الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

N° Réf :……

Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF-Mila

Institut des Sciences et de la Technologie **Département des Sciences de la Nature et de la Vie**

Mémoire préparé En vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Biologie Appliquée et Environnement
Option : Gestion et Fonctionnement des Écosystèmes Aquatiques et Forestiers.

Thème :

Contribution à l'étude d'impact des oiseaux coloniaux (Grand cormoran et l'Héron garde- bœufs) *sur l'environnement. Cas du Barrage de Beni Haroun (Wilaya de Mila)*

Présenté par : BENCHABANE Habiba
BOUCHEFFA Selma

Devant le jury composé de :

Mr. MERZOUG Seyf Eddine	**MAA Président**
Mr. BOUCHAREB Nour Eddine	**MAA Examinateur**
Mr. ELAFRI Ali	**MAA Promoteur**

Année Universitaire: 2015/2016

Remerciement

Nous tenons en premier à remercier « ALLAH » le tout puissant de nous avons donné le courage, la volonté, l'amour du savoir et surtout la patience, nous tenons à remercier également la faculté pour pouvoir poursuivre notre études et pour produire ce modeste travail.

Tout d'abord nos vifs remercîments et notre gratitude vont tout droit à notre encadrant **Mr. *ELAFRI ALI*** d'avoir accepté de diriger cette étude, pour son aide et surtout sa patience.

Tout le personnel pédagogique et administratif de l'université de Mila..

Nos remerciements aux responsables du laboratoire (ADE) de Mila Monsieur ***NABIL***

Et aussi l'équipement de laboratoire de station de traitement Aïn Tin et au personnel ***SOUFIANE*** *et* ***SAFAA***.

Et tous les personnes du laboratoire pédagogique du département de biologie de l'université de Mila spécialement pour **Mr. *SAAD DJAMAA*** qui donnent les meilleurs conditions ont mis à me disposition tout le matériel nécessaire,

Aussi un grand remerciement pour **Mr. *HILEL*** et l'étudiant **CHOUAIBE** et à toute l'équipe de la conservation des forêts de Mila en particulier **Mr. *ABD ENASAR*** et **Mr. *ABED EL MALEK*** qui donnent tout les informations nécessaire pour réalisé ce travail.

Nos sincères remerciements et notre gratitude à toute l'équipe de la Direction de la Pêche Maritime et de la Pisciculture de la Wilaya de

Mila pour leur aide précieuse en particulier **Melle *RAAOUM*** et le pécheur **Mr. *HAMOUY***.

Nos vifs remerciements vont également :

Mr. *MERZOUG SEYFF EDDINE* d'avoir bien voulu accepter de présider notre jury;

Mr. *BOUCHAREB NOUR EDDINE* Pour avoir accepté d'évaluer notre travail.

Nous n'aurions garde d'oublier tous les enseignants qui ont contribué à notre formation. Nous exprimons également nos vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué de prés ou de loin à la réalisation de ce mémoire surtout ***SOUMIA*** et ***IBTISSEME*** et à tous ceux qui ont partagé avec nous les moments les plus difficiles dans la réalisation de ce travail et tous ceux qui nous souhaite le bon courage.

Habiba et Selma

Dédicace

C'est à l'aide de **Allah** le clément, le tout puissant, que j'ai arrivé à recueillir le fruit de mes 18 bougies d'études, que je dédie à :

Mes chers parents pour la patience et l'encouragement qu'ils ont constamment montrés, que ce travail soit la récompense de touts leurs sacrifices, que dieu les protège et les garde. Je ne dirais jamais assez pour exprimer mon amour et mes remerciements :

Merci ma très chère mère ***DAJAMILA*** et mon très cher père ***ABD EL MALEK.***

Mes très chères sœurs :

AMIRA, HOUDA et son mari ***SAMIR***, ***FATIMA*** et son mari ***ABD EL BAKI*** pour leurs soutiens inconditionnels et l'aide qu'elles m'ont toujours apportée.

A mes adorables frères :

ABD EL OUAHAB et sa femme ***WAFA*** pour ses soutiens et la présence permanente.
RACHID et sa femme ***ZINA*** pour ses encouragements.
Et mes petits frères ***SAIF*** et ***ISLEM.***
Et mes poussins *:* ***MERIEM, AMANI, SILIA, YOUCEF*** et ***IBRAHIM.***

A mon très trésor, mon fiancé et futur mari ***ADEL***

Pour ses sacrifices, son soutien moral et matériel, sa gentillesse sans égal, son profond Attachement m'ont permis de réussir mes études.

A mon beau père et ma belle mère pour leurs aides, leurs conseils et encouragements inconditionnel

A ma belle sœur ***NAAIMA.***

Et mes beaux frères et ses femmes.

A mes chères oncles et tantes pour leur précieuse aide et soutien.

A ma grande famille **BENCHABANE**, la famille **BENCHAOUI** et ma belle famille **DJAMAA**

A ma très chère amie et ma copine ***SELMA*** pour ses encouragements et ses aides tout au long de ce travail.

A mes très chères amies ***RIMA, AMIRA, BOUCHRA, REHEB, AYA, HANAN, AMINA, ASMA, SARA, KHAWLA, SAKINA, AMIRA, RANIA, ROUKIA*** et ***RADJA***
Avec lesquelles j'ai partagée mes moments inoubliables de joie et de bonheur

Ainsi qu'à toute la promotion **2015/2016 ECOLOGIE** et **ENVIRONNEMENT**

Enfin mon plus profond respect va tout droit à mes aimables professeurs dans Tous les cycles de ma scolarité qui mon éclairé la voie du savoir.

Habiba

Dédicace

C'est **à l'aide de Allah le clément, le tout puissant, que j'ai arrivé à recueillir le fruit de mes 18 bougies d'études, que je dédie à :**

Mes **chers parents pour la patience et l'encouragement qu'ils ont constamment montrés, que ce travail soit la récompense de touts leurs sacrifices, que dieu les protège et les garde. Je ne dirais jamais assez pour exprimer mon amour et mes remerciements :**

Merci **ma très chère mère *FATIHA* et mon très cher père *AMMAR*.**

Mes **très chères sœurs :**

ASMA **et son mari *BILAL*, *ZYNEBE* et son mari *ZAKARIYA***
Pour leurs soutiens inconditionnels et l'aide qu'elles m'ont toujours apportée.

A **mes adorables frères :**

YASSER **et mon petit frère *AYOUBE* pour ses soutiens et la présence permanente.**

A **mon très cher ami Mr. *YASSINE* Ingénieur de géni mécanique**

Pour ses sacrifices, son soutien moral et matériel, son profond Attachement m'ont permis de réussir mes études.

A **ma petite famille BOUCHEFFA et la famille CHELLI.**

A **ma très chère amie et ma copine *HABIBA* pour ses encouragements et ses aides tout au long de ce travail.**

A **mes adorables chères amies pour leur fidélité**

Avec lesquelles j'ai partagée mes moments inoubliables
De joie et de bonheur *ROUKIIA, SAKINA, RADJA, SALHA, SOUMIA, IBTISSEME AMIRA, RIHEB, RANIA, NADIA, AHLAM...*

Ainsi **qu'à toute la promotion 2015/2016 ECOLOGIE et ENVIRONNEMENT**

Enfin **mon plus profond respect va tout droit à mes aimables professeurs dans Tous les cycles de ma scolarité qui mon éclairé la voie du savoir.**

Selma

SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction

PARTIE I : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur l'impact des oiseaux coloniaux sur l'environnement

1. La colonisation : une perturbation majeure dans les écosystèmes …...……... 03

1.1. Déroulement de la colonisation …… 03

2. Les oiseaux d'eau coloniaux …… 05

2.1. Exemples des oiseaux d'eaux coloniaux …….. 05

2.2. L'exploitation des milieux artificiels par les oiseaux d'eau coloniaux …..... 06

2.2.1. La colonisation des réservoirs d'eau ……. 06

3. Impacts des invasions biologiques …… 07

3.1. Impacts des oiseaux d'eau coloniaux ……... 07

3.2. Impacts sur la qualité des eaux ……. 08

3.2.1. Qualité microbiologique ……... 08

3.2.2. Qualité physico-chimique ……. 09

3.3. Impacte sur les poissons ……... 11

Chapitre II : Biologie des espèces

1. Généralités sur le Grand cormoran ……..... 13

1.1. Description de l'espèce *Phalacrocorax Carbo* ……... 13

1.2. Distribution géographique du Grand cormoran …… 15

1.2.1. Distribution mondiale …… 15

1.2.2. Distribution en Afrique ……. 17

1.2.3. Distribution en Algérie …….. 18

1.3. Dynamique des populations ……. 18

2. Généralité sur l'Héron garde-bœufs …… 19

2.1**.** Description de l'espèce *Bubulcus ibis* ……...……...… 19

2.2. Répartition géographique de l'héron garde-bœufs ……... 21

2.2.1. Dans le mande …….. 21

2.2.2. En Algérie ……. 24

2.2.3. Etat actuel des populations en Algérie …….. 25

PARTIE II : Cadre d'étude

Chapitre I : Description du site

1. Présentation de la wilaya de Mila …… 26

1.1. Situation géographique ……. 26

1.2. Pédologie ……..... 27

1.3. Géologie ……... 27

1.3.1. Les reliefs …….. 28

1.4. Réseau hydrographique …… 29

1.5. Etude climatique ……... 30

1.5.1. Précipitation …….. 30

1.5.2. Température …….. 31

1.5.3. Vent …….. 31

1.5.4. Humidité ……... 32

1.5.5. Insolation …….. 33

1.5.6. Évaporation ……... 33

1.6. Synthèse climatique …….. 34

1.6.1. Diagramme ombro-thermique de Bagnlous et Gaussen ……... 34

1.6.2. Quotient pluviométrique d'Emberger ……... 35

1.6.3. Indice d'aridité …….. 36

2. **Présentation du site d'étude « Barrage Beni-Haroun » ……** 37

2.1. Localisation et description …… 37

2.2. Site géologique du barrage ……... 38

2.3. Le cadre biotique …….. 39

2.3.1. La végétation …… 39

2.3.2. La Faune …….. 39

2.3.2.1. Les mammifères …… 39

2.3.2.2. Les poissons …….. 40

2.3.2.3. Avifaune …… 40

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Choix et localisation des stations de suivi …… 42

