



IMPACT DE LA JACINTHE D'EAU DOUCE SUR LA MOBILISATION DES EAUX DE SURFACE AU BURKINA FASO: Cas du barrage n°2 de Ouagadougou

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
OPTION : EAU ET ASSAINISSEMENT

Présenté et soutenu publiquement le 30 Juin 2017 par

Justine RUTABAGAYA

Travaux dirigés par :

Dr Seyram SOSSOU, 2iE
M. Francis D. KERE, ONEA

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr Anderson ANDRIANISA

Membres et correcteurs : Dr Franck LALANNE;
Dr Seyram SOSSOU
M. Francis D. KERE

Promotion [2015/2016]

DEDICACE

Je dédie ce travail de fin de formation à ma famille.

REMERCIEMENTS

Je remercie vivement :

- ✓ Dr Seyram SOSSOU, mon encadreur interne, vous avez toujours été présent pour me guider tout au long du travail. Votre disponibilité, vos remarques ont contribué à améliorer mon travail. Recevez ma profonde gratitude ;
- ✓ Le Directeur Général et le Directeur d'Exploitation de l'Office Nationale de l'Eau et de l'Assainissement pour m'avoir accordée le stage au sein de l'Entreprise ;
- ✓ M. Francis D. KERE, chef du Service Qualité Eau de l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement et également encadreur pour l'accord du stage ainsi que votre soutien et votre participation au suivi de mes travaux ;
- ✓ Monsieur Jean DIARRA, pour votre appui technique, et pour m'avoir proposée un thème de stage. Vous n'avez ménagé aucun effort pour me guider dans les travaux. Votre disponibilité, vos conseils et votre enthousiasme au travail m'ont vraiment marqué. Soyez rassuré de ma reconnaissance ;
- ✓ Monsieur Jean SOUBEIGA, Christophe GUISSOU, Mme OUEDRAOGO et l'ensemble du personnel du Service Qualité Eau de l'Office National de l'Eau et de L'Assainissement (ONEA) pour votre accueil et contribution ;
- ✓ Tout le personnel enseignant du 2iE pour la qualité de votre formation que vous nous avez dispensée ;
- ✓ Mon père Jacques RUTABAGAYA, ma mère Adèle MUTIRABURA, pour votre amour. Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redevable d'une éducation dont je suis fier ;
- ✓ Mes sœurs Jolie et Christelle, mes frères Alain et Kevin pour votre encouragement ;
- ✓ Les familles DAKOURE, KABORE et LOBA pour votre soutien matériel et moral tout au long de ma formation. Vous avez toujours été là pour moi. Recevez l'expression de ma profonde gratitude ;
- ✓ La famille HABİYAREMYE Fulgence pour votre hospitalité et votre accueil en famille qui ont été une assurance pour moi ;
- ✓ Héritier RUTABARA et Jean KAJYIBWAMI pour votre soutien et contributions multiformes. Je vous suis infiniment reconnaissante ;
- ✓ Radegonde RUSAGARA et Nadine UWIZEYIMANA pour votre soutien moral et matériel ainsi que votre amitié.
- ✓ Mes amis et compatriotes, je réitère mes remerciements pour votre soutien.

RESUME

La présence des végétaux flottants devient un problème au Burkina Faso, dans la ville de Ouagadougou et plus particulièrement la jacinthe d'eau douce qui a une croissance réellement extraordinaire. La jacinthe d'eau douce se développe sur les eaux de surface et a des impacts quantitatifs et qualitatifs sur l'eau. Cette étude a pour objectif d'évaluer l'impact de la jacinthe d'eau douce sur la mobilisation des eaux du barrage n°2 de Ouagadougou. L'origine de la pollution a été déterminée par l'identification des foyers de transfert. La qualité des eaux du barrage a été évaluée par la détermination des paramètres physico-chimiques au laboratoire. Le suivi du développement ainsi que les pertes en eau liées à la jacinthe d'eau s'est fait par une étude expérimentale. Les résultats montrent que l'envahissement de la jacinthe d'eau douce vient du canal 3 de Noncin, canal de Némnin, et du canal de Kossoghin. Les valeurs trouvées après analyse des eaux brutes du barrage n°2, montrent qu'elles peuvent être potabiliser. L'étude expérimentale montre que la jacinthe a une forte capacité d'adaptation au milieu ainsi qu'une croissance effectivement très rapide. Elle passe de 918,6 g à 3237,9 g en huit semaines seulement sans apport des nutriments dans le dispositif expérimental. Elle réduit la quantité d'eau par son évapotranspiration élevée et favorise une légère épuration par la consommation des matières minérales disponibles dans l'eau. En supposant que la jacinthe couvre environ 80% de la surface du barrage n°2 de Ouagadougou, les pertes en eau seraient de 1124 m³/j, soit 410260 m³/an. La prolifération rapide de la jacinthe au niveau du barrage N°2 serait liée à la richesse des nutriments, et aussi au climat favorable. La jacinthe d'eau douce affecte significativement la quantité des ressources en eau de surface et la véritable raison de sa prolifération est liée à l'excès de rejet d'eaux d'origine anthropique.

Mots Clés :

-
- 1 - Eau de surface**
 - 2 – Jacinthe d'eau douce**
 - 3 - Pertes d'eau**
 - 4 - Prolifération de la jacinthe**
 - 5 – Qualité de l'eau**

ABSTRACT

The presence of floating plants is becoming a problem in Ouagadougou, particularly the freshwater hyacinth, which has truly an extraordinary growth. Freshwater hyacinth develops on surface waters and has quantitative and qualitative impacts on water. The objective of this study is to assess the impact of freshwater hyacinth on the water mobilization of Ouagadougou dam n°2. The origin of the pollution has been identified by the identification of the source of contamination. The water quality of the dam was assessed by determining the physicochemical parameters in the laboratory. Development monitoring and water losses related to water hyacinth was carried out by an experimental study. The results show that the freshwater hyacinth invasion comes from channel 3 of Noncin, channel of Némnin, and channel of Kossoghin. The values found after dam n°2 raw water analysis, show that they have a quality that meet the surface water standard. The experimental study shows that the hyacinth has a high capacity to adapt to the environment as well as a very rapid growth. It passes from 918.6g to 3237.9g in just eight weeks without adding nutrients to the experimental device. It reduces the quantity of water by its high evapotranspiration and promotes a slight purification by the consumption of the organic matter available in the water. Assuming that the hyacinth covers about 80% of the surface of the Ouagadougou dam No. 2, the water losses would be 1124 m³/day, 410260 m³/year. The rapid proliferation of hyacinth at the N° 2 dam would be linked to the richness of the nutrients and also to the favorable climate. Water hyacinth significantly affects the quantity of surface water resources and the real reason for its proliferation is related to the excess discharge of anthropogenic water.

Key words:

-
- 1 - Freshwater hyacinth**
 - 2 - Surface waters**
 - 3 – Water losses**
 - 4 –Proliferation of hyacinth**
 - 5 – Quality of water**

LISTE DES ABREVIATIONS

2ie : Institut International d'ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

AEP: Adduction en Eau Potable

CNRST : Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique

DBO₅ : Demande Biologique en Oxygène

DDR : Direction du Développement Rural

E. coli : *Escherichia coli*

EPIC : Etablissement Public de l'Etat à caractère Industriel et Commercial

ETP : Evapotranspiration potentiel

GIRE : Gestion intégrée des ressources en eau

GPS: Global Positioning System

INERA : Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricoles

MES : Matière En Suspension

NF: Norme Française

NO₃⁻ : Nitrates

NO₂⁻ : Nitrites

NTU: Nephelometric Turbidity Unit

O₂ dissout: Oxygène dissout

ONEA : Office National de l'Eau et de l'Assainissement

PO₄³⁻ : Ortho phosphates

pH: Potential hydrogen

T°C : Température en degré Celcius

TAC : Titre alcalimétrique Complet

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES ABREVIATIONS	v
TABLE DES MATIERES	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES.....	ix
INTRODUCTION.....	1
I. SYTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
1. La mobilisation des eaux de surface	3
2. La jacinthe d'eau douce.....	4
2.1. Description de la jacinthe	4
2.2. Dispersion de la jacinthe à travers le monde.....	5
2.3. Développement de la jacinthe	6
3. Impacts liés à la jacinthe d'eau	7
3.1. Impacts négatifs de la jacinthe	7
3.2. Impacts positifs de la jacinthe	8
4. Paramètres physico-chimiques influençant le développement de la jacinthe	9
4.1. Paramètres physiques	9
4.2. Paramètres minéraux	9
4.3. Paramètres organiques.....	9
5. La structure d'accueil	10
5.1. Historique de l'ONEA.....	10
5.2. Les missions de l'ONEA.....	10
5.3. Le laboratoire Central de l'ONEA à Ouagadougou	11
II. MATÉRIELS ET MÉTHODES	12
1. Présentation du site de l'étude.....	12

2.	Identification des foyers de transfert de la jacinthe.....	13
3.	Caractérisation des eaux brutes du barrage n°2 de Ouagadougou	13
3.1.	Echantillonnage	13
3.2.	Analyses des paramètres physico-chimiques	14
4.	Suivi du développement de la jacinthe.....	15
4.1.	Dispositif expérimental	15
4.2.	Evaluation des pertes en eau lié à l'ensemencement de la jacinthe d'eau	16
4.3.	Evaluation des pertes en eau lié à l'évaporation	16
4.4.	Evaluation de la perte en eau d'une feuille	17
4.5.	Evaluation de la qualité de l'eau liée au développement de la jacinthe.....	17
5.	Traitement des données.....	17
III.	RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	18
1.	Identification des foyers de transfert.....	18
1.1.	Résultats des enquêtes.....	18
1.2.	Etat des lieux du barrage N°2 de Ouagadougou	20
1.3.	Les foyers de transfert de la jacinthe d'eau douce au barrage n°2.....	21
2.	Caractérisation l'eau brute	23
3.	Suivi du développement de la jacinthe d'eau dans le dispositif expérimental.....	25
3.1.	Evolution spatio-temporelle de la jacinthe.....	25
3.2.	Pertes en eau liées à l'évaporation	26
3.3.	Les pertes en eau liées à l'évapotranspiration.....	27
3.4.	Evolution de la qualité de l'eau.....	28
4.	Evaluation des impacts de la jacinthe d'eau.....	32
4.1.	Impact sur l'écoulement	32
4.2.	Impact sur le transport fluvial lié à la jacinthe	33
4.3.	Impact sur les habitants aquatiques et la mutation du milieu.....	33
4.4.	Impacts sur la quantité et la qualité de l'eau	34
4.5.	Impact sur l'économie.....	34
	CONCLUSION.....	36
	RECOMMANDATIONS.....	37

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	38
ANNEXES	I
1. Annexe I : Fiche d'enquête	I
2. Annexe II : évolution des paramètres physico-chimiques au cours du temps.....	IV

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les nombres des ouvrages de mobilisation des ressources en eau de surface au Burkina Faso (Gueye, 2004)	4
Tableau 2: Principaux cours d'eau infestés par la jacinthe d'eau dans les pays en voie de développement (Dagno et <i>al</i> , 2007)	6
Tableau 3: Méthode et appareil utilisé pour les analyses physico-chimique	15
Tableau 4: Caractérisation physico-chimique d'eau brute de barrage N°2.....	23
Tableau 5: Evaluation du volume d'évaporation	26
Tableau 6 : Perte en eau par transpiration d'une feuille	27

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Carte de la zone d'étude	12
Figure 2: Présentation des points de prélèvement	14
Figure 3: Dispositif expérimental.....	17
Figure 4: Avis sur la provenance de la jacinthe	18
Figure 5: Entassement de la jacinthe aux abords du barrage N°2	20
Figure 6: L'état du barrage n°2.....	21
Figure 7: les affluents du barrage n°2 infecté par la jacinthe.....	21
Figure 8: les activités autour du barrage n°2 et l'état des affluents	22
Figure 9: Distribution des profondeurs	23
Figure 10: Evolution de la conductivité	24
Figure 11: Dispositif expérimental pour ensemencement de la jacinthe	25
Figure 12: Evolution du poids de la jacinthe avec le temps.....	26
Figure 13: Evaluation de la transpiration d'une feuille	27
Figure 14: Evaluation du volume d'eau perdu dans le bac d'ensemencement.....	28
Figure 15: Evolution du pH.....	28
Figure 16: Variation de la turbidité	29
Figure 17: Variation de la conductivité.....	29
Figure 18: Evolution du potassium	30
Figure 19 : Variation des nitrates	31
Figure 20 : Variation des nitrites.....	31
Figure 21 : Variation des ortho phosphate	32

INTRODUCTION

L'adage « l'eau, c'est la vie » montre à quel point l'eau est essentielle et indispensable à la vie. Comme le disait Antoine de Saint-Exupéry « l'eau n'est pas nécessaire à la vie, elle est la vie ». C'est dans cette optique que chaque état met en œuvre des stratégies et des plans de gestion de ses ressources en eau (Kerr et *al*, 1987). Les plus souvent dépourvues de système d'adduction en eau potable sont les populations des zones rurales (Ndiaye, 2010), et plus particulièrement le Burkina Faso. Pour pallier à ce problème de pénurie qui menace le statut de certaines villes telle que celle de Ouagadougou, le gouvernement Burkinabè se tourne vers la mobilisation d'eau de surface, en créant des réservoirs (barrages) ainsi que des bonne-fontaines destinés à alimenter la ville (Gueye, 2004). Cette eau est exhaurée dans une station de traitement afin de subir un processus de clarification et de potabilisation avant d'être desservie à la population (Reymond, 2016).

Les apports massifs des nutriments liés aux multiples activités anthropiques faites autour du barrage n°2, constituent une pression en ce sens qu'elles détériorent les ouvrages et polluent les eaux (Pelmont, 2005). A ce problème s'ajoute la prolifération des végétaux flottants plus particulièrement la jacinthe d'eau qui, par sa croissance extraordinaire devient un problème capital à Ouagadougou (Hade, 2002). En effet, le spectacle de la jacinthe d'eau sur les barrages devient de plus en plus inquiétant. Selon Karambiri (1998), elle favorise les inondations, la sédimentation ainsi que l'assèchement des barrages. Sa croissance est souvent rythmée par les variations saisonnières (Direction du Développement Rural, 2013) et par les différents facteurs environnementaux (Mama et *al*, 2011). On remarque en effet, qu'en saison pluvieuse, la jacinthe couvre presque la totalité du barrage n°2.

