



**Évaluation des impacts sanitaires et environnementaux des rejets  
d'eaux résiduaires de l'hôpital national de Niamey (République du  
Niger)**

MÉMOIRE POUR L'OBTENTION DU  
MASTER EN INGÉNIERIE 2iE AVEC GRADE DE MASTER  
OPTION EAU & ASSAINISSEMENT

.....  
Présenté et soutenu publiquement le 23/01/2019 par

**Hadiaratou MOUNKAILA NOUHOU HAMANI 20120107**

**Maitre de stage: Madame Boureima Fatimata**

Chef du Service d'Assainissement et  
de Gestion de l'Environnement  
de HNN

**Encadrant 2iE: Monsieur Sawadogo Boukary**

Ingénieur de recherche à 2iE

Jury d'évaluation du stage

Président : Dr Seyram SOSSOU (Président)

Membres et correcteurs : M Facia G. ADEOSSI (Examinateur)  
Dr Boukary SAWADOGO (Encadreur)

**Promotion 2016-2017**

## Dédicaces

Je dédie entièrement ce mémoire

À mon père Mounkaila Nouhou Hamani .Ce travail est le fruit de votre affection, et de tous les sacrifices que vous aviez consenti pour moi depuis ma naissance jusqu'à ce jour.

## Remerciements

Je tiens à adresser mes sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Je remercie particulièrement

- Monsieur le Directeur General de l'Hôpital National de Niamey (HNN) pour m'avoir accueilli dans sa structure et œuvrer pour la bonne marche du présent travail
- Madame BOUREIMA Fatoumata, Chef du service de l'assainissement et de gestion de l'environnement de l'HNN pour l'attention qu'elle m'a accordé et son suivi et mon acceptation dans son service.
- Monsieur HAROU Oumarou, Directeur de l'hygiène publique pour m'avoir sans cesse épaulé
- Monsieur SAWADOGO Boukary mon encadreur interne pour sa disponibilité, ses orientations et ses conseils
- Monsieur MADOUGOU Ibrahim agent du service SAGE pour m'avoir orienté et conseiller tout au long de cet exercice
- Monsieur MAIGA Taibou expert en eau et assainissement à la Banque Mondiale qui malgré ses occupations professionnelles a su trouver du temps pour me guider
- Monsieur BOURAIMA Zakari Directeur-Pays de Eau vive Burkina Faso pour son soutien constant et ses précieux conseils
- Le Directeur General de LANSPEX et de Quali Control pour l'appui qu'il nous a accordé dans la réalisation des analyses effectuées au sein de ses laboratoires
- Monsieur Seyni, Technicien de la STEP pour m'avoir assisté lors des prélèvements
- Ma belle-famille pour les encouragements

À tout le personnel de l'institut 2IE

À tout le personnel du service SAGE de HNN pour avoir rendu mon séjour agréable

## **Résumé**

Les substances chimiques utilisées dans les hôpitaux dans le cadre des activités de soins et de recherche médicale se retrouvent le plus souvent dans les effluents liquides. Même si le volume élevé d'eaux usées générées par ces établissements assure une certaine dilution des polluants incriminés, le rejet de ces effluents contaminés dans le milieu naturel (fleuve Niger notamment) ... qui constitue actuellement, directement ou indirectement, le dépotoir de tous ces déchets, au mépris du danger que cela représente pour la santé des riverains, des écosystèmes aquatiques et de l'environnement en général. Les contaminants les plus fréquemment retrouvés sont les microorganismes pathogènes, les métaux lourds, les détergents, les résidus de médicaments, etc. Notre étude à ce sujet porte sur l'évaluation des impacts sanitaires et environnementaux liés au rejet des eaux résiduaires de l'Hôpital National de Niamey. Elle a consisté d'abord à effectuer une étude de terrain à travers des questionnaires adressés aux riverains, puis des analyses de laboratoire afin de caractériser des eaux usées de ce centre hospitalier. L'étude a révélé que le système de traitement en place est défaillant et sert de transition pour les eaux résiduaires. Les analyses ont montré que les valeurs de certains paramètres dépassent largement les normes nationales établies. Ainsi les MES avec une valeur de 340mg/l, DBO5 avec 450mg/l, et DCO avec 735mg/l révèlent un problème majeur dans le fonctionnement de la station d'épuration. Ces résultats montrent une turbidité des eaux et une autoépuration des micro-organismes. Ainsi pour réduire le taux de pollution rejeté dans les eaux du fleuve, une réhabilitation de la station d'épuration de l'Hôpital National de Niamey et un contrôle régulier des paramètres physico-chimique et microbiologique seront nécessaires.

**Mots clés effluents hospitaliers, impacts sanitaires, impacts environnementaux, fleuve Niger, Hôpital National de Niamey**

## **Abstract**

Chemical substances used in hospitals as part of health care and medical research activities are often found in liquid effluents. Although the high volume of wastewater from these facilities ensures some dilution of the pollutants involved, the release of these contaminated effluents into the natural environment (which is currently, directly or indirectly, the dump of all these wastes, in defiance of This is dangerous for the health of rivers, aquatic ecosystems and the environment in general.

The most frequently encountered contaminants are pathogenic microorganisms, heavy metals, detergents, drug residues, etc. Our study on this topic deals with the health and environmental impacts related to the wastewater discharge of the National Hospital of Niamey, and consists of, first, to carry out a field study through questionnaires sent to watercourses, then laboratory analyzes to characterize the wastewater from this hospital center to find out more about the treatment system in place. The analyzes showed that the values of some parameters far exceed the established national standards. Thus, the MES with a value of 340 mg / l, BOD5 with 450 mg / l, and COD with 735 mg / liter is a major problem in the operation of the treatment plant.

These results show water turbidity and self-purification of microorganisms. To reduce the pollution rate in the river's waters, a rehabilitation of the Niamey National Hospital's purification plant and regular monitoring of the physicochemical and microbiological parameters will be necessary.

**Key words: hospital effluents, health impacts, environmental impacts, Niger River, National Hospital of Niger**

## Liste des abréviations

CF : Coliformes fécaux

CT : Coliformes totaux

DAMTE : Département d'Appui Médicaux Techniques et d'Equipements

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène pendant

DCO : Demande Chimique en Oxygène

HNN : Hôpital National de Niamey

MES : Matières en Suspension

OMS : Organisation Mondiale de la Sante

SAGE : Service d'Assainissement et de Gestion de l'Environnement

SEEN : Société d'Exploitation des Eaux du Niger

SF : Streptocoques fécaux

STEP : Station d'Épuration

## Table des matières

Résumé	iii
Abstract	iv
Liste des abréviations.....	v
Liste des tableaux .....	viii
Liste des figures.....	ix
I. Introduction.....	1
II.Synthèse bibliographique.....	4
1. Quelques définitions .....	4
1.2 Eaux résiduaires .....	4
1.3 Impact .....	4
2. Classification des hôpitaux .....	4
3. Typologie des eaux résiduaires hospitalières.....	5
4. Caractéristiques des eaux résiduaires hospitalières .....	7
5. La station d'épuration de HNN.....	8
6. Impacts sanitaires et environnementaux liés aux rejets des effluents hospitaliers.....	8
5.1 Impacts sanitaires .....	8
5.2 Impacts environnementaux .....	10
6. Méthodes d'évaluation des impacts sanitaires et environnementaux .....	10
6.1 La méthodologie.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
6.2 Critère environnemental .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
6.3 Critère du social.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
7. Cadre réglementaire et institutionnel de la protection de l'environnement .....	11
7.1 Le cadre institutionnel .....	11
7.2 Le cadre juridique.....	11
8. Les différents systèmes de traitement des eaux usées hospitalières .....	13
III. Matériels et méthodes .....	16
1. Généralité sur la communauté urbaine de Niamey .....	16
2. Présentation du site d'étude .....	16
3. Méthodologie de l'étude .....	18
3.1 Caractérisation physico-chimique des rejets.....	20
3.1.1 Méthodologie .....	20

Évaluation des impacts sanitaires et environnementaux des rejets d'eaux résiduaires de  
l'Hôpital National de Niamey (République du Niger)

---

IV.	Résultats discussion .....	26
1.	Diagnostic de la station d'épuration de l'Hôpital National de Niamey .....	26
2.	Analyse des paramètres physico-chimiques et microbiologiques.....	27
3.	Discussion des résultats de l'enquête.....	29
3.1	Composition de la zone d'étude.....	29
3.2	Utilisation des eaux du fleuve.....	29
3.3	Les problèmes de santé rencontrés.....	30
3.4	Types de traitements des eaux du fleuve.....	31
3.5	Perturbation au niveau du fleuve Niger .....	32
4.	Impacts sanitaires et environnementaux .....	32
4.1	Impacts sanitaires.....	33
4.2	Sur le plan environnemental .....	34
5.	Évaluation des impacts .....	35
V.	Proposition de solutions et de mesures de mitigation.....	37
1.	Sur le plan juridique et institutionnel.....	37
2.	Au plan de renforcement des infrastructures et des capacités.....	37
1.	Évaluation des couts économiques .....	38
VI.	Conclusion et perspectives.....	39
VII.	Recommandations.....	40
VIII.	Références bibliographiques .....	41
IX.	Annexes.....	ix

## Liste des tableaux

Tableau I: Caractéristiques des eaux résiduaires en milieu hospitalier.....	7
Tableau II:Matrice de Léopold .....	10
Tableau III : Normes de rejets des effluents liquides dans le milieu récepteur (Arrêté fixant les normes) .....	12
Tableau IV : Normes de rejets des effluents contenant des métaux lourds (Arrêté fixant les normes .	12
Tableau V : Les différents traitements des eaux usées hospitalières .....	14
Tableau VI : Paramètres et méthodes utilisés pour l'analyse .....	22
Tableau VII : Critère d'évaluation de la matrice de Fecteau .....	23
Tableau VIII : Critère d'importance.....	24
Tableau IX : Matrice de Fecteau ou matrice de détermination des impacts .....	24
Tableau X : Les paramètres physico-chimiques .....	28
Tableau XI: matrice d'identification des impacts de rejet des eaux usées de HNN .....	33
Tableau XII: Grille d'évaluation environnementale et sociale.....	36
Tableau XIII: Évaluation des coûts de réhabilitation de la station d'épuration de HNN.....	38

## Liste des figures

Figure 1 : Circuit d'élimination des médicaments par les malades .....	6	
Figure 2 : situation géographique de la région de Niamey (wikipedia) .....	16	
Figure 3 : Localisation de l'Hôpital National de Niamey(Google Earth).....	17	
Figure 4 : Les différentes étapes de l'étude .....	19	
Figure 5 : point de rejet des eaux usées de HNN dans le fleuve Niger .....	21	
Figure 6 : Bassin d'aération	Figure7 : Bassin de décantation.....	27
Figure 8 : Bassin de séchage de boues en panne	Figure 9 : Bassin de désinfection .....	27
Figure 10:caracteristiques des habitants .....		29
Figure 11: a) Approvisionnement en eau b) utilisation des eaux du fleuve .....		30
Figure 12: Pourcentage de personnes qui rencontrent des problèmes .....		31
Figure 13: Les maladies rencontrées	Figure 14: Traitement des eaux du fleuve .....	31
Figure 15: les types de traitement .....		32

## **I. Introduction**

L'eau constitue une des principales sources de vie dans le monde. Elle est utilisée pour la satisfaction des besoins quotidiens pour la boisson, l'hygiène, l'assainissement et l'irrigation. Nonobstant son importance, une grande partie de la population mondiale n'a pas accès à une source d'eau potable surtout dans les pays en développement où par ailleurs l'accès à l'assainissement n'est pas garanti. Selon l'OMS (2017) une eau potable est une eau propre à la consommation sans pathogènes et agents chimiques pouvant nuire à la santé. De manière générale, l'Homme mange et boit environ 80% de ses maladies et, dans les pays en développement, 80 % des maladies sont dues à l'eau (Feudjeu, 2012). 2,1 milliards de personnes, soit 30% de la population mondiale, n'ont toujours pas accès à des services d'alimentation domestique en eau potable et 4,5 milliards soit 60%, ne dispose pas de services d'assainissement gérés en toute sécurité (OMS, 2017). D'autre part, dans les pays en développement, les déchets liquides, notamment les effluents générés par l'activité humaine (eaux usées domestiques, eaux usées industrielles, eaux usées des centres hospitaliers, etc.) sont insuffisamment traités et présentent un danger potentiel pour l'homme et son environnement. En effet, la dangerosité dépend de la nature et de l'importance des germes/toxines que ces effluents contiennent (résidus médicamenteux, réactifs chimiques, antiseptiques, détergents, révélateurs et fixateurs de radiographies, bactéries, matière organique...) et du niveau de leur prise en charge (confinement, transport, traitement) avant rejet dans la nature. Les effluents en provenance des centres hospitaliers, objet de la présente étude, doivent passer par des processus spécifiques consistant à d'abord les contenir, les transporter (canaux ou conduites ou containers) et les traiter convenablement avant leur évacuation dans les réseaux de la municipalité. Ces effluents des centres hospitaliers représentent, en outre, un danger potentiel en raison de leur évacuation déficiente, au même titre que les rejets urbains classiques, vers le réseau d'assainissement communal sans traitement préalable (DARCY.C et al, 2002). Cette situation a des impacts néfastes sur l'environnement et la santé humaine. Ces impacts s'accroissent encore lorsque les eaux usées domestiques reçoivent des effluents particuliers comme les effluents hospitaliers. Les effluents hospitaliers ont la réputation d'être très dangereux en raison des micro-organismes qu'ils pourraient disséminer, notamment du fait de la résistance de certaines bactéries aux antibiotiques.

