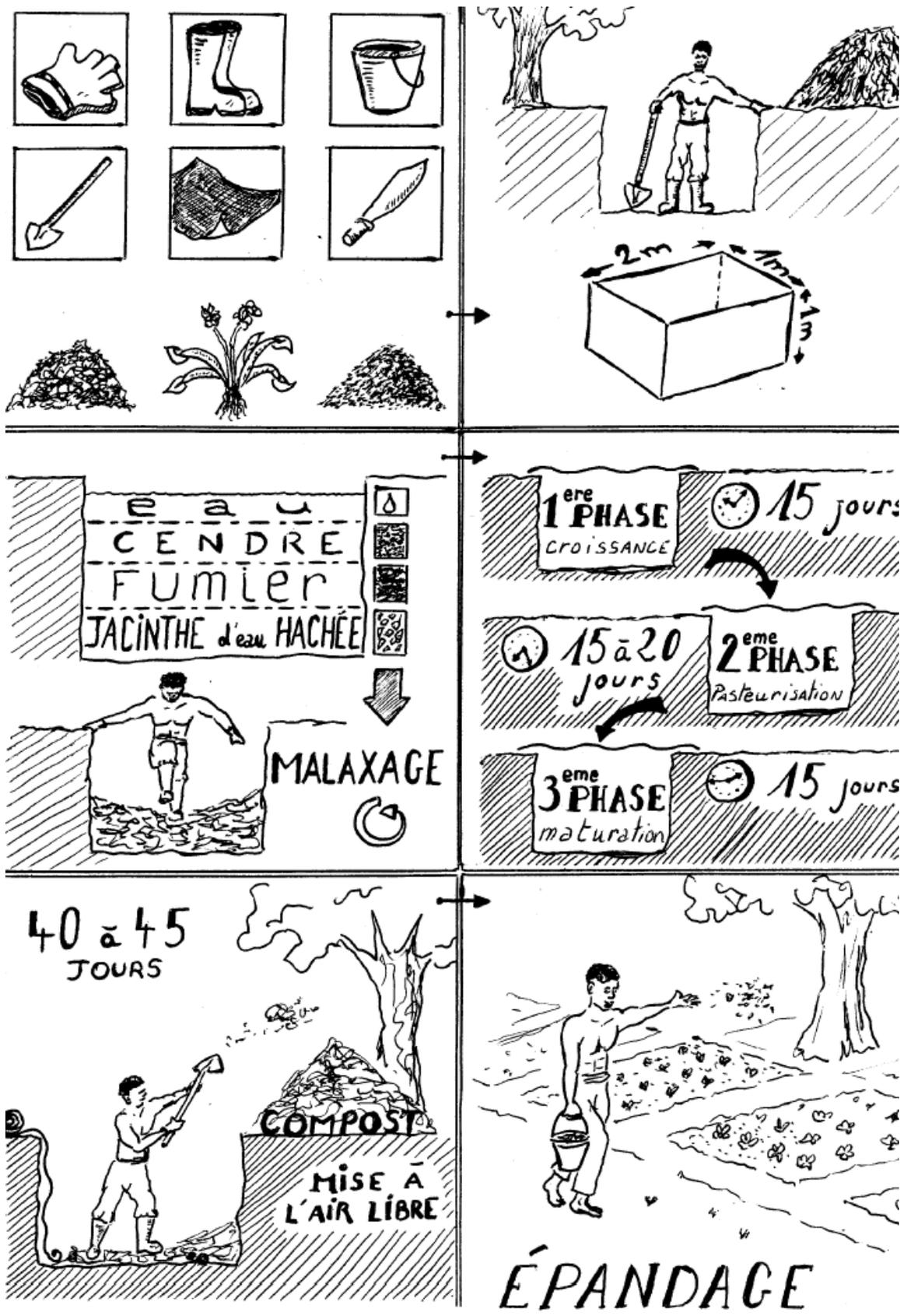


Figure 2 Différentes phases du processus de fabrication du compost à base de la jacinthe d'eau
 Source : Fédération des Coopératives Maraîchères du Niger, 2004

Le compostage de la jacinthe d'eau se révèle comme l'une des activités les plus faciles et efficaces de lutte contre la prolifération de cette plante aquatique par les populations riveraines.

Le tableau n°3 présente les avantages et inconvénients du compostage de la jacinthe d'eau.