Au vue de l'ampleur du phénomène de nombreuses stratégies de lutte ont été proposées. Il s'agit notamment de la lutte manuelle qui est présentement mise en place. Cependant, cette technique s'avère insuffisante puisqu'elle n'empêche pas une réapparition de la jacinthe (Ranarijaona et *al*, 2013). Par ailleurs, elle favorise la dispersion de la jacinthe et dégrade l'environnement (Dan, 2012). Face à la recrudescence de la jacinthe d'eau au sein du barrage n°2 de Ouagadougou, il y a lieu de se poser des questions suivantes : Quels sont les foyers de transfert de la jacinthe ? Quels sont les risques liés à sa présence sur la mobilisation de la ressource en eau? Est-il possible de lutter contre cette plante ? Aussi, les responsables de l'ONEA perçoivent-ils la menace sur la production d'eau potable, vu que le barrage envahi a une vocation d'adduction en eau potable?

Dans l'optique de trouver les réponses à toutes les questions précédentes que cette étude a pour objectif général d'évaluer l'impact de la jacinthe d'eau douce sur la mobilisation des eaux de surfaces avec le cas du barrage n°2 de Ouagadougou. Il s'agira spécifiquement de :

- ✓ Identifier les foyers de transfert de la jacinthe d'eau douce au barrage n°2
- ✓ Faire une caractérisation des eaux brute du barrage
- ✓ Suivre les pertes d'eau liée au développement de la jacinthe d'eau douce
- ✓ Evaluer l'évolution des paramètres physico-chimique de l'eau au cours de la croissance de la jacinthe d'eau douce

Ce mémoire est divisé en trois parties. La première partie concerne la synthèse bibliographique sur l'origine de la jacinthe d'eau douce. La deuxième partie décrit les matériels et méthodes utilisés pendant la phase expérimentale et la troisième partie présente les résultats et discussion.

I. SYTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

La bibliographie a été élaborée en s'appuyant sur plusieurs recherches disponibles en ligne, constituées des revues scientifiques, d'articles, des rapports scientifiques, ainsi que des livres. Les thématiques ayant été traitées sont entre autre l'origine de la jacinthe d'eau douce, l'influence de la jacinthe d'eau douce sur la biodiversité, les impacts de la jacinthe d'eau douce sur la mobilisation des eaux, la lutte contre les plantes envahissantes, etc. Une attention particulière a été portée sur le contexte dans lequel ces diverses sources ont été rédigées, afin de s'assurer que le contenu soit transposable au contexte du Burkina Faso (Ouagadougou). En effet, il y a eu des études qui ont été faites sur la plante envahissante, mais il s'agit de connaître les techniques à mettre en place pour que la disponibilité de la ressource en eau ne soit plus un problème, vu que le barrage de notre étude est utilisé en Adduction en Eau Potable (AEP) pour la ville de Ouagadougou.

Ce travail a permis d'acquérir une meilleure maîtrise du sujet et de s'appuyer sur les méthodes déjà mis en place afin de mieux aborder la problématique.

1. La mobilisation des eaux de surface

L'essentiel des ressources en eau du Burkina provient des pluies qui engendrent le ruissellement et la recharge des nappes souterraines (Gueye, 2004). Ce ruissellement conduit aux eaux de surface qui sont constituées par les cours d'eau, les plans d'eau artificiels comprenant les ouvrages de mobilisation des eaux de surfaces (barrages) ainsi que les lacs et les mares naturels qui se répartissent dans les principaux bassins versants hydrographiques nationaux (Komelan, 1999). La ville de Ouagadougou appartient à la zone de climat nord-soudanien ou tropical sec, avec une saison sèche d'une durée d'environ huit mois (octobre à mai) et une saison pluvieuse d'environ quatre mois (juin à septembre) (Kouakou, 2008). Sa pluviométrie annuelle moyenne est de 755 mm (Gueye, 2004). Elle varie de plus de 1000 mm pour le bassin de la Comoé à 600 mm environ pour le bassin du Niger. En 1955, l'administration met en place trois digues qui retiennent chacune des lacs peu profonds d'une superficie totale de 3,5 km² et capables de contenir plus de 6 millions de m³ d'eau (Morel, 1997). Les barrages n°1,2 et 3 ont entre autres pour vocation d'approvisionner en eau potable la ville de Ouagadougou à travers des traitements appropriés. Ces trois barrages sont connectés de telle sorte que l'eau retenue dans le premier bassin (barrage N°1) subit une décantation et est ensuite déversée dans le deuxième bassin qui à son tour se décante et déverse dans le troisième bassin.

En moyenne, le pays reçoit environ 205 milliards de m³ d'eau par an (Système d'information mondial francophone pour le développement durable, 2013) et environ 5 milliards de m³ dont

2,7 milliards de m³ stockées en moyenne/an en ressources en eau de surface. Le tableau 1 montre les nombres des différents ouvrages des ressources en eau de surface au Burkina Faso.

Tableau 1 : Les nombres des ouvrages de mobilisation des ressources en eau de surface au Burkina Faso (Gueye, 2004)

REGION	BARRAGE	BOULI	LAC	MARE	TOTAL
Boucle du mouhoun	52	12		53	117
Cascades	25	5	2	16	48
Centre	83	6			89
Centre-est	74	9	1	19	103
Centre-nord	96	179	4	11	290
Centre-ouest	201	32		7	240
Centre-sud	102	10		2	114
Est	64	38		16	118
Hauts bassins	39	3	2	17	61
Nord	91	35		11	137
Plateau central	86	100			186
Sahel	47	122	1	71	241
Sud-ouest	41	5		4	50
Total	1001	556	10	227	1794

2. La jacinthe d'eau douce

2.1. Description de la jacinthe

La jacinthe d'eau douce est une plante hydrophyte flottante qui a pour nom biologique « *Eichhornia crassipes* » (« Le Grand voyage des espèces : Espèce invasive », 2016). Elle est classée dans les Liliopsida, dans la famille de Pontederiaceae, libre et stolonifère avec une hauteur de 30 cm à 1m (Fortier, 2007). Elle s'installe sur la zone en eau, sur les suintements en saison sèche, cachés au fond des arbres morts sur la berge (Keller, 2008). Elle a des feuilles coriaces à limbe cordé, avec des nervures de couleur vert claire. Ses pétioles spongieux aérifères sont renflés au milieu et assurent la flottaison de la plante (Aquaortail, 2016.). Son fruit est une capsule, les graines sont toujours albuminées. La tige immergée peut être libre ou enracinée dans la vase par un rhizome (Saunders, 2013). Quant à sa partie racinaire, elle présente la moitié de la masse de la plante, pour une taille allant jusqu'à trois mètres (Mary, 2007). Elles sont noires, pendantes, longues et se forment au-dessous de la rosette formée par les feuilles à la base des nœuds. Les racines portent de nombreux poils absorbants (Ranarijaona et al, 2013).

Selon Karambiri (1998), la jacinthe d'eau a une variabilité considérable dans la forme et la couleur de ses feuilles ainsi que de ses fleurs, et aussi selon l'âge de la plante. Les fleurs sont bleuâtres-pourpres, grandes et auto-fertiles. Sa croissance est une des plus rapides du règne végétal, les graines sont produites en grand nombre dans des capsules, chaque capsule pouvant contenir jusqu'à 300 graines (Adamou et al, 2015). Les graines peuvent rester viables de 5 à 20 ans à temps de dormance (Almoustapha et al, 2008). Elles résistent à une longue sécheresse et germent dès qu'elles sont immergées dans l'eau (Pocquet et al, 2015). Ses caractéristiques biologiques (reproduction, croissance) et son adaptation à une grande diversité de milieux, notamment les zones humides polluées (Au jardin, 2015), font ainsi de cette espèce introduite une espèce invasive. La plante peut aussi se reproduire végétativement avec la production de stolons horizontaux (Gopal, 1987). Ses caractéristiques biologique (reproduction, croissance) et son adaptation à une grande diversité de milieu, notamment les zones humides polluées (Navarro et al, 2000) font de cette espèce introduite une espèce invasive.

2.2. Dispersion de la jacinthe à travers le monde

Originnaire du bassin du fleuve Amazone en Amérique du Sud, la jacinthe d'eau, a été introduite comme une plante ornementale dans les jardins d'eau, en Asie et en Afrique notamment, à la fin du XIXe siècle ("Le Grand voyage des Espèces : Espèce invasive", 2016). Suite à son exportation depuis l'Amazonie, elle a été introduite dans des milieux où ses prédateurs naturels sont absents et où sa densité atteint jusqu'à 60 kg par mètre carré. L'ensemble de la zone d'Amérique du Sud est considéré comme région naturelle de la jacinthe (Dagno et al, 2007) et Porto Rico serait son principal centre de dispersion (Gopal, 1987). Cependant, Guiral et Etien (1991) ont rapporté que la jacinthe serait originaire du bassin amazonien où elle vit en symbiose dans l'écosystème aquatique. Sa distribution adventive influencée par l'homme a été remarquable au début du 20^e siècle (Moreau et Prat, 2008.). La dispersion a été orientée d'abord de l'Amérique du Sud vers celle du Nord dès le début du 19^e siècle où plusieurs lacs et cours d'eau ont été infestés en Louisiane, Alabama, Californie, Floride et au Texas (Gopal, 1987). En Afrique, la jacinthe a été trouvée au Rwanda et d'après Fortier (2007), elle a été introduite par les colonisateurs Belges pour embellir leurs maisons. En 1988, on la trouve dans le lac victoria, en Ethiopie, au Malawi, en Egypte, et dans beaucoup d'autres pays africains (Carnat et Tabarly 2007). C'est au début des années 80 que l'on a parlé, pour la première fois, de la prolifération des plantes aquatiques denses en Afrique de l'Ouest (Ouedraogo et al. 2014). Elle a apparu au Burkina Faso en 1990 et 1994 (Fonds Africain de Développement, 2016). Le tableau 2 regroupe les principaux cours d'eau envahis par la jacinthe dans le Tiers-Monde.

Tableau 2: Principaux cours d'eau infestés par la jacinthe d'eau dans les pays en voie de développement (Dagno et al, 2007)

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, fleuve Santiago et plusieurs barrages dans le centre et sud du pays
Afrique	Angola	Fleuve Kwanza et réseaux d'irrigation
	Bénin	Fleuves So et Ouémé, lac Nokoue
	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 et Kwanja
R.D. Congo (ex Zaïre)	Fleuve Congo, lac Albert	
Zimbabwe	Lac Chivero, fleuve Manyame	
Sud-Est de l'Asie	Divers pays dans cette région sont exposés aux problèmes de l'infestation de la jacinthe, il s'agit de la partie sud de la Chine, de la Thaïlande, du Vietnam, du Laos et de l'Indonésie.	

En Afrique, en Asie ainsi qu'aux Etats Unis, la jacinthe cause de nombreux problèmes relatifs au transport fluvial, à la biodiversité et aux ressources halieutiques (Mary, 2007). Elle devient un problème au niveau mondial. Elle envahit les lacs et les cours d'eau et cause diverses nuisances, tant pour l'environnement que pour les populations locales (Dagno et al, 2007). La jacinthe est classée parmi les 100 espèces les plus envahissantes au monde (DDR, 2013), elle forme des tapis denses qui réduisent d'une part, l'écoulement et le taux d'oxygène de l'eau (Kouakou, 2008), et d'autre part la pénétration de la lumière (Almoustapha et al, 2008). La progression de la jacinthe est faible dans les conditions de basses eaux (Keller, 2008), elle s'enracine dans la boue (Navarro et al, 2000) tandis qu'elle est très forte en période de crue où la plante flotte sur l'eau. C'est la période de dissémination et d'envahissement des réseaux hydrographiques (Komelan, 1999).

2.3. Développement de la jacinthe

La jacinthe est une plante pérenne à croissance indéterminée (Fortier, 2007). L'intensité de croissance de la plante est déterminée soit par évaluation de la surface de l'eau couverte durant une période donnée (Boko, 2016), soit par évaluation de la densité ou du poids des plantes par unité de surface (EPA, 1988). Selon le Saunders (2013), dans les sites naturels de la jacinthe, cette densité est relativement faible (10 kg.m⁻²) en poids frais, tandis que dans les régions

d'infestation, elle atteint 60 kg.m^{-2} (Gopal, 1987). La croissance maximale de la jacinthe est observée à 20–30 °C.

Elle possède deux modes de multiplication, sexuée et asexuée, très efficace, qui assurent la colonisation et le peuplement rapide de nouveaux milieux (Aquaportail, 2016). La multiplication de la jacinthe s'effectue principalement par voie végétative à partir des stolons, dispersés par les courants (Navarro et al, 2000). La propagation végétative est très importante dans les nouveaux sites d'infestation (Thiebaut, 1997). Les nouvelles plantes sont produites à partir de l'élongation de stolons due à la division des méristèmes axillaires de la plante mère (Dagno et al, 2007). Les clones très fragiles restent fixés à la plante mère par le stolon (Mandi et al, 1992), puis se détachent sous la pression des courants d'eau, permettant à de nouveaux individus de coloniser d'autres zones (Oumarou et al, 2008). La jacinthe produit des graines en grande quantité, 5 000 graines par plant (Navarro et al, 2000). Selon Gopal (1987), les graines ont été considérées comme le principal facteur de multiplication de la plante. Malgré une quantité élevée de graines produites (200–300) (Chouard, 1934), seulement un maximum de 34 graines sont viables par capsule (Wilson et al, 2005). Sa forte prolifération pourrait être expliquée par la « non inhibition » des bourgeons axillaires et l'absence d'ennemis naturels dans les zones envahies (Bodo et al, 2006). Aussi les aménagements hydrauliques sur les cours d'eau favoriseraient également sa croissance (EPA, 1988).

3. Impacts liés à la jacinthe d'eau

3.1. Impacts négatifs de la jacinthe

L'une de conséquence la plus remarquable sur le barrage n°2 est l'eutrophisation. C'est un processus naturel, par lequel les plans d'eau reçoivent une grande quantité d'éléments nutritifs notamment du phosphore et de l'azote (Hade, 2002) provoquant un développement accéléré des algues et des végétaux d'espèces supérieures qui entraîne une perturbation indésirable de l'équilibre des organismes présents dans l'eau et une dégradation de la qualité de l'eau. Le développement excessif de la jacinthe d'eau forme sur le barrage une couche verte qui laisse deviner qu'en dessous se trouve une masse d'eau avec une vie aquatique en péril par l'eutrophisation. Les conséquences de la prolifération peuvent s'exprimer sur beaucoup de plans :

Sur le plan environnemental, elle pollue l'atmosphère car sa décomposition anaérobie dans l'eau émet du méthane, puissant gaz à effet de serre (GES) (Traoré, 2006). Aussi, les proportions importantes dans lesquelles elle se développe mettent en danger la biodiversité halieutique du lac (Dagno et al, 2007). Elle provoque un changement substantiel des propriétés

physiques et chimiques de l'eau (Castillon, 2005) et de l'environnement dans les milieux envahis, portant des effets négatifs sur les plantes et les animaux (Sayed et al, 2000).