Au Niger dans les zones urbaines seul 87% de la population urbaine a accès à l'eau potable et 19% à l'assainissement (Taibou, 2016). L'approvisionnement en eau potable de la ville est assuré par la société d'exploitation des eaux du Niger (SEEN) qui effectue des prélèvements des eaux du fleuve Niger à travers deux stations de pompage. C'est pourquoi pour faire face aux incidences de l'utilisation des eaux polluées du fleuve, il importe d'envisager le traitement en amont des eaux usées domestiques et industriels produites notamment par les structures sanitaires contenant des résidus médicaux et agents pathogènes d'où l'impératif de la construction d'une station d'épuration (STEP) dans le but de réduire au maximum les risques pour la santé humaine et pour l'environnement.

La ville de Niamey, capitale du Niger, à l'instar des grandes villes africaines, se trouve confrontée à une forte croissance démographique, à l'installation d'unités industrielles et hospitalières impactant fortement la prise en charge des questions d'assainissement. Par ailleurs, la communauté urbaine de Niamey est caractérisée par l'insuffisance de systèmes d'évacuation et des stations d'épuration des eaux usées. De ce fait, ces eaux usées sont directement évacuées dans les bas-fonds et d'autres zones réceptrices notamment dans le fleuve Niger, sans traitement préalable. Avant de se jeter dans le fleuve, ces eaux parcourent plusieurs sites maraîchers (Tankari et al, 2012) faisant de ce cours d'eau le dépotoir des déchets liquides, au mépris du danger que cela représente pour la santé des riverains et de l'environnement à court ou long terme. Les populations riveraines du fleuve Niger utilisent quotidiennement ces eaux pour leurs activités.

L'objectif général de cette étude est de trouver des solutions pour minimiser les impacts sanitaires et environnementaux liés au rejet des effluents de l'Hôpital National de Niamey. Pour ce faire, il importe de caractériser et documenter la nature des effluents jetés dans le fleuve afin d'estimer le niveau de menaces pour les riverains et l'environnement, et d'ébaucher des mesures de mitigation.

Les objectifs spécifiques sont :

- faire l'état des lieux du système de gestion des eaux résiduaires de l'Hôpital National de Niamey ;
- caractériser les eaux résiduaires de l'Hôpital National de Niamey et leurs points de rejet sur le fleuve Niger ;
- identifier les possibles impacts du rejet des eaux résiduaires sur l'écosystème et la santé des riverains ;

- proposer des mesures de prévention et de mitigation des impacts et risques de rejets des eaux résiduaires

Ce rapport est reparti en trois grandes parties à savoir la synthèse bibliographique en premier lieu, suivies du matériel utilisé et de la méthodologie en second lieu, et enfin la présentation des résultats obtenus, la discussion et la conclusion.

## **II. Synthèse bibliographique**

La synthèse bibliographique a pour objectif de faire le point sur les différents résultats, notions, concepts et méthodes issus de la littérature concernant la gestion des eaux usées de façon générale et en particulier les effluents liquides hospitaliers. Cette partie aborde les généralités sur les effluents liquides hospitaliers, les réseaux de collecte de ces effluents ainsi que leur traitement.

### **1. Quelques définitions**

#### **1.2 Eaux résiduaires**

Les eaux résiduaires regroupent les eaux provenant d'une quelconque activité industrielle avec des caractéristiques variant d'une industrie à l'autre de nature à contaminer les milieux dans lesquelles elles sont déversées, mais sont différentes des eaux usées domestiques à l'exception des eaux usées produites par les hôpitaux qui sont proches des eaux usées domestiques.

#### **1.3 Impact sanitaire et environnemental**

Un impact sanitaire, il s'agit d'effets à long terme positifs et négatifs induits directement ou indirectement, intentionnellement ou non par une quelconque activité sur la santé (Glossaire OCDE, 2002).

Un impact sur l'environnement peut se définir comme l'effet, pendant un temps donné et sur un espace défini, d'une activité humaine sur une composante de l'environnement pris dans le sens large du terme (c'est-à-dire englobant les aspects biophysiques et humains), en comparaison de la situation probable advenant de la non-réalisation du projet (Wathern, 1988). La réalisation du projet va donc entraîner une modification, c'est-à-dire une perturbation du système par rapport à l'état initial.

### **2. Classification des hôpitaux**

La principale fonction d'un centre hospitalier est de fournir des services en matière de santé à une population. Plusieurs hôpitaux offrent des soins autres que la santé. Leur spécialité est liée aux types de maladies qu'ils traitent. Les différentes pathologies sont réparties en services, c'est ainsi qu'on peut retrouver dans un même hôpital les entités telles qu'un service de maladies tropicales ou infectieuses, service de psychiatrie, service pédiatrique, service de gastroentérologie...les hôpitaux sont obligés de disposer des équipements de base

permettant aux patients, aux personnels et ainsi qu'aux visiteurs de satisfaire leurs besoins physiologiques. De ces facilités on peut citer les salles de consultation, d'hospitalisation, la cuisine, buanderie, les toilettes, laboratoire...l'ensemble de ces équipements nécessite un approvisionnement en eau potable adéquat et génère des eaux usées, des effluents gazeux et des déchets solides qui donne naissance à des rejets hybrides à la fois domestique et industriel marqués par une importante dilution (E. Emmanuel,2003). Des polluants tels que les métaux et autres substances chimiques sont introduits dans le réseau d'assainissement des hôpitaux. Les effluents hospitaliers présentent pour des paramètres globaux (DCO, DBO5, MES, NTK et phosphore total) des caractéristiques tout à fait semblables à la moyenne de celle d'eaux résiduaires urbaines à l'exception des détergents qui présentent une concentration significativement plus élevée (Mansotte et Justin, 2000).

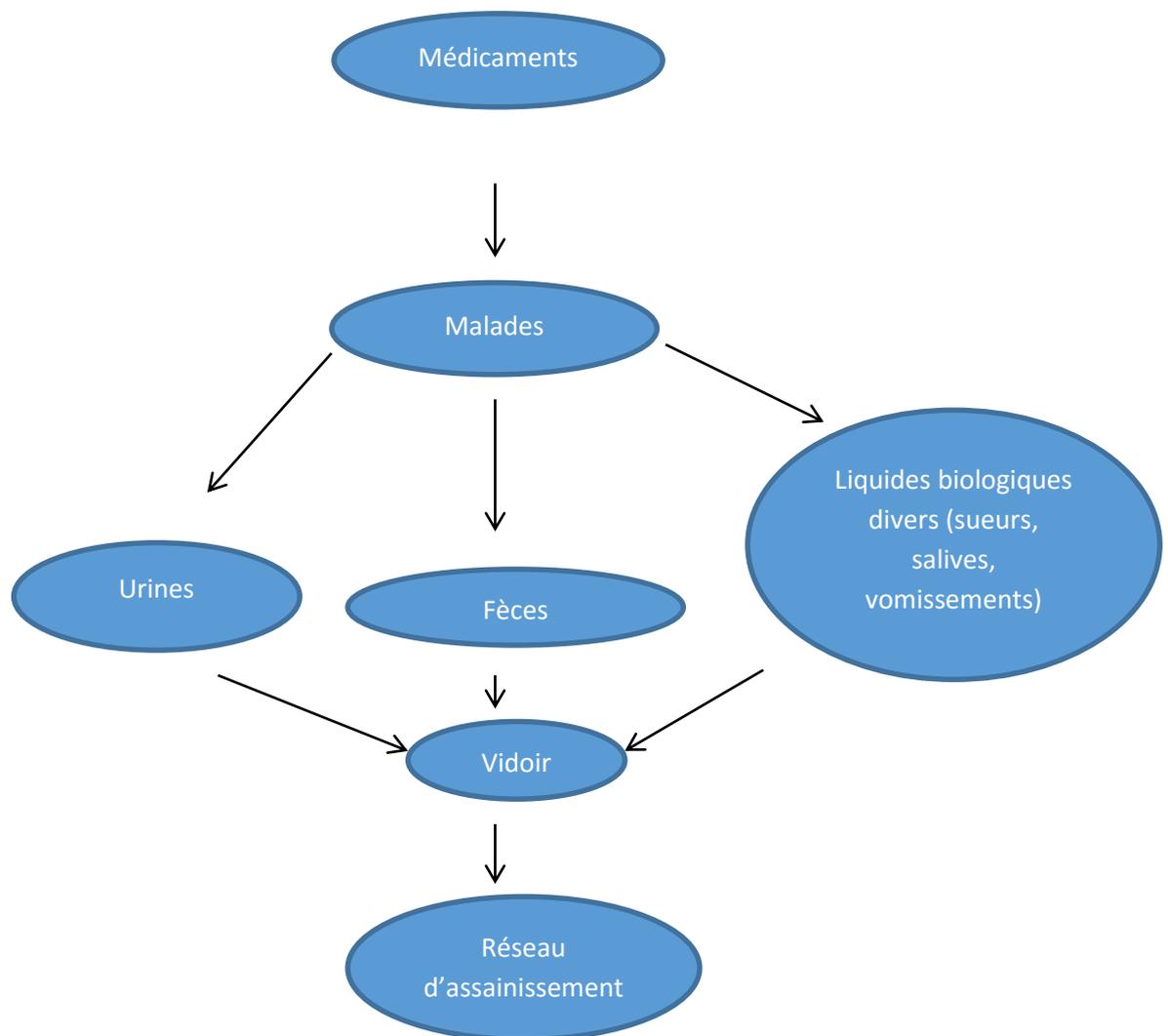
### 3. Typologie des eaux résiduaires hospitalières

Les eaux résiduaires hospitalières ont des caractéristiques très proches des eaux usées domestiques et sont généralement de deux types. Les eaux de nature domestique et celles de nature spécifique à l'hôpital.

- **Les rejets de nature domestique** qui regroupent les eaux provenant de la cuisine, de la buanderie
- **Les rejets de nature spécifique à l'hôpital** commun aux différents services de soins, les rejets spécifiques sont les produits désinfectants et antiseptiques utilisés pour la désinfection des surfaces et du matériel médico-chirurgical, les rejets de germes pathogènes issus des personnes malades qui peuvent se trouver dans les eaux-vannes, les médicaments et les métaux lourds (argent...) provenant du service de radiologie.
- **Les rejets médicamenteux** les médicaments utilisés dans les établissements de santé sont variés et représentent des quantités importantes. On peut citer à titre d'exemple, les analgésiques, les antipyrétiques, les antibiotiques, les antiviraux, les antifongiques, les immunodépresseurs et les anticancéreux.

On distingue deux voies d'élimination des médicaments, la première et la plus conséquente concerne les excréta et les liquides biologiques, la seconde le circuit d'élimination des médicaments non utilisés et du matériel souillé (DERMONT, C et al, 1997).

Les médicaments consommés par les malades seront éliminés sous forme d'urine, de fèces ou de liquides biologiques (sueurs, salives, vomissements) dans les vidoirs avant d'être acheminés dans le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration (figure 1 ci-dessous).



