

**MESURES DE PROTECTION CONTRE LES
DEGRADATIONS DU COURS D'EAU DU BAoule A
DIOILA, COMMUNE RURALE DE KALADOUYOU,
CERCLE DE DIOÏLA, REGION DE KOULIKORO.**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE
L'ENVIRONNEMENT**

**MASTER SPECIALISE EN
GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU
GIRE**

Présenté par

Aldiouma CISSE

Promotion 2013

Quand l'inondation arrive, le poisson mange des fourmis
et quand l'inondation se dissipe, les fourmis
mangent du poisson. Seul le temps compte.

Sagesse africaine.

Remerciements/ Dédicace

Ce mémoire est réalisé au sein de la Direction Nationale de l'Hydraulique du Mali (DNH), dans l'Unité de Gestion du Programme Conjoint d'Appui GIRE (UG-PCAGIRE).

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur Yaya Boubacar, Directeur National de l'Hydraulique, qui m'a accueilli avec enthousiasme au sein de la direction.

Je remercie aussi vivement la coordinatrice de l'UG-PCAGIRE, Madame Cissé Youma Coulibaly à travers ses conseils avisés.

Je tiens également à remercier Monsieur Mouhamed Oumar Cissé, hydrogéologue, pour ces corrections et remarques constructives.

Mes sincères remerciements à tout le personnel de l'Unité de Gestion du Programme Conjoint d'Appui GIRE (UG-PCAGIRE) pour leurs soutiens chaleureux pendant mon séjour parmi eux.

Mes salutations à l'endroit de Monsieur Abderrahmane Samaké chef de Service local Hydraulique de Dioila.

Je remercie également Monsieur Mamadou Traoré du Comité Local de l'Eau du Dioila.

Résumé

La zone soudano-sahélienne est affectée, depuis plusieurs années, par un déficit pluviométrique qui a provoqué une diminution de la ressource en eau et, ainsi modifié et amplifié les pressions qui s'exercent sur les diverses ressources en eau du Baoulé et les différents utilisateurs.

La croissance démographique et la migration des populations vers la ville ont contribué au détriment des paysages naturels dont les dégradations sont largement visibles au niveau du cours d'eau du Baoulé. L'adoption des nouvelles technologies inappropriées a favorisé le défrichement des forêts à des fins de champs de cultures ou de pâturages. L'exploitation du bois d'œuvre ou de chauffe a contribué à la dégradation du bassin versant. Cette destruction de l'environnement a manifestement provoqué l'aridité des terres et les exposer aux diverses formes de dégradations. Il en résulte une aggravation du ruissellement avec des formes diversifiées d'érosion, mais aussi des dégradations de berges entraînant la sédimentation dans le lit du cours d'eau et les annexes hydrauliques.

Des mesures pour lutter contre les détériorations des ressources en eau à travers des techniques du génie biologique et génie civil sont employées pour reconstruire l'environnement immédiat du Baoulé à Dioila, lui redonner sa capacité de régulation du régime de l'écoulement. Ces techniques constituent des moyens pour assurer l'alimentation de la population en eau à des fins ménagères, agricoles et industrielles. Elles permettront la continuité de la ligne d'eau au moment de l'étiage, recharger les nappes souterraines et reconstituer les ressources aquatiques.

Mots Clés :

1 Mesures de protection ;

2 Cours d'eau du Baoulé ;

3 Dégradations ;

4 Ecoulement ;

5 Faunes et flores aquatique ;

ABSTRACT

The soudano-sahelian has been affected, for several years, by a rainfall deficit which has caused a decrease in the water resource and, thus modified and amplified the pressure exerted on the various water resources of Baoulé and the various users.

The demographic increase and the migration of population to city have contribute to the detriment of natural countryside of which the deterioration are widely visible at the level of the river of Baoulé. The adoption of inappropriate news technologies has led to the clearing of forest or pasture purposes. The exploitation of timber or fire wood contributed to the degradation of the watershed. This deterioration of the environment has manifestly provoked grounds aridity and exposed them to multiple form of deterioration. The result is an aggravation of runoff with various forms of erosion but also bank deteriorations resulting in sedimentation in the bed of the river stream and hydraulic annexes.

Measures to fight against deterioration of water resources through engineering techniques biology and civil engineering are used to rebuild the immediate environment of Baoulé in Dioila to restore its ability to provide regulator of the regime of its flows. These techniques constitute means insure the supply of the population with water for household, agricultural and industrial purposes. They will allow the water line at the time of the low water to recharge the aquifers and to reconstitute the aquatic resources.

Key words:

- 1 óMeasure of protection**
- 2 óRiver of Baoulé**
- 3 - Degradation**
- 4 - Flowing**
- 5 ó Animal and aquatic plants**

Liste des abréviations

DNH	Direction Nationale de l'Hydraulique du Mali
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
Nbr	Nombre
PCA – GIRE	Programme Conjoint d'Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau
PFE	Projet de Fin d'Etude
Qté	Quantité
SLh	Service Local de l'Hydraulique
UG- GIRE	Unité de Gestion des Projets et Programmes, GIRE

Sommaire

PREAMBULE	12
I- INTRODUCTION	13
II- GENERALITES	15
1) Géographie	15
2) Relief.....	15
3) Hydrographie	15
4) Géologie	16
5) Végétation	16
6) Climat.....	17
III- OBJECTIF	17
1) Objectif global :	17
2) Objectifs spécifiques :.....	17
IV- RESULTATS ATTENDUS	18
V- METHODOLOGIE DE L'ETUDE	18
1) Phénomènes anthropiques sur le Baoulé à Dioïla.....	18
i) Période sèche :	18
ii) Période de crue :	21
2) Phénomène naturel.....	21
i) Pluviométrie	21
ii) Limnimétrie	22
iii) Débit de découlement :.....	23
iv) Température.....	26
v) Humidité relative	27
3) Synthèse	30
VI- MESURES CONTRE LA DEGRADATION	30
1) Techniques traditionnelles	30

i) La plantation en haut de berges.....	30
ii) Herbage des berges	31
2) Techniques modernes.....	31
i) Berge-gabion.....	31
ii) Ouvrage écrêteur.....	32
iii) Ouvrage de réalimentation	33
iv) Canal de franchissement	33
3) Mesures législatives et réglementaires.....	34
VII- ANALYSES.....	34
1) Techniques traditionnelles	35
2) Techniques modernes.....	35
VIII- CONCLUSION.....	37
IX- BIBLIOGRAPHIE.....	38
X- ANNEXE	39

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Hauteurs de précipitation.....	22
Tableau 2: Hauteurs d'eau de 2015 à juillet 2018.....	23
Tableau 3: Débit mensuel en mètre cube de 2015 à Mars 2018	23
Tableau 4 : Données de la température en degré Celsius de 2017 à Juillet 2018	26
Tableau 5: Données de l'humidité relative de 2017 à Juillet 2018	27

LISTE DES FIGURES

Photo 1 : Dégradation de berge à Dioila.....	19
Photo 2 : Orpillage dans le lit mineur du Baoulé à Dioila.	20
Photo 3 : Champ de culture dans le lit majeur du Baoulé à Dioila.	28
Photo 4 : Station limnimétrique (la barre de 6 m dressée, celle de 7 m tombée) à Dioila.	29

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Débit mensuel du Baoulé à Dioïla 2015 à Mars 2018.....	25
--	----

PREAMBULE

Dans le cadre de l'obtention du Master en Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE), l'Institut d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2IE) a instruit aux étudiants en Master d'effectuer un stage de fin de cycle en vue de réaliser un Projet de Fin d'Etude. Ce stage est un complément indispensable à la formation de l'étudiant, mais aussi une opportunité à l'étudiant de s'imprégner et de s'enquérir des réalités du terrain. Au terme, l'étudiant rédigera un projet en rapport à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau.