Sur le plan économique, elle nuit à la pêche en réduisant fortement les concentrations d'oxygène de l'eau et donc les rendements en poissons ainsi qu'en obstruant les filets de pêche. Ainsi, une réduction dramatique de la pêche et des sources de nourriture et de revenus pour les populations locales (Dagno et al, 2007). Elle représente une grave menace à la production agricole, suite à l'obstruction des canaux d'irrigation et du système de drainage (Sayed et al, 2000). De plus, elle réduit l'activité de centrales hydroélectriques, compromettant ainsi la quantité d'électricité disponible.

Sur le plan sanitaire, elle crée un environnement favorable aux moustiques, et favorise le développement de certaines maladies, telles que le paludisme et la bilharziose et abrite des serpents venimeux (Navarro et al, 2000).

Sur la mobilisation d'eau, elle cause une énorme perte d'eau à travers l'évapotranspiration, qui altère l'équilibre hydrique des régions entières (Jimenez, 2016). Elle est aussi un obstacle à la circulation de l'eau, qui augmente la sédimentation, cause d'inondations et d'érosion du sol (Ouedraogo et al. 2014).

3.2. Impacts positifs de la jacinthe

Bien que la jacinthe d'eau soit nuisible pour l'écosystème, elle possède aussi les propriétés à exploiter. En limitant sa prolifération, la jacinthe d'eau présente des impacts positifs et peut contribuer au développement des régions envahies (Boko, 2016). Elle peut être utilisée dans : L'épuration des eaux usées dans les stations d'épuration naturelle par lagunage ("Le Grand voyage des espèces : Espèce invasive", 2016). Xia et Ma (2011) ont montré que dans des bassins de décantation, la plante assimile les phosphates et les nitrates des eaux usées et accumule les métaux lourds des eaux polluées. En Chine, la jacinthe a été utilisée pour éliminer l'odeur désagréable, ainsi que la couleur verdâtre du lac Dianchi (Saunders, 2013). Le développement de la phyto-épuration peut contribuer à la gestion durable des eaux douces et favorise l'accès à l'eau potable (Bodo et al, 2006).

Le compost produit à partir de cette plante aquatique constitue un engrais "vert" qui donne un meilleur rendement et est moins coûteux que les engrais chimiques (Castillon, 2005). Au Bangladesh, en Birmanie et au Mali, elle est non seulement utilisée comme compost, mais aussi comme aliment pour le bétail (Traoré, 2006). L'usage de la jacinthe d'eau pour la fabrication de compost semble être une bonne alternative pour lutter contre sa prolifération tout en permettant de générer une source de revenus supplémentaire pour les populations locales

(Niasse et *al*, 2004).

La fabrication de briquettes. La matière organique séchée (DDR, 2013) à base de jacinthes d'eau pourrait constituer une alternative à l'utilisation du bois comme *combustible*, et ainsi contribuer à ralentir la désertification due à la déforestation. De plus, les tiges de jacinthes d'eau sont aussi utilisées dans la vannerie et menuiserie (Dr Dembele et *al*, 2016).

La production du biogaz à partir de la fermentation de la jacinthe (Almoustapha et *al*, 2008) permettra la réduction de la déforestation, l'atténuation des changements climatiques et l'amélioration des conditions de vies de la population qui fait face à une demande énergétique importante.

4. Paramètres physico-chimiques influençant le développement de la jacinthe

4.1. Paramètres physiques

Les paramètres physique qui sont considérés sont la température, la conductivité, le pH, l'oxygène dissout, ainsi que la profondeur du plan d'eau (Girgenti, 2011). En effet, la progression de la jacinthe est faible dans les conditions de basses eaux (E-Gendy et *al*. 2005), elle s'enracine dans la boue (Federrer 2013) tandis qu'elle est très forte en période de crue où la plante flotte sur l'eau (Komelan, 1999). C'est la période de dissémination et d'envahissement des réseaux hydrographiques. Elle s'épanouit à une eau de température de 20 à 30°C, et sa tolérance au pH est estimée de 5 à 7.5 (Au jardin, 2015).

4.2. Paramètres minéraux

Selon Girgenti (2011), les minéraux qui jouent un rôle dans le développement de la jacinthe sont les nitrates, phosphates, potassium et le sodium. Elle se nourrit en prélevant les matières minérales disponibles dans l'eau (Mandi et *al*, 1992). La jacinthe est plus abondante lorsque les eaux sont moins salées (Ouedraogo et *al*, 2014), lors des saisons pluvieuses ou de la crue. Elle est très peu tolérante vis-à-vis de la salinité du milieu et ne se développe pas lorsque la moyenne de la salinité est supérieure à 15% de celle de l'eau de la mer (Au jardin, 2015).

4.3. Paramètres organiques

La disponibilité de ces nutriments, en combinaison avec d'autres facteurs favorise ou limite la croissance de la jacinthe. Selon Komelan (1999), la jacinthe a le pouvoir de capter et de transformer certains éléments polluants d'où considérée comme étant une plante épurative (Aquaportail, 2016). Elle réduit rapidement la quantité totale d'azote et de phosphore et absorbe l'arsenic (Zhang, 2014).. L'excès de matière organique est source de pollution asphyxie du milieu aquatique (Younoussou et Hamadou, 2010). En présence d'oxygène, les microorganismes dégradent la matière organique et la transforment en éléments minéraux qui

sont absorbés par les plantes, pour leur croissance. L'excès de matière organique rejetée dans les eaux par les activités humaines favorisent la prolifération de la jacinthe (Au jardin, 2015).

5. La structure d'accueil

5.1. Historique de l'ONEA

L'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) a été créé par décret n°85/387/PRES/EAU du 28 juillet 1985 sous la forme d'Etablissement Public de l'Etat à caractère industriel et commercial (EPIC). Il sera transformé en société d'Etat le 2 novembre 1994 (décret N°94-391/PRES/MICM/EAU). Les années 1951-1952 marquent le démarrage des travaux d'AEP de Ouagadougou avec la construction d'une prise d'eau et d'une station d'exhaure sur le barrage N°3. En 1970, il eut la création de la société nationale des eaux (SNE), qui était une société d'économie mixte chargée de la production et de la distribution d'eau dans les centres urbains et semi urbains.

En 1976, la politique de l'eau, transfère la gestion de l'eau dans le domaine public et en 1977, la gestion des systèmes collectifs d'AEP est nationalisée avec la création de l'Office National de l'Eau (ONE). Cet office reçoit le monopole de la gestion de toutes entreprises et de toutes opérations de stockage, de traitement, d'épuration, de transport et de distribution d'eau brute et d'eau potable. Le décret du 26 Avril 1977 portant statut de l'ONE indique également qu'il avait pour objet la réalisation des programmes de traitement des eaux usées en vue de leur recyclage dans les circuits de distribution. Le 21 juillet 1985, l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement fut créé par décret 85/387/CNR/PRES/EAU.

5.2. Les missions de l'ONEA

L'Office National de l'Eau et de l'Assainissement se fixe chaque année des objectifs généraux sur lesquels les différents départements se basent pour à leurs tours fixer leurs objectifs et faire un rapport de ce qui est fait à la fin de l'année. Parmi ces objectifs nous pouvons citer entre autres :

- ✓ La création, la gestion et la protection des installations de captage, d'adduction, de traitement, et de distribution d'eau potable pour les besoins urbains et industriels ;
- ✓ La création, la promotion et l'amélioration ainsi que la gestion des installations d'assainissement collectifs, individuels ou autonomes pour l'évacuation des eaux usées et des excréta en milieu urbain et semi urbain.

La gestion et l'organisation de ses activités sont assurées par un Conseil d'Administration et la Direction Générale. La Direction Générale comprend huit (08) Directions Centrales et quatre (04) Directions Régionales. La Direction d'Exploitation, regroupe cinq (05) Services : le

Service, le Service Production et Distribution, le Service Logistique, le Service Entretien et Maintenance et le Secrétariat. C'est au sein de cette Direction qu'a eu lieu notre stage, plus précisément dans le service Qualité Eau (laboratoire Central).

5.3. Le laboratoire Central de l'ONEA à Ouagadougou

Le laboratoire central à Ouagadougou (Paspanga) dispose d'équipements performants de haute technologie pour les contrôles suivants : contrôle de la potabilité de l'eau de boisson, contrôle de la qualité des eaux de puits et forages, contrôle de la qualité des eaux de surface, contrôle de la qualité des eaux usées et épurées, études et bilan de pollution industrielle, agricole, ...

Il comporte quatre (4) laboratoires à savoir : laboratoire de la chimie générale, laboratoire de la microbiologie, laboratoire de la chimie organique, et laboratoire des eaux usées. Le laboratoire fait les analyses et autres prestations relatives à la qualité de l'eau.

II. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Présentation du site de l'étude

L'étude s'est effectuée dans la ville de Ouagadougou et a concerné le barrage N°2. Régionalement, Ouagadougou fait partie du plateau Mossi, vieux socle cristallin arasé et aplani, à couverture quasi-continue d'altérites couronnées par de puissantes carapaces ferrugineuses. Le relief est mollement ondulé, à réseau hydrographique à peine marqué (Morel, 1997). La ville est située dans le bassin du Massili, à 20km à l'Est de la ligne de partage des eaux de ce bassin et celui du Naziron. La station de Paspanga est située dans la ville de Ouagadougou, chef-lieu de la province du Kadiogo, sur les coordonnées 12°22'24'' latitude Nord et 1°30'49'' longitude Ouest, avec une superficie de 2 857 km² et une population estimée à 1 915 102 habitants en 2012 (Gueye, 2004).

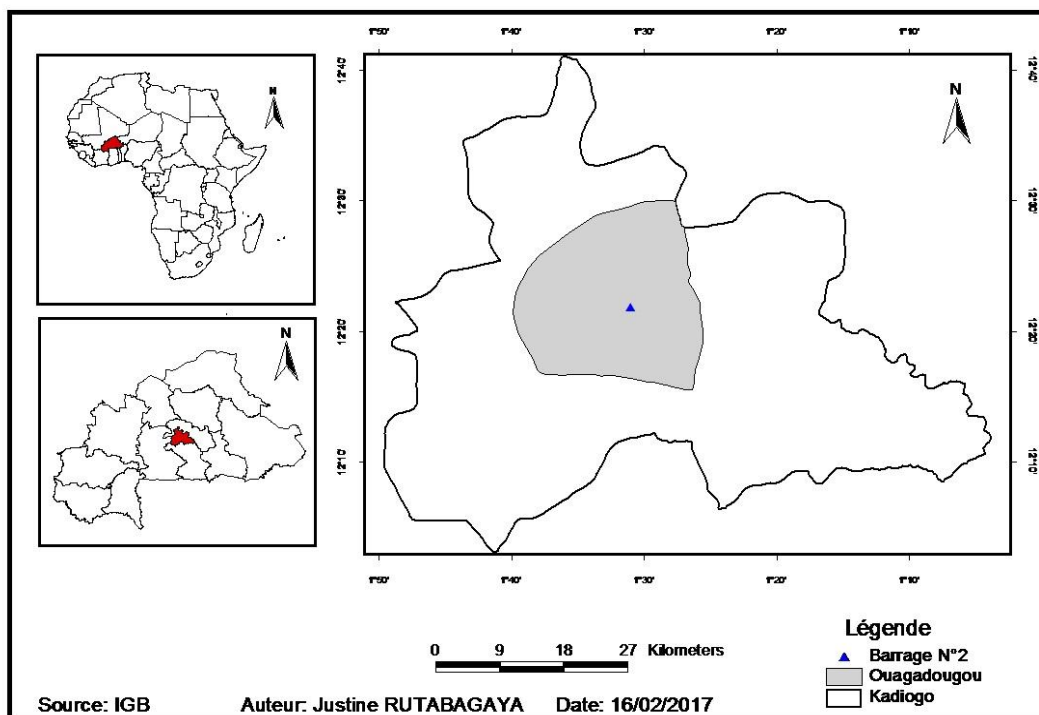


Figure 1: Carte de la zone d'étude

Le barrage N°2 situé à Ouagadougou, dans l'arrondissement de Nongr-Maasom, coule d'Ouest-Est en rejoignant le Massili (Ouedraogo et *al*, 2014.). Il a été construit dans les années 50, dans le but de satisfaire la demande en eau potable de ville de Ouagadougou. Il occupe une superficie d'environ 226 ha et un volume de 2 333 334 m³(Médiaterre, 2013). La protection en amont est en pierre maçonnée et en aval en pierre arrangée à la main. Il a une cote du déversoir de 285.28 m, un débit du déversoir de 180 m³/s et 60 orifices rectangulaires où l'eau coule en cas de crues (Gueye, 2004). Le barrage reçoit l'eau venant du barrage n°1, et du canal de Némnin. Il est

utilisé pour la pêche, l'abreuvement du bétail, l'irrigation, la pisciculture, le lavage des engins et l'approvisionnement en eau potable de la population (Kerr *et al*, 1987).

2. Identification des foyers de transfert de la jacinthe

L'identification des foyers de transfert a été faite par une collecte des données qui a consisté des enquêtes et des sorties du terrain. Ces sorties visaient à évaluer l'ampleur du problème de la prolifération de la jacinthe d'eau douce et ont été faite en deux étapes. La première étape a concerné la visite du barrage n°2. Cette visite a permis d'estimer la dynamique des plans d'eau. Et la seconde étape était marquée par des visites prospectives sur les affluents des barrages afin d'identifier si ces derniers sont les origines immédiates de la jacinthe d'eau douce vers le barrage n°2 de Ouagadougou.

Des enquêtes avaient pour objectif la collecte des informations relatives à la jacinthe d'eau douce auprès des usagers, à la fois du barrage que de l'eau, afin de pouvoir mieux apprécier l'état de lieu de phénomène de prolifération sur les plans d'eau. Elles ont permis également d'aboutir à un plan de lutte consensuel pour atténuer la prolifération de la jacinthe ainsi qu'à des recommandations synthétisées. Pour ce faire, des fiches d'enquête ont été élaborées. Et les enquêtes se sont déroulées sur une période d'un mois. Les enquêtés étaient au nombre de 40 personnes. 30 personnes qui mènent différentes activités autour du barrage et 10 autres appartenant aux structures telles que l'ONEA, l'INERA, la CNRST, le laboratoire de l'UO et la mairie de Ouagadougou, 2 personnes par structure.