**Figure 1** : Circuit d'élimination des médicaments par les malades

#### 4. Caractéristiques des eaux résiduaires hospitalières

L'étude de la pollution des effluents hospitaliers nécessite la connaissance d'un certain nombre de paramètres qu'on appellera « paramètres de pollution », ils permettent de juger de la gravité du problème.

Les caractéristiques des eaux résiduaires en milieu hospitalier sont proches de celle des eaux usées domestiques, mais la toxicité est un peu plus élevée et la biodégradabilité plus faible. Pour les caractériser, les paramètres physico-chimiques et bactériologiques peuvent être pris en compte en respectant les normes préalablement prescrites.

Les eaux résiduaires sont des milieux extrêmement complexes, aussi se réfère-t-on à quelques paramètres pour les caractériser (tableau I).

**Tableau I:** Caractéristiques des eaux résiduaires en milieu hospitalier

Paramètres	Auteurs	Commentaires
pH	Amadou, H., et al (2011) et Clotilde, B., (2008)	pH relativement neutre
	Kouider (2016)	pH neutre ou basique (6,5- 8,5)
(DCO, DBO, MES, Azote Kjeldal, phosphore)	Leprat (1996) et Lees (1999)	qu'il n'y avait pas de différence entre effluents hospitaliers et urbains
	Evens et al. (2001), et Mansotte (2000)	les effluents hospitaliers sont plus chargés que les effluents urbains
	Jehannin, P., (1999)	DCO (1 900 mg/l) et en DBO5 (700 mg/l).
CF	Darcy et al. (2002)	104 et 106 UFC /100 ml

À ces pollutions microbiologiques et organiques s'ajoutent aussi celles des métaux lourds à savoir le mercure et l'argent issus, respectivement des thermomètres à mercure du service de radiologie. Les effluents liquides hospitaliers présentent donc des caractéristiques très spécifiques et comportent de ce fait des risques sanitaires et environnementaux certains.

## **5. La station d'épuration de HNN**

La station d'épuration de l'Hôpital National de Niamey est une station à boue activée construite en matériau fini.

Le procédé à boue activée est une technique biologique d'épuration des eaux. Il représente une alternative efficace et relativement écologique (sans utilisation de produits chimiques) aux techniques d'épuration les plus couramment utilisées. Il consiste à revaloriser les eaux usées en y introduisant un concentré de bactéries diverses. On ajoute à ce mélange un brassage mécanique qui permet l'oxygénation nécessaire au bon fonctionnement des bactéries et à la dégradation des matières. Ces derniers mangent les substances polluantes et les transforment en boue.

## **6. Impacts sanitaires et environnementaux liés aux rejets des effluents hospitaliers**

### **5.1 Impacts sanitaires**

L'assainissement est fortement lié à la santé publique en raison des nombreuses maladies observées chez l'Homme liées à un milieu malsain. La proximité avec les eaux usées hospitalières de diverses natures peut engendrer des risques infectieux et toxique liés à la quantité d'eau usée rejetée et à la qualité de l'effluent des maladies. Les eaux usées véhiculent un grand nombre de micro-organismes (virus, bactéries, protozoaires, helminthes, etc.). Ces germes plus ou moins pathogènes constituent un réel danger pour la santé des populations (COULIBALY, 2006). Cependant, l'utilisation des eaux usées brutes a été montrée, comme une source potentielle de contaminations microbiologiques et chimiques des nappes d'eaux souterraines et superficielles (Howard et al. 2003; Taylor, 2004). La consommation des eaux de la nappe contaminée par les eaux usées a pour conséquence le développement des maladies hydriques. Gaye et Niang (2002) ont attribué les épidémies de typhoïde, de paratyphoïde et de choléra qui ont éclaté à Dakar au Sénégal aux eaux usées et la contamination des puits (Howard et al. 2003). La contamination peut se faire par contact lors des baignades, par la consommation des produits alimentaires aquatiques tels que les poissons ou alors les légumes arrosés avec de l'eau souillée pendant leur culture. Elle peut aussi être chimique et se faire par la piqûre des insectes se développant dans les eaux usées et par la consommation au travers des sources et des puits d'eau de la nappe phréatique souillés par des eaux usées. En plus des germes pathogènes, les eaux usées en fonction de leurs

origines peuvent contenir des substances toxiques capables d'engendrer de graves troubles de santé chez l'homme.

### **5.1.1 Le risque toxique**

Ces risques sont surtout liés aux produits chimiques utilisés pour les différentes analyses et rejetés sans précaution dans le réseau de rejet d'eaux usées. Certains produits peuvent se trouver en très faible quantité grâce à la dilution des eaux usées. Les eaux hospitalières peuvent être contaminées par des métaux lourds (mercure, argent...etc.) et par des molécules organiques (solvants, antibiotiques, désinfectants, détergents, médicaments...etc.). Le problème majeur est surtout lié aux médicaments anticancéreux qui présentent des risques mutagènes et tératogènes importants. Les détergents, les désinfectants, les antiseptiques. Les désinfectants présentent un risque toxique pour le personnel du bloc opératoire en rapport directement avec leurs principes actifs, les volumes utilisés et les concentrations. Le mode d'élimination peut présenter un risque pour le personnel intervenant dans la maintenance, par exemple des réseaux d'eaux usées (Harence, 2012). Les alcools, hydrocarbures, les acides lors du dosage de l'hémoglobine, les rejets en acides sont significatifs. Ils présentent un risque à la fois toxique et biologique (sang). De même, l'acide citrique, l'acide acétique et les dérivées chlorées, utilisées pour la dialyse, présentent un risque minime étant donné leur faible concentration. L'utilisation du formol et de l'alcool éthylique peut exposer le personnel et les patients à une toxicité cutanée et respiratoire (Belkoda Wafae, 2007).

### **5.1.2 Le risque infectieux**

Ce risque est lié aux différents micro-organismes pouvant être véhiculés par le sang et les liquides biologiques. La flore hospitalière est composée à la fois de la flore des malades et des germes de l'environnement (sols, surfaces, matériels, eau, air...etc.) (Harence, 2012). Les germes pathogènes que l'on trouve dans les eaux usées hospitalières peuvent être :

- des bactéries présentes dans les selles ou les urines ou des bactéries responsables d'infections nosocomiales qui avec le temps ont une résistance aux antibiotiques qui les rend plus dangereuses;
- des virus et parasites .

Ces agents pathogènes peuvent aussi provenir

- des liquides biologiques des malades (sang...etc.) Provenant des blocs opératoires et laboratoires d'analyse ;

- les effluents chargés de matières organiques, de microorganismes, d'antiseptiques, de détergents et de désinfectants ainsi que de solutions chlorées (Harence, 2012).

## 5.2 Impacts environnementaux

Toutes formes de pollution entraînent une forte dégradation des milieux aquatiques récepteurs aux conséquences diverses à savoir sanitaires, écologiques et économiques. La décharge des eaux usées mal ou non traitées dans l'environnement peut entraîner d'énormes modifications de l'écosystème qui les reçoit (Agendia et al. 2000). On peut citer entre autres :

- à diminution de la biodiversité aquatique à cause de la toxicité du milieu et l'apparition des espèces nouvelles;
- l'eutrophisation des milieux aquatiques récepteurs;
- la dégradation de l'esthétique du milieu par la propagation des mauvaises odeurs;
- la perturbation du microclimat du milieu récepteur.

## 6. Méthodes d'évaluation des impacts sanitaires et environnementaux

### 6.1. Méthodes d'identification des impacts

Il existe une multitude de méthodes pour pouvoir identifier les impacts d'un projet. La matrice de Léopold (Léopold et al, 1971) est l'un des premiers efforts méthodologiques complets dans le domaine des EIES. Pour ce qui concerne la matrice de Léopold, elle se présente sous la forme d'une grille à deux entrées ; activités liées au projet et les éléments du milieu.

Le tableau II ci-après représente la matrice de Léopold.

**Tableau II:Matrice de Léopold**

		Milieu récepteur						
		Milieu biophysique					Milieu socio-économique	
Phases du projet	Impacts	Faune	flore	eau	Sol	air	sante	économie

### 6.2. Méthodes d'évaluation des impacts

Les méthodes d'évaluation sont également multiples. L'équation d'Aucamp peut être utilisé pour l'évaluation des impacts en attribuant un code numérique aux paramètres de l'impact afin d'arriver à une évaluation objective. Source : (CEDI SAHEL, 2017)

Importance = Conséquence \* Probabilité

Conséquence = Gravité + Etendue spatiale + Durée

Probabilité = Vraisemblance qu'un impact se produise.

La matrice de Fecteau est aussi utilisée pour l'évaluation donnant l'importance des impacts en fonction des critères d'évaluation (intensité, portée, durée) et c'est d'ailleurs la plus utilisée pour sa simplicité et sa facilité d'appréhension.

## **7. Cadre réglementaire et institutionnel de la protection de l'environnement**

Les principaux textes réglementaires en matière de protection de l'environnement du pays auxquels l'Hôpital National I de Niamey doit se soumettre et se conformer sont les suivants :

### **7.1 Le cadre institutionnel**

C'est notamment les institutions ministérielles qui agissent chacun selon leur niveau d'implication comme structure d'exécution, de planification, de contrôle ou de suivi

La Constitution de la 7<sup>e</sup> République du Niger du 25 novembre 2010, qui stipule en son article 35 que « l'État veille à l'évaluation et au contrôle des impacts de tout projet et programme de développement » ;

La loi N° 98-056 du 29 décembre 1998, portant loi-cadre relative à la gestion de l'environnement énonce les principes fondamentaux devant inspirer la gestion de l'environnement et édicte un certain nombre de mesures destinées à assurer la protection qualitative des eaux en ses articles 27 et 31

L'ordonnance N° 93-013 du 2 mars 1993, instituant un code d'hygiène publique qui fait obligation à toute personne produisant ou détenant des déchets nocifs pour le sol, la flore ou la faune et susceptibles de porter atteinte à la santé de l'homme et à l'environnement d'en assurer ou d'en faire assurer l'élimination de manière à en éviter les effets nocifs (article 1 et 4).

### **7.2 Le cadre juridique**

Au titre des dispositions juridiques, ce sont, les décrets et l'arrêté

Le Ministère de l'Environnement, de la Salubrité urbaine et du Développement durable est créé par DCRET N°2013-424/PRN du 08 octobre 2013 est chargé, en relation avec les autres ministères concernés, de la conception, de l'élaboration, de la mise en œuvre, du suivi et de l'évaluation de la politique nationale en matière de l'Environnement, de la lutte contre la désertification, de la Salubrité urbaine et du Développement durable.

Le DÉCRET N°2013-424/PRN du 08 octobre 2013 qui définit, les attributions du ministre de l'hydraulique et de l'assainissement, celui-ci est chargé, en relation avec les autres ministères concernés, de la conception, de l'élaboration, de la mise en œuvre, du suivi et de l'évaluation de la politique nationale en matière de l'eau et de l'assainissement.

L'arrêté N° 140/MSP/LCE/DGSP/DS/DH du 27 septembre 2004 fixant les normes de rejet des déchets dans le milieu naturel en vue d'assurer la protection de la santé publique et de l'environnement, les dispositions du présent arrêté ont pour objet de s'appliquer au milieu naturel, aux stations d'épuration, aux chantiers de recherche et d'exploitation minières, aux carrières et leurs dépendances ainsi qu'aux dépotoirs. Les tableaux III et IV indiquent les présentes normes.