Le thème du Projet de Fin d'Etude peut être choisi par l'étudiant ou bien sûr par la structure d'accueil.

La Direction Nationale de l'Hydraulique dispose en son sein une structure dénommée Unité de Gestion des Projets et Programmes GIRE (UG ó GIRE) dans le cadre du Programme Conjoint d'Appui à la GIRE (PCA GIRE) au niveau de laquelle ledit stage a été effectué.

I- INTRODUCTION

La notion GIRE a émergé dans les années quatre-vingt suite à la multiplication des catastrophes planétaires favorisées par le changement climatique et par des actions anthropiques. Les phénomènes de sécheresses et d'inondations ont gagné de l'ampleur. Les cyclones sont devenus de plus en plus fréquents. Les glaciers fondent et le niveau des océans s'élève. La population mondiale en croissance rapide exige un approvisionnement en eau potable pour des besoins vitaux et en agro-industriels. Plusieurs conférences furent organisées pour alerter l'opinion internationale faces à ses dangers à l'échelle mondiale.

L'eau est devenue un enjeu planétaire. Aucun Pays n'a le droit de stoker l'eau en amont au détriment de ceux qui sont situés en aval sans leurs accords. La majorité des pays sont en train de mettre en place des Institutions de gestion et de partage des eaux à travers les grands bassins versants.

Le bassin versant, également appelé bassin hydrographique, est une forme de paysage de chaînes de montagne et de vallées constituant, depuis les altitudes, des sources de découlements de pluies et de neiges fondues qui vont se terminer dans une terre humide, un fleuve, un lac, une mer ou un océan. La dimension d'un bassin versant est très variable pouvant atteindre des milieux de kilomètres carrés à quelques hectares.

Le thème choisi se propose d'apporter des solutions idoines face aux calamités qui menacent les ressources en eau et les écosystèmes du cours d'eau du Baoulé à Dioila au Mali.

La dégradation du cours d'eau peut être évitée et remise en état à travers les techniques de reboisement, la construction des barrages et le déguerpissement des communautés locales des zones dégradées et l'interdiction des pratiques néfastes. Ces moyens constituent des mesures utilisées pour lutter contre les risques et les menaces pesant sur les ressources en eau. Les nouvelles techniques d'aménagement, telles que l'ingénierie hydraulique et le génie biologie développés de nos jours, peuvent être appliquées pour recouvrer les écosystèmes. Aussi, il faut une approche de collaboration entre les techniciens, les décideurs de haut niveau, les administrateurs et les acteurs locaux pour déterminer la mise en œuvre des mesures de protection et leurs évaluations sont nécessaires. Des mesures

préventives doivent être prises pour redonner au cours d'eau du Baoulé sa capacité de pouvoir d'écoulement.

Pour ce PFE, la première phase des travaux a consisté à la recherche documentaire pour la présentation physique du milieu d'étude à travers sa géomorphologie et son climat. La seconde phase a nécessité une visite de terrain afin de collecter des données qui serviront des éléments de base pour le traitement des problématiques posées. La troisième phase a constitué à la réalisation de différentes techniques de protection du cours d'eau et des ressources liées à l'eau.

II-GENERALITES

1) Géographie

Le Baoulé est un cours d'eau, dont le bassin versant est une fraction du bassin du Bani. Ce dernier est une partie intégrante du bassin supérieur du Niger. Le bassin versant du Bani est limité vers l'Est par le méridien de San, à l'Ouest par celui de Bamako. Sa limite Sud déborde légèrement sur le territoire de la Côte d'Ivoire et du Burkina. Sa limite Nord est sensiblement parallèle au cours du fleuve Niger situé à une quarantaine de kilomètres de distance de celui-ci.

Le cours d'eau du Baoulé est considéré comme le cours supérieur du Bani. Son bassin couvre la bordure Nord-ouest du bassin versant du Bani jusqu'à la localité de Nangola dans le Nord du cercle de Dioila.

2) Relief

Le relief est en général peu accentué, les points plus élevés se situent sur la bordure sud du bassin dont les sommets culminent vers 800 mètres d'altitude. Le bassin du Bani est caractérisé par une pente faible par rapport à celui du Niger. La géomorphologie est une forme pénéplaine avec une pente douce vers le Nord-est. Les seuls accidents sont, au Sud du bassin, des buttes latéritiques à surface horizontale fortement entaillées par le réseau hydrographique et, au Nord de la ligne Bougouni-Sikasso se trouvent des grès disposés en tables.

3) Hydrographie

Le baoulé est l'un des trois cours d'eau du bassin versant du Bani. Ce dernier constitue le principal affluent du fleuve Niger. Il est l'un des trois cours d'eau majeurs qui sont d'Ouest en Est: le Baoulé, le Bagoé et le Banifing de Kouoro.

Le Baoulé a très peu d'affluent par rapport au Bagoé et Banifing de Kouoro. Les réseaux hydrographiques sont très homogènes. Le Baoulé prend source en Côte d'Ivoire. Sa

longueur totale est de 830 kilomètres dont 500 kilomètres au Mali. Son bassin versant s'étend sur 31900 kilomètres carrés avec un régime type climat tropical.

4) Géologie

Les formations sont très anciennes constituées de socle précambrien de nature granito-gneissique. Elles affleurent dans toute la moitié Sud-ouest du Bassin Versant. Dans la zone de Bougouni et jusqu'à l'Est de Tingrela, le socle précambrien est recouvert de micaschistes ou de quartzites rattachées à l'étage Birrimien. Le Nord du Bassin est occupé par des formations gréseuses des monts Mandingue à texture généralement fine et entrecroisée d'âge cambrienne et silurienne.

En général, la roche est largement remaniée en surface et recouverte d'une couche épaisse des produits d'altération. Les granito-gneissiques sont recouverts de couches latéritiques. Le contact avec la roche mère est constitué par une zone arénitique très perméable offrant de grandes possibilités de rétention d'eau. Les formations Birrimiennes ont subi, elles aussi, une latérisation très importante. La carapace latéritique, naturellement cuirassée est fissurée permettant une certaine perméabilité.