Tableau 3 Avantages et inconvénients du compostage

Compostage à base de jacinthe d'eau	
Avantages	Inconvénients
Processus facile à régulariser du fait que le tas est retourné plusieurs fois	Exige beaucoup d'eau
Obtention du compost en peu de temps	Travail fastidieux
Produit respectueux de l'environnement	Faible capacité de production (une fosse à compost de 20 m ³ produit 1 à 2m ³ de compost)
Coût accessible aux producteurs	
Amélioration du niveau de revenus populations locales	
Réduction de l'expansion de la jacinthe d'eau	

3.1.3. La production du biogaz

La possibilité de convertir la jacinthe en biogaz a été un domaine d'intérêt majeur qui a nécessité plusieurs années de recherche.

La formation du biogaz est une technologie qui nécessite un mélange de jacinthe avec d'autres matières organiques tels que les débris végétaux et animaux. Ce mélange de matières organiques est introduit dans un digesteur où il subit une transformation anaérobie ; le principal produit de cette réaction est le méthane qui peut servir de combustible pour la cuisson et l'éclairage (DAN, 2012).

La figure ci-dessous est un schéma qui présente les flux de matières dans un système de production de biogaz.

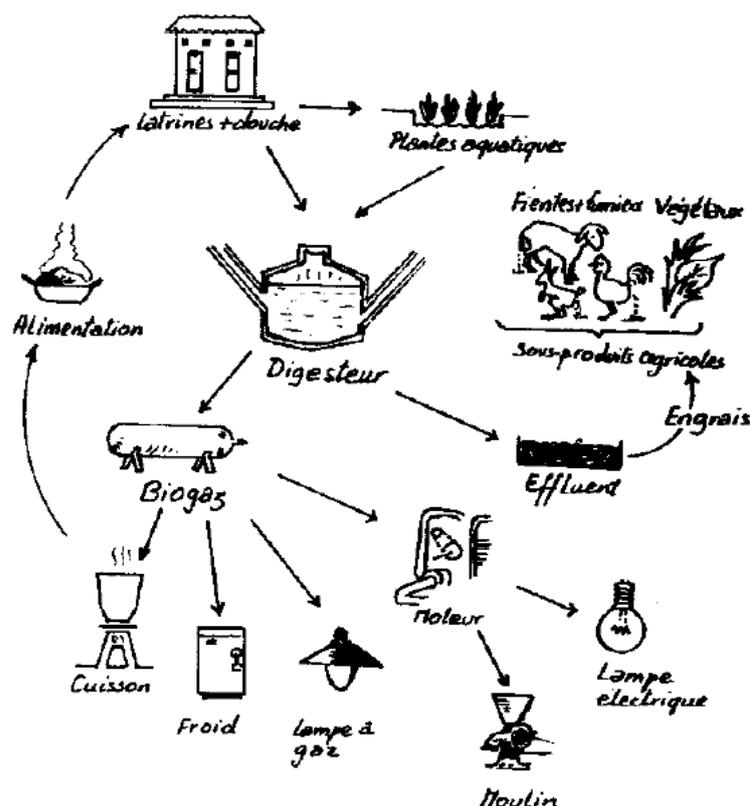


Figure 3 Réutilisation de la matière organique des déchets comme source d'énergie

La production du biogaz et l'assurance de son acheminement vers les postes d'utilisation requièrent une gamme de matériels de base composée des équipements de production et des accessoires.

A la lumière du dispositif de fabrication du biogaz du Centre Songhai au Bénin, le système est composé de digesteurs, de bacs d'alimentation et d'effluents, ainsi que la tuyauterie, les vannes, le manomètre, le capteur d'eau et le réservoir de stockage.

Cette technique a l'avantage de pouvoir s'intégrer facilement en milieu rural car elle participe à la résolution des difficultés d'accès à l'énergie puis à la réduction efficace des adventices aquatiques comme la jacinthe d'eau.

3.1.4. Fourrage pour les animaux

Dans la Commune de Sô-Ava, les éleveurs intègrent la jacinthe d'eau dans les rations alimentaires de leurs animaux (porcs bétails ...). L'utilisation de la jacinthe pour l'alimentation animale au Bénin pourrait aider à résoudre certains problèmes nutritionnels existants. De même, sa commercialisation dans la partie septentrionale de notre pays qui regorge d'un cheptel assez important pourrait contribuer à une réduction de la transhumance. Le développement de l'activité en filière pourrait générer des ressources financières aux différents acteurs.