**Tableau III :** Normes de rejets des effluents liquides dans le milieu récepteur (Arrêté fixant les normes) (MELD, 2004)

Nature	Lorsque l'effluent débouche dans une station d'épuration
<b>MES</b>	≤ 100mg/l
<b>DBO5</b>	≤ 200mg/l
<b>DCO</b>	≤ 100mg/l
<b>MO</b>	< 60mg/l azote total où < 80mg/l d'ions ammonium

**Tableau IV :** Normes de rejets des effluents contenant des métaux lourds (Arrêté fixant les normes) (MELD, 2004)

Nature	Concentration maxi (mg/l)
Mercure	0, 50
Cadmium	0, 02
Arsenic	0, 10
Cyanure	0, 10

Plomb	0, 5
Chrome	1, 0
Nickel	1, 0
Zinc	1,0
Cuivre	1,0

### **8. Les différents systèmes de traitement des eaux usées hospitalières**

Une station d'épuration est une installation de traitement des eaux usées destinée à les rendre propres, à être rejetées sans inconvénient majeur dans le milieu naturel et rejoindre le cycle de l'eau. Le principe d'une station d'épuration est de réduire la charge polluante (matière organique en suspension et en solution, produits chimiques, ...) des effluents afin de ramener les paramètres physico-chimiques et biologiques de ces eaux aux normes compatibles avec l'équilibre biologique du milieu récepteur. Il existe un grand nombre de procédés d'épuration des eaux usées dont l'application dépend à la fois des caractéristiques des eaux à traiter et du degré d'épuration désiré (Miss, 2007). Le traitement des eaux usées dans une STEP nécessite 4 phases.

- le prétraitement ;
- le traitement primaire;
- le traitement secondaire;
- le traitement tertiaire.

Ainsi, le tableau V nous illustre les différents types de traitements avec leurs avantages et inconvénients

**Tableau V** : Les différents traitements des eaux usées hospitalières

Types de traitement	Description	Procédés	Avantages	Inconvénients
Prétraitement	Le prétraitement qui permet de séparer les matières grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dégrillage</li> <li>- Dessablage</li> <li>- Déshuilage /dégraissage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un bon dégrillage/ Tamisage permet d'éliminer 50 à 80% de MES et 10 à 30% de la DBO5</li> <li>- Un dégraisseur aéré réduit la DCO de 40%, 60% de MES et 90% de graisse</li> </ul>	
Traitement primaire	Le traitement primaire qui est un procédé physique et/ou physico-chimique visant à éliminer par décantation une forte proportion de matières organiques ou minérales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coagulation-floculation-décantation</li> <li>Coagulation-floculation-flottation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La DBO5 est réduite d'au moins 20 % et le total des MES d'au moins 50 % avant le rejet</li> <li>-faible emprise au sol</li> <li>-Adaptabilité à des extensions successives</li> <li>-accepte les variations brutales des charges polluantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Performances épuratoires inférieures à celles obtenues par les procédés biologiques</li> <li>-L'épuration physico-chimique est couteuse en exploitation</li> <li>-Automatisation de l'installation</li> </ul>
Traitement secondaire	Le traitement secondaire correspond généralement au traitement biologique des eaux usées. Il reproduit artificiellement ou non. Les techniques d'épuration biologique utilisent l'activité des bactéries présentes dans l'eau qui dégradent les matières organiques. Ces	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Traitement par boue activée</li> <li>-Traitement par lagunage</li> <li>-Traitement par biofiltres</li> <li>-Traitement par lits bactériens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-bonne performance épuratoire</li> <li>-Plus économiques en exploitation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Inadaptation aux variations brutales et importantes des flux de pollution</li> <li>-les baisses de température des effluents ralentissent les processus biologiques</li> <li>-les investissements sont souvent importants</li> </ul>

Évaluation des impacts sanitaires et environnementaux des rejets d'eaux résiduaires de l'Hôpital National de Niamey (République du Niger)

	techniques sont soient anaérobies, soient aérobies.			
Traitement tertiaire	On appelle traitement tertiaire ou mieux complémentaire tout traitement sur de l'eau déjà épurée par voie biologique	-la désinfection par chloration -la désinfection par l'ozone -la désinfection par l'UV	-Élimination de MES et de la matière organique -Élimination de l'Azote et du Phosphore - Élimination des pathogènes	

Sources Peiffer (2002), Lienard (2004),

### III. Matériels et méthodes

#### 1. Généralité sur la communauté urbaine de Niamey

Niamey, capitale du Niger depuis le 28 décembre 1926, est située sur le fleuve Niger dans l'extrême ouest du pays et est la ville la plus peuplée du Niger. Depuis le 24 novembre 1988, la ville de Niamey compte cinq communes. La ville de Niamey est située entre 13°28 et 13°35 de latitude nord, 2°03 et 2°10 de longitude Est. Avec une superficie de 240 km<sup>2</sup> et construite sur un plateau surplombant la rive gauche du fleuve Niger et une plaine alluviale sur la rive droite entre 180 et 240 m d'altitude. Le climat est de type sahélien avec une pluviométrie variant de 500 à 750 mm par an. La communauté urbaine de Niamey dispose d'une trentaine d'unités industrielles dont la plupart sont situées le long du fleuve Niger.

La figure 2 ci-dessous nous montre la localisation de la ville de Niamey sur la carte du Niger.



**Figure 2** : situation géographique de la région de Niamey (wikipedia)

#### 2. Présentation du site d'étude

L'Hôpital National de Niamey est un établissement public à caractère administratif. Ce centre d'accueil des malades produit des déchets liquides et solides.

Créer en 1922 par le gouverneur Jules BREVIER, l'Hôpital National de Niamey (HNN) pour servir aux auxiliaires de l'administration coloniale. il a été levé en 1962 au rang de centre de référence et transformé en 1992 en établissement public à caractère administratif (ordonnance

## Évaluation des impacts sanitaires et environnementaux des rejets d'eaux résiduaires de l'Hôpital National de Niamey (République du Niger)

n°92-011 du 06 Avril 1992). L'Hôpital National de Niamey est situé dans la zone administrative de Niamey et est limité au Sud par la falaise surplombant le fleuve Niger. HNN comprend 7 départements regroupant plusieurs services. Les départements sont dirigés et coordonnés par des chefs de département. Ainsi on distingue.

- Le département Administration et Finances
- Le département de Médecine et spécialités Médicales
- Le département de Chirurgie et Spécialités Chirurgicales
- Le département des Urgences et Anesthésie Réanimation
- Le département de Neuropsychiatrie
- Le département d'Amélioration de la Qualité des Soins Infirmiers
- Le département Appui Médicotechnique et Entretien des équipements

Il faut noter que l'hôpital dispose de 1000 lits dont 784 lits sont fonctionnels et compte 1130 agents toutes catégories confondues, dont 207 personnels d'appui.

La figure 3 ci-dessous nous illustre la localisation de l'Hôpital National de Niamey.



**Figure 3** : Localisation de l'Hôpital National de Niamey (Google Earth)

Le service d'accueil de son nom <<service d'hygiène et d'assainissement >>, il a été transformé en << service d'assainissement et de gestion de l'environnement (SAGE) >> le 17 Novembre 2003 par note de service n°47/DHNN et relevé du département d'appui Médicaux Techniques et d'Equipements (DAMTE).

Ainsi, les missions du sage sont les suivantes :

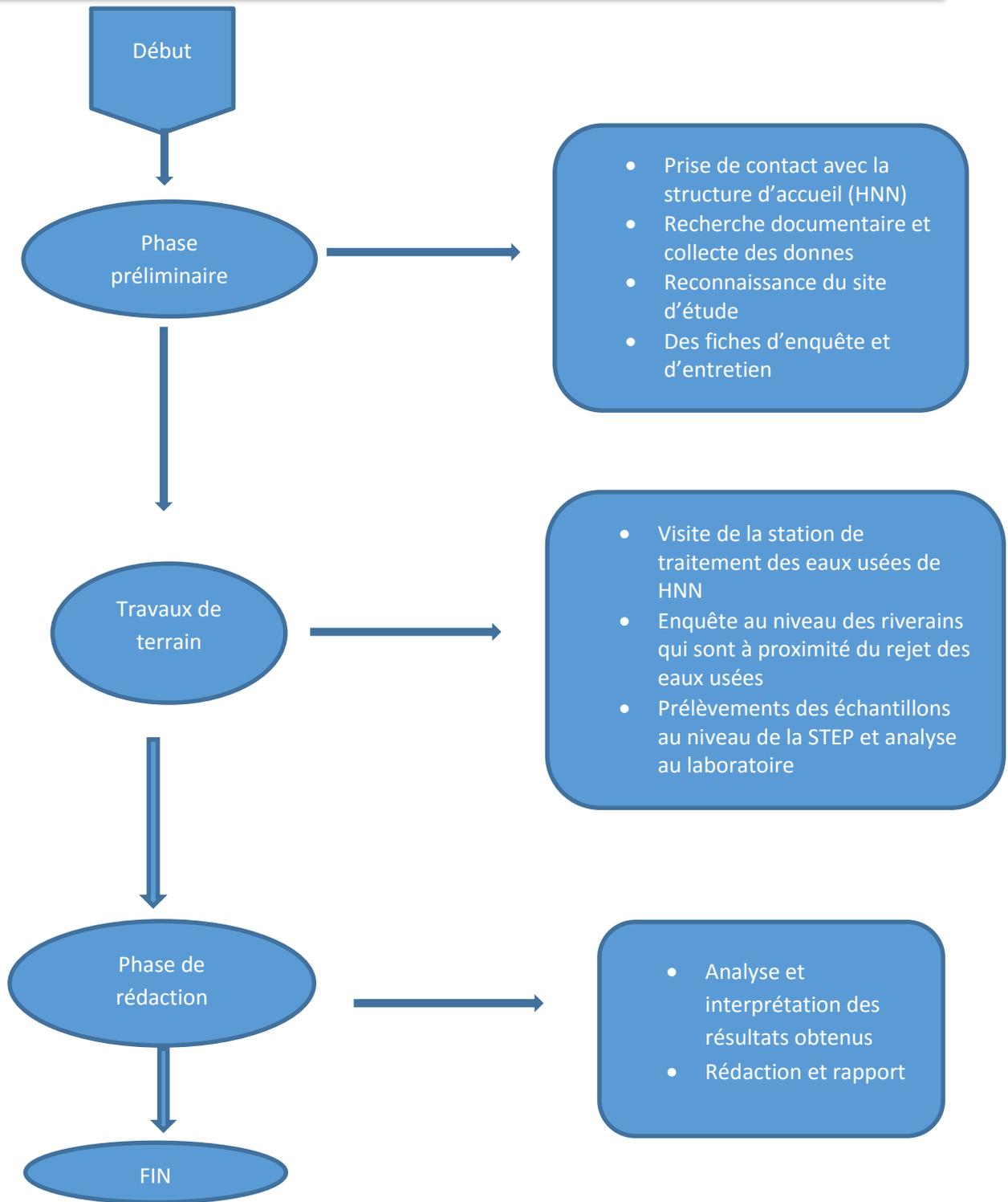
- assurer la salubrité des locaux et espaces extérieurs ;
- assurer une parfaite distribution des produits et matériels d'entretien ;
- assurer une meilleure gestion des déchets solides et liquides ;
- assurer une meilleure fonctionnalité de STEP ;
- assurer la protection de l'environnement ;
- assurer le curage des ouvrages hydrauliques et fosses septiques ;
- assurer le nettoyage des sanitaires et bacs à lavage ;
- assurer la communication au sein de HNN pour un changement de comportement.

### **3. Méthodologie de l'étude**

Pour l'atteinte des objectifs, une méthodologie comportant plusieurs types d'activités a été mise en œuvre. Il s'agit de :

- la phase préliminaire qui a consisté à prendre contact avec la structure d'accueil, collecter les données, reconnaître le site d'étude et l'élaboration des questionnaires ;
- travaux de terrains avec la visite de la STEP, adresser le questionnaire aux riverains ;
- prélever des échantillons ;
- analyser et interpréter les résultats ;
- phase de rédaction du rapport final.

La méthode générale de cette étude s'articule autour de trois grandes phases énumérées ci-dessous (figure 4)



**Figure 4 :** Les différentes étapes de l'étude

### 3.1 Caractérisation physico-chimique des rejets

#### 3.1.1 Méthodologie

La méthodologie se rapporte au choix des paramètres de suivi de la qualité, à l'échantillonnage, à l'enquête de terrain et à l'analyse des rejets liquides de HNN déversés dans le fleuve Niger à Niamey.

##### 3.1.1.1 Choix des paramètres

Il est guidé par la nature des effluents qui sont issus de l'hôpital. Les paramètres suivants ont ainsi été retenus.