En réalité le substratum du Bassin est constitué de roche imperméable. L'altération latéritique est importante et les réserves hydriques sont formées à la base de ces formations. Elles donnent naissance à des débits de restitution importants en saison sèche. Il en résulte des débits d'étiage relativement élevé eu égard aux rigueurs et à la durée de la saison sèche.

5) Végétation

Le Bassin du Bani se situe majoritairement en zone de savane. Au Sud, la savane est du type arboré dense et le tapis herbacé est très important. On y rencontre quelques galeries et îlots forestiers de peu d'étendue. Ce type de savane constitue une protection efficace du sol, freine considérablement le ruissellement, ce qui accroît largement le pouvoir de rétention du terrain.

En remontant au Nord, la savane décroît et les galeries forestières disparaissent progressivement. Vers les isohyètes 1000, les premiers épineux apparaissent, la végétation prend un caractère xérophile accusé. Cette végétation clairsemée n'offre plus qu'une faible opposition au ruissellement, surtout en début de la saison des pluies, alors que le tapis herbacé n'est pas encore reconstitué.

6) Climat

Le climat est caractérisé par le type soudanais au Nord où les isohyètes varient entre 700 à 1000 mm et d'un climat guinéen au Sud où les isohyètes peuvent atteindre 1500 mm.

Ces climats sont caractérisés par une saison sèche en hiver et une saison pluvieuse en été. Le type guinéen diffère remarquablement du climat soudanais par une saison sèche plus courte et moins aride et une saison de pluie plus longue.

Du Sud au Nord, les températures moyennes annuelles de l'été sont inférieures à celles de l'hiver. La minimale nocturne est observée dans le mois de Janvier et la maximale en Avril-Mai et une minimale relative est enregistrée en Août.

III- OBJECTIF

1) Objectif global :

L'objectif de l'étude est de restaurer l'écoulement normal dans le cours d'eau du Baoulé à Dioila et de protéger les écosystèmes du milieu.

2) Objectifs spécifiques :

Il s'agit de :

- Analyser les différents facteurs de dégradation du cours d'eau et leur environnement ;
- Améliorer l'écoulement par la reconstitution du lit et des berges du cours d'eau ;
- Réaliser des édifices pour anticiper la période d'étiage et pour contribuer à la charge des nappes souterraines ;
- Élaborer les mesures devant protéger les ressources en eau et les différents usagers ;

- Reconstruire le couvert végétal pour accroître la rétention de l'eau pour favoriser la recharge de la nappe souterraine.

IV- RESULTATS ATTENDUS

Les résultats attendus se présentent comme suit :

- L'analyse des différents facteurs de dégradations naturelles et des interventions humaines sur le cours d'eau au niveau de Dioïla est effectuée ;
- les mesures pour la protection des ressources en eau et de l'écosystème sont réalisées ;
- le couvert végétal et les berges sont reconstruits. Les ouvrages pour le contrôle de l'étiage sont réalisés.
- L'écoulement et la qualité des eaux de surfaces sont améliorés. La capacité de rétention du sol est accrue.

V- METHODOLOGIE DE L'ETUDE

La conduite de l'étude a nécessité un déplacement à Dioïla afin de collecter des données au niveau des services locaux de l'hydraulique, de la pêche et de la météo. Aussi l'occasion était bonne pour observer in situ l'état du fleuve Baoulé et les activités qui y sont menées.

1) Phénomènes anthropiques sur le Baoulé à Dioïla

Le Baoulé est un cours d'eau dont l'écoulement s'annule aux mois d'Avril à Mai au niveau de la station limnimétrique de Dioïla. On y observe des assèchements par endroits. En période de crue, le débit s'élève jusqu'à 600 mètres cube entre Août et Septembre. La hauteur d'eau varie de 0 à 7 mètres. Par contre, en période sèche d'Avril à Mai, on ne constate pas d'écoulement.

i) Période sèche :

- A cette période, le lit mineur du Baoulé devient une zone d'intenses activités de paillage et d'extractions du sable et du gravier. Les exploitants sont majoritairement des femmes, qui utilisent les pioches, les houes, les pelles, les

tamis, les bacs etc. il n'y a pas encore d'usage de produits chimiques. Les camions roulent dans les lits mineur et majeur pour le transport des matériaux extraits. Ces fouilles détruisent l'habitat des faunes et des flores sans possibilité de rétablissement du milieu disparu.

- la confection des briques en banco et les cultures maraichères se pratiquent surtout sur les berges. La destruction de la ripisylve¹ et les cultures céréalières, qui se font sur le lit majeur, provoquent des dégradations telles que la dénudation, le décapement et autres formes de destructions du relief. Il en découle de diverses formes de dégradation et d'envasement du cours d'eau. Les images ci-dessous illustrent bien la situation.



Photo 1 : Dégradation de berge à Dioila.

¹ Ripisylve sont formations végétales qui se développent sur les bords des cours d'eau ou des plans d'eau situés dans la zone frontière entre l'eau et la terre.



Photo 2 : Orpillage dans le lit mineur du Baoulé à Dioila.

ii) Période de crue :

- Les activités de dragages sont de plus en plus pratiquées en amont sur le cours d'eau avec ses corollaires néfastes sur l'existence de la faune et de la flore aquatique.
- La pêche s'intensifie à travers l'utilisation des filets dont les mailles ne respectent pas les normes. Aussi les zones de défens pour les frayères sont violées. Les activités de piscicultures sont effectuées sur le cours d'eau avec la mise en place des cages flottantes.
- Les pratiques de l'élevage de bovins s'intensifient avec l'arrivée massive des animaux en provenance de la Côte d'Ivoire et de la Guinée Conakry. L'impact du changement climatique a rendu difficiles les conditions de l'élevage dans la zone sahélienne. Les éleveurs, à la recherche des zones favorables, se sont sédentarisés.

La croissance de la population, à travers le taux de natalité et la migration des éleveurs, des agriculteurs et d'autres personnes, constitue un facteur déterminant dans la gestion des ressources en eau en termes de besoins-disponibilités.

2) Phénomène naturel

Les variations climatiques des dernières années ont engendré beaucoup d'inquiétudes. On retrouve quelques données climatiques et hydrologiques disponibles à travers les stations d'enregistrement existantes.

i) Pluviométrie

Les données des tableaux ci-dessous sont effectuées à la station agro-météo de Dioïla. On remarque que malgré les pluies de Mars 2018, l'hivernage s'est installé en Mai tout comme en 2017. Le tableau 1 ci-dessous nous montre une nette variation entre les mêmes mois de deux années différentes. On en déduit une irrégularité saisonnière. Le cumul de la saison 2017 est de 830.8 millimètres de pluies réparties en 59 jours. Le mois le plus pluvieux fut Juillet.