3. Caractérisation des eaux brutes du barrage n°2 de Ouagadougou

3.1. Echantillonnage

Un plan d'échantillonnage a été élaboré et a permis d'effectuer un prélèvement d'eau de barrage N°2 et également de la jacinthe d'eau douce. Le choix des points des prélèvements a été déterminé de façon représentative afin d'avoir des informations sur l'eau du barrage. Les prélèvements ont été faits sur une même ligne droite traversant le barrage en largeur (P1, P2, P3), et ensuite un point (P4) a été pris tout près d'un tas de jacinthes d'eau douce et afin un point (P5) à la digue. Ce prélèvement a été fait en surface, en subsurface (0.5m) et en profondeur (1.5m). Cette approche dans le plan de prélèvement vise à tenir compte du système racinaire de la jacinthe dans l'identification ou dans la détermination des facteurs qui influent sur son développement. En effet, selon E-Gendy *et al*, (2005), de la racine à la fleur, la jacinthe d'eau peut mesurer plus de 1,5m. Elle permettra également de choisir les profondeurs des prélèvements d'eau pour l'étude expérimentale. La figure 3 montre le barrage N°2, ainsi que

les différents points des prélèvements. Ce premier prélèvement d'eau de barrage a pour but de nous donner les informations sur les caractéristiques à différents points de barrage. Le deuxième prélèvement est celui de l'eau qui sera utilisée dans le dispositif expérimental. Les prélèvements faits sur le site expérimental, ont été effectués à 09h du matin, pendant deux mois (8 semaines). Un litre est destiné à l'analyse des paramètres physico-chimique, et les analyses ont été conduites au Laboratoire Central de l'ONEA. Les échantillons ont été conditionnés dans des récipients lavés selon les procédures de lavage du Laboratoire Central de l'ONEA pour éviter toute sorte de contamination. De plus, dans le recueil, les récipients étaient rincés avec l'échantillon.



Figure 2: Présentation des points de prélèvement

3.2. Analyses des paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques ont été déterminés en utilisant des méthodes normalisées des références présentées dans le tableau 3.

Tableau 3: Méthode et appareil utilisé pour les analyses physico-chimique

PARAMETRES	UNITE	METHODE	APPAREIL
Température	°C	-	Thermomètre
Potentiel Hydrogène		AFNOR 90-008	pH-mètre WTW INOLAB pH 730
Conductivité	µS/cm,	NF T 90-031	Conductivimètre CDM 83
Turbidité	NTU	NF T 90-033	Turbidimètre WTW Turb 550
Sodium et potassium	mg/l	NF T 90-019	Photomètre de flamme BWB - XP
Nitrite, nitrate et ortho-phosphate	mg/l		Spectromètre UV-VIS Shimadzu UV-1800
Carbone total		Total Organic Carbon Analyser	Shimadzu TOC-L
Total de sel		Standard methods 18 ^e édition	DR 2800 HARCH Minéralisateur

4. Suivi du développement de la jacinthe

Le suivi du développement de la jacinthe s'est fait par la mise en place d'un dispositif expérimental qui a permis à observer l'encombrement de la jacinthe et évaluer ses consommations que ça soit en eau ou en nutriment.

4.1. Dispositif expérimental

Un dispositif expérimental constitué de trois bacs en polyéthylène, de forme pyramide tronquée, et de dimensions : longueur supérieure : 73 cm, longueur inférieure : 67 cm, largeur supérieure : 42.5 cm, largeur inférieure : 40 cm, hauteur : 56cm a été utilisée. L'objectif du dispositif expérimental est de garder la jacinthe dans les conditions naturelles de développement à celui du barrage N°2. Les trois bacs du dispositif sont scindés en deux. Il s'agit tout d'abord de l'ensemencement de la jacinthe et ensuite de l'évaporation. Deux bacs ont servi de milieu de culture pour l'ensemencement de la jacinthe et le troisième bac, non ensemené, a servi de témoin pour mesurer l'évaporation. L'eau du barrage n°2 est prélevée, analysée, et introduite dans les trois bacs. L'objectif des analyses physico-chimiques, est de connaître la caractéristique des eaux, pour étudier son évolution au cours du temps, avec la présence ou non de la jacinthe. Pour ce qui est de la jacinthe ensemenée, une prise de son poids avant qu'elle ne soit plongée dans l'eau est faite. L'expérience s'est arrêté une fois que la surface du bac était

couverte la jacinthe d'eau.

4.2. Evaluation des pertes en eau lié à l'ensemencement de la jacinthe d'eau

Pour évaluer la consommation de la jacinthe, l'ensemencement de la jacinthe d'eau douce dans l'eau brute mobilisé dans des cuves est fait. L'expérience consiste à :

- ✓ Prendre deux bacs;
- ✓ Remplir d'eau brute du barrage les bacs ;
- ✓ Marquer le niveau de remplissage d'eau sur les bacs ;
- ✓ Placer les deux bacs côte à côte, à l'air libre, plus précisément en présence du soleil;
- ✓ Placer la jacinthe d'eau dans chaque bacs ;
- ✓ Laisser les deux bacs à l'air libre ;
- ✓ Mesurer le niveau d'eau chaque semaine ;

4.3. Evaluation des pertes en eau lié à l'évaporation

L'évaluation de l'évaporation consiste à laisser l'eau brute à l'air libre (sous le soleil) et suivre l'évolution du niveau d'eau au fur et à mesure. Cette méthode étant une méthode simplifiée de celle utilisée par Girard (1966), dans le Nord-Est du Brésil, avec des réservoir de diverses capacités et s'est avérée efficace.

L'expérience consiste à :

- ✓ Prendre un bac ;
- ✓ Remplir d'eau brute du barrage n°2 ;
- ✓ Marquer le niveau de remplissage ;
- ✓ Exposé dans les mêmes conditions que les deux premiers bacs ;
- ✓ Laisser à l'air libre ;
- ✓ Mesurer le niveau d'eau chaque semaine.

La figure 3 montre le dispositif expérimental d'évaluation des pertes en eau lié à l'ensemencement de la jacinthe d'eau ainsi que l'évaporation.



Figure 3: Dispositif expérimental

4.4. Evaluation de la perte en eau d'une feuille

La technique utilisée pour mesurer la teneur en eau d'une feuille est décrite comme suit.

- ✓ Repérer une feuille qui est bien exposée au soleil pour obtenir une quantité considérable ;
- ✓ Prendre un sachet en plastique transparent ;
- ✓ Peser le sachet ;
- ✓ Masquer la feuille ciblée par le sachet en scellant avec le scotch pour éviter l'écoulement d'eau vers l'extérieur ;
- ✓ Attendre un temps de 24h.

Après ce temps, il faut détacher le sachet contenant une certaine quantité d'eau, le peser et faire une différence entre le poids humide du sachet et le poids du sachet sec. La valeur obtenue est le poids de l'eau.

4.5. Evaluation de la qualité de l'eau liée au développement de la jacinthe

Il s'agit de faire une analyse physico-chimique des eaux des trois bacs et voir leurs évolutions au fur et à mesure que la jacinthe d'eau se développe. Le prélèvement est fait chaque semaine, dans des bidons d'un litre, et les paramètres cités dans le tableau 3 ont été mesurés.

5. Traitement des données

Le traitement des données numériques et des figures ont été réalisé par Excel, les cartes par Arcview et Global Map, et les coordonnées prises par GPS.

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Identification des foyers de transfert

1.1. Résultats des enquêtes

Au cours des enquêtes réalisées à travers les fiches présentées en annexe I, plusieurs questions ont été abordées, parmi lesquelles figure la question de la provenance de la jacinthe d'eau douce. Pour 80% des enquêtés, la jacinthe d'eau a été importée sous forme de fleur d'ornement puis s'est implantée progressivement dans les plans d'eau. 15% des enquêtés affirment (au contraire) que cette plante proviendrait des cours d'eau ou même emportée par le vent tandis que 5% de notre échantillon n'a aucune idée de la provenance de la jacinthe d'eau douce (Figure 4). En effet, en Amérique du Sud, la jacinthe est perçue comme une très belle fleur de l'été (Au jardin, 2015), ce qui confirme l'avis de 80% des enquêtés. Néanmoins, en Afrique, et en particulier au Burkina Faso où la ressource en eau est rare, elle est un véritable fléau et même considérée comme la principale espèce nuisible des milieux aquatiques (Mary, 2007).

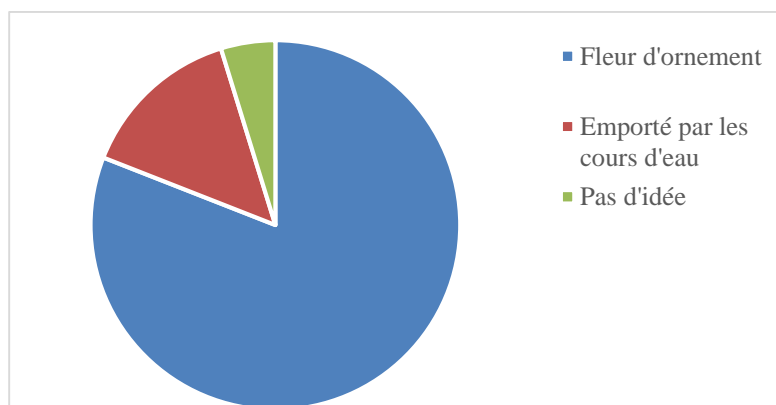


Figure 4: Avis sur la provenance de la jacinthe

Sa prolifération sur les plans d'eau constitue un grand problème et un danger sur plusieurs plans. Les personnes qui exercent des activités autour du barrage, telles que le maraichage et la pêche, disent que la jacinthe est un blocage pour leurs activités. En effet, la production maraichère se trouve ralentie par la plante, suite à l'obstruction des canaux d'irrigation et du système de drainage (R. Labrada and L. Fornasari, 2016). Pour l'ONEA, elle est une menace sur la ressource en eau puisqu'elle envahit les plans d'eau destinés à l'approvisionnement en eau potable. Selon Thiebaut (1997) l'évapotranspiration de la jacinthe cause une énorme perte d'eau, qui altère l'équilibre hydrique. De plus, la jacinthe empêche une bonne circulation de l'eau, ce qui augmente la sédimentation, cela peut causer par la suite des inondations et l'érosion du sol (Ouedraogo et al, 2014).

Les résultats des enquêtes ont révélés trois moyens de lutte contre la jacinthe à savoir :

La lutte mécanique par arrachage manuelle des plantes. La lutte manuelle est possible dans les endroits faciles d'accès et peu profonds, tels que les canaux et les rives du barrage (Jimenez 2016). Elle est difficile, nécessite une main d'œuvre abondante et pourrait présenter de sérieux risques (serpents, crocodiles, noyade,...). Le transport de la jacinthe d'eau ramassée est aussi coûteux car nécessite des grands moyen (camions, pelles,...) (R. Labrada and L. Fornasari, 2016). Toutefois, les populations riveraines peuvent être mises à contribution pour le ramassage manuelle, ce qui constitue des opportunités génératrices des revenus (FAO, 1998). La jacinthe d'eau récoltée, peut être réutilisée comme l'amendement des sols destinés à la culture maraichère. Ainsi la lutte mécanique est celle qui est la plus utilisée à ce jour.

La lutte chimique par utilisation d'herbicides. Les résultats des enquêtes montrent que, les tentatives n'ont pas abouti. Les chercheurs ont préféré éviter cette forme de lutte par manque de maîtrise des effets négatifs sur l'écosystème et la santé parce que ces eaux sont réutilisées dans l'approvisionnement en eau potable. Ranarijaona et al, (2013) font ressortir que les herbicides ne sont pas conseillés pour la conservation de la biodiversité, de plus, ils ne sont pas totalement efficaces pour les plantes âgées de jacinthe moins sensibles que les plus jeunes.

La lutte biologique par utilisation d'ennemis naturels spécifiques d'hôtes pour réduire la densité démographique de la jacinthe d'eau douce. Plusieurs insectes et champignons, y compris une variété de charançons, de noctuelles et de champignons, ont été identifiés comme agents de neutralisation des plantes aquatiques. Le prédateur qui a été introduite au barrage n°2 de Ouagadougou est le charançon. La lutte biologique est jugée sans danger majeur pour l'environnement (Therezien, 1960). Toutefois, il faudra environ trois ans ou plus aux charançons pour neutraliser la jacinthe d'eau (DDR, 2013). Docteur Louis Ouedraogo, agent de l'INERA présente la méthode biologique comme étant la plus efficace mais trop lente. Il a également ajouté que le climat chaud du Burkina Faso ne permet pas aux insectes utilisés de survivre longtemps, ce qui rend la lutte biologique peu efficace.

Pour ce qui est de l'économie, la contribution budgétaire pour la lutte contre la jacinthe de chacune partie intéressée s'élève à :

- ✓ ONEA donne un somme de vingt million par an
- ✓ CNRST, plus de quarante-quatre million depuis le début de la lutte
- ✓ INERA, plus de sept millions depuis le début de la lutte
- ✓ Mairie de Ouagadougou, soixante millions par an

1.2. Etat des lieux du barrage N°2 de Ouagadougou

L'eau étant un liquide rare et précieux, indispensable à l'être vivant, il est primordial qu'elle soit exempte des polluants préjudiciable à sa consommation ou son utilisation (Girard, 1966). Le barrage N°2 étant un plan d'eau dont l'une de sa vocation est la potabilisation, est victime d'une pollution multiforme telle que les amendements organiques apportés par le maraichage, et autres activités anthropiques. Nous constatons en effet que les berges du barrage et même les lits du cours d'eau sont le siège d'une activité intense de maraichage, et des points de déjections ou d'abandons des déchets de route. Un certains nombres d'activité telles que l'entretien des pépinières, des ventes d'eaux brutes, la pêche, et le lavage des engins et des habits y sont également menées accentuant d'avantage la dégradation de sa qualité. En outre, ce barrage reste un point d'approvisionnement en eau d'irrigation des multiples jardins potagers qui approvisionnent la ville en légumes nécessaires pour l'alimentation. L'agriculture, les industries, l'élevage, et la consommation domestique sont les différents acteurs qui dépendent intégralement de l'eau pour leur développement, mais contribuent également à détériorer sa qualité. La jacinthe d'eau couvre la moitié du plan d'eau (Figure 6), et est entassée aux abords du barrage, dû à l'arrachage manuel. En effet, la mairie a un programme de lutte manuelle qui est l'arrachage de la jacinthe d'eau douce. Ce travail est fait dans le but d'amener la jacinthe ramassé au centre d'enfouissement. Cependant, elle n'est pas conduite comme prévu mais plutôt, elle est déposée aux abords du barrage et y sèche comme le montre la figure 5.



Figure 5: Entassement de la jacinthe aux abords du barrage N°2

Cette pratique comporte beaucoup des risques, car la jacinthe a une capacité de résister à la sécheresse et de germer dès qu'elle est immergée dans l'eau (E-Gendy et al, 2005). Une croissance rapide de la jacinthe d'eau douce pourrait être constatée au cours de la première pluie, puisqu'il suffit d'oublier seulement un seul pied dans un milieu favorable et l'invasion est repartie (Ouedraogo et al, 2007). L'autre conséquence est que ce dépôt crée un environnement favorable aux moustiques, et par ricochet le développement de certaines

maladies comme le paludisme, et pourrait abriter certains prédateurs comme des serpents venimeux. La figure 7 montre le barrage n°2 envahis par la jacinthe.