- les paramètres physico-chimiques il s'agit de la température, du pH, de la conductivité, des matières en suspension, de la turbidité ;
- les indicateurs de la pollution organique les paramètres retenus pour ce travail sont la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biochimique en oxygène pendant 5 jours (DBO5) ;
- les nutriments il s'agit des composés azotés sous forme de nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) et ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) et des composés phosphorés à savoir les orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) dont la présence en excès dans le milieu récepteur peut se traduire entre autres par un développement important du phytoplancton et des macrophytes (ERWIN et al., 1996, FRUGET et al., 2000, GRADY et al., 2003) ;
- les paramètres microbiologiques il s'agit des micro-organismes commensaux pathogènes ou non, trouvés dans le tube digestif de l'homme et des animaux à sang chaud. Ils se retrouvent généralement dans les milieux aquatiques pourvus de matières organiques. Le choix de ces germes comme bio-indicateurs de la pollution repose sur leur origine, leur sensibilité à différents niveaux de pollution et leur aptitude à dégrader la matière organique en substances minérales en vue de son recyclage. On distingue deux principaux groupes de bio-indicateurs coliformes fécaux et streptocoques fécaux.

##### 3.1.1.2 Enquête sur le terrain

Pour la collecte des données, une enquête a été faite auprès de la population riveraine.

L'enquête a pour but de recueillir les avis des populations et du personnel sur le système de gestion des eaux usées et leurs impacts sur l'environnement et la santé. Ainsi on a considéré un échantillon représentatif de 100 personnes :

- un questionnaire destiné à la population riveraine et aux utilisateurs de l'eau du fleuve situés en amont de l'hôpital National de Niamey a été élaboré pour connaître les

utilisations faites de l'eau ; les risques que cela peut engendrer ; les maladies causées par l'utilisation ou la consommation de l'eau du fleuve ; les précautions pour prévenir tout problème ; les recommandations (annexe1) ;

- un entretien destiné au centre de santé du quartier situé en amont de l'hôpital National de Niamey pour connaître les maladies les plus rencontrées ;
- un autre entretien avec le chef du quartier pour connaître les différentes maladies que rencontre la population ; les différents usages faits de l'eau du fleuve.

### 3.1.1.3 Échantillonnage

L'échantillonnage des rejets de l'effluent de HNN a été effectué le matin entre 9h et 10h. Compte tenu de certains problèmes techniques, deux prélèvements ont été effectués (deux échantillons pour microbiologie et deux pour la physico-chimie) à la sortie de la station d'épuration dans quatre bouteilles de 1L chacune (deux bouteilles stérilisées pour la microbiologie et deux bouteilles non stérilisées pour la physico-chimie) (annexe 2). Les paramètres in situ (pH, température, conductivité électrique) ont été mesurés sur le terrain. Les échantillons ont été conservés dans une glacière munie de conservateurs jusqu'au laboratoire pour l'analyse des autres paramètres. Notre point de rejet se trouve sur la rive gauche du fleuve Niger avec pour coordonnées Nord 13°30'36.9'' et Est 02°06'05.0''. Le point de rejet étant obstrué par l'ensablement du fleuve Niger, le regard situé à quelques mètres a été ouvert pour laisser couler l'eau traitée directement dans le fleuve la figure 5 ci-dessous nous montre le regard ouvert.



**Figure 5** : point de rejet des eaux usées de HNN dans le fleuve Niger (photo : Hadiaratou)

### 3.1.1.4 Méthodologie d'analyse

Le tableau VI présente la synthèse des méthodes utilisées pour l'analyse des paramètres

**Tableau VI** : Paramètres et méthodes utilisés pour l'analyse

Paramètres	Unité	Références AFNOR	Méthode
pH			pH-mètre WTW 330i/SET
Température	°C	NFT 90 008	WTW Multiline P3 pH/Oxi-SET
Conductivité électrique	µS/cm	NFT 90 031	WTW LF 318/SET
Turbidité	NTU		Turbidimétrie
Matières en suspension	mg/l	NFT 90 105	Filtration
Nitrites	mg/l	NFT 90 013	Spectrophotométrie
Nitrates	mg/l		Spectrophotométrie
Ammonium	mg/l	NFT 90 015	Spectrophotométrie
Phosphates	mg/l	NFT 90 023	Spectrophotométrie
DBO5	mg/l	NFT 90 103	Méthode aux oxitops
DCO	mg/l	NFT 90 101	Méthode standard
Coliformes fécaux			Filtration sur membrane en milieu tergitol TTC à 44°
Streptocoques fécaux			Mise en culture, milieu acide 37°

## 4. Méthodes d'évaluation des risques

Les méthodes sont des instruments qui permettent la détermination de la signification des impacts, de leur importance ou de leur cout aux yeux de la société, permettant d'aboutir à une liste des impacts significatifs. Ces méthodes sont liées à la fonction décisionnelle de l'évaluation environnementale (Jean-Philippe, 2012). Ainsi on a 3 critères d'évaluation l'intensité (faible, Moyenne Forte), la portée (Ponctuelle, Locale, Régionale) et la durée

(Courte-Moyenne- Longue). L'outil d'évaluation est la matrice de Fecteau (importance de l'impact, référentiel).

#### 4.1 Description des critères d'évaluation

La sensibilité de l'élément du milieu dépend de l'importance de ce dernier dans la zone de l'étude. Dans le cas de la présente analyse, la sensibilité des principaux éléments a été classée selon les trois niveaux Forte, Moyenne, et faible ;

- Portée de l'impact : correspond à la portée géographique de l'impact. Elle est considérée comme ponctuelle, locale ou régionale
- Intensité de l'impact L'intensité de l'impact représente le degré d'effet, subi par un élément du milieu. Elle est jugée Forte, si l'impact détruit l'élément ou met en cause son intégrité, sa qualité est fortement altérée ou son utilisation est restreinte de façon très significative ; Moyenne, si l'impact ne met pas en cause l'intégrité de l'élément du milieu, mais la modifie de façon sensible ; Faible, si l'impact modifie peu la qualité de l'élément.
- la durée de l'impact, qui peut être courte durée, durée moyenne et longue durée. La matrice globale d'identification des impacts sera donnée. Pour chaque élément du milieu, nous allons évaluer l'impact identifié et proposé les mesures d'atténuation possibles.

Ces trois indicateurs sont synthétisés en importance globale de l'impact. Le tableau I ci-dessous présente les critères d'évaluation.

**Tableau VII :** Critère d'évaluation de la matrice de Fecteau

Critère	Catégorie	Description
Portée de l'impact	Ponctuelle	Au niveau du point de rejet
	Locale	A moins 1km du point de rejet
	Régionale	A plus d'1 km du point de rejet
Intensités des impacts	Faible	Impacts négatifs
	Moyenne	Impacts modérément positifs
	Forte	Impacts positifs
Durée	Court terme	Inferieur à 1 an

## Évaluation des impacts sanitaires et environnementaux des rejets d'eaux résiduaires de l'Hôpital National de Niamey (République du Niger)

des impacts	Moyen terme	1 à 10ans
	Long terme	Plus de 10 ans

### Définition des critères d'importance

Le lien entre les critères de durée, d'intensité et d'étendue permet d'établir une appréciation globale de chaque impact.

- Impact majeur : les conséquences sur l'environnement sont très fortes et peuvent difficilement être atténuées ;
- Impact modéré : les conséquences sur l'environnement sont importantes, mais pourraient être atténuées par des mesures spécifiques ;
- Impact mineur : les conséquences sur l'environnement sont négligeables ou réduites et pourraient exiger des mesures d'atténuation.

### 4.2 Description du critère d'importance

Le critère d'importance est décrit dans le tableau II ci-dessous.

**Tableau VIII : Critère d'importance**

Critère d'importance	Description
Majeur	Dommages irréparables sur les systèmes écologiques, impact très positifs sur l'environnement et le social
Modéré	Dommages réparables sur les systèmes écologiques, impact relativement positif sur l'environnement et le social Mineur
Mineur	Dommages observes sans affecter le milieu récepteur, impact mineur sur l'environnement et le social

Ainsi, le tableau IX présente la matrice de détermination des impacts.

**Tableau IX : Matrice de Fecteau ou matrice de détermination des impacts**

Niveau d'importance	Critères d'évaluation des impacts		
	Intensité	Durée	Portée
<b>Importance Majeure</b>	Forte	Régionale	Long terme
	Forte	Régionale	Moyen terme
	Moyenne	Régionale	Long terme
	Forte	Locale	Long terme
	Forte	Régionale	Court terme

Évaluation des impacts sanitaires et environnementaux des rejets d'eaux résiduaires de  
l'Hôpital National de Niamey (République du Niger)

<b>Modérée</b>	Moyenne	Régionale	Moyen terme
	Moyenne	Régionale	Court terme
	Faible	Régionale	Long terme
	Forte	Régionale	Moyen terme
	Forte	Locale	Moyen terme
	Faible	Locale	Court terme
	Forte	Locale	Long terme
	Forte	Locale	Moyen terme
	Moyenne	Locale	Long terme
	Faible	Ponctuelle	Long terme
	Forte	Ponctuelle	Moyen terme
	Forte	Ponctuelle	Long terme
<b>Mineure</b>	Faible	Régionale	Court terme
	Moyenne	Locale	Court terme
	Faible	Ponctuelle	Moyen terme
	Faible	Ponctuelle	Court terme
	Forte	Ponctuelle	Court terme
	Moyenne	Ponctuelle	Court terme
	Moyenne	Ponctuelle	Moyen terme
	Faible	Ponctuelle	Long terme
	Faible	Ponctuelle	Moyen terme
	Faible	Ponctuelle	Court terme

#### **IV. Résultats discussion**

##### **1. Diagnostic de la station d'épuration de l'Hôpital National de Niamey**

L'hôpital national de Niamey est l'un des plus grands producteurs d'eaux usées avec une consommation journalière en eau potable d'environ 520m<sup>3</sup>/jr (MELD, 2009). Tous les différents services de l'HNN envoient leurs eaux directement à la station y compris les eaux-vannes. Ainsi, ces différents types de rejets sont liés aux différents services et prestations de l'hôpital.

La station d'épuration de HNN est composée de :

- un dégrilleur de forme rectangulaire muni d'une poulie ;
- un bassin d'aération de forme rectangulaire en béton muni de deux réacteurs sur deux passerelles au-dessus du bassin ;
- un bassin de décantation de forme circulaire ;
- un bassin de désinfection ;
- un bassin de séchages de boues .

L'effluent est traité au chlore (2 bacs de 500L) (annexe 3) avant son rejet dans le fleuve Niger (traitement chimique). Le processus du traitement effectué devrait être purement biologique, ce qui laisse présager la présence, dans l'eau usée déversée dans le fleuve, d'éléments biomédicaux indésirables. La station est malheureusement mal gérée par manque de personnel qualifié. Tout au long de notre stage au sein de HNN la station de traitement des eaux usées n'était pas en service donc les bassins servaient de lieu de transition pour les eaux seul le dégrilleur était fonctionnel (manuellement). L'eau à l'intérieur des bassins est de couleur grise recouverte par une couche épaisse de graisses et de matières en suspension. Les boues ne subissent aucun traitement et aucun curage. La station fonctionne 24h/24h sous la supervision du gardien.

Lors de notre passage à la STEP de HNN, on a constaté que la station était en panne. Elle est confrontée à des défaillances d'ordre technique (entretien et maintenance). Ainsi on peut noter :

- le non-fonctionnement des réacteurs pour apporter de l'oxygène et assurer l'homogénéisation ;

## Évaluation des impacts sanitaires et environnementaux des rejets d'eaux résiduaires de l'Hôpital National de Niamey (République du Niger)

- la mauvaise gestion des déchets solides ménagers (surtout le tri) et le rejet de certains dans les canalisations ;
- la présence des matières solides dans l'effluent (annexe3) ;
- l'utilisation non adaptée du chlore dans le traitement des eaux usées pour un traitement purement biologique ;
- les mauvais états des tuyauteries (annexe3).



(Photo : Hadiaratou)

**Figure 6** : Bassin d'aération



(Photo : Hadiaratou)

**Figure7** : Bassin de décantation



(Photo : Hadiaratou)

**Figure 8** : Bassin de séchage de boues en panne



(Photo : Hadiaratou)

**Figure 9** : Bassin de désinfection

### 2. Analyse des paramètres physico-chimiques et microbiologiques

La caractérisation des eaux usées de la STEP s'est effectuée au travers des analyses sur les échantillons (quatre échantillons au total) prélevés à la sortie de la station. La synthèse des résultats issus de ces analyses est consignée dans le tableau VII.