2. Estimation de la charge en nutriment déposée par les oiseaux …… 44

3. Méthodes d'analyses …….. 45

3.1. Objectif d'analyses ……... 45

3.2. Analyses physico-chimiques de l'eau …….. 45
3.2.1. Echantillonnage …… 46
3.2.2. Mesure *in situ* ……... 46
3.2.3. Mesure *ex situ* ……... 46
3.3. Les analyses microbiologiques …… 50
3.3.1. Echantillonnage …… 51
3.3.2. Matériel utilisé ……. 51
3.3.3. Recherche et dénombrement des germes totaux (GT) ……. 51
3.3.4. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux, Coliformes fécaux et *E. Coli* en milieu liquide ……. 53
3.3.5. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux ……... 56
3.3.6. Recherche et dénombrement des *Clostridiums* sulfito-réducteurs ……... 58
3.3.7. Recherche d'autres germes pathogènes …… 59
4. **Le dénombrement des oiseaux ……** 61
4.1. Objectifs de l'étude …….. 61
4.2. Techniques de dénombrement des oiseaux d'eau …… 61
4.2.1. Matériels ……... 62
4.2.2. Méthodes utilisée lors de notre étude ……... 62
5. **Traitement des données ……** 63
5.1. Analyses statistiques uni variées …….. 63
5.2. Test de chi-deux (χ^2) pour un échantillon …… 63

Chapitre III : Résultats et discussions

1. Nombre d'oiseaux et estimation de la charge en éléments nutritifs (Azote et phosphore) déposés …….. 64
2. Comparaison de la qualité physico-chimique des stations suivies …… 65
2.1. Description des autres paramètres physico-chimiques ……. 68
3. Evolution temporelle des paramètres physico-chimique et du nombre des oiseaux au niveau de la forêt Medious (Station affectée) …… 70
4. Comparaison de la qualité microbiologique des stations suivies …… 72
4.1. Autres germes pathogènes …… 75
5. Evaluation d'autres impacts de la présence de ces oiseaux ……..... 77
5.1. Impact sur la forêt Medious ……. 77
5.1.1. Impact sur les arbres ……. 78

5.1.2. Impact sur la flore terrestre …….. 80
Conclusion 82
Références bibliographiques 84
Annexe 100
Résumé

LISTE DES FIGURES

N°	Intitulé	Page
01	Étapes d'une invasion biologique.	**04**
02	Scénarios théoriques des invasions biologiques.	**04**
03	Corrélation des chiffres mensuels moyens de mouettes perchoirs sur un réservoir avec un moyen numéro mensuel d'E. *coli* par 100 ml d'Août 1979 à Juillet 1980.	**09**
04	Schéma récapitulatif sur l'impact de la présence pérenne des colonies des Cormorans sur l'écosystème aquatique et terrestre.	**10**
05	Déposition de l'azote total (TN) et du phosphore total (TP) en relation avec le nombre des Cormorans.	**11**
06	Poissons blessés par un Cormoran (le corégone à gaucher et le gardon à droite).	**12**
07	Grand cormoran adulte (à gauche) et juvénile (à droite).	**14**
08	Distribution géographique mondiale du Grand cormoran.	**16**
09	Chiffres de pointe entre 1990 et 2005 sur le site en Afrique de Grand cormoran.	**17**
10	Héron garde bœufs adulte (à gauche) et l'autre juvénile (à droite).	**20**
11	Répartition géographique mondiale du l'Héron garde-bœufs, *Bubulcus ibis ibis.*	**23**
12	Répartition hivernal de l'Héron garde-bœufs en Algérie.	**25**
13	Situation géographique et limites de la wilaya de Mila.	**27**
14	Relief et zones naturelles de la wilaya de Mila.	**29**
15	Variations des précipitations mensuelles moyennes pendant la période 2005/2015 de la région de Mila.	**30**
16	Variations des températures mensuelles moyennes pendant la période 2005/2015 de la région de Mila.	**31**
17	Variations des vents mensuelles moyennes pendant la période 2005/2015 de la région de Mila.	**32**
18	Variations d'humidité mensuelles moyennes pendant la période 2005/2015 de la région de Mila.	**32**
19	Variations d' insolation mensuelles moyennes pendant la periode 2005/2015	**33**

	de la région de Mila.	
20	Variations d'évaporation mensuelles moyennes pendant la période 2005/2015 de la région de Mila.	**34**
21	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Mila.	**35**
22	Situation de la région de Mila dans le climagramme d'Emberger.	**36**
23	Localisation géographique du Barrage de Beni Haroun.	**38**
24	localisation des points de suivi.	**43**
25	Présentation des points de prélèvement.	**44**
26	Recherche et dénombrement des germes totaux (GT).	**52**
27	Recherche et dénombrement des Coliformes totaux, Coliformes fécaux et *E. Coli*.	**55**
28	Recherche des streptocoques fécaux.	**57**
29	Etapes suivies lors de la recherche et du dénombrement des *Clostridiums* sulfito- réducteurs.	**59**
30	Recherche des germes pathogènes.	**60**
31	Variation mensuelle de nombre de l'Héron garde-bœufs et du Grand cormoran avec la quantité de la charge totale en éléments nutritifs (Azote et Phosphore).	**64**
32	Evolution temporelle des paramètres physico-chimiques et du nombre des oiseaux au niveau de la forêt Medious (Station affectée).	**71**
33	Résultat de la recherche des coliformes totaux, fécaux et *E. coli*.	**73**
34	Résultat de la recherche des streptocoques fécaux.	**73**
35	Aspect macroscopique des colonies sur milieu GN à 37°C.	**76**
36	Aspect macroscopique des colonies sur milieu Hektoen et sur milieu SS à 37°C.	**76**
37	Aspect macroscopique des colonies sur milieu Chapman à 37°C.	**77**
38	Photos représentatifs de l'influence des deux espèces sur la forêt de Medious.	**78**
39	Le degré d'affectation par les excréments des GC et de HGB sur les arbres de la forêt Medious.	**79**
40	Des arbres de Pin d'Alep affecté par les fientes de GC et de HGB.	**80**
41	la Grande ortie *Urtica dioica.*	**81**

LISTE DES TABLEAUX

N°	Intitulé	Page
1	Classification climatique selon l'indice d'aridité.	**37**
2	Liste des espèces avifaunistique observées au niveau du Barrage de Beni Haroun.	**40**
3	Chronologie des sorties de terrain.	**42**
4	Principe, mode opératoire et expressions des résultats des paramètres physico-chimiques.	**47**
5	Valeurs moyennes obtenues (au total 04 sorties) et les statistiques de déférence (Teste chi-deux pour un échantillon et la valeur-p) des paramètres physicochimiques analysés de l'eau de la station affectée (Medious 1, 2 et 3) et la station de référence (La digue).	**65**
6	Valeurs moyennes obtenues (au total 04 sorties) et les statistiques de différence (Teste chi-deux pour un échantillon et la valeur-p) des paramètres microbiologiques analysés de l'eau de la station affectée (Madious 1, 2 et 3) et la station de référence (La digue).	**72**
7	Evaluation des autres germes pathogènes.	**75**

LISTE DES ABREVIATIONS

ADE : Algérienne Des Eaux.

AOU : American Ornithologistes Union.

BCPL : Bouillon Lactose au pourpre de Bromo Crésol.

°C : Degré Celsius.

CE : Conductivité Electrique.

CF : Coliformes Fécaux.

Cm : Centimètre.

CT : Coliformes Totaux.

CSR : *Clostridium* Sulfito-Réducteur.

D/C : Double Concentration.

E : Este.

EC : Escherichia .coli.

EDTA : Acide éthylène diamine tétra acétique.

G : Gramme.

GC : Grand Cormoran.

GN : Gélose Nutritive.

GT : Germes Totaux**.**

H : Heur.

HGB : Héron Garde-bœufs.

I : Indice d'aridité.