Figure 6: L'état du barrage n°2

1.3. Les foyers de transfert de la jacinthe d'eau douce au barrage n°2

Lors des visites, trois canaux ont été identifiés comme foyers éventuels de transfert de la jacinthe d'eau douce au barrage. Il s'agit, du canal de Markoussis, de Rimkieta, du canal 3 de Noncin, du canal de Némnin, et du canal de Kossoghin. La carte ci-dessus présente les barrages n°1, 2,3 et leurs affluents (Figure 7).

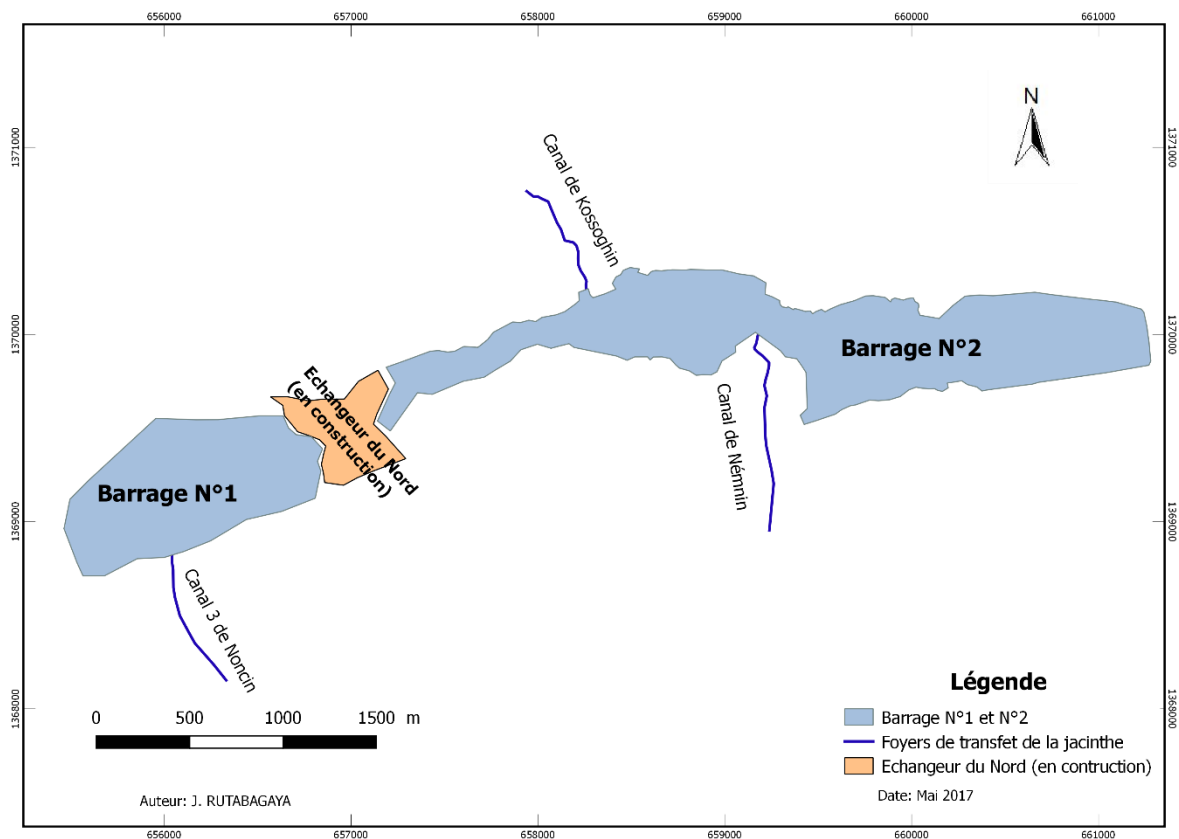


Figure 7: les affluents du barrage n°2 infecté par la jacinthe

Nous trouvons la jacinthe d'eau douce dans trois de ces affluents, à savoir : le canal 3 de Noncin,

le canal de Némnin, et du canal de Kossoghin (figure 8). Ces différents canaux sont soumis à différentes sources de pollutions. D'une part, les femmes vivant aux alentours y font leur lessive, et déversent l'eau de la vaisselle, ainsi, elles polluent le canal en déversant du savon et/ou des détergents qui peuvent être toxiques. D'autre part, les habitants y déversent et brûlent anarchiquement toutes sortes de déchets, ce qui augmenterait la pollution en carbone. Sans oublier que les eaux usées de différents ménages sont drainées dans les canaux qui amènent dans le barrage. Ces eaux sont très sales et beaucoup chargées en matières azotées et phosphorées. Selon Kouakou (2008), les eaux usées domestique contiennent des microorganismes contenus dans les matières fécales, et renferment aussi des matières organiques et des substances nutritives. Lorsque la jacinthe est mal gérée, elle pollue l'environnement et présente un danger pour la santé humaine (Navarro et *al*, 2000).

En effet, la prolifération des plantes aquatiques, surtout celle de la jacinthe d'eau, est tributaire du potentiel nutritionnel de l'eau. De plus leur décomposition induit une augmentation de la quantité de matière organique dans le milieu dont la dégradation favorise l'anoxie (Ranarijaona et *al*, 2013). La prolifération de la jacinthe alors, peut être la conséquence des rejets d'eau au niveau des canaux qui sont les affluents du barrage. La figure 8 met en évidence l'intensité des activités anthropiques autour du barrage et de ses affluents.



Figure 8: les activités autour du barrage n°2 et l'état des affluents

D'autres sites qui hébergent la jacinthe tout au long de l'année ont été identifiés, mais ne déversent pas dans le barrage N°2. Il s'agit du canal de l'UO, et du canal de Dapoya. Ces canaux déversent leurs eaux dans le parc Bangreogo, qui est situé sur le lit des affluents du Massili. Il est cependant important de noter que les eaux usées issues des ménages, stagnent permanemment dans ces canaux. La jacinthe y trouve ainsi, un terrain favorable à son développement. En saison pluvieuse les écoulements forts vont entraîner ses pieds dans la

nature, et selon (Ouedraogo et al, 2014), si aucune initiative n'est prise, il y a des risque que Loumbila, Ziga, et Bagré, soient atteint par l'invasion de la jacinthe d'eau.

2. Caractérisation l'eau brute

Le tableau 4 montre les résultats des analyses des paramètres physico-chimiques des eaux de barrage.

Tableau 4: Caractérisation physico-chimique d'eau brute de barrage N°2

Paramètres	E1	E2	E3	E4	E5	Moyenne	Ecart-type
T° (°C)	28,15	28,95	28,5	27,75	27,9	28,25	0,38
pH	8,225	8,195	8,1	7,895	8,06	8,095	0,094
Turbidité (NTU)	141,515	140,27	401,55	364,95	95,52	228,761	123,591
Conductivité (µS/cm)	533,5	532,5	611	442,5	409	505,7	63,96
Na ⁺ (mg/l)	48,75	48,5	57,9	54,65	34,2	48,8	5,98
K ⁺ (mg/l)	18,75	18,65	21,65	18,4	15,15	18,52	1,396
Cl ⁻ (mg/l)	60,2	59,8	76,5	64,85	40,35	60,34	8,268
PO ₄ ⁻ (mg/l)	1,2335	1,612	0,5475	0,4795	0,496	0,8737	0,43924
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,1145	0,216	1,757	1,2855	0,158	0,7062	0,65204
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,2305	<0,1	7,8525	14,1665	1,171	4,6493	5,08816
COT (mg/l)	8,68	8,425	9,38	9,285	6,115	8,377	0,9048

NB : E = Echantillon

La figure 9 présente la distribution des profondeurs des échantillons d'eau prélevés à différents points dans le plan du barrage n°2. La profondeur maximale est de 1,5m et la profondeur minimale est de 0,5m.

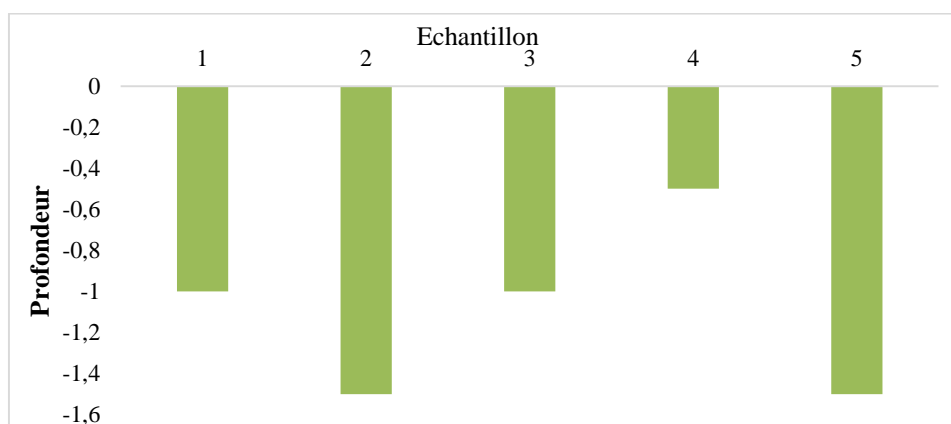


Figure 9: Distribution des profondeurs

Les résultats montrent que la jacinthe d'eau s'adapte à toutes les profondeurs. Les études faites par Ranarijaona et al. (2013) stipule que la corrélation entre la profondeur et la taille de la jacinthe n'est pas significative.

Les résultats d'analyse de l'eau brute du barrage présentés dans le tableau 4, montrent que la température est comprise entre 27,75 et 28,95°C, avec un écart-type de 0,38. Cette température est liée à l'état momentané de l'atmosphère, donc l'ensoleillement et aussi une température favorable au développement de la jacinthe. En effet, les conditions climatiques optimales pour la reproduction sexuée de la jacinthe sont proches de 90% d'humidité de l'air et une température comprise entre 22,5 et 35°C (MARY, 2007). Elle ne tolère donc pas les températures de l'eau supérieure à 34°C (Aquaportail, 2015).

Les valeurs du pH mesuré sont comprises entre 7,89 et 8,22 avec une faible dispersion (l'écart type est de 0,094) des valeurs mesurées autour de la valeur moyenne (8,095). Cette tendance de l'eau est propice au développement de la jacinthe. En effet, selon Fortier (2007), l'eau dont le pH est comprise entre 5 – 8,5 est favorable au développement de la jacinthe.

Nous noterons que les eaux de barrage ont montré au cours de la période des essais, un équilibre relatif avec une faible évolution des bicarbonates, cependant nous notons une extension au niveau de l'échantillon 5 qui a enregistré une concentration du bicarbonate de 150,6 mg/l, alors qu'elle présente 219,6mg/l à l'échantillon 3. Nous remarquons une importante variation des paramètres physico-chimiques en fonction de la répartition spatiale des points des prélèvements. En effet, l'échantillon 5 prélevé à la digue à une profondeur de 0,5m présente une minéralisation relativement basse par rapport à l'échantillon 2 prélevé à une profondeur de 1,5m dans le plan du barrage, cela s'explique par les activités anthropiques telles que les engrais chimiques apportés par le maraichage (Hade, 2002).

La figure 10 présente l'évolution de la conductivité.

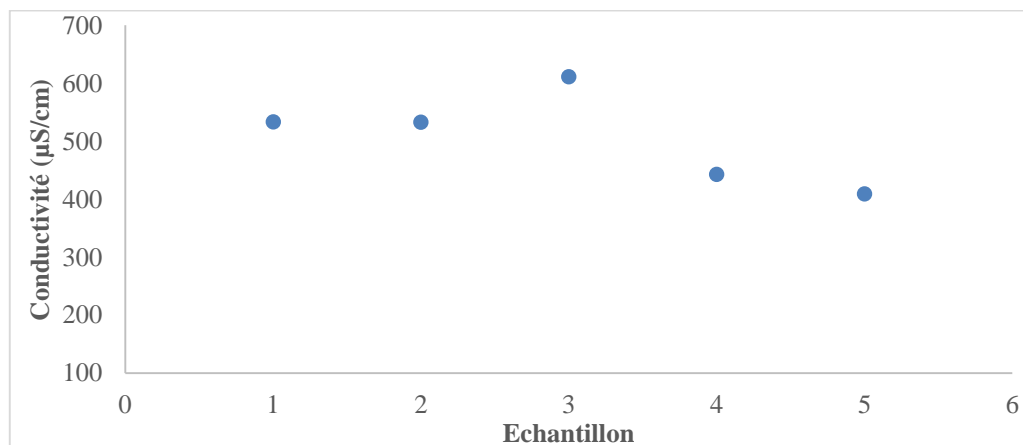


Figure 10: Evolution de la conductivité

La conductivité est comprise entre 339 et 613 µS/cm avec un écart-type de 63,96. Elle renseigne sur la minéralisation. L'écart-type élevé est la preuve d'une forte dispersion de la conductivité au niveau du barrage, ce qui peut être lié aux activités qui se déroulent autour du barrage.

L'analyse des indicateurs du potentiel nutritif de l'eau, montre qu'elle est très riche en sodium, potassium, nitrates et en phosphates. L'exutoire principal qui est le canal de Némnin dont les eaux stagnent durant toute l'année avec une forte densité de la jacinthe, présente une concentration moyenne en nitrates de 58,82 mg/L, une concentration en nitrite de 0,766 mg/L et une concentration en phosphate de 4,658 mg/L. L'eau du barrage se présente comme un milieu riche à la prolifération des plantes aquatiques telles que la jacinthe, et les algues. Cette pollution est soutenue essentiellement par les activités diverses autour du barrage, et également une déficience notoire en assainissement des quartiers environnant.

3. Suivi du développement de la jacinthe d'eau dans le dispositif expérimental

3.1. Evolution spatio-temporelle de la jacinthe

La figure 11 montre l'évolution de la croissance de la jacinthe au début et à la fin de l'étude expérimentale. Après une durée de 8 semaines de culture, nous remarquons que le bac est plein de la jacinthe d'eau douce.



Figure 11: Dispositif expérimental pour ensemencement de la jacinthe

La figure 11 met en évidence la prolifération rapide de la jacinthe d'eau douce, en ce sens qu'en seulement deux mois, la jacinthe d'eau douce remplit le bac. En effet, huit plants de jacinthes peuvent produire jusqu'à 800 000 nouveaux [plants] en moins de huit mois (Boko, 2016). Sur la figure 13, nous voyons l'évolution du poids de la jacinthe d'eau douce en fonction du temps.