Tableau 1: Hauteurs de précipitation

Mois	2017		2018	
	Qté en mm	Nbr de jours	Qté	Nbr de jours
Janvier	0	0	0	0
Février	0	0	0,2	1
Mars	0	0	34,1	2
Avril	0	0	0	0
Mai	61,5	7	32,03	5
Juin	139,1	14	48,04	9
Juillet	301,7	13	231	17
Aout	188	14	0	0
Septembre	140,5	11	0	0
Octobre	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0
Décembre	0	0	0	0
Total	830,8	59	345,37	34

Source : Service agro-météo de Dioïla.

ii) Limnimétrie

Les variations mensuelles de la hauteur d'eau du Baoulé à Dioïla sont représentées dans le tableau ci-dessous. On y observe une très grande variation des hauteurs d'eau entre les années. Nonobstant l'année 2016 où 7,51 mètres d'eau ont été atteints, en revanche le niveau est resté inférieur à 6 mètres pour les autres années.

Tableau 2: Hauteurs d'eau de 2015 à juillet 2018

	2015	2016	2017	2018
Janvier	0,54	0,54	0,48	0,89
Février	0,27	0,29	0,24	0,39
Mars	0,03	0,07	0,04	0,07
Avril	0	0	0	0
Mai	0	7	0	0
Juin	1,48	0,76	1,25	1,6
Juillet	2,08	4,49	2,88	4,4
Aout	3,45	7,51	3,5	
Septembre	5,36	6,3	4,56	
Octobre	5,14	5,57	3,36	
Novembre	2,78	2,34	1,49	
Décembre	1	0,8	1,36	

Source : SLH de Dioïla.

iii) Débit d'écoulement :

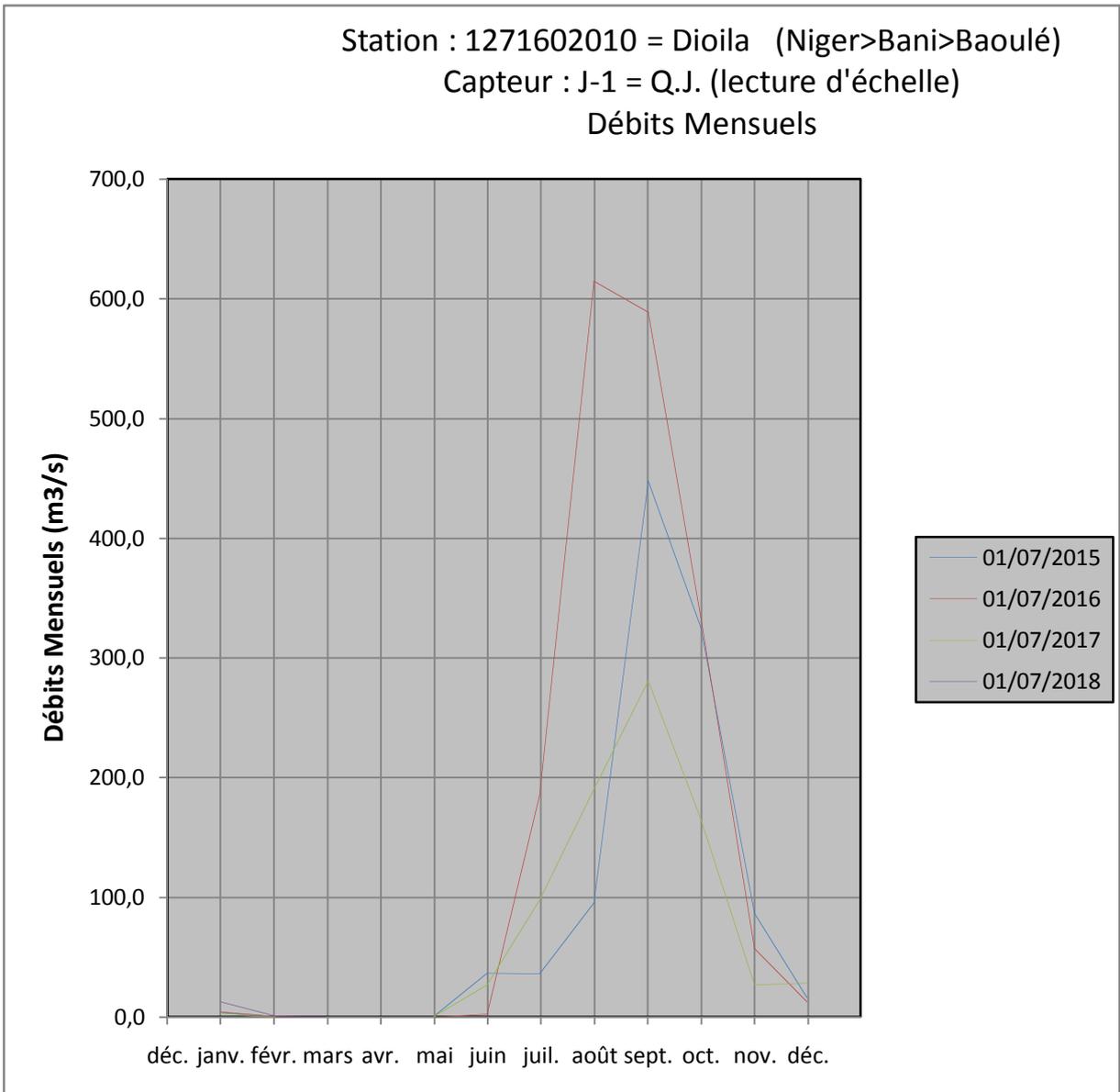
Le débit d'écoulement est très variable d'une année à l'autre. Le débit maximum peut atteindre plus de 500 mètres cube, comme il fut le cas en Septembre 2016. On notera que pendant la période d'étiage le débit d'écoulement est nul de Mars à Mai (voir ci-dessous le tableau3 et le graphique). Il est à signalé que le stress hydrique est nettement marqué pendant trois mois sur le reste de l'année.

Ces tableaux annoncent une variabilité climatique certaine.

Tableau 3: Débit mensuel en mètre cube de 2015 à Mars 2018

	2015	2016	2017	2018
Janvier	3,7	4,2	2,7	12,5
Février	0,1	0,3	0	0,8
Mars	0	0	0	0
Avril	0	0	0	
Mai	0	0	0	
Juin	36,5	2,5	26,8	
Juillet	36,2	185,6	97,7	
Aout	95,2	614,6	190,2	
Septembre	447,7	588,9	280,7	
Octobre	325,6	333,7	165,2	
Novembre	86,3	57,3	26,8	
Décembre	15,9	12,8	28,4	

Source : DNH à Bamako



Graphique 1 : Débit mensuel du Baoulé à Dioila 2015 à Mars 2018

Source : DNH

iv) Température

On trouvera ci-après les variations minimales et maximales mensuelles de la température de l'année 2017 et 2018 jusqu'au mois de Juillet à Dioïla. Les températures maximales sont observées en Avril-Mai, elles indiquent une élévation de 40.5°C à 41.9°C. La minimale est observée en Décembre 2017 aux environs de 13.1°C. Au regard du tableau4, on en déduit une augmentation d'environ un (1) degré en 2018 pour les mois correspondants de 2017.