ISO : International Standardisation Organisation**.**

°K : Kelvin.

Kg : kilogramme.

Km : kilomètre.

L : Litre.

M/s : Mètre par second.

Mg/l : Milligramme par litre.

Ml : Milli litre.

Mm : Milli mètre.

N : Nord.

NPP: Nombre le plus probable.

N-tot : Azote totale.

NTU : Nephelometric Turbidity Unit.

O : Ouest.

O_2 : Oxygène.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PCT : Présence de Coliforme Totale.

PEC : Présence de *E .coli*.

pH : Le potentiel hydrogène.

PSF : Présence des Streptocoques Fécaux**.**

P-tot : Phosphore totale.

Q= Quotient pluviométrique d’Emberger.

S : Sud.

S/C : Simple Concentration.

SF : Streptocoque Fécaux.

SS : Salmonelle-Schigelle.

T : Température.

TAC : Titre Alcalimétrique Complet.

TDS : Taux de Solides Dissous.

TGEA : Gélose Numération : Gélostryptone-glucose-Extrait de levure.

UFC : Unité Formant Colonies.

USA : United States of American.

VF : Viande de Foie

µS/cm : Microsimens par centimètre.

Introduction

Les écosystèmes forment des ensembles cohérents où les espèces s'interagissent sous les contraintes de l'environnement. La structure des communautés animales et végétales dans ces écosystèmes dépend non seulement de leurs propres relations mais aussi des facteurs abiotiques, qu'elles peuvent aussi en retour les influencer. L'un des facteurs qui pèse à l'origine de la dynamique temporelle des écosystèmes réside dans leur colonisation par des nouvelles espèces, les conséquences de telles colonisations sont perceptibles à différentes échelles (spatiale et/ou temporelle) et à différents niveaux structurels (population, communauté, écosystème) (Gayet, 2010).

Ce phénomène s'est considérablement accéléré au cours des dernières décennies, sous l'influence croissante des activités humaines ainsi que, les changements d'aire de distribution d'une espèce. Même si certaines ont permis d'améliorer le cadre de vie, d'autres peuvent se propager de manière abondante et poser des problèmes en perturbant profondément les écosystèmes et les espèces autochtones (Mercier, 2013).

Parmi les facteurs écologiques dont l'influence a un impact caractéristique sur un écosystème naturel, on peut citer les oiseaux, composantes faunistiques les plus remarquables des milieux écologiques. Certains parmi eux sont vulnérables et très menacés, limités dans des endroits spécifiques dans le monde, en revanche d'autre sont souvent coloniaux et capables à s'installer dans des nouveaux milieux (Cézilly et *al*., 1995).

Parmi les représentants les plus connaissables de ces espèces coloniales, le Grand cormoran *Phalacrocorax Carbo* et L'Héron garde-bœufs, *Bubulcus ibis,* deux oiseaux appartiennent à deux grandes familles différentes. Le premier, est un oiseau d'eau qui a une répartition très vaste à l'échelle mondiale (Timothee, 2008). Au cours des dernières décennies, la population du Grand cormoran a connu une croissance vigoureuse en Europe (Antonizza et *al*., 2012) et même vers le Sud (Continent Africain) et le Sud-Ouest (l'Afrique d'Ouest) (Antonizza et *al*., 2012). Le deuxième est un oiseau dont l'origine indo-africaine, il est devenu aujourd'hui une espèce cosmopolite. Depuis le début du XXème siècle, l'espèce en pleine expansion mondiale tant par l'évolution de son aire de répartition ou par l'augmentation locale de ses effectifs (Siegfried, 1978 ; Bredin, 1983).

En Algérie ces deux espèces sont apparues dans la wilaya de Mila exactement après la construction du barrage Beni Haroun, ainsi selon l'étude menée au cours de l'année 2007 par le service de la protection de la faune et la flore de la conservation des forêts Mila, il s'est avéré que l'Héron garde bœufs a fait son apparition vers le début de l'année 1995 au niveau des communes attenantes au barrage Beni Haroun. Les estimations

relevées au cours du recensement mené fait ressortir par communes un moyen de 27 individus. Quant au Grand cormoran dont l'apparition au niveau de l'infrastructure citée il a été estimé au cours de l'année 2013 à un moyen de 24 individus.

Au fils des dernières années, il a été constaté pour les deux espèces une montée fulgurante en matière de nombre des populations où il est dénombré pour les années 2015-2016 consécutivement pour la première et la deuxième espèce un nombre moyen de 1077 et de 944 individus.

Pour prévoir démontrer dans ce cadre l'influence des deux espèces en question sur la surface colonisée du barrage de Beni Haroun (Forêt Medious) ainsi que sur la végétation qu'elles utilisent comme abris et dortoirs, nous avons opté a suivre l'évolution du nombre de ces deux coloniaux d'un côté et mené des analyses mensuelles sur la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau dans la station affecté (Medious) et dans une autre station éloigné référence (la digue) d'un autre côté.

Après une première partie consacrée à des généralités sur l'impact des oiseaux coloniaux sur l'environnement (premier chapitre) et une synthèse bibliographique sur la biologie des deux espèces étudiées (deuxième chapitre), vient la deuxième partie où nous allons décrire le cadre général de l'étude, qui est divisée en trois chapitres : dans le premier chapitre une présentation succincte de la wilaya de Mila s'impose, pour le deuxième chapitre il présente une description sur la méthodologie de travail et du matériel utilisé que se soit sur le terrain ou au laboratoire. Dans le troisième chapitre nous allons essayer de faire ressortir les résultats obtenus à fin de présenter la discussion et l'interprétation de ces derniers. Enfin, l'étude sera clôturée par une conclusion où nous tenterons d'analyser les résultats et d'évaluer les effets susceptibles de ces oiseaux sur l'environnent afin de pouvoir envisager des mesures appropriées sur la conservation du milieu naturel en question contre les effets de ces deux espèces (Phalacrocorax Carbo, Bubulcus ibis).

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur l'impact des oiseaux coloniaux sur l'environnement

1. La colonisation : une perturbation majeure dans les écosystèmes

Dans la mesure où l'arrivée d'une espèce trouve son origine hors d'un espace donné, elle peut être considérée comme une forme de perturbation. Elle peut trouver son origine dans deux phénomènes : la colonisation spontanée par les individus à la faveur de conditions environnementales favorables, ou l'introduction d'individus par l'homme au-delà de leur aire de répartition. Ainsi, le réchauffement climatique a permis récemment à de nombreuses espèces de coloniser de nouveaux espaces (Walther et *al*., 2002).

La colonisation de nouveaux espaces par une espèce est considérée comme une invasion biologique lorsque la disparition d'une barrière géographique ou d'un facteur biotique limitant a permis l'extension de son aire de répartition, avant la phase de colonisation, dont le stade ultime est la dominance de l'espèce dans le milieu récepteur (Valéry et *al*., 2008), les espèces autochtones étant complètement ou partiellement supplantées. Même si le phénomène d'invasion est souvent associé à la dispersion des espèces allochtones (Wilson et *al*., 2009), les espèces autochtones peuvent aussi procéder à des invasions biologiques, notamment en raison de l'activité humaine qui peut favoriser à la fois leur expansion démographique et la colonisation de nouveaux habitats (Valéry et *al*., 2009).

1.1. Déroulement de la colonisation

Trois phases sont distinguées lors de la colonisation de l'espace par une espèce (Figure 01) (Moyle et Light 1996) :

- ***l'arrivée (introduction)*** où l'espèce est confrontée à la résistance de l'environnement ;
- ***l'établissement*** qui dépendra de la résistance démographique (taux d'extinction versus fertilité) et biotique de l'espèce (compétition, prédation, parasitisme et disponibilité en ressources) ;
- ***l'intégration (expansion)*** qui succédera à une colonisation réussie et qui aboutira à une communauté différente du fait de changements de comportement, de niche et d'interactions entre les espèces présentes.

Une fois la population établie, les individus d'une espèce peuvent se disperser dans l'espace et potentiellement entamer un nouveau processus de colonisation (Hastings, 1996).