3.1.5. Purification de l'eau

La jacinthe d'eau peut être utilisée pour faciliter le processus de dépollution de l'eau ou pour les effluents liquides des systèmes d'égouts. Au centre Songhaï, la jacinthe d'eau est utilisée pour le traitement des eaux usées. Le résultat obtenu est une diminution significative de la turbidité due à l'élimination des flocons et aussi à la réduction des matières organiques dans l'eau. La jacinthe d'eau peut être également utilisée pour la suppression ou la réduction des nutriments, des métaux lourds, des composés organiques et des agents pathogènes contenus dans l'eau.

3.2. *Expériences en Afrique en dans le monde*

3.2.1. Quelques expériences de part le monde

La jacinthe d'eau a été utilisée pour sa capacité à extraire certains éléments nutritifs et métaux lourds des boues, dans des bassins de décantation de traitement des eaux usées. Au Kenya, la jacinthe d'eau a été utilisée expérimentalement comme engrais organique. Mais, l'expérience a été suivie de quelques controverses liés aux effets sur les pH des sols qui deviennent très alcalin (valeur > 9). L'utilisation de la fleur a aussi été expérimentée en alimentation animale.

En Chine, cette plante a été largement utilisée pour alimenter le bétail pendant la période allant de 1950 à 1970, durant les grandes pénuries. Elle y avait aussi été utilisée comme engrais. Depuis la fin des années 1980, ces usages sont tombés en désuétude. Son seul usage est maintenant de nourrir les canards et de contribuer à l'épuration des eaux polluées.

Aujourd'hui, dans d'autres pays, la jacinthe d'eau est utilisée comme principal matériau pour la confection de meubles de qualité. En Birmanie, Thaïlande et au Vietnam, la plante est largement récoltée. Ses racines, bouillies et séchées, sont assemblées en cordelettes puis tressées autour d'une armature en bambou. Cet artisanat a un double avantage, il permet un ralentissement visible de l'invasion de la plante et dynamise sensiblement l'activité économique locale.

Le tableau 4 indique les principales tentatives de valorisation de la jacinthe dans différentes parties du monde.

Tableau 4 Différentes techniques de transformation de la jacinthe d'eau comme moyens de lutte

Valorisation	Pays	Références bibliographiques
Traitement des eaux usées	Chine	Xia et al. (2006) ; So et al. (2003)
	USA	Center et al. (2005)
	Sri Lanka	Jayaweera et al. (2004)
	Brésil	Mangabeira et al. (2004)
	Egypte	Ghabbour et al.(2004) ; El Zawahry et al. (2004)
	Inde	Babu et al. (2003) ; Singhal et al. (2003)
	Argentine	Maine et al. (2001)
	France	de Casanbianca et al. (1995)
Papiers	Bangladesh, Ouganda	Hill et al. (1997) ; Aquaphyte (1989)
Particules de panneau de construction	Inde	Hill et al. (1997)
Filets de pêche et cordes	Bangladesh	Hill et al. (1997)
Vannerie	Inde, Fidji, Philippines, Ouganda	Hill et al. (1997) ; Aquaphyte (1989)
Briquetage de charbon de bois	Kenya	Hill et al. (1997)
Aliments bétail, compost	Bangladesh, Birmanie, Mali	Aquaphyte (1989) ; Traoré (2006)

Source : Dagno, 2006

L'examen du tableau 4 ci-dessus montre que la littérature présente une multitude de techniques et d'initiatives de valorisation de la jacinthe d'eau. Malheureusement, aucune de ces initiatives n'a abouti à un réel développement industriel.

La production du gel éthanol, un biocarburant fabriqué à base de jacinthe d'eau au Nigéria, est tout de même une solution industrielle en pleine croissance.

3.2.2. Fabrication du gel éthanol au Nigéria

Le gel éthanol est un produit issu de la transformation de la jacinthe d'eau en association avec de la sciure de bois. Comme le pétrole lampant, il sert de combustible pour la cuisson.



Photo n°10 : Gel éthanol sortant de raffinerie



Photo n°11: Gel éthanol conditionné



Photo n°12: Foyer conçu pour le gel

L'idée de la fabrication du biofuel par la société SME FUNDS fait suite à quelques constats de la part des membres fondateurs de ladite société et initiateurs du projet gel éthanol.