**Tableau X : Les paramètres physico-chimiques**

Paramètres	Unités	Moyennes	Minima	Maxima
pH		6,85	6,8	6,9
T°C	°C	23	22	24
CE	µS/cm	633	633	633
Turbidité	NTU	142,5	141	144
MES	mg/l	334	328	340
Nitrates	mg/l	57,20	56,80	57,60
Nitrites	mg/l	0,1284	0,06	0,1968
Ammonium	mg/l	52,75	52	53,5
Phosphates	mg/l	11,84	11,78	11,9
DBO5	mg/l	455	450	460
DCO	mg/l	732,5	730	735
CF /100ml	UFC/100ml	20	16	24
SF/100ml	UFC/100ml	2.5	0	5

Pour connaître la qualité des eaux usées de la station de traitement, nous avons tenu à étudier la biodégradabilité de l'effluent. Le rapport DCO/DBO donne une valeur de 1,61 inférieure à la valeur de 2, donc l'épuration biologique peut être facilement biodégradable.

De l'analyse du tableau précédent, il ressort que les eaux usées de HNN ne répondent pas aux normes en vigueur. Les polluants dépassant largement ces normes sont : les composés azotés et phosphorés, la turbidité, la DBO5 et la DCO. La DBO5 traduit un paramètre qui permet d'évaluer la fraction de la pollution organique biodégradable. A l'analyse des résultats, on observe que la concentration de DBO5 est très élevée à la sortie de la station (455mg/l au lieu de  $\leq 200$ mg/l). On peut en déduire que la charge organique polluante est élevée, que cette eau n'a subi aucun traitement avant son rejet. La DCO est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique par voie chimique. Cette valeur est également élevée à la sortie de la station d'épuration (732,5mg/l au lieu de  $\leq 100$ mg/l).

Egalement, les concentrations en coliformes fécaux dépassent largement la norme admise  $\leq 3$  colonies par 100 ml.

La température moyenne de l'eau usée est de 23 °C. Elle permet de connaître le bon fonctionnement du processus biologique. En rapport direct avec le pH qui est de 6,85, on peut dire que cette valeur est normale et proche des normes établies.

Le taux des matières en suspension est très élevé et dépasse largement (334mg/l au lieu de  $\leq$  100mg/l) la norme. Cette valeur traduit la couche de matières que nous observons à la surface de l'eau à l'intérieur des bassins. Les matières en suspension entraînent une baisse de la photosynthèse dans l'eau.

La turbidité quant à elle peut empêcher le processus de la photosynthèse. La valeur moyenne de la conductivité est similaire à celle trouvée par Alhou BASSIROU (2004) qui présente une conductivité de 633 $\mu$ s/cm sur les eaux usées de HNN qui sont déversées dans le fleuve Niger. L'eau est relativement trouble selon le guide technique 2016 d'évaluation de l'état des eaux douces, car la turbidité est supérieure à 50 NTU.

D'autres paramètres ont été suivis, il s'agit des composés azotés et phosphorés. Selon leur forme, ces paramètres peuvent avoir des effets différents sur le milieu récepteur.

### 3. Discussion des résultats de l'enquête

#### 3.1 Composition de la zone d'étude

Lors de notre enquête la majorité des personnes ayant été questionnées sont en grande partie des jardiniers et blanchisseurs. Le quartier Kombo étant l'un des premiers quartiers de la ville de Niamey est essentiellement habité par des autochtones (figure10 ci-dessous).

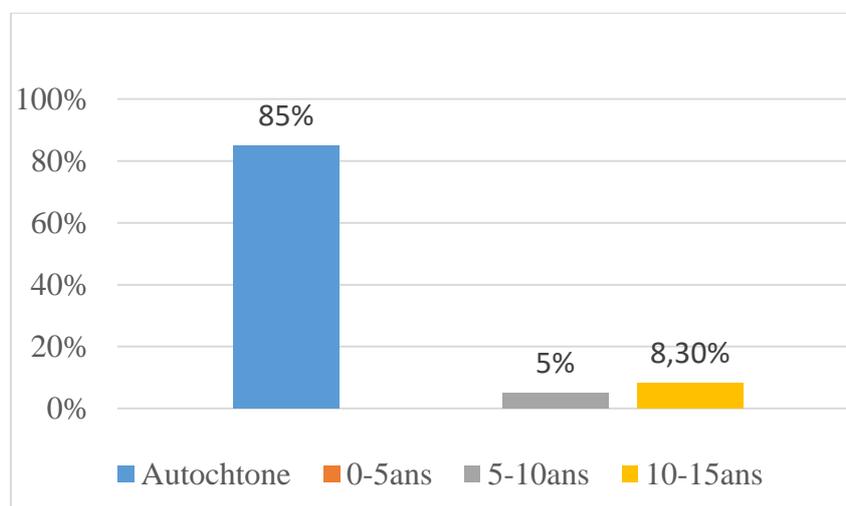


Figure 10:caracteristiques des habitants

#### 3.2 Utilisation des eaux du fleuve

Les principales sources d'approvisionnement en eau des habitants de Kombo sont essentiellement l'eau du fleuve et l'eau potable issue de la société d'exploitation des eaux du

Niger (SEEN) (figure 11.a). 62% de la population de Kombo utilisent les eaux du fleuve pour des usages domestiques, 24,60 pour le bain, 5,3% de la population pratique le maraichage. Par contre 1,8% des riverains qui n'utilisent pas les eaux du fleuve pour aucun besoin avec (figure 11.b)

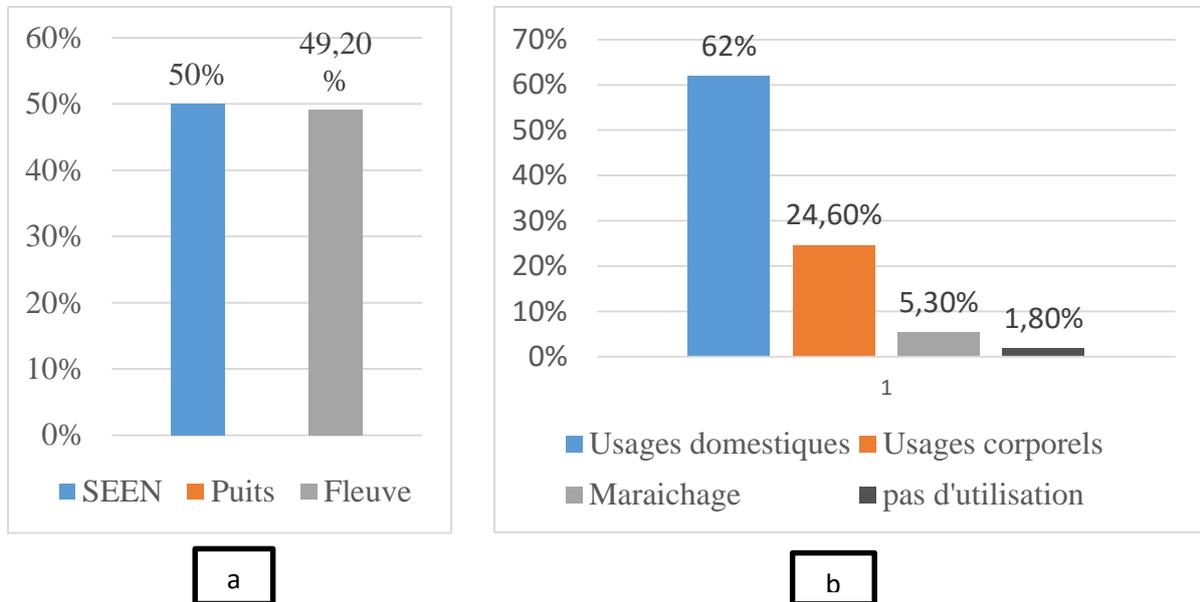
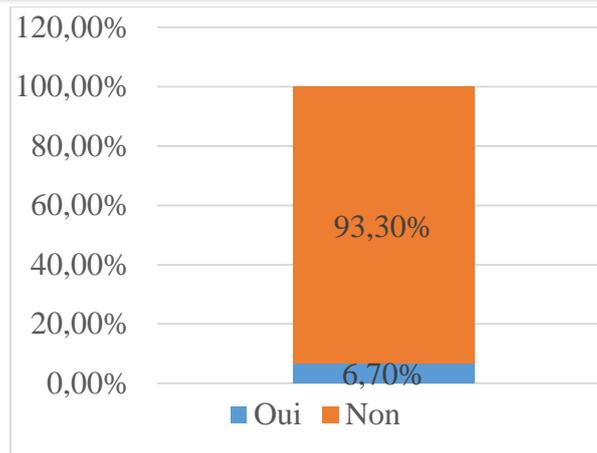


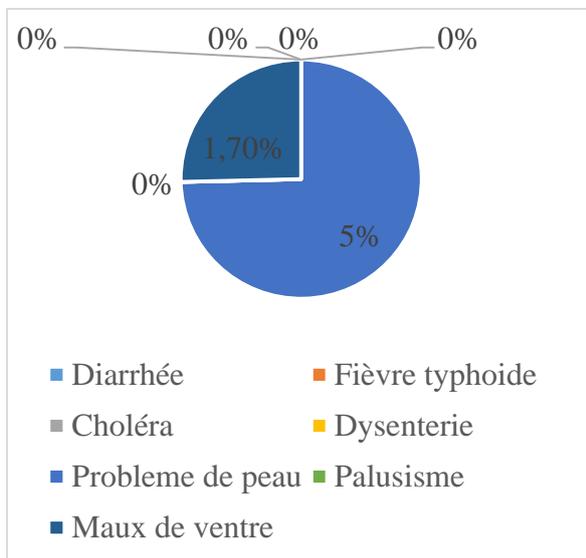
Figure 11: a) Approvisionnement en eau b) utilisation des eaux du fleuve

### 3.3 Les problèmes de santé rencontrés

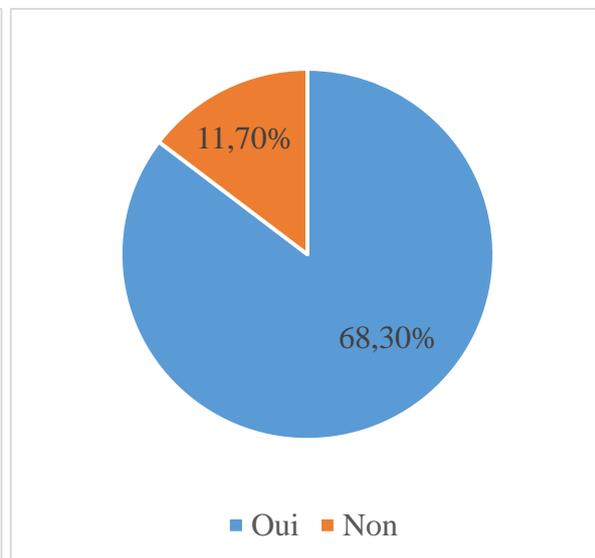
La figure 12 nous montre que la population de Kombo à 93,3% ne rencontre pas de problèmes liés à l'utilisation de l'eau du fleuve Niger par contre 6,7% en sont des victimes de l'eau du fleuve. Parmi ceux qui rencontrent des problèmes avec l'utilisation de l'eau du fleuve 5% rencontrent de problèmes de peaux et 1,7% des maux de ventre (figure 13 ci-dessous). Pour une bonne hygiène et éviter toutes maladies les eaux brutes doivent en principe subir un minimum de traitement. Ainsi, les résultats de l'enquête nous illustre que 68,3% des utilisateurs de l'eau du fleuve traitent leur eau et 11,7% ne le font pas (figure 14).



**Figure 12:** Pourcentage de personnes qui rencontrent des problèmes



**Figure 13:** Les maladies rencontrées



**Figure 14:** Traitement des eaux du fleuve

### 3.4 Types de traitements des eaux du fleuve

La figure 15 ci-dessous nous montre le type de traitement fait avant l'utilisation de l'eau du fleuve Niger. Ainsi 61,5% de la population procèdent à la décantation des matières en suspension avec le sulfate d'alumine, 6,3% par la filtration et 7,9% par autres méthodes tels que la décantation.