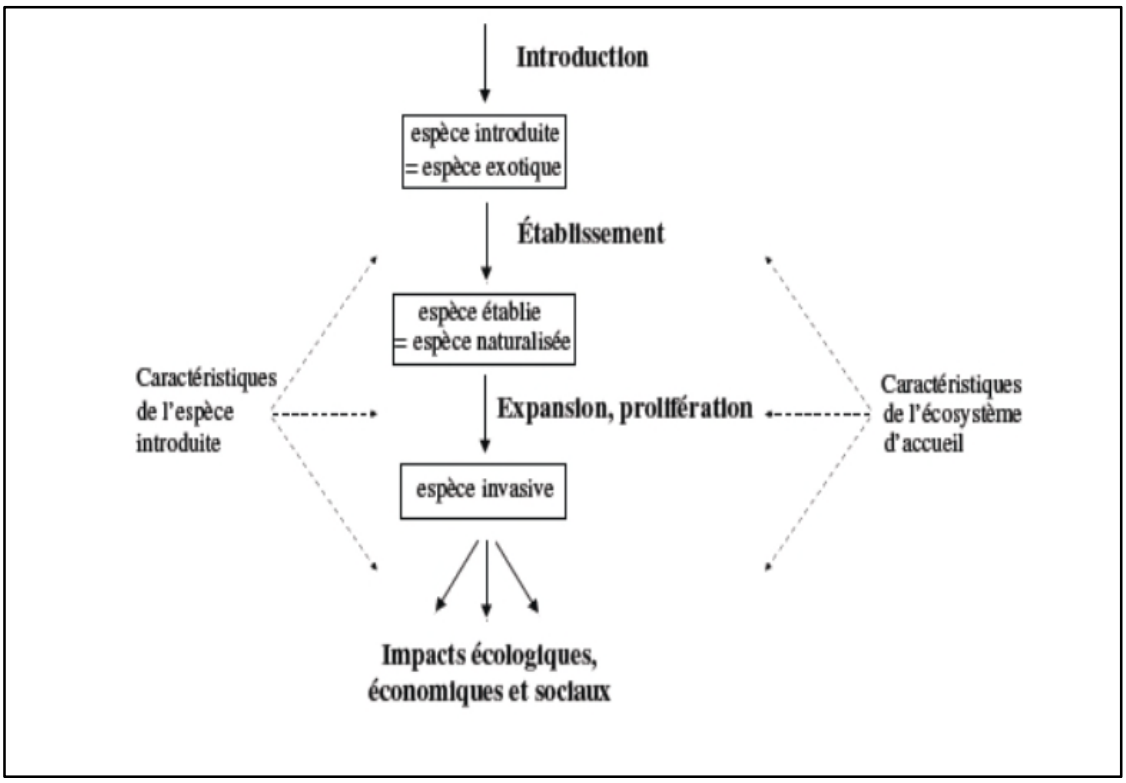

Figure 01 : Étapes d'une invasion biologique (Goudard, 2007).

Facon et *al*., (2006) ont proposé différents scénarios décrivant comment la migration et les changements écologiques et évolutifs que peuvent subir l'espèce invasive et l'écosystème d'accueil affectent le succès des invasions biologiques (Figure 02).

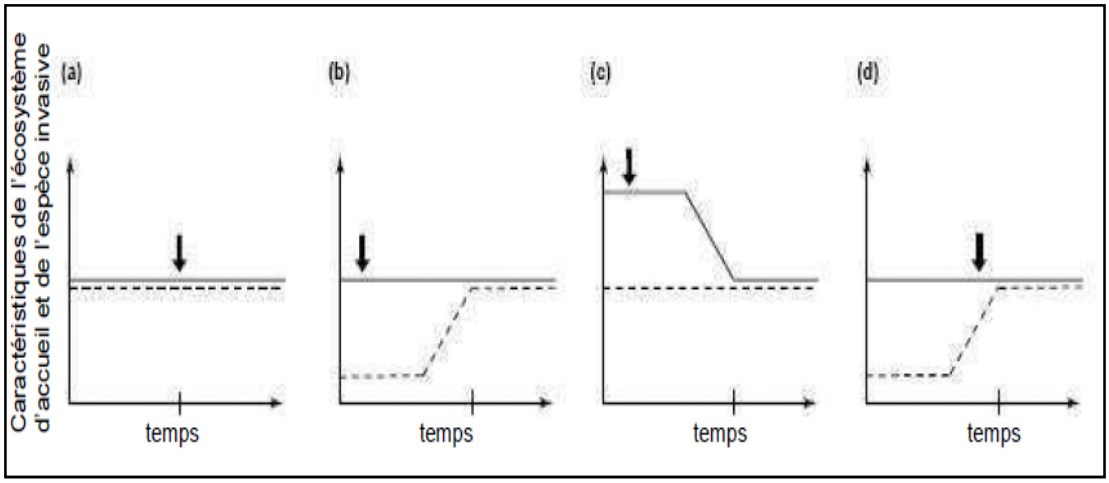

Figure 02 : Scénarios théoriques des invasions biologiques (Facon et *al*., 2006).

Les caractéristiques de l'écosystème d'accueil sont représentées par une ligne en pointillés, celles de l'espèce invasive par une ligne pleine. La flèche et la marque en

abscisses indiquent le premier contact potentiel entre l'espèce invasive et l'écosystème d'accueil et le début du processus invasif.

Dans le premier scénario décrit (Figure 2a) l'espèce est déjà adaptée à son nouvel environnement, et seul un changement dans le régime de migration (apport d'individus) est suffisant pour initier l'invasion. Il se peut également qu'une espèce arrivée ne devienne invasive qu'après modification soit des conditions environnementales (Figure 2b) soit des caractéristiques génétiques de l'espèce sous l'effet de forces évolutives (Figure 2c). Ces trois scénarios décrivent des situations particulières «extrêmes», ils sont parfois combinés comme lorsqu'un changement du régime de migration et des conditions environnementales sont nécessaires (Figure 2d).

Pour conclure, en dépit des nombreuses études réalisées à ce jour, il n'existe pas véritablement de consensus sur les causes du succès des espèces invasives ni sur la possibilité de prédire ces invasions.

2. Les oiseaux d'eau coloniaux

La colonialité est très présente chez les oiseaux d'eau (Lack, 1968).De nombreuses espèces d'oiseaux d'eaux coloniaux utilisent les zones humides pendant une ou plusieurs phases de leur cycle biologique, on considère deux grandes phases principale : la période nuptiale ou de reproduction et la période inter nuptiale. Au cours de cette dernière, une grande partie des oiseaux effectuent une migration pour rejoindre les sites d'hivernage (Moulay, 2011). L'introduction des oiseaux d'eaux exotique dans un nouvel habitat (les différents milieux aquatique) avec des grand nombre en forme des colonies pour effectuer leur cycle biologique peuvent être engendre des perturbations sur l'écosystème d'accueil.

2.1. Exemples des oiseaux d'eaux coloniaux

Les caractéristiques générales des zones humides font des habitats de reproduction privilégies pour certains groupes oiseaux. Dans les prairies humides, par exemple, nichent 50% des populations européennes de limicoles, les marais salés sont aussi particulièrement recherchés par ce groupe qui atteint là des densités supérieures, dans certains estuaires, à celles des prairies humides adjacentes (en grand Bretagne, 40 à 160 couples/km² contre 20 à 100 en prairies humides) en bordure de la méditerranée. Dans les régions nordiques, les tourbières supportent d'importantes populations de canards et de limicoles, tandis qu'en région tempérées elles sont de médiocres sites de nidification.

Selon Wetlands International (2010) les écosystèmes peuvent être colonisés par plusieurs oiseaux d'eaux coloniaux nous citons quelques espèces des familles suivant : *Anatidae* (Canards, Oies et Cygnes), *Rallidae* (Râles, Gallinules et Foulques), *Podicipedidae* (Grèbes), *Pelecanidae* (Pélicans), *Phalacrocoracidae* (Cormorans), *Ardeidae* (Hérons), *Ciconiidae* (Cigognes)…etc.

Ainsi, il y a des oiseaux dépend des milieux aquatique peuvent être colonisé des écosystèmes défirent par exemples l'Héron garde-bœuf africain a probablement traversé l'Atlantique pendant des siècles sans trouver de conditions favorables, cependant au cours du siècle dernier il s'installe avec succès en Amérique, et spécialement dans les Antilles, profitant du bétail apporté par les Européens. Dans le même temps, il se répand dans le Sud de l'Europe, dont la France, alors que le bétail sauvage ou domestique y est présent depuis des millénaires (Barruel, 1949).

2.2. L'exploitation des milieux artificiels par les oiseaux d'eau coloniaux

Les oiseaux d'eau coloniaux dominent l'avifaune de nombreux estuaires et zones humides de par le monde. Ils dépendent de ces milieux à la fois pour leurs trajets migratoires, leur alimentation et leur reproduction (Myers, 1983 ; Cézilly et Hafner, 1995). La dégradation constante des zones humides, associée à des phénomènes naturels d'assèchement, amène souvent les oiseaux d'eau coloniaux à s'établir ou à exploiter des zones peu favorables de par leurs qualités physiques ou trophiques (Davidson et Evans, 1987 ; Cézilly et Hafner, 1995). Ils s'y trouvent souvent en sur-densité, ce qui a pour effet d'accroître leur impact sur les communautés de proies et d'augmenter les interférences entre compétiteurs lors de l'exploitation des ressources. Dans ce contexte, les habitats modifiés ou aménagés par l'homme sont susceptibles de constituer des solutions alternatives pour les oiseaux d'eau coloniaux (Ogden, 1991), même si leur existence ne peut pallier la dégradation et la disparition des milieux dits naturels. Différents types de milieux artificiels sont largement utilisés par les oiseaux d'eau coloniaux. Parmi ceux-ci les réservoirs d'eau (les barrages).

2.2.1. La colonisation des réservoirs d'eau

L'activité humaine, particulièrement l'agriculture, dépend étroitement des ressources en eau. Les aménagements visant à contenir, retenir ou conduire l'eau sont parmi les plus anciens travaux d'ingénierie connus. Les réservoirs d'eau et les bassins de drainage offrent

aujourd'hui des sites de stationnement et parfois de reproduction pour diverses espèces d'oiseaux coloniaux.