Face à la cherté de la lutte contre la jacinthe d'eau et aux problèmes générés par l'incinération des déchets de bois au Nigéria, les initiateurs ont entrepris de fabriquer et promouvoir un biocarburant à base de la jacinthe d'eau. En effet, l'Etat de Lagos dépense 350 000 à 1 000 000 de dollar US pour combattre la jacinthe d'eau sans résultat (280 mille tonnes par an) car aussitôt ramassée, elle réapparaît sur les plans d'eau.

Cette initiative a pour but de contrôler l'expansion de la jacinthe d'eau puis gérer les sciures de bois et les déchets agricoles.

Les principales étapes de fabrication du gel éthanol sont résumées sur le schéma ci-dessous :

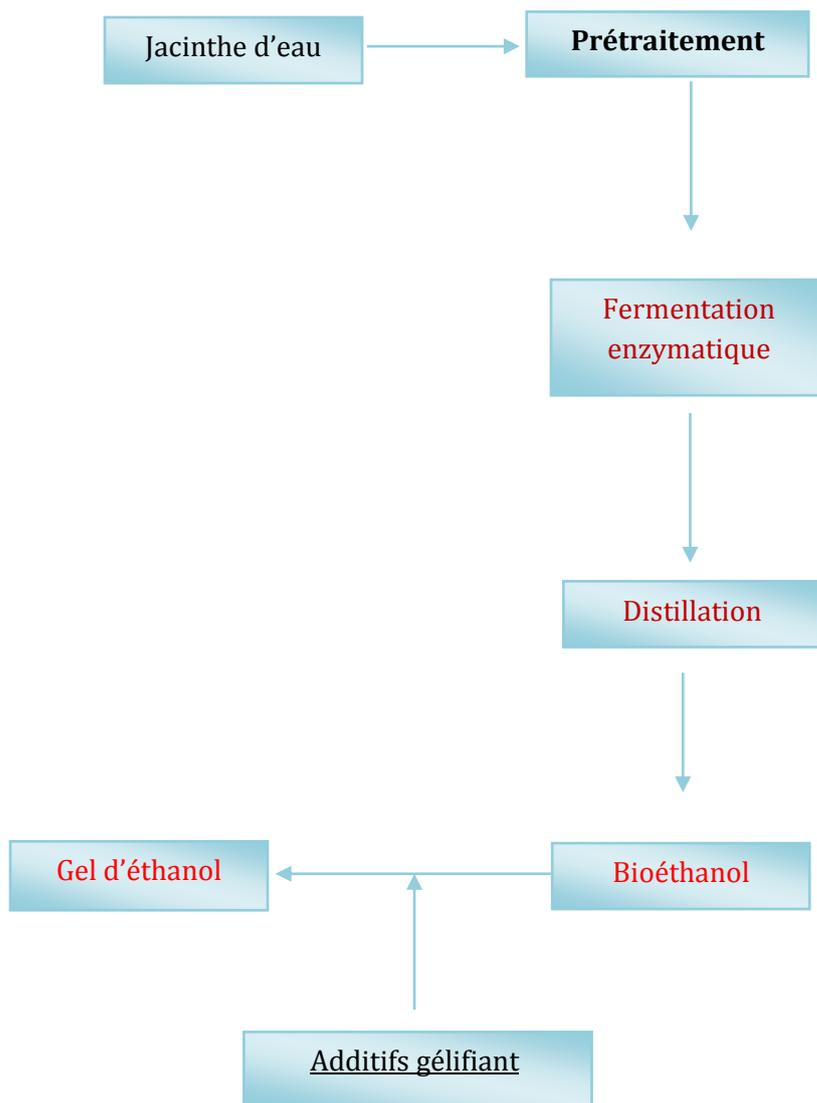


Figure 4 Schéma du processus de fabrication du gel éthanol

Eape1 : Fermentation

On dispose de trois tanks (digesteurs) de même capacité. On introduit dans chaque digesteur de la jacinthe d'eau lavée, de l'eau et de l'enzyme dans des proportions différentes. Au bout de sept heures de temps de séjour du mélange dans les tanks, il est obtenu trois produits différents.