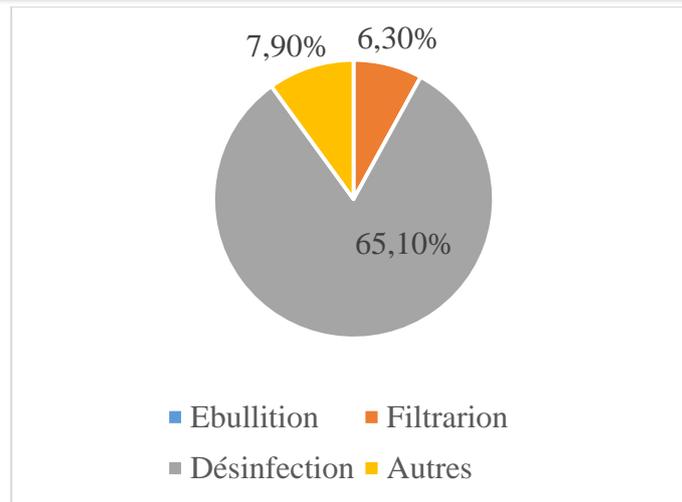


Figure 15: les types de traitement

### 3.5 Perturbation au niveau du fleuve Niger

À certaines périodes de l'année, des perturbations se font remarquer au niveau du fleuve Niger. Cependant l'envahissement du fleuve par certaines plantes aquatiques telles que la jacinthe d'eau et une diminution de la qualité des eaux sont les plus observés avec des proportions respectivement de 41,7% et 36,9% (figure 16 ci-dessous).

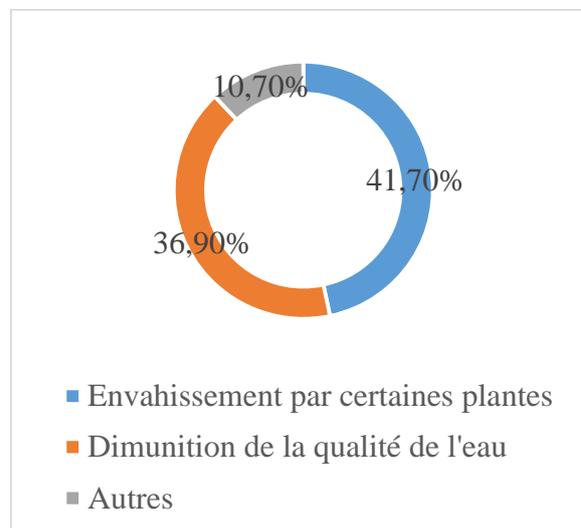


Figure 16 : les types de changements du fleuve Niger

## 4. Impacts sanitaires et environnementaux

L'identification des impacts de rejet des eaux usées hospitalières dans le milieu récepteur est illustrée dans le tableau VIII ci-dessous.

**Tableau XI:** matrice d'identification des impacts de rejet des eaux usées de HNN

		Milieu récepteur						
		Milieu biophysique					Milieu socio-économique	
Phases du projet	Impacts	Faune	flore	eau	Sol	air	santé	économie
Rejets des eaux usées	Pollution par les rejets des résidus	■	■	■	■	■	■	
	Problème de santé publique						■	
	Pertes d'espèces fauniques	■						
	Destruction de la végétation aquatique		■					
	Emploi							■
	Rejet des produits nocifs	■	■	■	■	■	■	■

#### 4.1 Impacts sanitaires

Les eaux du fleuve chargées de germes fécaux et en déchets biomédicaux provenant des eaux usées des hôpitaux sont susceptibles de transmettre des maladies comme la diarrhée, des parasites, tels que les vers intestinaux. Ils peuvent accroître la mortalité chez les enfants qui pour la plupart se baignent dans le fleuve. La population riveraine de kombo, qui utilise cette eau pour leurs activités domestiques (baignade, vaisselle, lessive...) est exposée à diverses contaminations. Aussi, pendant les crues, les eaux du fleuve débordent et arrivent dans les habitations. Ce qui élargit la couche de la population exposée aux conséquences de ces eaux usées contaminées par des germes et autres éléments nocifs à la santé humaine. Ainsi du fait des problèmes techniques dont rencontre la station les agents de maintenance et le voisinage proche sont confrontés à l'inhalation d'odeurs nauséabondes. Le risque toxique et infectieux se pose avec acuité. Le personnel du service de maintenance est surtout exposé à la toxicité des effluents et des boues fraîches (inhalation des odeurs et contact cutané). Ces derniers sont exposés à plusieurs maladies en particulier les maladies cutanées et respiratoires.

Toujours, la coloration des eaux pendant une certaine période de l'année altère les qualités esthétiques du fleuve et agit sur les activités de loisirs plus particulièrement la baignade pratiquée par une grande couche de la population en période de chaleur. Le dégagement des odeurs nauséabondes affecte le bien-être des habitants riverains leur privant ainsi de leur droit à un environnement sain reconnu par l'État du Niger.

## **4.2 Sur le plan environnemental**

### **4.2.1 Impact sur la faune**

Le fleuve, un habitat naturel pour grande diversité tel que les poissons, les oiseaux et quelques mammifères. En effet, les eaux du fleuve très chargées en matières en suspension sont très néfastes pour les poissons.

Les teneurs en DBO et DCO ont montré que les eaux usées de HNN sont très chargées en matières organiques. Les substances organiques sont éliminées naturellement dans l'eau, grâce aux microorganismes qui les décomposent pour assurer leur substance. C'est le processus d'autoépuration. Pour effectuer cette transformation, les microorganismes ont besoin d'oxygène pour se multiplier très rapidement donc consomment plus d'oxygène nécessaire pour leur dégradation. La dégradation des matières organiques ne s'effectuera pas complètement sans l'oxygène nécessaire donc les produits qui seront issus de cette décomposition sont le méthane, l'ammoniac, l'hydrogène sulfuré qui sont généralement nocifs et dégagent des odeurs putrides. Et donc nous assistons à une modification du processus naturel d'auto-épuration. Cette situation affectera les espèces aquatiques du fait de la réduction de l'oxygène qui est à leur disposition.

La mauvaise qualité des eaux affectera aussi la vie des mammifères. Si l'eau est polluée, ces espèces seront infectées et leur habitat naturel, endommagé. Les conséquences sont la disparition de certains et la raréfaction d'autres dans le milieu. Car, en écologie l'habitat est un élément fondamental et responsable de la présence des espèces.

### **4.2.2 Impacts sur la flore**

Au-delà des conséquences sur la faune, les eaux usées ont aussi des impacts sur les espèces végétales du fleuve. Les résultats de nos analyses ont montré que ces eaux usées produites par l'HNN contiennent des éléments azotes et phosphore. En effet, ces composés azotés et phosphorés, même s'ils ne sont pas toxiques, leur présence en excès peut contribuer au développement anarchique d'algues et de végétaux à la surface de l'eau provoquant ainsi

l'eutrophisation du fleuve. Ce phénomène est à l'origine de profondes modifications sur l'écosystème. En fait, l'apparition d'algues à la surface de l'eau agit négativement sur la photosynthèse en empêchant le passage de la lumière. Ce phénomène affectera ainsi les espèces végétales aquatiques en les privant de leur processus naturel. En plus, ces nouvelles espèces apparues entreront en concurrence avec les espèces autochtones, ce qui peut entraîner une disparition de certaines espèces végétales.

La plupart des eaux usées sont fortement colorées. Outre les atteintes de la qualité esthétique des eaux du fleuve, cette couleur va gêner le passage de la lumière et donc la production d'oxygène par photosynthèse (MELD, 2009).

## **5. Évaluation des impacts**

L'évaluation des impacts sera faite par la matrice de Fecteau donnant l'importance des impacts en fonction des critères d'évaluation (intensité, portée, durée).

Tableau XII donne l'importance des impacts sur l'environnement et le social en fonction des critères d'évaluation

**Tableau XII:** Grille d'évaluation environnementale et sociale

Milieux récepteurs	Composantes de l'environnement	Impacts	Critères d'évaluation			Niveau d'importance	
			Intensité	Portée	Durée	Importance	
<b>Biophysique</b>	Paysage	Modification du paysage	Forte	Ponctuelle	Longue	Majeure	
	Eau	Risques de pollution de la nappe phréatique des populations riveraines	Moyenne	Locale	Moyenne	Modérée	
		Perturbation du régime hydrique	Forte	Régionale	Longue	Modérée	
		Pollution des eaux du fleuve	Forte	Régionale	Moyenne	Majeure	
	Sol	Contamination du sol par des substances nocives	Forte	ponctuelle	Moyenne	Modérée	
	La faune et la flore	Destruction de la niche écologique	Moyenne	Locale	court	Majeure	
		Expropriation des espaces de cultures maraichères	Forte	Locale	Longue	Modérée	
		Apparition de certaines plantes aquatiques	Forte	Régionale	Court	Majeure	
		Perte de biodiversité	Moyenne	Locale	court	Majeure	
	Atmosphère	Pollution de l'air	Moyenne	Ponctuelle	Court	Mineure	
		Pollution sonore	Faible	Ponctuelle	Court	Mineure	
	<b>Socio - économique</b>	Population	Destruction de lieux de cultes et d'habitations	Faible	Locale	Longue	Mineure
			Perturbation de certaines habitudes de voisinage	Moyenne	Locale	Court	Modérée
			Déplacements des populations	Faible	Locale	Court	Mineure
Santé et sécurité		Contraction de maladies cutanées par les techniciens de la station	Moyenne	Ponctuelle	Court	Modérée	
		Contraction de maladies hydriques	Forte	Locale	Court	Majeure	
Emploi et économie		Diminution de l'économie de la zone	Moyenne	Régionale	Longue	Mineure	

## **V. Proposition de solutions et de mesures de mitigation**

Au-delà des impacts liés aux aléas climatiques se trouve un véritable danger qui est l'action de l'Homme dans la nature. La santé de l'homme et le maintien d'un environnement sain constituent un véritable problème de nos jours. Ainsi pour éviter d'arriver à des situations dramatiques et préoccupantes nous suggérons de

### **1. Sur le plan juridique et institutionnel.**

Sur le plan juridique nous suggérons :

- a) Un engagement de l'État pour la mise à jour des dispositifs institutionnels en vue de réduire la pollution
- b) l'amélioration des normes nationales de rejets des eaux usées hospitalières, car les paramètres, microbiologiques n'ont pas été définies par la présente norme
- c) un suivi régulier de la qualité des rejets des eaux usées traitées des centres hospitaliers et de toutes autres industries dans le fleuve Niger en vue de diminuer au maximum la pollution rejetée

### **2. Au plan de renforcement des infrastructures et des capacités**

Face aux problèmes que rencontre le fonctionnement de la STEP de HNN, il est donc nécessaire de prendre des mesures correctives pour un meilleur traitement des eaux usées produites. Pour disposer d'un système performant et adéquat de gestion des eaux usées, il faut donc envisager de remplacer le système actuel possible. Il faut cependant noter qu'une des difficultés majeures qu'a connue le fonctionnement de la STEP a non seulement été les pannes fréquentes et les arrêts prolongés des équipements, mais aussi une insuffisance d'entretien des ouvrages. Compte tenu d'un manque d'espace pour la réalisation d'un autre ouvrage, on préconise :

- a) une réhabilitation de la station de traitement pour une meilleure qualité des eaux usées traitées. La réhabilitation a pour avantage d'améliorer le système de traitement en place et que les eaux usées traitées répondent aux normes établies à la sortie de la station. Par ailleurs, en raison des problèmes de gestion (fonctionnement et entretien) qui a amené le non-fonctionnement du système durant ces dernières années, il est possible que ce système rencontre d'énormes difficultés. Pour cela, nous allons suggérer la mise en place d'un système plus performant et moins exigeant en matière d'entretien.
- b) Confier la gestion de la station d'épuration à un organisme qualifié dans ce domaine.
- c) Responsabiliser entièrement les municipalités (mairie) sur l'évacuation des boues

- d) Organiser des rencontres et discussions entre les agents de l'hôpital et les agents du ministère de l'Environnement de façon régulière pour évaluer ensemble l'état de la pollution.
- e) Une meilleure sensibilisation de la population riveraine sur l'utilisation des eaux du fleuve.

### 1. Évaluation des coûts économiques

Dans cette partie il s'agit d'évaluer le coût de la réhabilitation de la station de traitement des eaux usées de HNN.