Ainsi dans le Wyoming (USA) les Pélicans blancs (Pelecanus erythrorhynchos) nichent sur une île située à l'intérieur du Pathfinder Reservoir (Findholt, 1986). D'une superficie de 8908 ha, ce réservoir fut construit en 1909 pour stocker l'eau nécessaire à l'irrigation. La colonie de pélicans y fut découverte en 1984. Depuis, la croissance de la population nicheuse a varié d'une année à l'autre entre 27% et 63%. Le succès de reproduction enregistré (583 jeunes à l'envol pour 624 nids en 1986 et 1207 jeunes pour 1063 nids en 1988, (Findholt et Anderson 1995) témoigne de la bonne santé de la colonie. Celle-ci est aussi utilisée par d'autres espèces, telles le Cormoran à aigrettes (Phalacrocorax auritus), le Grand Héron bleu (Ardea herodias), le Goéland de Californie (Larus californicus) et la Sterne Caspienne (Sterna caspia).

3. Impacts des invasions biologiques

Les impacts des invasions biologiques, écologiques comme économiques, peuvent être difficiles à déterminer et dépendent fortement de la perception humaine (Lockwood et *al*., 2007). Les conséquences économiques des espèces invasives peuvent être considérables. Aux Etats-Unis par exemple, leur coût atteindrait 120 milliards de dollars chaque année (Pimentel et *al*., 2005). L'impact d'une espèce invasive doit intégrer trois dimensions fondamentales : l'aire occupée par l'espèce, son abondance moyenne sur cette aire et une mesure des effets par individu. (Strayer et *al*., 2006).

A l'échelle de l'écosystème, les espèces invasives peuvent modifier la disponibilité en ressources ou l'acquisition de ces ressources, ainsi que les régimes de perturbation (Parker et *al*., 1999). En induisant de profonds changements dans les régimes de perturbations, les espèces invasives peuvent altérer le fonctionnement d'un écosystème entier (Mach et Antonio, 1998).

3.1. Impacts des oiseaux d'eau coloniaux

Les oiseaux aquatiques coloniaux ont un impact sur les écosystèmes, Leur prolifération peuvent être causé des nuisances diverses (fientes, transport de germes de maladies, changement de la végétation et des caractéristiques de sol et des communautés d'oiseau, de la qualité des eaux et des poissons…) qu'ils peuvent occasionner lors de la nidification et de la constitution de dortoirs.

Les oiseaux produisent des quantités considérables d'excrément qui peut influencer le cycle biogéochimique de substances nutritives tant sur la terre que dans des écosystèmes d'eau. Des concentrations plus élevées de ces excréments se produirait dans les lieux de reproduction, colonies ou perchoirs. Cependant, l'influence d'enrichissement de substance nutritive d'oiseau dans les masses d'eau était rarement étudiée, avec la plupart des études de substances nutritives supplémentaires à l'environnement par des oiseaux aquatique. (Dobrowolski et *al*., 1976; Gilmore et *al*., 1984; Portnoy 1990; Gere et Andrikovich 1992; Manny et *al*., 1994; Post et *al*., 1998; Kitchell et *al*., 1999**;** Ligeza et Misztal 1999; Ligeza et *al*., 2000; Goc et *al*., 2005; Ronicke et *al*., 2008).

3.2. Impacts sur la qualité des eaux

3.2.1. Qualité microbiologique

Des études (Manny et *al.,* 1994) montre que les excréments des oiseaux d'eau contenu plusieurs bactéries pathogènes comme avec des excréments d'autres animaux, les excréments d'oiseau peuvent contenir des bactéries potentiellement nuisibles ou d'autre pathogènes qui ils peuvent être perturbé la qualité des eaux.

Gould et Fletcher (1978) a examiné les excréments de deux espèce de mouettes captives, la mouette à dos noir (L. fuscus), et la mouette rieuse (L. ridibundus).Ceux-ci traduisent par un chargement des taux de $1,6x10^6$ et $1,1x10^6$ des organismes par heure par oiseau, respectivement. Les auteurs ont estimé que le grand nombre de ces oiseaux fréquentant une zone serait régulièrement capable d'affecter défavorablement la qualité de l'eau.

Alderisio et Deluca (1999) a testé des échantillons fécaux de 249 mouettes à bec cerclé et 236 Oies du Canada pour bactéries coliforme fécales. Au cours d'une période de deux années, des niveaux de coliforme fécaux dans les échantillons de mouette ont atteint en moyenne $3,68 \times 10^8$ g^{-1} d'excréments tandis que les échantillons d'oie ont atteint en moyenne $1,53 \times 10^4$ g^{-1}. Ceci est équivalent à un chargement d'environ $1,77 \times 10^8$ et $1,28 \times 10^5$ de coliformes fécaux trouver dans l'eau de surface, pour des mouettes et des oies, respectivement.

- **Par les bactéries pathogènes**

Benton et *al.*, (1983) a observé la relation entre le nombre de mouettes perchoirs et le nombre d'*E. Coli* par 100 ml d'eau de deux lacs de réservoir, au Nord de Glasgow,

l'Écosse. La relation entre les deux paramètres révélait être fortement significative (Figure 03). Quand les oiseaux étaient présents, les niveaux de coliformes fécaux étaient bien au-dessus de la concentration maximale cible de 100 organismes par 100 ml d'eau, convenant à une utilisation récréative.

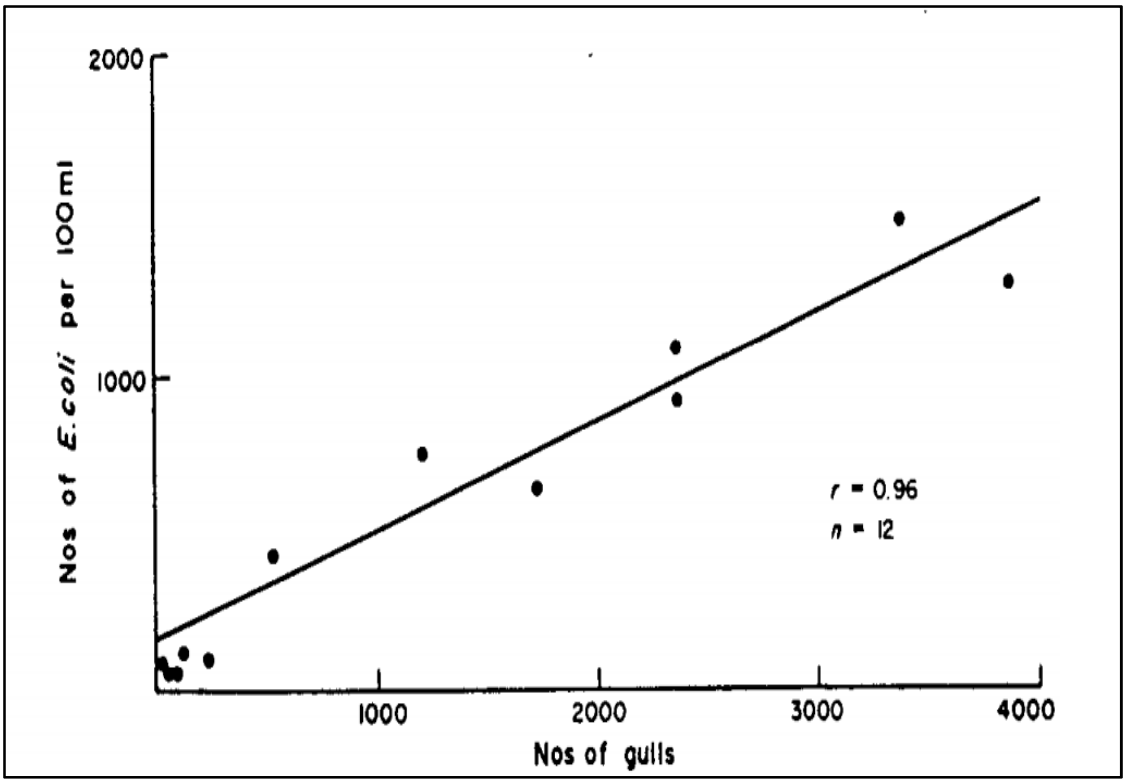

Figure 03 : Corrélation des chiffres mensuels moyens de mouettes perchoirs sur un réservoir avec une moyenne numéros mensuels de *E. coli* par 100 ml d'Août 1979 à Juillet 1980 (Benton et *al*., 1983).

3.2.2. Qualité physico-chimique

Plusieurs études examinant le contenu nutritif d'excrément d'oiseaux. Gould et Fletcher (1978) a mesuré le contenu nutritif d'excréments de cinq espèce de mouettes. La production totale quotidienne par oiseau de l'azote total s'est étendue de 608 mg dans les fientes de mouette rieuse à 1819 mg dans des fientes de Goéland argenté. Des niveaux de phosphore totaux se sont étendus de 38 mg dans des mouettes rieuses à plus de 115 mg dans le Goéland argenté. Les auteurs ont conclu qu'à ce rythme, les mouettes présentes en grand nombre sont susceptibles d'affecter modérément la qualité des eaux de surface.