Etape 2 : Distillation

Les produits issus de la fermentation sont directement aspirés dans le distillateur grâce à un système de raccordement entre les 3 digesteurs et le distillateur. Une fois dans le distillateur, les 3 produits sont mélangés pour donner naissance à l'éthanol à 98°C.

Etape 3 : Dilution

L'éthanol ainsi obtenu est dilué au 100%. En supposant que le chargement des trois digesteurs ait produit 800 litres d'éthanol, cette quantité d'éthanol est ramenée à 1000 litres dans le réservoir de stockage. Ensuite on y ajoute 1000 litres d'eau pour obtenir 2000 litres d'éthanol dilué.

Etape 4 : Gélification

L'éthanol dilué est transféré dans l'un des deux fûts suspendus à une certaine hauteur. On y ajoute déjà de la chlorophylle et un solidifiant. Ce mélange est convoyé par gravitation dans un réacteur qui le transforme en gel éthanol. La fabrication du gel ne nécessitant qu'une concentration en éthanol de 88% du produit issu des étapes antérieures, une dilution s'opère encore ici au fur et à mesure que le mélange descend dans le réacteur.

La fabrication et la distribution du gel éthanol ont contribué à dynamiser l'économie localités où elles se développent. L'utilisation du gel éthanol est très simple, sans aucun effet négatif sur l'environnement et la santé humaine, tue les moustiques et les cafards et participe à la lutte contre la pauvreté et le chômage. La communauté des pêcheurs a accru ses revenus grâce à la collecte et la fourniture de la jacinthe d'eau à la société. Le système de distribution mis en place pour assurer l'écoulement des produits fabriqués offre la possibilité à de nombreuses personnes d'améliorer leurs conditions de vie.

3.3. Avantages et opportunités liés à la valorisation des PAP

Toutes les initiatives de valorisation de la jacinthe d'eau quelles qu'elles soient ont le double avantage potentiel de réduire l'invasion et de dynamiser les activités économiques au niveau local. Seulement, l'effet de réduction est jusqu'à présent très peu perceptible, car les actions de valorisation n'ont pas encore atteint un niveau de développement industriel qui va induire au prélèvement une vitesse supérieure à celle de la multiplication.

Par contre, au niveau de l'économie locale, même si l'échelle de l'activité n'est pas grande pour entraîner un grand nombre de personnes, il demeure que de nombreuses personnes améliorent les niveaux de leurs revenus. Cette amélioration peut être le fait d'une activité complémentaire pour cause d'activité à revenus complémentaires. Pour d'autres, ce sont des économies d'argent faites sur des dépenses en intrants agricoles ou autres.

A l'inverse, toutes les actions de valorisation comporte en elles un risque. Ce risque est d'autant plus grand que l'activité tend vers un niveau de développement industriel. Il

s'agit de la propension à faire pérenniser la plante dans le but de continuer la production pour de bonnes affaires.

4. Perspectives pour le Bénin

De l'analyse des différentes expériences exposées plus haut, l'option la plus plausible au Bénin serait la transformation de la jacinthe d'eau combinée à l'amélioration et le contrôle de la qualité des eaux des cours d'eau infestés.

4.1. Transformation de la jacinthe d'eau en gel éthanol

A partir de l'étude de l'expérience nigériane, l'impact de la transformation de la jacinthe d'eau en gel éthanol sur les plans social, environnemental et économique est perceptible. Il est donc possible, en s'appuyant sur des arguments de cet ordre, d'amener des opérateurs économiques ou des groupements d'intérêt économiques à investir dans la mise en place et le fonctionnement d'une unité de production du gel éthanol au Bénin.

La construction d'un tel argumentaire requiert des données scientifiques, techniques et économiques pour éclairer et aider à la prise de décisions. A cet effet, il est nécessaire de réaliser une étude technico-économique. Les travaux de cette étude toucheront entre autres les aspects la disponibilité de la jacinthe d'eau, l'efficacité énergétique du gel éthanol, la demande et l'acceptation du produit sur le marché béninois, les impacts et risques associés à la transformation de la jacinthe d'eau en un bien utile. Les travaux devront particulièrement se pencher sur la recherche d'autres matières premières de substitution de la jacinthe d'eau à long terme afin que cette activité ne vienne pas pérenniser l'existence de la peste.