**Tableau XIII:** Évaluation des coûts de réhabilitation de la station d'épuration de HNN  
(hydranet 2006)

DÉSIGNATION	NOMBRES	PRIX EN FCFA
Dégrilleur automatique	1	10000000
Pompes de relevage (secours)	4	8000000
Réparation du silo à boue	1	2000000
Tuyauteries et autres	-	2000000
Pompes standards au niveau de la station	4	8000000
<b>Total</b>		<b>30000000</b>

## **VI. Conclusion et perspectives**

La présente étude a pour objectif principal de trouver des solutions pour minimiser les impacts sanitaires et environnementaux des eaux usées de HNN. La santé est liée à l'environnement dans lequel on vit. Pour vivre en bonne santé ; l'Homme a besoin d'un environnement sain.

Il ressort de cette étude une absence de suivi adéquat des rejets des eaux usées au niveau de l'Hôpital National de Niamey et une non-conformité du point de rejet par rapport à la norme nationale.

On note une légère augmentation de la plupart des paramètres par rapport à la norme établie. L'effet de dilution a tout de même joué un rôle dans la mise en évidence de l'impact des rejets sur l'ensemble de l'écosystème aquatique. Néanmoins, le déversement direct des effluents sur les berges présente des risques de contamination avec pour corollaire les maladies hydriques (choléra, bilharziose...) pour la population riveraine qui utilise les eaux du fleuve pour des activités diverses (boisson, lessive, vaisselle, baignade, pêche, petite irrigation...).

Les eaux usées générées par l'HNN sont fortement chargées, tant par les matières organiques que par les germes fécaux. Les impacts des eaux usées sur l'environnement sont relativement importants, vu le rôle primordial que joue le fleuve pour la population de Niamey. Donc, la prévention contre toute pollution passe nécessairement par un suivi continu des différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques des eaux qui sont rejetées dans le fleuve.

Dans la perspective d'un développement durable et une meilleure santé, la question des eaux usées doit occuper une place importante dans tout projet ou activité de protection de l'environnement. Une définition d'un ensemble de mesures cohérentes et pratiques dans une approche multidisciplinaire et participative aiderait à réduire les conséquences liées aux eaux usées.

Il importe donc que plus de mobilisation, d'attention, et de considérations soient accordées aux eaux usées, tant au niveau des autorités administratives de l'État qu'au niveau des institutions hospitalières. L'État, en ce qui le concerne, devrait adopter des mesures juridiques, administratives et techniques opérationnelles permettant de réglementer, de surveiller et de mettre en œuvre le contrôle de la pollution.

## **VII. Recommandations**

Toute activité humaine génère des déchets solides et liquides. Dans le cadre de la gestion des eaux usées de HNN, plusieurs entités sont impliquées dans le fonctionnement de la station.

- A l'endroit des autorités de HNN : la station d'épuration à boue activée de HNN ne fonctionne plus correctement et les eaux usées sans aucun traitement préalable sont rejetées dans la nature. Face à cette situation, les autorités en charge de la gestion du centre doivent résoudre dans un court délai les problèmes techniques qui se posent à la station ; effectuer des prélèvements périodiques sur les eaux usées à l'entrée et à la sortie de la station ; promouvoir le tri au niveau de chaque service afin d'éviter le rejet des déchets solides dans la station de traitement ; s'abonner au réseau de collecte des boues municipales pour le ramassage des boues provenant de la station ; veiller au respect des normes en vigueur pour éviter les différents types de pollution que nous observons sur le site de traitement ; renforcer la capacité technique des techniciens et des maintenanciers de la station ; veiller à l'entretien du réseau, faire un suivi périodique du réseau et disposer de pompes de secours .
- A l'endroit des institutions chargées de l'assainissement et de la protection de l'environnement

La gestion des eaux usées dans l'un des plus grands centres hospitaliers du Niger n'est pas conforme aux règles d'hygiène et de protection de l'environnement. Face à ce problème, on préconise élaborer un plan de suivi et de surveillance périodique de la station ; vérifier l'état des équipements et éradiquer du réseau les équipements vétustes ; élaborer et appliquer des sanctions en cas de non-respect des normes de rejet des eaux usées avant leur rejet.

### VIII. Références bibliographiques

- Agendia, P.L., Fonkou, T., Sonwa, D., Mefenya, R., Kengne, N.I. Et Zambo, A.J.M., 2000.  
Collecte, épuration et évacuation d'eaux usées dans les lotissements SICAnd  
Economic Appraisal. (eds) Amley Inter Sciences. ELBS.p.241-263.
- Alhou, B., 2007. "Impact Des Rejets de La Ville de Niamey (Niger) Sur La Qualité Des Eaux  
Du Fleuve NIGER." Université de Namur (BELGIQUE).
- Amadou, H., Laouali, M. S., et Manzola, A. S., 2011. "Évaluation des rejets d'eaux usées de  
la ville de Niamey dans le fleuve Niger." Afrique Science 07(2) (2011) 43 - 55, no.  
43 13. Université Abdou Moumouni de Niamey.
- BELKODA W., 2007. Contribution à la gestion des effluents liquides hospitaliers. Université  
doukkali et jadida, mémoire online, 22 pages.
- Clotilde, B., 2008. "Évaluation des risque écotoxicologiques lies aux rejets des effluents  
Hospitaliers dans les milieux aquatiques"
- Darsy, C., Lescure, I., Payot, V. et Rouland, G., 2002. "Effluents des établissements  
hospitaliers teneur en microorganismes pathogènes, risques sanitaires, procédures  
particulières d'épuration et de gestion des boues." Office International de l'Eau  
Service National d'Information et de Documentation sur l'Eau (SNIDE).
- Evens, E., Blanchard, J. M., Keck, G. et Perrodin, Y., 2001. "Caractérisation Chimique,  
Biologique et Ecotoxicologiques des effluents hospitaliers." Revue Francophone  
d'Ecologie Industrielle 2e trimestre (N° 22).
- Gaye, M., Niang, M., (2002). Epuration des eaux usées et l'agriculture urbaine, Etudes et  
recherches, Dakar, ENDA-TM
- Howard, G., Stephen, P., 2003. Risk factors contributing to microbiological contamination of  
shallow groundwater in Kampala, Uganda. Water Research 37 3421-3429.
- HYDRANET Construction., 2006. "Hôpital, station d'épuration des eaux usées, 17 pages"
- HYDRANET Construction., 2006. "Station d'épuration des eaux usées, 27 pages. "
- Jean Philippe, W., 2012. outils et méthodes d'évaluations des impacts, typologie et  
revue critique"

- Jehannin P. 1999. "Caractérisation et gestion des rejets liquides hospitaliers: Etude particulière de la situation du CH de Hyères (Vae)." Rennes: Ecole Nationale de Santé Publique.
- JO N°01 DU 07 JANVIER 2016. 20016. "DECRET N°20151205/ PRESTRANS/ PM/MERH/MEF/MARHASA/MS/MRA/MICA/MME/MIDT/MATD Du 28 Octobre 2015 Portant Normes et Conditions de Déversements Des Eaux Usées. JO N°01 DU 07 JANVIER 2016."
- Leprat P. 1998. "Les rejets liquides hospitaliers, quels agents et quelles solutions techniques ?" In: Santé et environnement hospitalier, les Assises Nationales
- Liénard, A., Catherine, B., Pascal, M., Yvan, R., François, B., et Bernadette, P., 2004. Filtres plantés de roseaux à flux vertical et lagunage naturel en traitement d'eaux usées domestiques en France comparaison des performances et des contraintes d'exploitation en termes de pérennité et fiabilité. Ingénieries n° spécial. pp. 87-99.
- Mansotte, F., 2000. "Les Rejets Des Établissements de Santé." DDAS Seine-Maritime – Synthèse réalisé et complété sur la base du travail de F. Lebrun - Chargé d'études Environnement - Centre hospitalier du havre - CLIN - Club Environnement 68p
- Miss, F., 2007. Etude des possibilités de valorisation des produits issus de traitement des boues de vidange cas de Yaoundé, Cameroun. Ecole National d'Enseignement Supérieur d'Agronomie de Dijon (ENESAD). 142 p.
- Rodier, J., 1996. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8ème édition, Paris.
- Taibou, A. M., 2016. "Participation du secteur privé national dans le secteur de l'eau et de l'assainissement Le cas du Niger"
- Taylor, R., Aidan, C., 2004. The implications of groundwater velocity variations on microbial transport and wellhead protection. Review of field evidence. FEMS

**IX. Annexes**

Annexe 1 : Questionnaire adresse aux riverains .....	x
Annexe 2: Paramètres physico-chimiques et bactériologiques .....	xii
Annexe 3: les différents ouvrages de la station d'épuration de HNN .....	xiii

**Annexe 1 : Questionnaire adresse aux riverains**

## QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX RIVERAINS DE KOMBO

*Master 2 eau et assainissement-memoire de fin d'etude*

### IDENTIFICATION DE L'ENQUETE

1. Quel est votre sexe?

1. Masculin  2. Féminin

2. Quel est votre âge?

3. Quelle est votre situation matrimoniale?

1. marié  2. célibataire  3. veuf(ve)

4. Depuis auqnd habitez vous dans le quartier?

1. autochtone  2. 0-5ans  3. 5-10ans  4. 10-15ans

### CARACTERISATION DU MENAGE

5. Quel est la taille de votre menage?

6. Quel est votre niveau d'instruction ?

1. Primaire  2. secondaire  3. supérieure  4. aucun

7. Quel est la profession du chef de menage ?

1. Fonctionnaire  2. jardinier  3. commerçant  4. secteur informel  5. autres

8. Quel est le type d'habitat ?

1. haut standing  2. moyen standing  3. bas standing  4. traditionnel

### UTILITE FAITE DES EAUX DU FLEUVE NIGER

9. Quel est votre source d'approvisionnement en eau ?

1. SEEN  2. puits  3. fleuve

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

10. Si eau du fleuve, quel utilité en faites-vous ?

1. boisson  2. vaisselle  3. lessive  4. arrosage  5. bain  6. Maraichage  7. Autres

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (4 au maximum).*

11. rencontrez vous des problemes de sante avec l'utilisation de cette eau?

1. oui  2. non

Évaluation des impacts sanitaires et environnementaux des rejets d'eaux résiduaires de  
l'Hôpital National de Niamey (République du Niger)

---

12. consommez-vous l'eau du fleuve ?

1. oui  2. non
- 

13. si oui, pourquoi?

---

---

14. avez-vous rencontré des problèmes de santé du à la consommation de l'eau du fleuve cette année ?

1. oui  2. non
- 

15. Si oui laquelle ?

1. diarrhée  2. fièvre typhoïde  3. cholera  4. dysenterie  5. probleme de peau  
 6. paludisme  7. maux de ventre

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).*

---

16. Faites-vous un traitement avant l'utilisation de l'eau du fleuve ?

1. oui  2. non
- 

---

17. Si oui, lequel ?

1. ébullition  2. filtration  3. désinfection  4. autres

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

---

18. Si non, pourquoi ?

---

---

19. Avez-vous constate un changement du fleuve Niger?

1. Oui  2. Non
- 

20. Si oui, lesquels ?

1. envahissement par certaines plantes  2. diminution de la qualité des eaux  3. autres

*Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum).*

---

**Annexe 2:** Paramètres physico-chimiques et bactériologiques

Paramètres	Unités	1 <sup>er</sup> prélèvement	2eme prélèvement
pH		6,9	6,8
Température	°C	22	24
Conductivité électrique	µS/cm	633	637
Turbidité	NTU	141	144
Matières en suspension	mg/l	340	328
Nitrates	mg/l	57,60	56,80
Nitrites	mg/l	0,1968	0,06
Ammonium	mg/l	53,5	52
Phosphates	mg/l	11,9	1,78
DBO5	mg/l	450	460
DCO	mg/l	735	775
Coliformes fécaux	UFC/100ml	16	24
Streptocoques fécaux	UFC /100ml	Absence	5

**Annexe 3:** les différents ouvrages de la station d'épuration de HNN



Mauvais état de la tuyauterie (Photo : Hadiaratou)



Présence de déchets solides dans le bassin de décantation (Photo: Hadiaratou)



Le dégrilleur (Photo : Hadiaratou)



Le bac à chlore (photo : Hadiaratou)



Le bassin de chloration (Photo: Hadiaratou)