Gere et Androkovich (1992) ont étudié les habitudes alimentaires d'une colonie de 1500 paires de Cormorans et leurs petites en Hongrie. Ils ont évalué que le Cormoran a

consommé 12,49 tonnes de azote (N) et 3,12 tonnes de phosphore (P) chaque année, pourtant ils ont constaté que moins que cela a été excrété. Les auteurs ont évalué que seulement 2 % du total N et P chargeant au lac sont venus des oiseaux. Cependant, ils ont conclu qu'il y a un potentiel pour les oiseaux d'eau pour contribuer au processus d'eutrophisation.

Plusieurs études ont montré l'impact des colonies du Cormorans (en période d'hivernage tant en reproduction) (Figure 04 et 05) sur les concentrations des nutriments dans le sol et dans l'eau ce qui conduit à une altération au niveau de la faune et la flore aquatique et terrestres. Les nutriments provenant par les excréments des populations d'oiseaux migrateurs ont le potentiel de contribuer au processus de eutrophisation. Le degré de contribution dépend d'espèce d'oiseau, de la densité de population d'oiseau, d'alimentation d'habitudes, la capacité de dilution de la masse d'eau et le temps (Klimaszyk et *al*., 2015).

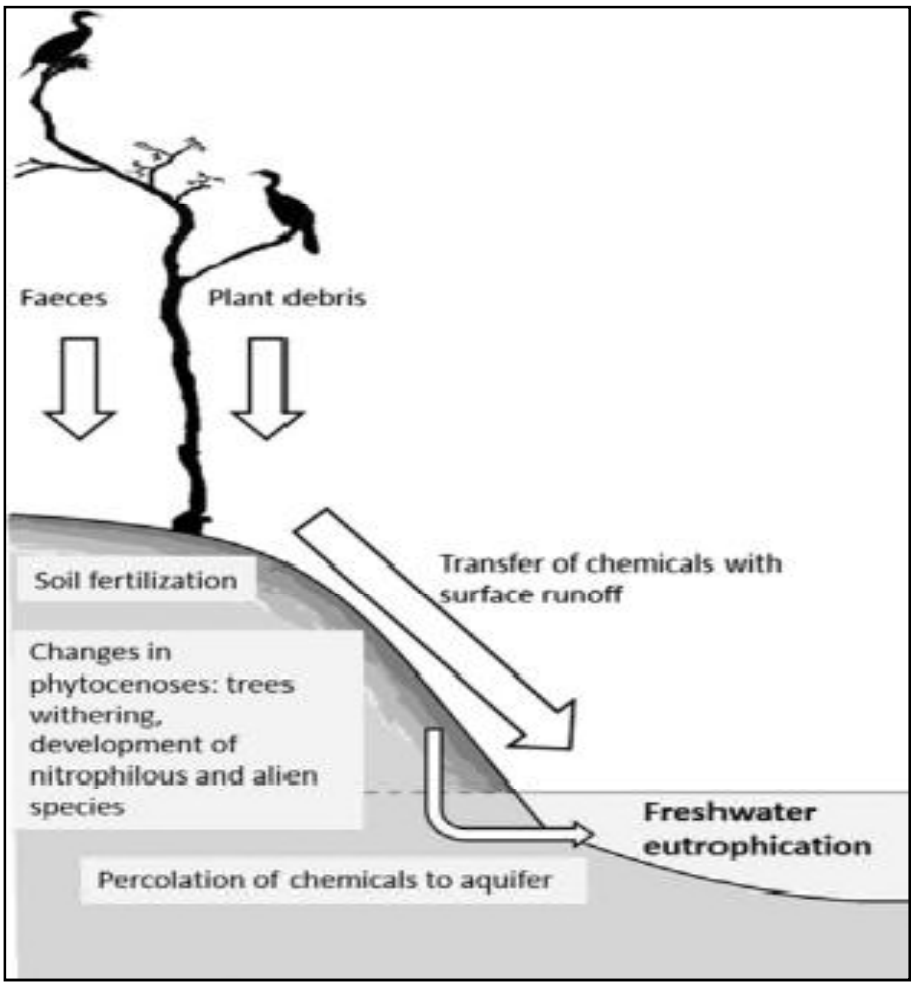

Figure 04 : Schéma récapitulatif sur l'impact de la présence pérenne des colonies des Cormorans sur l'écosystème aquatique et terrestre (Klimaszyk et *al*., 2015).

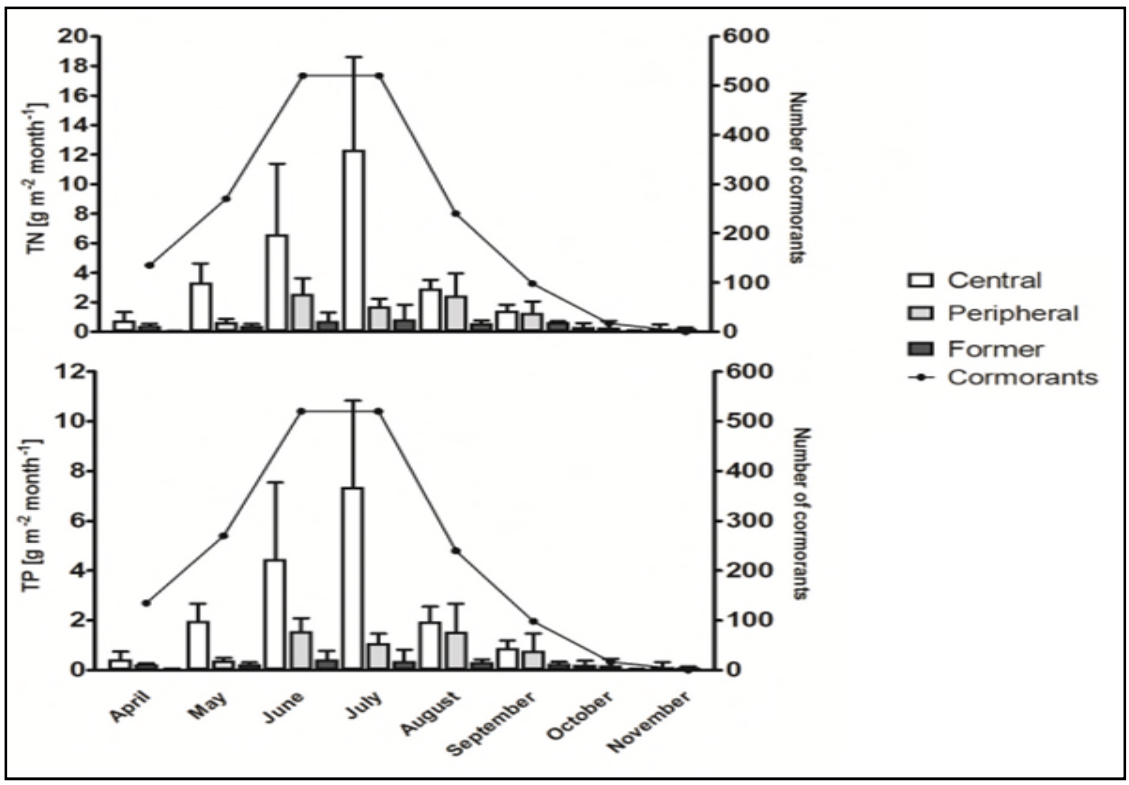

Figure 05 : Déposition de l'azote total (TN) et du phosphore total (TP) en relation avec le nombre des Cormorans (Klimaszyk et *al*., 2015).

3.3. Impacte sur les poissons

Les oiseaux piscivores ont un rôle important dans la transmission des maladies qui ne sont pas forcément visibles immédiatement mais dont les conséquences sont bien réelles. Des travaux scientifiques et des entretiens avec des chercheurs (dont Guillaume Blanc, Pierre de Kinkelin) et des vétérinaires (Patrick Girard).On retiendra que, outre les facteurs physiques et chimiques, la présence d'un prédateur entraîne un risque sanitaire non négligeable pour les poissons par le déséquilibre de l'écosystème qu'il provoque comme parle stress et les blessures qu'ils occasionnent : « les prédateurs tels que les oiseaux piscivores dont les cormorans infligent aux poissons des blessures qui deviennent des voies de pénétration pour les bio-agresseurs » (Smidap, 1999), à savoir des germes, parasites des bactéries ou encore des virus.

De plus, la consommation des poissons carnivores (Sandre, Brochet) par les cormorans, créé un déséquilibre biologique sur l'équilibre des poissons et dans les écosystèmes car ces poissons jouent un rôle important en consommant les poissons affaiblis ou infestés transmissibles par des oiseaux piscivores donc ces poissons effectuer une épuration biologique. A ces possibilités de transmission il faut lier également la

capacité importante de déplacements journaliers sur plusieurs dizaines de kilomètres, du cormoran (Suter, 1998).

Aussi les cormorans font des dégâts en ce sens qu'ils blessent des poissons capturés (Figure 06), dans les engins de pêche et abîment des filets l'objet d'un constat direct. On en déduit indirectement les filets. Quant aux dégâts matériels, ils se limitent aux filets ; le grand facteur parmi beaucoup d'autres .Il est avéré en effet que les cormorans exercent une influence non déterminante sur l'usure des filets.