Tableau 4 : Données de la température en degré Celsius de 2017 à Juillet 2018

Mois	2017		2018	
	température moyenne	température maximale	température moyenne	température maximale
Janvier	14,8	33,3	14,7	35,1
Février	19,3	38	18,8	39,6
Mars	23,3	40,08	22,8	41,9
Avril	25,7	40,5	24,9	41,9
Mai	24,4	40	24,8	41,7
Juin	23,3	38,4	24,4	39,5
Juillet	21,2	35,4	21,6	35,5
Aout	21,3	21,1		
Septembre	21,1	35,3		
Octobre	21	38,8		
Novembre	17,8	38,1		
Décembre	13,1	34,6		

Source : Service agro-météo de Dioïla.

v) **Humidité relative**

Les mesures effectuées sont notées dans les tableaux ci-dessous. On y observe une humidité relative maximale qui se manifeste le matin de bonheur et une minimale en milieu de la journée. L'humidité relative s'impose pendant la saison des pluies avec un maximum en Aout-Septembre atteignant 96%. La période froide correspond au minimum de l'humidité.

Tableau 5: Données de l'humidité relative de 2017 à Juillet 218

Mois	2017		2018	
	humidité minimale%	humidité maximale%	humidité minimale%	humidité maximale%
Janvier	15	45	12	45
Février	12	35	17	37
Mars	14	40	13	38
Avril	21	49	20	53
Mai	38	62	28	64
Juin	53	87	40	75
Juillet	66	95	57	32
Aout	72	96		
Septembre	62	95		
Octobre	66	80		
Novembre	16	59		
Décembre	16	45		

Source : Service agro-météo de Dioïla.



Photo 3 : Champ de culture dans le lit majeur du Baoulé à Dioila.



Photo 4 : Station limnimétrique (la barre de 6 m dressée, celle de 7 m tombée) Dioïla.

3) Synthèse

Les phénomènes anthropiques sont des véritables facteurs destructeurs des écosystèmes du milieu. Ils en résultent l'extermination de la faune, de la flore, la disparition des zones humides et la diversification des formes d'érosion sur les bassins versants. L'envasement du lit d'écoulement gêne l'hydraulicité du cours d'eau, et augmente le risque de débordement en amont. La pollution est due à l'apport des matières organiques augmentant l'activité bactérienne qui a pour conséquence un appauvrissement du milieu en oxygène et une eutrophisation du cours d'eau.

L'impact des phénomènes naturels augmente d'ampleur face aux activités anthropiques. Leurs combinaisons conduisent à des catastrophes telles que la destruction du microclimat, la rareté des points d'eau pérenne par la mauvaise pluviométrie, l'installation de la sécheresse.

VI- MESURES CONTRE LA DEGRADATION

1) Techniques traditionnelles

i) La plantation en haut de berges

La plantation en haut de berges est une activité de reboisement principalement réalisée sur les hautes berges du cours d'eau s'étalant sur des dizaines de mètres. Elle constitue une zone tampon aux eaux de ruissellement provenant du bassin versant, qui subissent l'auto-épuration avant leurs arrivées dans le cours d'eau. La qualité de l'eau s'en trouve ainsi préservée. Pour ce faire :

On commence d'abord par le décomptage du sol à la sous-soleuse, ensuite on procède à la plantation par bande boisée à maillage espacé pour les arbres et à maillage resserré avec des arbustes. La bande implantée peut atteindre une trentaine de mètres de largeur.

Dans le souci de diversification les faunes susceptibles de fréquenter le secteur restauré, il est une nécessité de varier les espèces de plantes utilisées et leur densification.

Sur le site, on assure régulièrement le débroussaillage du boisement et la pratique du défouillage des arbres. Cet entretien est nécessaire pour le développement des plantes.

Ces arbres assureront l'humidité du sol et seront les sources de nutriments pour les faunes terrestre et aquatique.

ii) **Herbage des berges**

L'herbage des berges consiste à la régénération de la végétation des berges en y utilisant les plantes herbacées semi-aquatiques. Il peut être aussi pratiqué dans les bassins de stockage. Mais avant la végétalisation surtout sur les berges escarpées, on procède au reprofilage des berges en adoucissant la pente en rapport au lit de découlement.

La dimension de l'enherbement peut atteindre une dizaine de mètres. La technique adoptée est la plantation par de semis ou de boutures. Les coupes d'entretien se font par zonage pour maintenir des refuges pour les faunes par endroit. Le retrait de débris est effectué soigneusement pour éviter d'éventuel embâcle.

Ces pratiques constituent des ouvrages vivants réalisés sur les bordures du cours d'eau. Ils assurent le phénomène de sédimentation et de reprise de la végétation. Ils constituent également des abris et des caches pour la faune aquatique, diversifiant ainsi les habitats dans le cours d'eau. La sinuosité du cours d'eau est facilement mise en place à travers ces aménagements.

2) **Techniques modernes**

i) **Berge-gabion**

Un gabion est une cage en grillage galvanisée que l'on remplit de cailloux. Ces cailloux sont de nature dure, non poreux ni friable et leurs dimensions doivent nettement dépassées celles des mailles grillagées. L'utilisation du gabion à

double torsion est conseillée par les constructeurs devant les inconvénients rencontrés par la maille à simple torsion.

La réalisation consiste au revêtement exclusif du talus par l'emploi de gabions. On procède à l'empilement par gradin de gabions cages disposés longitudinalement et fondés sur des gabions semelles placés perpendiculaires à la berge. Les gabions semelles, par leur déformabilité, épousent le terrain d'assise à tout moment en cas d'affouillement du lit, permettent de conserver à l'ouvrage sa tenue malgré un affaissement possible. Les gabions jouent le rôle de soutènement et assurent la protection du talus.

En principe la construction consiste avant tout, au terrassement du terrain d'assise, suivi de la pose de gabion semelle de fondation et des rangés successives de gabion cages et enfin au remblaiement éventuel des vides existant entre le talus et les gabions.

Dans l'éventualité où le niveau de basse eau ne permet pas la mise en place d'étage inférieur de gabion. On combine les emplois d'enrochement et de gabionnages. Ainsi les massifs d'enrochement mise en place assurent la butée tout en stabilisant la rive au-dessous du niveau de la fondation de revêtement.

ii) Ouvrage écrêteur

Un ouvrage écrêteur est en principe un barrage créant une retenue d'eau qui se vide à travers un organe évacuateur.

Le but est de limiter, sur le cours d'eau du Baoulé, le dégât en aval, de pallier la période d'étiage et de disposer des débits plus facilement maniables pour faire de l'épandage dans les plaines. L'organe évacuateur est un pertuis calibré. Le laminage de la crue est dû à l'emmagasinement d'un certain volume d'eau dans la cuvette de retenue.