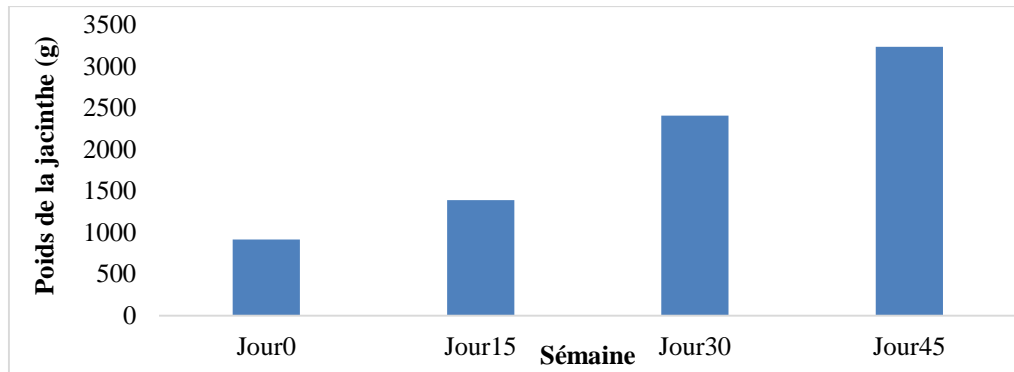


Figure 12: Evolution du poids de la jacinthe avec le temps

Le poids de la jacinthe a varié de 918,6g à 3237,9g soit 3.5 fois son poids initial. Ces valeurs confirment l'hypothèse d'une forte capacité d'adaptation au milieu ainsi qu'une croissance effectivement très rapide. En effet, la jacinthe d'eau douce n'a besoin que d'eau, de lumière et des nutriments (Aquaportail, 2015) qui sont d'ailleurs fondamentaux pour toutes plantes tropicales. Aussi, elle a une forte résistance car elle n'est la proie que de peu de prédateurs (Boko, 2016). Par ailleurs, sa multiplication par clonage grâce aux stolons lui permet de se procréer très facilement et son extension devient plus facile et plus rapide (Wilson et al, 2005). D'où, la formation de tapis denses flottants qui couvrent des surfaces importantes d'eau et empêchent la pénétration des rayons lumineux vers le fond de l'eau (Pocquet et al, 2015). Par conséquent, la flore aquatique est touchée (Sayed et al, 2012).

3.2.Pertes en eau liées à l'évaporation

L'approche pour l'estimation de la perte en eau liée à l'évaporation décrite dans le protocole a donné des résultats résumés dans le tableau 5.

Tableau 5: Evaluation du volume d'évaporation

	Sémaine1	Sémaine2	Sémaine3	Sémaine4	Sémaine5	Sémaine6	Sémaine7	Sémaine8
Heure de prélèvement	10h20	09h33	09h12	12h25	09h18	09h12	10h30	09h46
Niveau d'eau (cm)	56	52,1	49,8	48,2	47,8	43,5	33,9	31,5
volume du bac (l)	161,76	155,59	150,55	148,008	147,212	140,614	136,732	135,186
Volume perdu (l)	0	6,17	5,04	2,542	0,796	6,598	3.882	1,546

Les résultats montrent que la quantité d'eau liée à l'évaporation au cours de deux mois s'élève à un volume de 26,57L. Cette valeur est une estimation et non une valeur réelle, à cause des biais de l'étude expérimentale.

3.3. Les pertes en eau liées à l'évapotranspiration

La figure 13 montre l'évaluation de la transpiration d'une feuille comme décrit dans la méthodologie, et les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 6.



Figure 13: Evaluation de la transpiration d'une feuille

L'expérience faite sur deux feuilles, placées à des endroits différents dans le bac afin de faire une comparaison et ensuite calculer une moyenne. Il faut d'abord noter que plus la surface d'une feuille est grande, plus la transpiration est importante, mais sans oublier le facteur d'ensoleillement qui influence aussi la transpiration.

Tableau 6 : Perte en eau par transpiration d'une feuille

	Surface de la feuille (cm ²)	Poids du sachet sec (g)	Poids du sachet humide (g)	Poids de la feuille (g)	Poids de l'eau (g)	Quantité d'eau (L)
Feuille 1	54,45	1,025	4,059	2,713	3,034	0,003034
Feuille 2	42,08	1,025	4,711	2,077	3,686	0,003686

Les résultats montrent que dans 24h une feuille de la jacinthe d'eau rejette environ 0.003L d'eau, alors qu'un pied de la jacinthe peut avoir plus de 10 feuilles. Cela prouve que la jacinthe d'eau a une évapotranspiration conséquente et que sa transpiration favorise une diminution de la quantité d'eau, qui pourrait même entraîner un assèchement de certains bassins (Pocquet et al, 2015). Les recherches faites par Ouedraogo et al, (2014) montrent que les pertes d'eau estimée par évapotranspiration de la plante dans le Barrage°2 de Ouagadougou est de 292 320 m³/an.

La figure 14 montre les volumes d'eau perdus lors de l'ensemencement de la jacinthe d'eau douce au cours du temps.

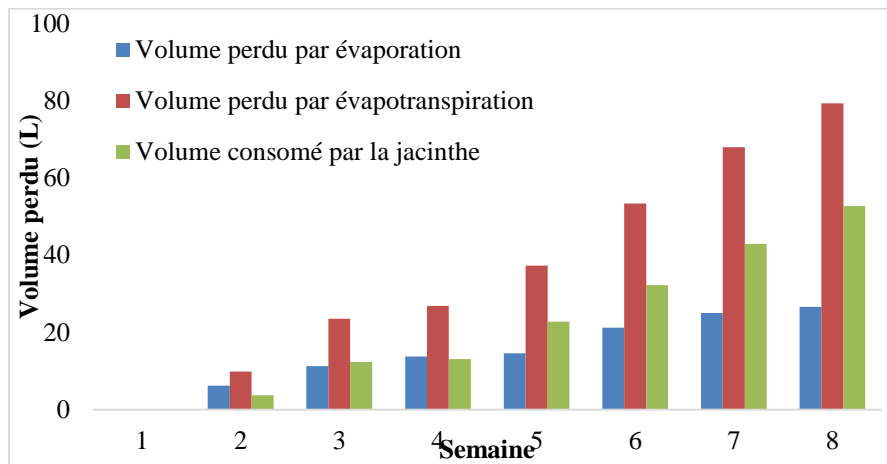


Figure 14: Evaluation du volume d'eau perdu dans le bac d'ensemencement

3.4. Evolution de la qualité de l'eau

Le protocole mis en œuvre pour l'ensemencement de la jacinthe avait pour objectif de suivre l'évolution des paramètres, afin d'identifier les éléments chimiques qui soutiennent l'évolution de la jacinthe. Le suivi de la qualité de l'eau au niveau du bac, réalisé chaque semaine a donné les résultats suivants.

Evolution du pH

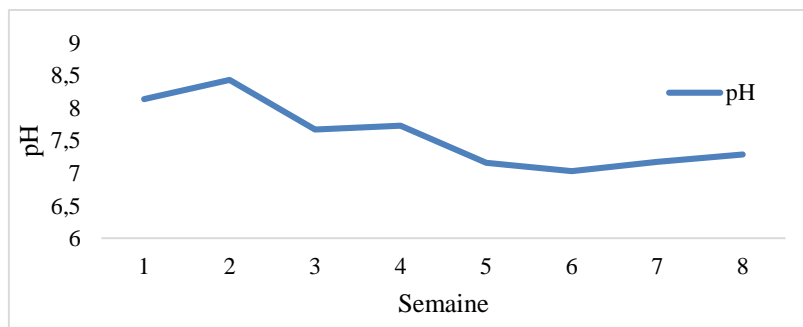


Figure 15: Evolution du pH

La figure 15 présente l'évolution du pH en fonction du temps. Nous avons noté une évolution négative, entre la 1^{ère} semaine et la 6^e semaine d'observation. Elle a été de 8,43 à 7,03, avec un point légèrement élevé à la 2^e semaine après introduction de la jacinthe. Cette diminution du pH pourrait s'expliquer par le déséquilibre ionique causé par l'activité photosynthétique de la jacinthe et son développement. En effet, nous avons une augmentation de la concentration en acide carbonique de l'eau qui passe de 162,87 à 227,53 mg/L, hors l'acide carbonique intervient pour établir l'équilibre des eaux. Selon Adjahatode et al. (2016), la photosynthèse est influencée

par les facteurs de l'environnement : la lumière (source d'énergie), le CO₂ (source de carbone), et la température (qui affecte l'ensemble des réactions biochimique), ainsi, le CO₂ forme de l'acide carbonique qui abaisse le pH. Cette diminution du pH pourrait être également due à la modification de la concentration de certains sels par le pompage de l'eau fait par la jacinthe d'eau. Toutefois, le pH reste favorable pour la prolifération de la jacinthe d'eau douce (5 – 7,5).

✚ Evolution la turbidité

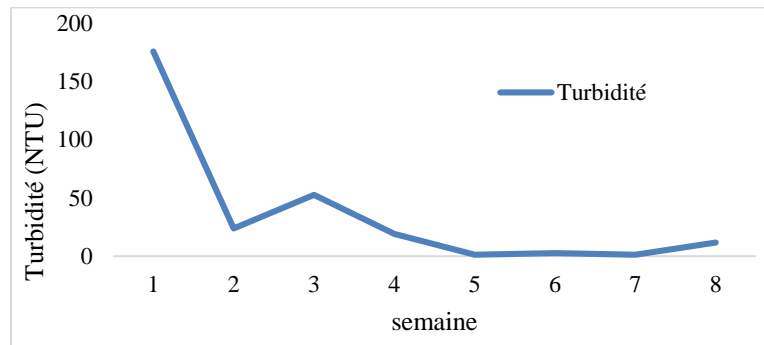


Figure 16: Variation de la turbidité

La figure 16 présente l'évolution de la turbidité au fur du temps. Dans le bac d'ensemencement, une diminution rapide et remarquable de la turbidité est notée. Elle passe de 175,7 à 1,27 NTU. La baisse rapide de la turbidité s'explique par la présence de la jacinthe d'eau douce qui joue le rôle d'épuration. En effet, selon Zhang (2014) la présence de la jacinthe d'eau douce entraîne une transparence suffisante de l'eau. Elle possède un pouvoir épuratoire très élevé. Les matières en suspension sont éliminées par les jacinthes, qui favorisent leur décantation et limitent la croissance du plancton (Delépine et al, 2001).

✚ Evolution de la conductivité

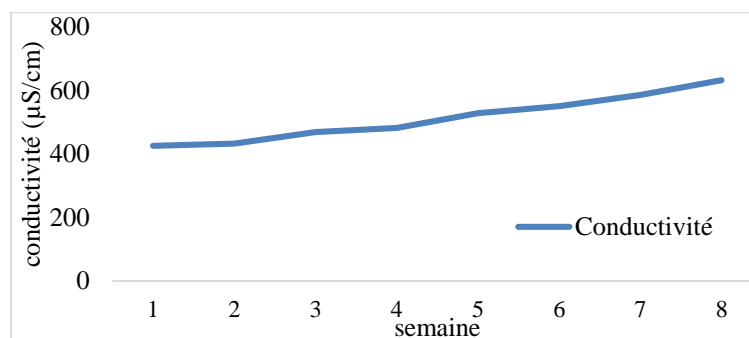


Figure 17: Variation de la conductivité

La conductivité renseigne sur le degré de la minéralisation de l'eau, donc traduit la présence d'ions dans l'eau. La figure 17 montre une évolution positive de la conductivité du bac d'ensemencement de la jacinthe. Elle varie entre 425,5 et 632,5 µS/cm (augmentation de 48

%). Cette augmentation est liée à la concentration des sels, favorisée par la suction du système racinaire de la jacinthe, et également par l'évaporation. En effet, nous constatons une augmentation des chlorures au fil du temps (46,85 à 89,9 mg/l), du Ca^{2+} (39,5 à 56,6 mg/L), du sodium (35,7 à 85,5mg/l), et bien d'autres ions (Annexe III). Il faut noter également une dégradation considérable de la matière organique se traduisant par une augmentation du carbone organique total et par une minéralisation de l'eau. Toute cette modification des éléments présentés dans l'eau s'explique par la présence de la jacinthe d'eau.

✚ Evolution de certains ions

Le montage expérimental présenté dans la méthodologie, a mis en évidence, un appauvrissement du milieu en certains ions tels que le potassium, les nitrates, et le phosphate. Alors que, l'analyse de la consommation en nutriments de la jacinthe s'est faite à partir de l'évolution de la concentration des ions K^+ , PO_4^- , NO_2^- , NO_3^- . En effet, la jacinthe d'eau douce consomme beaucoup des nitrates et d'autres minéraux, d'où considérée comme étant une plante épurative (Aquaportail, 2015.).

✓ Ions potassium

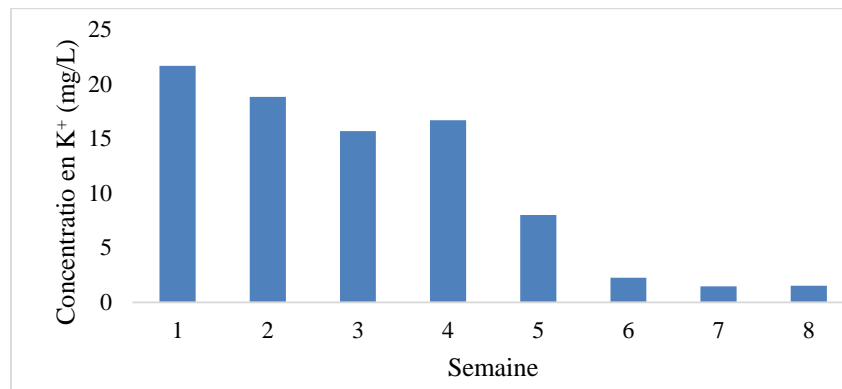


Figure 18: Evolution du potassium

La figure 18 montre l'évolution négative des ions potassium dans le bac d'ensemencement de la jacinthe. Nous notons une diminution des concentrations en potassium de 21.7 à 1.45 mg/l. une diminution linéaire du 1^e à la 3^e semaine, s'explique par la consommation de la jacinthe d'eau douce. La décroissance rapide ou brusque observée de la 4^e jusqu'à la 8^e semaine s'explique par la prolifération de la jacinthe qui engendre fortement une grande consommation.

✓ Ions nitrates

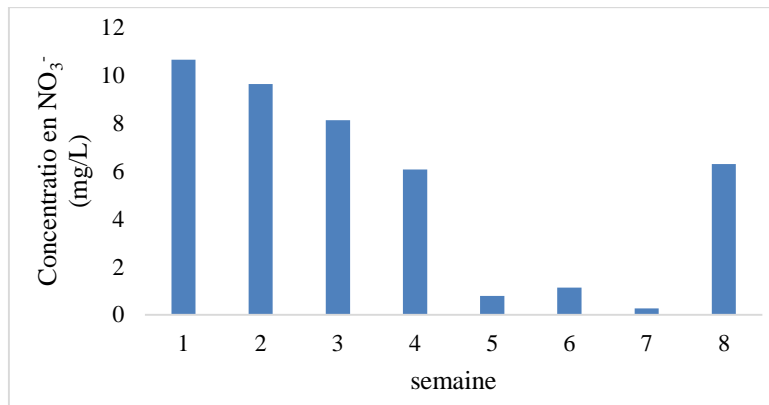


Figure 19 : Variation des nitrates

La diminution des nitrates est présentée dans la figure 19. Les résultats montrent une diminution au fur du temps de la 1^e à la 4^e semaine, et s'accroît de la 5^e jusqu'à la 7^e semaine. Cette diminution s'explique par la consommation de la jacinthe. Néanmoins, à la 6^e semaine une légère augmentation qui peut être liée à l'erreur de mesure est notée. A la 8^e semaine une augmentation brusque est notée qui est due aux feuilles mortes tombées dans le bac.