Du côté des nasses utilisées pour des poissons capturés en raison du stress suscité par sa présence travers le grillage. On retrouve dans les nasses laissées plusieurs jours dans l'eau des poissons abîmés dont la mort est imputable au stress ou à des blessures (Vogel et *al.*, 2012).

Figure 06 : Poissons blessés par un Cormoran (le Corégone à gaucher et le Gardon à droite) (Vogel et *al.*, 2012).

Chapitre II :

Biologie des espèces

1. Généralités sur le Grand cormoran

Le Grand cormoran *Phalacrocorax carbo* est l'une des 65 espèces d'oiseaux provenant de six familles qui composent l'ordre Pélécaniformes (Newson et *al.*, 2013). En conséquence, les familles *Fregatidae*, *Sulidae*, *Phalacrocoracidae*, et *Anhingidae* ont été déplacées dans le nouvel ordre des *Suliformes*, à la suite du congrès 2010 de l'AOU (Terry Chesser et *al.*, 2010). C'est une espèce relativement grégaire : la plupart des nicheurs se reproduisent en colonies (Metallaoui, 2010).

Cette espèce est souvent persécutée à cause des dégâts qu'elle génère sur les stocks de poissons et sur les arbres, lui servant de perchoir. La prolifération des Grands cormorans oblige la plupart des pays d'Europe à délivrer des autorisations de tirs pour tenter de réguler les populations et limiter un peu les dégâts considérables sur l'équilibre écologique des rivières et sur la pisciculture. Dans certaines zones, des dispositifs visant à noyer ou empoisonner cette espèce ont été utilisés (Addis, 1997).

1.1. Description de l'espèce *Phalacrocorax Carbo*

Le Grand cormoran est un oiseau d'eau de grande taille de 80-100 cm au corps massif environ de 1,7-3,2 kg, Envergure de 130 à 160 cm. Menton et joues blancs, plumage bleu noir luisant et couvertures sus alaires bronzées (Brahmia ,2002).Les ailes écartées de façon typique pour faire sécher leur plumage qui n'est pas imperméable (Marc et Minevra, 2001). En période nuptiale (de Janvier à Mai), le plumage à des reflets métalliques, de fines plumes blanches parsèment la tête et le cou (Heinzel, 1997). Les plumes de la nuque, allongées, ne forment pas de huppe. Sur chaque cuisse, une grande tache blanche est visible reste de l'année. Souvent en petits groupes, dressé sur les perchoirs au-dessus de l'eau (Brahmia ,2002).

Les yeux sont verts. Le bec long et mince de 10 cm, légèrement crochu et puissant. Mandibule supérieure brune, inférieure couleur corne .La queue est noire et assez longue. Les pattes et les doigts palmés sont noirs (Gill et Donsker, 2015).

Le régime alimentaire du Grand cormoran est constitué de 25 espèces de poissons, y compris les Carpes et des Perches (Marion, 1994), les Chabots, Capelan, Gadidés (Gremillet et *al.*, 2003), les Brèmes communes (Fonteneau et *al.*, 2004) et des poissons plats (Leopold et *al.*, 1998) .

Les causes du dimorphisme sexuel restent encore inconnues à ce jour. Elles n'ont été étudiées pour aucune espèce de la famille des cormorans .Même si le mâle est en moyenne

plus corpulent que la femelle et son bec plus large, il n'existe pas de dimorphisme sexuel chez cette espèce (Timothee, 2008).

Les adultes de Grand cormoran sont au plumage noir, ne possédant pas de zones ou mouchetures pâles sur le ventre et la poitrine et montrant des taches blanches plus ou moins étendues à la cuisse et une grand zone blanche sur les joues, apparaissant parfois dès la fin décembre mais surtout en janvier (Paquet, 2009).le Grand cormoran juvénile est possédé un cou brunâtre, nettement plus court, et le bec gris en forme de poignard (Hume et *al*., 2004). En fin d'hiver ils ont une zone pâle, parfois blanche, sur la poitrine et sur le ventre et ne montrant pas de joue ni de cuisse blanche (Figure 07).

Figure 07 : Grand cormoran adulte (à gauche) et juvénile (à droite) (Dave et *al.*, 2012).

Le Grand cormoran fréquente essentiellement le milieu aquatique. Il occupe les zones humides ; que ces zones soient inondées d'eau fraîches, saumâtre ou salée (Mayache, 2008). Ces oiseaux fréquentent des habitats côtier sableuses et à l'intérieurs des continents (Brown et *al*., 1982). il vit aussi au bords des lacs, des réservoirs, ou sur les rives de larges fleuves (Del hoyo et *al*., 1992). Dans la période de nidification les oiseaux exigent des côtes rocheuses, des falaises ou des îlots, ils cherchent des arbres, des buissons, des roselières ou un sol nu (Delhoyo et *al*., 1992).

Il fréquente les eaux douces et salées en période d'hivernage (Prieur, 1981). Les dortoirs qui sont des endroits où ils élisent domicile pendant l'hiver sont très importants, car tout le système d'hivernage s'articule autour. Pour le repos diurne, Le Grand cormoran passe la plus grande partie de sa journée sur un reposoir. Il peut également se reposer sur l'eau. Posé, il digère son repas et vaque à sa toilette (Brahmia ,2002).

C'est un oiseau capable de voler de grandes distances pour se reproduire ou se rendre sur un site de pêche. Lors de ces longs déplacement, il vol en groupe et en formation appelées « chevron » ou « ligne oblique ».

Les Grands cormorans migrent parfois sur de longues distances, contrairement à beaucoup d'autres oiseaux migrateurs, ils ne migrent pas tous en même temps ou vers les mêmes zone. Les mâles adultes vont le moins loin, par contre les femelles juvéniles font les plus grands déplacements (Alexandre et Olivier, 1995 ; Munsterman et Vaneerden, 1995).

1.2. Distribution géographique du Grand cormoran

1.2.1. Distribution mondiale

Le Grand cormoran a une répartition mondiale, excluant l'Amérique du Sud et l'Antarctique (Johnsgard ,1993) Il vit sur une très large aire de distribution (Europe, Asie, Océanie, Afrique, Australie, Nouvelle-Zélande et une frange est de l'Amérique du Nord). Les populations sont concentrées dans les zones où les conditions sont favorables à l'espèce et l'aire de répartition est donc discontinue. Cette aire s'étend entre 74°N et 47°S (Hach et *al*., 2000).

D'après Pierre et Vallance, 2007, il existe six sous-espèces de Grand cormoran connues dans le monde qui ont chacune une localisation géographique bien définie :

- *Phalacrocorax carbo carbo* : est un Grand cormoran atlantique, qui regroupent les individus natifs des îles britanniques, des côtes scandinaves, de l'Islande et du Groenland, allant même jusqu'à la côte du Canada (Brahmia, 2002).
- *Phalacrocorax carbo sinensis* (sous-espèce continentale) : elle vit en Europe, Asie (Cornelisse et *al*., 1993). Elle regroupe les individus des Pays-Bas, du Danemark, de l'Allemagne (Marion, 1995) de la Pologne, du Bassin du Danube et de la Grèce, mais aussi du Japon, de l'Inde et de la Chine (Brahmia, 2002).

- *Phalacrocorax carbo maroccanus* : est un Grand cormoran qui niche sur les falaises maritimes atlantiques du Maroc (Brown et *al*., 1982; Thévenot et *al*., 2003), que l'on trouve en Afrique de l'Ouest (Cramp et Simmons, 1977).
- *Phalacrocorax carbo novaehollandiae*: est un Grand cormoran qui nidifie en Australie, en Tasmanie et en Nouvelle Zélande [1].
- *Phalacrocorax carbo hanedae* : est un Grand cormoran japonais – Corée, qui vit en Japon, Sakhalin. La première mention du Grand cormoran date de 1877 : il est cité comme l'un des oiseaux les plus fréquents de Tokyo.
- *Phalacrocoraxcar bolugubris* : est un Grand cormoran qui l'on trouve en Afrique de l'Est, Moyen, et proche orient, Turquie.

Les colonies en Amérique du Nord sont limitées au Nord-Est, bien que les individus hivernent plus au Sud jusqu'à la pointe de la Floride. La nidification de colonies est aussi observée dans le Groenland occidental. En Europe, il peut être trouvé le long de l'ensemble de la côte atlantique, ainsi qu'à travers toute la Méditerranée et dans les grandes zones de l'Europe de l'Est (Chebbah, 2015).