En effet, la production du gel éthanol ayant été initié pour régler un problème, elle ne serait pas une solution efficace si elle venait à faire persister le problème. A contrario, la production du gel éthanol est une activité dont l'impact socio-économique et environnemental remarquable n'est plus à démontrer. Ainsi, pour permettre que cette entreprise continue sa production quand la jacinthe d'eau ne sera plus disponible en quantité suffisante, il faut disposer de matières premières de remplacement.

4.2. Amélioration et contrôle de la qualité de l'eau des cours d'eau infestés

Dans les lacs, les apports massifs de nutriments liés aux multiples activités anthropiques ont provoqué très souvent l'eutrophisation, caractérisée par la prolifération de la jacinthe d'eau (Ogutu – Ohwayo et al., 1997).

Selon Wilson *et al.* (2001) cité dans Mama (2010), la salinité, la température et les nutriments sont considérés comme des facteurs qui gouvernent la croissance des jacinthes d'eau en zone estuaire.

Compte tenu de la multiplicité des facteurs intervenant dans le phénomène d'eutrophisation (facteurs naturels, humains ou internes au plan d'eau), il convient d'envisager une approche systémique pour cerner le problème et offrir des éléments d'orientation pour la gestion des systèmes aquatiques et la planification des opérations à mettre en place pour retrouver des milieux non eutrophes.

Sur la base de cette connaissance du fonctionnement du système lacustre, l'éradication de la jacinthe des surfaces des cours d'eau peut être construite sur l'amélioration de la qualité de l'écosystème basée sur le contrôle des facteurs de croissance de la jacinthe d'eau. En conséquence, il devient nécessaire de maîtriser et contrôler les sources des nutriments.

En effet, l'azote apporté au milieu provient principalement des rejets domestiques, rejets industriels, rejets diffus issus du lessivage des sols enrichis en engrais azotés. Quant à la majorité des apports de phosphore, elle provient de sources ponctuelles : rejets urbains ou industriels, déjections animales provenant d'élevages traditionnels ou industriels (Mama, 2010).

Au regard de ces considérations, la stratégie de contrôle de la prolifération de la jacinthe d'eau peut intégrer :

- Le contrôle de l'occupation des sols peut également permettre de réduire la charge de phosphore apportée à un système aquatique. Autour de la retenue ou du lac, certaines activités comme l'épandage de fumier ou de lisier, l'utilisation de produits phytosanitaires et d'engrais minéraux, la pratique de certaines cultures comme le maïs, sont strictement réglementées voire interdites dans certains pays industrialisés. En général, il est préconisé la mise en herbe de terres à proximité immédiate du plan d'eau ou sur les terres présentant des risques importants de ruissellement.
- Le traitement des eaux usées permet également de réduire les apports de phosphore dans les eaux. Trois techniques peuvent être envisagées : la création de pré - barrage, le traitement des eaux des tributaires ou la canalisation / déviation des eaux usées. Il est possible de collecter les eaux usées riches en nutriments par des canalisations et les dévier vers le réseau d'assainissement collectif, puis vers une station d'épuration. Cependant, pour la réhabilitation d'un système aquatique, il est recommandé de dévier effectivement les rejets, bruts ou traités en aval du système à protéger.

- L'abandon de la pratique des acadjas peut contribuer de manière importante à la diminution de la croissance de la jacinthe d'eau. En effet, en considérant le cas particulier des acadjas, Mama (2010) a constaté sur le terrain une plus forte concentration de jacinthes dans les périmètres de son utilisation comparée aux zones où elles sont absentes.

Par ailleurs, cet aménagement des écosystèmes sera accompagné de suivi environnemental régulier de la part de structures assermentées.

Conclusion

La jacinthe d'eau, grâce à ses capacités d'adaptation en dehors de sa région naturelle, est devenue un fléau dans les régions tropicales et subtropicales du monde. Sa présence dans les cours d'eau pose d'énormes problèmes écologiques, économiques et de santé publique.

Cependant, la valorisation de la plante pourrait constituer un atout important de lutte contre la pauvreté en milieu rural. Ainsi, les études de faisabilité de la fabrication du gel éthanol à base de la jacinthe d'eau doivent être réalisées en vue de l'installation d'une unité de transformation de la jacinthe en gel éthanol au Bénin.

En prenant en compte les réserves de Gopal (2010) qui pense que les intérêts des populations des pays en développement seront sauvegardés à travers le contrôle efficace et à long terme de la plante plutôt que par sa valorisation, il convient de préciser que l'option de gestion proposée intègre la transformation et le contrôle.