✓ Ions nitrites

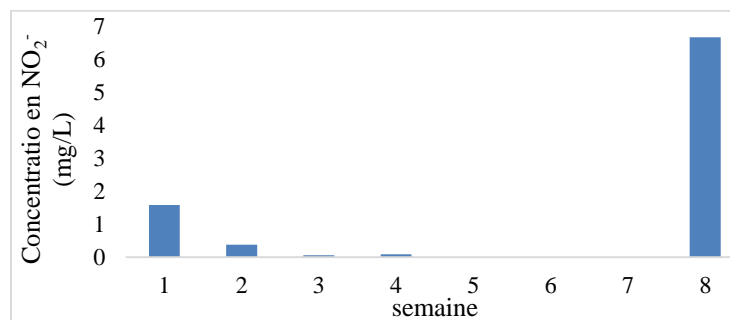


Figure 20 : Variation des nitrites

La figure 20 montre la variation des ions nitrites dans le bac. De la 1^e à la 2^e semaine, la concentration des ions nitrites varie de 1.5 à 0.3 mg/l. Cela s'explique par la présence de la jacinthe qui consomme les nitrates dans l'eau. Une absence ou une faible concentration en nitrites dans le bac est observé de la 3^e à la 7^e semaine de l'expérience, cela s'explique par le fait qu'il n'y a pas eu d'apport extérieur en nitrites, et aussi, la nitrification, qui transforme les nitrites en nitrates. La croissance brusque de la concentration des nitrites à la 8^e semaine s'explique par les feuilles mortes de la jacinthe qui sont tombées dans le bac.

✓ Ion phosphate

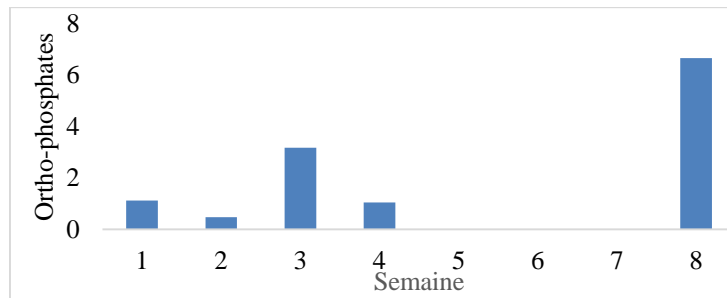


Figure 21 : Variation des ortho phosphate

La figure 21 présente la variation des ions phosphates. Il est communément admis que la concentration en phosphore dans les eaux joue un rôle déterminant sur le développement de la jacinthe d'eau, et que cet élément est dans la majorité des cas le facteur limitant du processus d'eutrophisation (Castillon, 2005). C'est principalement sous forme de phosphates que les végétaux absorbent le phosphore, bien qu'ils puissent mobiliser aussi une fraction souvent indéterminée du phosphore total (B. Seguin et al, 2000). De la 1^e à la 4^e semaine, la concentration des ions en ortho-phosphates diminue excepté à la 3^e semaine où une augmentation de la concentration en ortho-phosphate est notée qui peut s'expliquer de la présence d'une feuille dans l'eau ou une erreur. De la 5^e à la 7^e semaine, une absence de la concentration PO_4^{3-} . Comme nous l'avons signalé plus haut, il n'y a pas eu d'apport extérieur en ortho phosphate.

En conclusion, la prolifération rapide de la jacinthe au niveau du barrage N°2, serait liée à la richesse des nutriments, et aussi au climat favorable, elle se nourrit en prélevant les matières organiques disponibles dans l'eau. Elle a des racines très développées et ramifiées qui se déploient dans l'eau pour capter les substances utiles à sa croissance (nitrates, et phosphates) (Barguil, 2011). Un hectare de jacinthes d'eau représente une exportation de matières organiques équivalente à la quantité de nitrates et de phosphates rejetés dans un milieu lacustre par une communauté urbaine de 800 personnes (FAO, 1998). La véritable raison de la prolifération de la jacinthe est liée à l'excès de matière organique rejetée dans les eaux d'origine anthropique (Adamou et al, 2015).

4. Evaluation des impacts de la jacinthe d'eau

4.1. Impact sur l'écoulement

Les résultats trouvés mettent en évidence un développement très rapide de la jacinthe d'eau douce, qui peut contribuer à freiner le régime normal des écoulements des eaux au niveau du barrage. En effet, le barrage n°2 de Ouagadougou qui a un seuil déversant de 96 m (Gueye,

2004) environ est suffisamment exigü, et le flux des eaux de ce barrage pourrait être freiné par la jacinthe. Lorsque les débits d'écoulement au niveau du déversoir est ralenti, il y a une remontée des eaux à l'amont du barrage, et par conséquent provoquer des inondations. L'étude expérimentale a démontré que la jacinthe a un pouvoir épuratoire des eaux. Elle a la possibilité d'accroître des boues au niveau du barrage, par conséquent réduit le volume de stockage du barrage et provoque la sédimentation du barrage. Karambiri (1998) le confirme en disant que la jacinthe augmente la sédimentation, sachant que, lorsque, les sédiments arrivent à l'entrée du réservoir, la vitesse d'écoulement diminue, par conséquent, elle cause les inondations. De plus, elles forment sur le fonds les obstacles, des accumulations importantes de biomasse, sous l'aspect de paquets de filaments verts sombres, souvent chargés de vase organique.

4.2. Impact sur le transport fluvial lié à la jacinthe

Lors des enquêtes au barrage n°2 de Ouagadougou, nous avons trouvé de nombreux pêcheurs qui se plaignent du fait que la jacinthe diminue le rendement de la pêche, car elle rentre dans les enclos de pêche, encombre les filets, et tue les poissons. Ils ajoutent qu'elle leur fait perdre beaucoup de temps pour se déplacer. La croissance de la jacinthe est très dense sur les canaux et les plans d'eau en formant un tapis vert (E-Gendy et al, 2005). C'est un phénomène qui provoque des barrières à l'écoulement normal de l'eau (Boko, 2016), bloque la circulation des bateaux sur le barrage n°2 de Ouagadougou. Ses feuilles larges obstruent les générateurs hydroélectrique dans le barrages, ainsi elles perturbent le transport fluvial (Federrer, 2013). Les pertes ou les dommages en équipements de pêche résultant de l'enchevêtrement des filets et des lignes dans le système racinaire ont occasionné moins de prise et souvent des pertes de vie humaine (Dagno et al, 2007).

4.3. Impact sur les habitants aquatiques et la mutation du milieu

Lors de l'étude expérimentale, une diminution d'oxygène dissout, et de nutriment est enregistrée, alors que Carnat and Tabarly (2007) stipule que la réduction de la lumière et de l'oxygène provoque des modification de la faune et la disparition de certaines espèces aquatique. N'dah et Arfi, (1996), explique que les pêcheurs attribuent à la présence de la jacinthe la disparition des poissons appartenant aux genres *Lates* et *Labeo*. Les plantes qui s'acculent dans les milieux envahis se décomposent sur place et constituent une énorme réserve en matière organique qui sera progressivement dégradée, notamment par des réactions de fermentation ce qui conduira au phénomène d'eutrophisation. Une des conséquences possible de ce processus biochimique est la production d'hydrogène sulfuré, donnant une odeur nauséabonde et un goût particulier à l'eau (Thiebaut, 1997). La jacinthe constitue un problème

majeur pour la santé publique, puisqu'elle peut créer un micro-habitat favorable à plusieurs vecteurs de maladies de l'homme (R. Labrada and L. Fornasari, 2016). Elle occasionne l'accumulation de débris organiques dans les eaux stagnantes, provoque une pollution par désoxygénation, une pollution carbonée et phosphorée, ce qui conduit à l'eutrophisation. Suite à une étude faite par Hassane (2010), il a été démontré que le tapis flottant formé par la jacinthe, réduit le niveau d'oxygène de l'eau à un taux insupportable pour de nombreuses espèces, qui se retrouvent alors asphyxiées. Ainsi, elle entraîne le déplacement de la flore et de la faune incapables de concurrencer et/ou de survivre, d'où la perte de la biodiversité. De plus, leur décomposition induit une augmentation de la quantité de matière organique dans le milieu dont la dégradation favorise l'anoxie. La production de sulfure et de nitrite (toxiques) inhibe le développement d'autres producteurs primaires et des poissons à grande sensibilité.

4.4. Impacts sur la quantité et la qualité de l'eau

Les résultats de l'évaluation des pertes en eau dues à l'évapotranspiration ont montré qu'une feuille de la jacinthe d'eau douce perd 0.003L/jour en transpiration. Les estimations réalisées de manière expérimentale sur les pertes en eau liées à la transpiration montrent que si la jacinthe couvrait environ 80% de la surface du barrage n°2 de Ouagadougou, les pertes en eau seraient de 1124 m³/j, soit 410260 m³/an. Ce volume d'eau brute, s'il a été traité en eau potable (en considérant que le rendement d'une station de production d'eau potable fait environ 95%), pourrait représenter près de 74% de la production d'eau potable de la population de Dori. L'eau est au centre des préoccupations de toutes personnes, pour des raisons d'augmentation des besoins. La jacinthe d'eau douce entraîne une perte en eau en raison d'une forte transpiration. Comme signalé précédemment, la transpiration d'une plante dépend fortement de la surface de la feuille. Dagno, et *al*, (2007) stipule que, la perte d'eau due à l'évapotranspiration est 1,8 fois supérieure à celle de la même surface sans infestation. Pocquet, et *al*, (2015), conclut en disant que la jacinthe d'eau douce peut conduire à l'assèchement total du plan d'eau qu'elle envahit. L'évolution des ions dans le bac expérimental, montre que la jacinthe a un impact positif sur la qualité de l'eau par sa consommation des matières minérales disponible dans l'eau.

4.5. Impact sur l'économie

Il est difficile de quantifier l'impact économique dû à l'infestation de la jacinthe, cependant, cette infestation engendre des pertes économiques. Le Burkina Faso qui un des pays en voie de développement dépend en grande partie de la maraîcher-culture ainsi que la pêche, et ces activités se trouvent en ralenti à cause de l'encombrement de la jacinthe sur les plans d'eau. Selon Gopal (1987), 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'Égypte, occasionnant une perte de $3,5 \cdot 10^{12}$ m³ d'eau par an, quantité suffisante pour irriguer environ 432 km² par an. Au Mali, 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 (Agence de l'Environnement et du Développement Durable 2012). Cette infestation coûte au Mali 83 334 à 100 000 \$US par an consentis au nettoyage des cours du fleuve (Dagno, et *al*, 2007).

CONCLUSION

Au terme de cette étude d'impact de la jacinthe d'eau douce sur la mobilisation des ressources en eau, il ressort des enquêtes menées au barrage n°2 de Ouagadougou pendant la période du novembre à décembre 2017 que la jacinthe d'eau a été importée sous forme de fleur, puis s'est implantée progressivement dans les plans d'eau. Sa prolifération cause d'énorme perte d'eau qui affecte la production agricole et la pêche. Dans les conditions où la jacinthe d'eau couvre 80% de la surface du barrage n°2, l'étude expérimentale estime une quantité de 410260 m³/an d'eau perdue par évapotranspiration. Les analyses au laboratoire montrent une corrélation entre la baisse des nutriments et la croissance massive de la jacinthe d'eau. En effet, des concentrations en nitrates fluctuent de 10,65mg/L à 0,27 mg/L, celles des nitrites de 1,5 mg/L à 0 mg/L, celles des ortho-phosphates de 1,12 mg/L à 0 mg/L et celles des potassiums de 21.7 mg/L à 1,45 mg/L tandis que la jacinthe passe de 918,6 g à 3237,9 g. Ceci prouve que la jacinthe d'eau consomme des nutriments présents dans l'eau pour son développement. Il ressort de tous ces résultats que la prolifération de la jacinthe est liée à l'excès des matières organiques rejetées dans l'eau. En effet, les concentrations moyennes des eaux présentes dans les affluents en matières azoté et phosphoré sont respectivement de 58,82 mg/L et 4,658 mg/L. Les populations riveraines sont responsables de la pollution par leurs déversements anarchiques des déchets et des eaux usées dans les canaux de drainage du barrage n°2.

RECOMMANDATIONS

Le plus souvent, le contrôle des espèces envahissantes intervient tardivement, après une large diffusion de la mauvaise herbe. Il est souhaitable, tout en renforçant des méthodes de lutte existantes, de prendre des mesures de protection sur des plans d'eau qui ne sont pas encore atteints. A cet effet, nous recommandons :

Au ministère en charge de l'assainissement :

- ✓ de sensibiliser la population sur les effets négatifs du déversement des eaux usées et des ordures dans les canaux de drainage ;
- ✓ de curer les canaux de drainage régulièrement et surtout avant la saison de pluie ;
- ✓ de veiller à l'application stricte de la réglementation en vigueur en matière d'hygiène et d'assainissement;

A la Mairie de Ouagadougou :

- ✓ d'appuyer la méthode de la lutte biologique qui consiste en l'utilisation des ennemis naturels (charançons), vu que la technique d'arrachage manuelle n'est pas conçue pour une telle ampleur de la colonisation de la jacinthe ;
- ✓ de veiller à ce que, après le ramassage de la jacinthe d'eau, il n'y ait aucune plante ou graine qui reste au bord du barrage ;

Au ministère en charge de l'environnement :

- ✓ d'œuvrer à la recherche d'une solution pour le traitement des eaux usées qui sont déversées dans le parc Bangreogo ;

Aux chercheurs

- ✓ d'approfondir cette étude, en mettant l'accent sur le moyen de lutte contre la jacinthe d'eau douce.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adamou, Rabani, Bassirou, Alhou, et Zibo Garba. 2015. "Impact de La Pollution Anthropique Du Fleuve Niger Sur La Prolifération de La Jacinthe D'eau."
- Adjahatode, Flora, Aurel S.M Kobede, Mohamed M. Daouda, Anthelme Hodonou, Boris S. Guehou, and Martin Pépin Aïna. 2016. "Valorisation de la Jacinthe d'eau (Eichhornia Crassipes) par la production de biocarburant : Expérimentation." Bénin: Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Eau (LSTE), Université d'Abomey-Calavi, Rép. du Bénin.
- Agence de l'Environnement et du Développement Durable. 2012. "Rapport national sur le développement durable au Mali dans la perspective de RIO+20." République du Mali.
- Allorent, J. 2000. "Eutrophisation des petites retenues d'eau en Afrique de l'Ouest: Etude de trois cas (Doctoral dissertation)."
- Almoustapha, Oumarou, Jeanne Millogo-Rasolodimby, and Siméon Kenfack. 2008. "Production de Biogaz et de Compost a Partir de La Jacinthe D'eau Pour Un Développement Durable En Afrique Sahélienne." *Vertigo-La Revue Électronique En Sciences de L'environnement* 8 (1).
- Aquaportail, Forum. 2016. "Eichhornia Crassipe: Jacinthe d'eau." <https://www.aquaportail.com>
- Au jardin. 2015 "Jacinthe D'eau, Eichhornia Crassipes." <https://www.aujardin.info>.
- B, Parinet, Lhote A, Legube B, et Gbongue M.A. 2000. "Etude Analytique et Statistique d'un système lacustre soumis à divers processus d'eutrophisation." *Rev. Sci. Eau*, 2000, vol. 13, n°3, p. 237–267.
- Barguil, Cédric. 2011. "Jacinthe et Laitue d'eau, Des Plantes flottantes." Avril. jardins.nantes.fr.
- Bodo, R., Hausler, and Azzouz. 2006. "Multicriteria Approach for the Selection and a Rational Use of Aquatic Plants for Wastewater Treatment." *Eau, Terre et Environnement*, no. 19: 3.
- Boko, Hermann. 2016. "Au Bénin, Une Start-up Transforme La Jacinthe D'eau En Fibre Dépolluante." *Le monde.fr. Afric-Lab*. January 26.
- Bouchet, RJ. 1963. "Evapotranspiration réelle et potentielle, signification climatique." *IAHS Publ* 62: 134–42.
- Carnat, Jean-Louis, et Sylviane Tabarly. 2007. "La pêche dans le lac Victoria : Un exemple de mal développement."