Le bassin versant étant susceptible de fournir d'une manière incontrôlée d'apports solides dans la cuvette de retenue, il est préférable de ne pas prévoir

uniquement de pertuis en pied de barrage. La hauteur du barrage et le diamètre de l'orifice résulteront d'un compromis faisant intervenir les différentes potentialités de la cuvette.

Il est d'ailleurs important de ménager en outre un évacuateur superficiel susceptible de fonctionner sous l'effet de précipitations exceptionnellement prolongées ou de tornades provoquant des débits de crue supérieure à ceux prévus.

iii) **Ouvrage de réalimentation**

Cet ouvrage est un plan d'eau que l'on entretienne pour permettre la recharge des nappes et de promouvoir au développement des ressources en eau.

La technique consiste au curage et à l'élargissement des mares réduites par la sédimentation, qui sont reconstituées et aux réaménagements des marigots. Une zone de marnage est réalisée permettant de faire face au comblement par sédimentation. Les bordures sont reconstruites par les procédés d'enherbement, de replantation d'arbustes et d'arbres. Aménagement d'un abreuvoir aux abords immédiat de la mare pour les animaux.

Ces réhabilitations contribueront à la formation des zones d'apport liquide et d'infiltration pour la recharge des nappes phréatiques.

iv) **Canal de franchissement**

C'est un Dispositif destiné au passage des faunes aquatiques à travers un contournement de l'ouvrage transversal, par exemple un barrage, situé sur un cours d'eau. Il permet de rétablir la continuité écologique pour les poissons et d'autres animaux aquatiques tout en maintenant la ligne d'eau.

La technique consiste au creusement d'un canal en amont de l'obstacle, et la zone de confluence se réalisera en son aval. Une dérivation partielle de l'eau s'effectuera dans le canal aménagé. Les mesures de protection telles que les techniques d'herbages de berge ou de berge-gabion y seront appliquées.

Cependant, ces travaux de réaménagements sont interdits en période de hautes eaux et de reproduction des espèces piscicoles. L'entretien des ouvrages est nécessaire pour une prolongation de leurs durées de vie.

3) Mesures législatives et réglementaires

Les dispositifs législatifs et réglementaires sont inscrits à travers la loi n°02-006 du 31 Janvier 2002 portant code de l'eau. Ce code de l'eau est un cadre de référence en matière de l'eau au Mali. Il fixe les règles d'utilisation de la ressource et consacre les principes fondamentaux de la protection, de l'exploitation et de la mobilisation des eaux.

Le code prévoit, dans son TITRE II, des chapitres consacrés à la gestion et à la protection du domaine de l'hydraulique. Voir annexe.

VII- ANALYSES

On constate aujourd'hui partout dans le monde, la présence de plus en plus marquée d'espèces végétales et animales d'origine étrangère dans nos milieux naturels. Ces espèces, introduites accidentellement ou non, ont souvent tendance à connaître un très fort développement du fait des conditions de concurrence souvent plus modérées que dans leur région d'origine.

La végétation des berges permet également de maintenir une température basse des eaux, celle-ci à la fois pour les bordures du cours d'eau et surtout pour des milieux annexes tels que les mares, les bras morts, les dépressions marécageuses, etc.

Les racines des arbres, les troncs tombés dans l'eau, les débris végétaux créent une diversité d'habitats favorable à la faune aquatique, en faisant office successivement de lieux- de cache, de supports de ponte ou de source de nourriture pour de nombreux poissons et invertébrés.

1) Techniques traditionnelles

La technique traditionnelle est simple et rudimentaire. Les impacts négatifs sont quasi négligeables et écologiquement réversibles dans les pratiques d'herbage des berges et la plantation en haut berges.

Elle est basée sur la pratique et l'application du génie biologique sans une intervention de la génétique des plantes. Ces plantes utilisées sont par mesure de prudence des végétations indigènes. Ces procédés consistent à éviter la prolifération des plantes nuisibles et envahissantes d'une part et, d'autre part plantées les végétaux qui feront la reconstruction de l'écosystème disparu permettant le retour de la faune et le rétablissement des ressources en eau. Ces techniques sont réalisable non seulement au niveau des berges de cours d'eau mais aussi dans les bassins de stockage et aux alentours.

Dans le cas de l'enherbement, les procédures se dérouleront par i) le débroussaillage des berges ; ii) le reprofilage de la berge en pente douce et en continuité avec le lit du cours d'eau iii) la végétalisation à partir des semis ou des boutures.

Des arbres et arbustes sont plantés avec des densités plus importantes en haut de berge. On évite les plantations d'arbres en bordure immédiate des cours d'eau afin d'échapper au risque de déracinement par coup de vent due à la nature superficielle de ses racines

Par ailleurs, les intérêts sont majoritairement écologiques et l'on dénombre i) la stabilisation des berges en favorisant la sédimentation des matières en suspension en période de crue ; ii) la réduction du courant du fait de la rugosité liée à la présence de la végétation ; iii) fixation par la végétation des flux polluants ; iv) la bonne efficacité en dénitrification et en déphosphatation.

2) Techniques modernes

Les techniques modernes associant l'utilisation des gabions à la mise en place de végétaux sont une réponse pertinente aux exigences des aménagements hydrauliques. Ces techniques sont le trait d'union entre le génie civil et le génie biologique dans le cadre d'une

démarche du développement durable. Elles peuvent jouer le rôle de protection ou de mise en valeur.

Les ouvrages hydrauliques destinés à contenir les eaux, à protéger contre les effets des eaux, ou à en guider leur cours d'eau sont importants en termes d'infrastructures pour la sécurité des ressources en eau, des biens matériels et des personnes.

Malgré que la réalisation de ces ouvrages présente un risque de dénaturation des milieux naturels en déséquilibrant l'écosystème. Mais ils interviennent généralement comme solutions face aux dégradations des écosystèmes aquatiques. Dans ce cadre, ils constituent alors donc les éléments régulateurs du cours d'eau.

Les ouvrages longitudinaux, Berge-gabion, ont des caractéristiques intrinsèques adaptées aux ouvrages hydrauliques que sont entre autres i) la souplesse face aux déformations morphologiques ; ii) la rugosité adaptée à l'écoulement et, iii) le drainage maintenant les échanges entre le milieu aquatique et terrestre.

Les gabions peuvent incorporer de terre végétale favorisant l'implantation d'un couvert végétal, en plus de renforcer la stabilité de l'ouvrage lui-même et de lui assurer une meilleure intégration à l'environnement. La végétalisation pour la protection des berges est un enjeu majeur des aménagements hydrauliques. Le choix des végétaux est confié à des spécialistes.

L'implantation d'un ouvrage écrêteur a certes des effets nombreux et variés tels que le piégeage des alluvions, la création de longs plans d'eau en amont en lieu et place des lignes d'écoulement naturels, l'augmentation du réchauffement de l'eau en été, en créant une zone d'évaporation accrue et de aggravation des effets de l'eutrophisation. L'interruption du transport de sédiments provoque l'enfoncement du lit à l'aval, dont les sédiments arrachés par le courant ne sont plus compensés par ceux arrivant de l'amont. Le curage constitue la principale activité d'entretien de l'ouvrage. Il s'agit de lutter contre l'accumulation de sédiments, en particulier à l'amont, par une action récurrente une fois par an avant l'hivernage.