Dans cette logique, le contrôle de l'eutrophisation des cours d'eau par l'amélioration de leur qualité physico-chimique offre une bonne opportunité de gestion durable des écosystèmes aquatiques.

Références Bibliographiques

Centre Songhaï, *Le jardinage biologique*, Guide pratique, 2008

DAGNO K., LAHLALI R., FRIEL D., BAJJI M., JUAKLI H., *Synthèse bibliographique : problématique de la jacinthe d'eau, Eichhornia crassipes, dans les zones tropicales et subtropicales du monde, notamment son éradication par la lutte biologique au moyen des phytopathogènes*, Base [En ligne], Volume 11, numéro 4, 2007, 299-311 URL : <http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=1706Vol.11>, consulté le 02 décembre 2014

DAN O. F., *Evaluation des impacts environnementaux et socio-économiques liés à la prolifération de la jacinthe d'eau Eichornia crassipes dans la commune de Sô-Ava au Bénin*, Mémoire de Master, Université d'Abomey-Calavi, 2012

ESSOU S., *Les moyens de lutte contre la jacinthe d'eau dans les plans et cours d'eau de la basse vallée de l'Ouémé au Bénin*, Poster, Université d'Abomey-Calavi, 2013

Fédération des Coopératives Maraîchères du Niger (FCMN), *Fabrication de compost*, Foire – Atelier de l'innovation paysanne Segou, 2004.

GOPAL B., *Water hyacinth*, The Netherlands: Elsevier, Amsterdam 1987, 471 p.

GUTIERREZ L.E., HUERTO D.R., MARTINEZ J.M., *Water hyacinth problems in Mexico and practiced methods for control*, In Charudattan R., Labrada R., Center TD., Kelly-Begazo C. (eds), *Strategies for water hyacinth control, Report of a panel of experts meeting, 11-14 September 1995, Fort Lauderdale, Floride, USA*, 1996, p. 125 –135.

KPONDJO N.M., *Développement des larves de moustiques dans un écosystème particulier : milieu sous jacinthe d'eau Eichhornia crassipes (Mart) Solms-Laubauch*, Rapport de fin de formation en GEn-Licence-EPAC –UAC, 2008, 56 pages

MAMA D., *Méthodologie et résultats du diagnostic de l'eutrophisation du lac Nokoué (Benin)*, Thèse de Doctorat en Chimie et microbiologie de l'eau, 2010, 150 pages

MONZAMBE M., *La problématique de la biométhanisation en République démocratique du Congo*, 2002.

Organisation des Nations-Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation, *Lutte intégrée contre la jacinthe d'eau et autres plantes aquatiques nuisibles*, Rome 1998.

PRADELLE A., *Etude de faisabilité d'un projet de compostage de la jacinthe d'eau dans la communauté de Sô-Ava au Bénin*, Mémoire de fin d'étude, 2013, 83p

LASSANA D., *Lutte intégrée contre les plantes aquatiques nuisibles*, Module de formation, Institut d'Economie Rural, Mali, Juillet 2012

Annexes

Annexe 1 : Résultats du suivi de la salinité et probabilité de présence des macrophytes

Station de suivi	Mois	Salinité (‰)	Etat de présence des jacinthes
S1 (Ganvié)	Janvier	7,4	+++
	Février	13,7	+++ & ++
	Mai	23	+
S2 (Entée Sô à Ganvié)	Janvier	5,9	+++
	Février	11,8	+++ & ++
S3 (Rivière Sô à Sô - Ava)	Janvier	3,9	+++
	Février	7,4	+++
	Mai	14,6	+++ & ++
S4 (Sôtchanhoué)	Février	10,1	+++ & ++
	Mai	17	+
S5 (centre lac)	Janvier	20,3	+
	Février	25,5	+
	Mai	28,2	+
S6 (entrée Nokoué - Chenal)	Janvier	23,8	+
	Février	27,8	+
	Mai	27,4	+
S7 (embarcadère)	Janvier	16,6	+
	Février	23,8	+
	Mai	27,2	+

+++ Présence de macrophytes ; +++ mort des jacinthes ++ décomposition ; +: Absence (disparition totale de macrophyte)

Source : Daouda M., 2010