- Castillon, P. 2005. "Le phosphore: Sources, Flux et rôles pour la production végétale et L'eutrophisation." Productions animales-Paris-Institut national de la recherche agronomique- 18 (3): 153.
- Chouard M., Pierre. 1934. Les Noms Linéens des Scilla et des Endymio et leur véritable signification. Vol. 81.
- Dagno, Karim, Rachid, Lahlali, Damien, Friel, Mohammed Bajji, and Haïssam Hijakli. 2007. "Synthèse bibliographique: problématique de la jacinthe d'eau douce, *Eichhornia crassipes*, dans les régions tropicales et subtropicales du monde, notamment son éradication par la lutte biologique au moyen des phytopathogènes." *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 11 (4): 299–311.
- M. Bajji. 2007. "Synthèse Bibliographique: Problématique de la jacinthe d'eau, *Eichhornia Crassipes*, Dans Les Régions Tropicales et Subtropicales Du Monde, Notamment Son Éradication Par La Lutte Biologique Au Moyen Des Phytopathogènes." *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 11 (4): 299–311.
- Direction du Développement rural (DDR). 2013. "Programme lutte biologique contrôle d'espèces envahissantes la Jacinthe D'eau." Province-sud.nc.
- Delépine, René, Jeanne Gaillard, et Philippe Morand. 2001. "Valorisation des algues et autres végétaux aquatiques." Paris: Centre National de la Recherche Scientifique (IFREMER).
- Dr Dembele, Bouréma, Sara Soungalo, et Lassana Dara. 2016. "Note Technique sur la lutte contre la jacinthe d'eau."
- E-Gendy, S. A, N Biswas, N, and Bewtra J K. 2005. "A Floating aquatic system employing water hyacinth for municipal landfill leachate treatment: Effect of leachate characteristics on the plant growth". *Journal of environmental engineering and science*. Vol. 4. 4.
- Federrer, Roger. 2013. "La jacinthe d'eau, le nouvel élixir environnemental." *Amériquedusud.org*.
- Fonds Africain de Développement (FAO). 1998. "Lutte intégrée contre la jacinthe d'eau et autres plantes aquatiques nuisibles." Rome.
- Fonds Africain de Développement (FAO). 2016. "Projet sur la gestion intégrée des plantes aquatiques envahissantes."
- Fortier, Jean-François. 2007. *Eichhornia Crassipes*.
- G.GIRARD. 1966. "Estimation de l'évaporation sur les réservoirs de barrages en région tropicale semi-aride." *No. 7070 de l'A.I.H.S.*
- Gopal, B. 1987. *Water Hycinth*. Netherlands.

- Gueye, Moussa. 2004. "Projet de restructuration urbaine et de protection des berges des barrages no2 et no3 de la ville de Ouagadougou." Mémoire de fin d'étude. Ouagadougou: Groupe des écoles EIER - ETSHER.
- Guiral, Daniel, et N Etien. 1991. "Les Macrophytes aquatiques des berges lagunaires." *Journal Ivoirien d'Océanologie et de Limnologie* 1 (2): 25–40.
- Hassane, Younousou, Hamadou. 2010. "Prolifération Des Plantes Aquatiques Envahissantes Sur Le Fleuve Niger ; État des lieux de la pollution en azote et en phosphore des eaux du Fleuve." Mémoire de master en GIRE. Ouagadougou: 2ie Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement.
- HADE, A., 2002. Nos lacs – les connaître pour mieux les protéger. Éditions Fides, 360 p.
- Jimenez, Maricela Martinez. 2016. "Techniques de lutte contre la jacinthe d'eau. Lutte intégrée contre la jacinthe d'eau et autres plantes aquatiques nuisibles." Cuernavaca, México: Instituto de Teconología d'Agua (IMTA). Accessed October 22.
- Karambiri, Harouna. 1998. "Etude de L'envasement Des Barrages Au Burkina Faso : Etude de Cas." Mémoire de fin d'étude.
- Keller, Roland. 2008. "Les Macrophytes Submergées de La Baie de Vidy, 21 Juillet 2007." *Bulletin Du Cercle Vaudois de Botanique*. 37: 51–63.
- Kerr, Freleaud J.P, Lagourde J.P., and Seguin B. 1987. "Estimation of Evapotranspiration in the sahelian zone by the use of Meteosat and NOAA AVHRR Data." *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences General Assembly, Advances in Space Research*, 7 (11): 161–64.
- KOMELAN, Yvonne. 1999. "Eutrophisation Des Retenues D'eau En Côte d'Ivoire et Gestion Intégrée de Leur Bassin Versant : Cas de La Lobo À Daloa." mémoire de fin d'étude.
- Kouakou, Jacques. 2008. *Developpement D'une Zone Humide Simulee Plantee Avec Amaranthacea et Capri: Aridacea Pour Le Traitement Des Eaux Usees Domestiques*. 50. Nairobi, Kenya.
- "Le grand voyage des espèces la jacinthe d'eau : Espèce Invasive." 2016. Accessed October 18.
- Mama, Daouda, Veronique Deluchat, James Bowen, Waris Chouti, Benjamin Yao, Baba Gnon, and Michel Baudu. 2011. "Caractérisation D'un Système Lagunaire En Zone Tropicale: Cas Du Lac Nokoué (Bénin)," December 22.
- Mandi, L, J Darley, J Barbe, and B Baleux. 1992. "Essais D'épuration Des Eaux Usées de Marrakech Par La Jacinthe D'eau (Charges Organique, Bactérienne et Parasitologique)." *Revue Des Sciences de l'eau/Journal of Water Science* 5 (3): 313–33.

- MARY, Nathalie. 2007. "Espèce Envahissantes Des Milieux D'eau Douce."
- Moreau, François, and Roger Prat. 2008. "La Photosynthèse : Influence Des Facteurs Du Milieu." www.snv.jussieu.fr.
- MOREL, Alain. 1997. "L'eau, La Ville et L'urbanisme."
- Navarro, A. L., and Phiri G. 2000. *Water Hyacinth in Africa and the Middle East. A Survey of Problems and Solutions*. Canada.
- N'dah, Etien, and Robert Arfi. 1996. *Acropmytes aquatiques dans les eaux « continentales ivoiriennes »*. Vol. 15. 2 vols. Abidjan (Côte d'Ivoire).
- Ndiaye, P., Ba, I., O. Dieng, M. Fall, C., et Dia, T. 2010. "Qualité de l'eau de consommation des ménages: Analyse et plan d'action en zone rurale sénégalaise." *Santé publique*, 22(2), 193–200.
- Niasse, Madiodio, Abel Afouda, and Abou Amani. 2004. *Réduire La Vulnérabilité de l'Afrique de l'Ouest Aux Impacts Du Climat Sur Les Ressources En Eau, Les Zones Humides et La Désertification: Éléments de Stratégie Régionale de Préparation et D'adaptation*. IUCN.
- Ouedraogo, Louis R., Rémi Dabire, Mamounata Belem, Oumar Ouedraogo, and Désiré N. Coulibali. 2014. "Problématique du contrôle de *Eichhornia Crassipes* ou jacinthe d'eau au Burkina Faso : Communication À l'Atelier Sur La Gestion Durable Des Barrages n°1, 2 et 3 de Ouagadougou." INERA/CNRST.
- Oumarou, Almoustapha, Jeanne Millogo-Rasolodimby, et Siméon Kenfack. 2008. "Production de biogaz et de compost a partir de la jacinthe d'eau pour un développement durable en Afrique sahélienne." *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* 8 (1).
- Pocquet, Inina, Mayako Turner Okazaki, and Antsa Rajemison. 2015. "Santé et Bien-Être: La Jacinthe Est-Elle Seulement Une Plante Parasite Pour La Côte d'Ivoire?" overblog.
- Pr SAUNDERS, Peter. 2013. "La jacinthe d'eau à racine pourpre est une solution naturelle en cas de pollution."
- R. Labrada, and L. Fornasari. 2016. "Lutte contre les principaux végétaux aquatiques envahissants en Afrique." Accessed October 19.
- Ranarijaona, Hery Lisy Tiana, Félicie Zainabo, Ainazo Herilala Andriamanantena, and Georges Simon Andrianasetra. 2013. *Evaluation de La Prolifération de La Jacinthe D'eau Du Lac Ravelobe Ankarafantsika et Plan de Restauration*. Vol. 13. 1.

- S.E.E.E, Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement. 2007. "Normes de qualité: Eaux de surface. Grille de qualité."
- Thiebaut, Gabrielle. 1997. "Effets des perturbations liées à l'eutrophisation et l'acidification des cours d'eau des Vosges du nord sur les phytocénoses aquatiques. approche spatio-temporelle et expérimentale."
- Traoré, H.T. 2006. "Un problème environnemental transformé en source de revenus, cas de la jacinthe d'eau douce en compost chez des jardiniers de Jarela, Bamako."
- Y., Therezien. 1960. "L'introduction des poissons d'eau douce à Madagascar, leur influence sur la modification du biotope," no. 199: 45–61.
- Zhang, Yuhai. 2014. "Epuration naturelle : De la rivière à la zone humide de rejet." Spécialité Génie des Procédés et des Produits, Université de Lorraine.

ANNEXES

1. Annexe I : Fiche d'enquête

FICHE D'ENQUETE SUR LA JACINTHE D'EAU DOUCE

NOM DE LA STRUCTURE :

Q1. Qu'est-ce que c'est la jacinthe d'eau douce?

.....
.....

Q2. Est-elle un problème pour la société ?

Oui Non

Q3. Si oui, en quoi constitue-t-elle un problème ?

.....
.....

Q4. Quel est l'ampleur de ce problème ?

.....
.....

Q5. Quels sont les moyens de lutter contre la jacinthe d'eau douce ?

.....
.....
.....
.....
.....

Q6. Sont-ils mis en pratique ?

Oui Non

Q7. Si non, pourquoi ?

.....
.....

.....
.....
Q8. Si oui, sont-ils efficace pour la lutte?

.....
.....

Q9. Quel est le niveau d'implication des pouvoir public sur le sujet ?

.....
.....

Q10. Des recherches sont-elles faites à ce sujet ?

Oui Non

Q11. Y a-t-il un plan de reposte au problème?

Oui Non

Q12. Si oui, lequel ?

.....
.....

Q13. Quel est son impact sur la mobilisation de la ressource :

- Sur la quantité ?

.....
.....

- Sur la qualité ?

.....
.....

- Sur la disponibilité ?

.....
.....

Q14. Quel est le niveau d'implication de l'ONEA face à ce problème ?

.....
.....

Q15. En quoi la jacinthe constitue-t-elle une entrave au traitement de l'eau?

.....
.....

Q16. Quel coût associé à la lutte actuelle ?

.....
.....

Q17. Y a-t-il d'autres zones affecté par ce problème ?

Oui Non

Q18. Lesquels ?

.....
.....

2. Annexe II : évolution des paramètres physico-chimiques au cours du temps

Le tableau ci-dessous montre l'évolution des différents paramètres physico-chimiques dans le bac d'ensemencement de la jacinthe.

PARAMETRE	1	2	3	4	5	6	7	8	MAX	MIN
Niveau d'eau	56	53,45	49,4	48,25	44,6	38,95	33,8	29,75		
Température	27,7	24,7	23,15	23,3	23	23,35	22,9	26,45	27,7	22,9
PH	8,14	8,435	7,67	7,73	7,16	7,03	7,175	7,285	8,435	7,03
Turbidité	175,75	23,72	52,75	19,265	1,295	2,7	1,275	11,685	175,75	1,275
Conductivité	425,5	432,5	469	482	528,5	550	585,5	632,5	632,5	425,5
Tac	2,69	2,67	2,81	2,78	3,18	3,41	3,73	3,475	3,73	2,67
Na+	35,7	36,9	43,6	40,2	49,7	56,85	77,4	85,5	85,5	35,7
K+	15,7	15,7	18,85	16,7	8	2,25	1,45	1,5	18,85	1,45
Ca2+	49,7393	49,1782	39,559	42,9658	52,2643	54,8695	54,589	56,6731	56,67312	39,55896
TH	1,238	1,238	1,375	1,467	1,552	1,499	1,548	1,665	1,665	1,238
Cl-	46,85	89,9	48,3	52	54,05	56,75	61,85	69	89,9	46,85
TDS	305	446,5	318	471,5	492,5	550	584,5	623	623	305
COT	6,4	7,275	8,7	9,555	9,38	7,3	6,42	6,665	9,555	6,4
O2 dissout.	7,33	7,645	4,805	5,42	5,45	4,5	3,855	3,67	7,645	3,67
Po4-	1,1215	0,477	3,1745	1,0435	0	0	0	6,665	6,665	0
No2-	0,091	0,376	0,054	0,0805	0	0	0	6,665	6,665	0
No3-.ech	0	0	0,723	6,073	0,7905	1,1405	0,275	6,3	6,3	0