Les situations du cours d'eau du Baoulé à Dioïla sont très critiques. L'écoulement s'interrompt à une période de l'année (Avril-Mai), mais par endroit dans le lit mineur stagne les étendues d'eau.

Cependant les ouvrages, écrêteur et de réalimentation, sont réalisés uniquement dans le but d'assurer le soutien à la période d'étiage pour la sauvegarde de la faune aquatique et l'alimentation en eau potable de la population. Ils contribuent à la recharge de la nappe souterraine mais aussi à la reconstitution et aux maintiens des écosystèmes aquatiques. Le canal de franchissement assure la continuité écologique du milieu aquatique. Ces ouvrages constitueront un élément palliatif aux dégradations anthropiques et aux phénomènes de la variabilité climatique.

VIII- CONCLUSION

La combinaison des techniques traditionnelles à la nouvelle technologie s'impose comme des voies et moyens pour contrer les calamités climatiques et les dégradations anthropiques du milieu naturel. Elle est avantageuse, écologique et très efficace. Ces techniques de restauration sont destinées à redonner une certaine diversité d'habitats pour la faune et la flore aquatique et terrestre. Elles permettent aussi de calibrer l'écoulement des cours d'eau dans les lits mineur et majeur tout en recréant la sinuosité des berges.

La replantation d'espèces locales adaptées redynamisera le rétablissement de la ripisylve du cours d'eau. La ripisylve joue le rôle de protection naturelle des berges mais également de régulateur thermique des cours d'eau à travers l'ombrage qu'elle émet surtout favorables au développement de l'écosystème aquatique. La végétation offre des rôles et des avantages que sont le maintien des sols en place face à l'érosion, un effet brise-vent ou encore des fonctions paysagères ou récréatives. Elle rétablit l'écoulement du cours d'eau, la morphologie des berges et les supports de reproduction (de bois mort, de caches sous berge, etc.).

L'ouvrage écrêteur a vocation à relever le niveau d'eau du Baoulé et maintenir la connexion entre les annexes hydrauliques du cours d'eau. Il redynamise le cycle hydrologique à travers le soutien à l'étiage, à la limitation des crues et à la création de retenue pour l'eau potable, la pêche et les activités agro-sylvo-pastorales.

IX- BIBLIOGRAPHIE

Aménagement de la plaine de San Est : étude hydrologique du banifing de San tome I, service hydraulique ORSTOM.

Code de l'eau du Mali, la loi n°02-006 du 31 Janvier 2002.

Etude hydrologique du Mali Sud (Niger supérieur et Bani) Par K Saad.

Ouvrage gabion : technique rural en Afrique 1968, section central du Ministère de l'agriculture et les services ministère de la coopération de la République Française.

Rapport final 2007 de l'état des lieux des ressources en eau et de leur cadre de gestion, du Plan d'Action National de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (première partie)du Ministère de l'énergie de l'eau et des mines.

X- ANNEXE

Annexe 1 : extrait de code de l'eau du Mali

TITRE II : DE LA GESTION ET DE LA PROTECTION DU DOMAINE HYDRAULIQUE

CHAPITRE I : DE LA GESTION DU DOMAINE HYDRAULIQUE

Article 8 : Les dispositions du présent chapitre ont pour objet la gestion globale, durable et équitable de la ressource en eau.

Article 9 : Sous réserve des dispositions du code domanial et foncier, le domaine hydraulique est géré par le Ministère chargé de l'Eau, et par les représentants de l'Etat au niveau de la région, du cercle ou de la commune conformément aux dispositions de la législation en vigueur sur la protection de l'environnement et du cadre de vie.

Article 10 : L'Etat, pour des motifs d'intérêt général ou d'utilité publique, peut transférer ou reprendre une partie de son domaine public hydraulique naturel ou artificiel à une collectivité territoriale.

Le transfert ou la reprise s'effectue par décret pris en Conseil des Ministres, à la requête de la dite collectivité ou à la demande de l'Etat.

Article 11 : Un Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux est établi par l'administration chargée de l'eau pour une durée d'au moins vingt ans.

Article 12 : Le Schéma directeur d'aménagement des eaux fixe les objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur et de protection quantitative et qualitative des ressources en eau ainsi que des écosystèmes aquatiques.

Article 13 : Le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des ressources peut faire l'objet d'une révision tous les cinq ans.

Toute autorisation ou concession prévue dans la présente loi ne peut être accordée que si elle est compatible avec les objectifs fixés par ce schéma. Le schéma est approuvé par décret pris en Conseil des Ministres.

CHAPITRE II : DE LA PROTECTION DU DOMAINE HYDRAULIQUE

Section 1 : De la protection qualitative.

Article 14 : Est interdit tout déversement ou écoulement, rejet, dépôt direct ou indirect dans les eaux des matières de toute nature susceptibles de porter atteinte à la santé publique ainsi qu'à la faune et à la flore aquatiques.

Toutefois, le ministre chargé de l'Environnement peut, après enquête publique et avis conformes des ministres chargés de l'Eau et de la Santé, autoriser et réglementer les déversements et écoulements visés à l'alinéa précédent dans le cas où ceux-ci pourraient être effectués dans les conditions garantissant l'absence de nuisance.

Article 15 : Des normes de qualité des eaux peuvent être fixées par les autorités compétentes de l'État dans certaines zones des cours d'eau jusqu'à la limite de salure des eaux.

Des activités peuvent être réglementées ou interdites en fonction de ces normes de qualité.

Article 16 : Toute personne physique ou morale, publique ou privée exerçant une activité, source de pollution ou pouvant présenter des dangers pour la ressource en eau et l'hygiène du milieu doit envisager toute mesure propre à enrayer ou prévenir le danger constaté ou présumé. Tout pollueur doit supporter les coûts de ses activités polluantes.

Article 17 : Un arrêté conjoint des ministres chargés de l'Eau, de l'Environnement et de la Santé, détermine les mesures de prévention de la pollution et les conditions dans lesquelles sont effectués les contrôles des caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et radiologiques des eaux.

Section 2 : De la protection quantitative

Sous-section 1 : Des prélèvements d'eaux de surface

Article 18 : Aucune dérivation des eaux du domaine public, de quelque manière et dans quelque but que ce soit, en les enlevant momentanément ou définitivement à leurs cours, susceptible de nuire au libre écoulement ou de réduire la ressource en eau ne peut être faite sans autorisation préalable de l'administration chargée de l'eau après avis du Conseil National de l'Eau.

Toutefois, l'autorisation n'est pas requise pour des prélèvements d'eaux de surface destinés à des fins domestiques et ne dépassant pas un seuil de volume fixé par décret pris en Conseil des Ministres, sur proposition du ministre chargé de l'Eau.

Sous-section 2 : Des prélèvements d'eaux souterraines

Article 19 : Les prélèvements d'eaux souterraines ne peuvent être faits sans autorisation, sauf pour des usages domestiques ne dépassant pas un seuil de volume fixé par décret pris en Conseil des Ministres et ne présentant pas de risques de pollution de la ressource. Sont soumis au régime de la concession, les prélèvements d'une importance telle qu'ils sont susceptibles de présenter des dangers pour la santé et la sécurité publique, de nuire de façon très significative au libre écoulement des eaux, de réduire la ressource en eau, d'accroître notamment le risque d'inondation, de porter gravement atteinte à la qualité ou diversité du milieu aquatique.

Les conditions d'obtention des autorisations et des concessions sont fixées par décret pris en Conseil des Ministres, sur proposition du ministre chargé de l'Eau.

Article 20 : L'administration chargée de l'eau peut édicter des prescriptions spéciales destinées à assurer la conservation des ressources en eau pour faire face à une menace, et aux conséquences d'accidents, de sécheresse ou à un risque de pénurie.

Toute activité non visée par les articles 18 et 19 ci-dessus, mais susceptible d'intéresser les eaux du domaine public est classée à l'initiative de l'administration chargée de l'eau soit dans le régime de l'autorisation, soit dans celui de la concession.

Article 21 : Toute concession, peut, si l'intérêt de l'aménagement projeté le justifie, être déclarée d'utilité publique par l'autorité concédante, soit d'office, soit à la demande du concessionnaire.

Article 22 : La procédure de l'autorisation et de la concession est fixée par décret pris en Conseil des Ministres.

Article 23 : En cas de déchéance de l'autorisation ou de la concession, l'administration chargée de l'eau peut requérir une remise des lieux en leur état initial et, le cas échéant, faire effectuer d'office cette remise aux frais du concessionnaire ou du permissionnaire déchu.

Section 3 : Des périmètres de protection

Article 24 : Des périmètres de protection sont institués par déclaration d'utilité publique en vue de préserver des points de prélèvements des eaux destinées à la consommation humaine des risques de pollution provenant des activités exercées à proximité.

La déclaration d'utilité publique détermine les interdictions ou réglementations à l'intérieur des périmètres de protection immédiate, rapprochée ou éloignée.

Le périmètre de protection peut être modifié si de nouvelles circonstances en font reconnaître la nécessité.

Article 25 : En cas de privation de jouissance du fait de l'article 24 aliéna 2, les propriétaires ou occupants des terrains dans les périmètres sont indemnisés.

CHAPITRE III : DE LA LUTTE CONTRE LES EFFETS NUISIBLES DES EAUX

Section 1 : Des mesures d'assainissement du milieu naturel

Article 26 : L'assainissement des agglomérations contre les effets nuisibles des eaux vise à assurer l'évacuation rapide et complète des eaux usées domestiques et industrielles ainsi que des eaux pluviales susceptibles de causer des nuisances ou d'inonder les lieux habités, dans des conditions conciliables avec les nécessités de la santé publique et de l'environnement.

Article 27 : L'administration et les collectivités prennent en charge, avec la participation des usagers concernés, tous travaux tendant à la réalisation d'ouvrage collectif d'évacuation et de traitement des eaux usées et pluviales.

Article 28 : Dans les agglomérations dotées d'un réseau d'égouts, le raccordement à ce réseau est obligatoire pour toute habitation ou établissement connecté au réseau d'eau courante.

Article 29 : Dès la mise en place d'un réseau public d'assainissement, tout système individuel d'assainissement doit être mis hors service ou hors d'état d'occasionner des nuisances.

Article 30 : Le raccordement au réseau public d'assainissement des eaux résiduaires autres que domestiques, est soumis à l'autorisation préalable du service public d'assainissement.

Article 31 : Au cas où des eaux résiduaires autres que domestiques sont susceptibles à l'état brut d'affecter le bon fonctionnement du réseau public d'assainissement et des installations d'épuration, leur prétraitement, avant rejet, est obligatoire.

Article 32 : Il est interdit d'introduire dans les installations d'assainissement toute matière solide liquide ou gazeuse pouvant affecter la santé du personnel exploitant ou occasionner une dégradation ou une gêne de fonctionnement des ouvrages d'évacuation et d'épuration.

Section 2 : De la lutte contre les inondations

Article 33 : L'administration chargée de l'eau prend en charge, avec la participation, le cas échéant des collectivités territoriales concernées, tous travaux tendant à la réalisation d'ouvrages de protection contre les inondations lorsque ces travaux présentent un caractère d'utilité publique.

Article 34 : L'administration de l'eau se réserve le droit de modifier ou supprimer d'office tout remblai, dépôt de matières encombrantes, clôture, plantation, construction ou tout autre ouvrage susceptible de faire obstacle à l'écoulement des eaux ou de restreindre de façon nuisible le champ des inondations sur les parties submersibles des cours d'eau. S'il y a lieu à indemnités, elles sont fixées conformément aux règles d'expropriation pour cause d'utilité publique.

Article 35 : La délimitation des surfaces submersibles des vallées des cours d'eau est laissée à l'initiative de l'administration chargée de l'eau qui statue par arrêté du ministre chargé de l'eau.

Article 36 : Aucun ouvrage hydraulique de prévention des inondations, aucune plantation ou obstacle ne peut être réalisé sans autorisation préalable de l'administration chargée de l'eau.

Article 37 : Sur les digues de protection contre les inondations, il est interdit de construire, de laisser subsister des ouvrages ou obstacles quelconques ou d'exercer quelque activité que ce soit, susceptible de dégrader ces digues et de nuire à l'écoulement des eaux.

Article 38 : L'administration chargée de l'eau a en charge l'élaboration et la mise en œuvre du plan de prévision et d'annonce des crues et de prévention des inondations. Les conditions d'élaboration et de mise en œuvre du plan sont fixées par arrêté du ministre chargé de l'Eau.

Article 39 : Les ouvrages hydrauliques susceptibles de constituer une menace pour la sécurité publique, font l'objet d'un contrôle périodique par l'administration chargée de l'eau.

Article 40 : Les conditions et prescriptions techniques d'études, de réalisation, d'exploitation et de contrôle des ouvrages hydrauliques de prévention des inondations sont fixées par arrêté du ministre chargé de l'Eau.

Article 41 : Le ministre chargé de l'Eau veille au bon fonctionnement et à la protection des ouvrages hydrauliques d'importance sous régionale, nationale ou régionale afin de prévenir toute atteinte à la sécurité publique.

Article 42: L'administration chargée de l'eau veille au respect des normes techniques d'exécution, d'exploitation et de fonctionnement des ouvrages de mobilisation des ressources en eau.

Article 43: Tout intervenant en matière de construction d'ouvrage important de retenue d'eau est tenu de requérir l'avis favorable de l'administration chargée de l'eau.