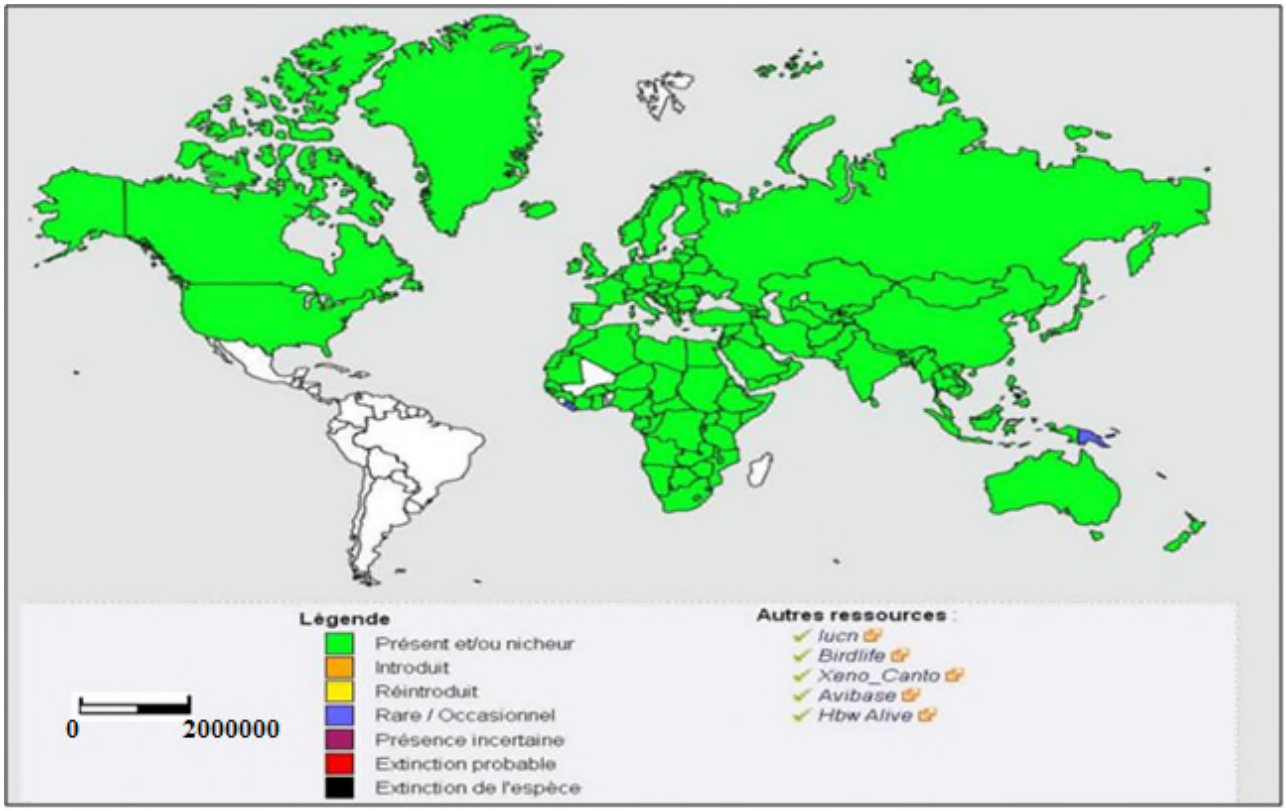

Figure 08: Distribution géographique mondiale du Grand cormoran [2].

1.2.2. Distribution en Afrique

En Afrique, l'hivernage est observé sur la côte méditerranéenne ainsi que le long du Nil et la nidification c'est lieux durant toute l'année sur la côte du Nord-Ouest de la Méditerranée, dans les zones lacustres de l'Afrique orientale et centrale et en Afrique du Sud (Chebbah, 2015).

L'Afrique de l'Ouest, accueille des oiseaux migrateurs et hivernants dont l'origine est très variée, d'ailleurs, le Grand cormoran est un visiteur et résident en l'hiver. On distingue trois sous-espèces tout le long de la côte atlantique :

- *Phalacrocorax carbo sinensis*: C'est un visiteur venant d'Europe de l'Ouest pourhiverner sur la côte.
- *Phalacrocorax carbo lucidus*: C'est le seul Grand cormoran que l'on retrouve dans l'Afrique sub-saharienne (Sinclair et *al*., 2002) et qu'il est localisée tout le long des côtes de la Mauritanie à la Guinée-Bissau.
- *Phalacrocorax carbo maroccanus*: C'est une espèce qui réside sur la côte Nord-Ouest de l'Afrique, du Sud du Maroc jusqu'à la Mauritanie (Ronnie, 1997).

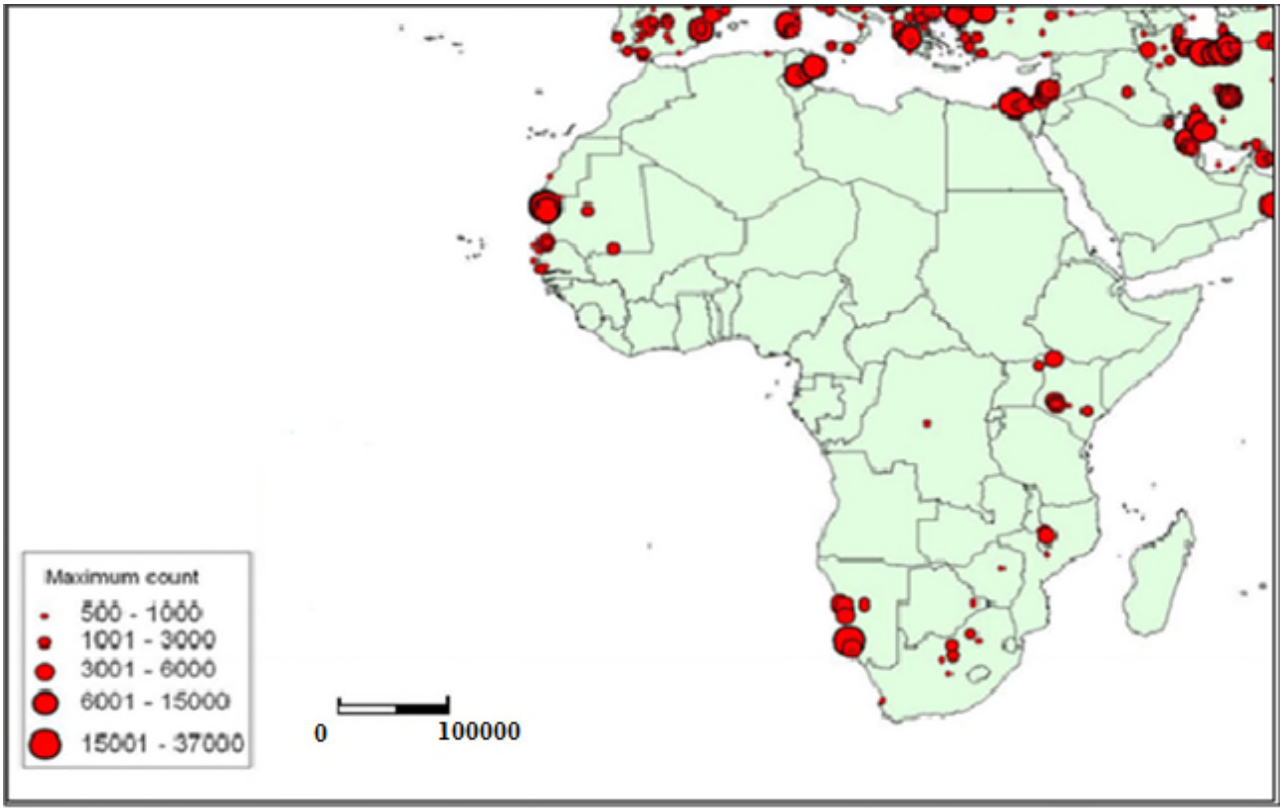

Figure 09: Chiffres de pointe entre 1990 et 2005 sur le site en Afrique de Grand cormoran (Zwarts et *al*., 2005).

1.2.3. Distribution en Algérie

Hivernant abondant sur les cotes et les eaux douces de l'intérieur (les immatures pouvant s'y rencontrer toute l'année) avec quelques individus allant jusqu'aux confins septentrionaux du Sahara (une reprise d'un sujet hollandais à El Goléa l'atteste) .Les hivernants arrivent entre mi-octobre et mi-décembre et repartent entre mi-février et fin Mars (avec des retardataires jusqu'à début Mai).

Les hivernants appartiennent pour la majorité à la sous-espèce *P.c. sinensis*. LJJMOR ont estimé le nombre d'hivernants à 200 individus ; une estimation datant des années 1985-1990 chiffre les hivernants à 10000-12000 individus sans doute essentiellement formés de jeunes femelles puisque nous sommes ici sur les marges méridionales de l'aire d'hivernage. Bien que des précisions récentes manquent, le nombre d'hivernants a certainement encore augmenté en Algérie comme il a aussi augmenté dans l'ensemble de l'aire d'hivernage méditerranéen à la suite d'une formidable explosion des effectifs nicheurs en Europe (Isenmann et Moali ,2000).

1.3. Dynamique des populations

Le Grand cormoran est une espèce à un nombre de populations extrêmement large, et donc ne s'approche pas du seuil de vulnérabilité, que ce soit selon le critère de la taille de la zone de distribution (zone d'occurrence > 20.000 km^2). Donc, la tendance de la population semble être à la hausse, et donc l'espèce n'approche pas du seuil de vulnérabilité. Ou bien, selon le critère de la tendance de la population (> 30% de baisse sur dix ans ou trois générations). Alors, la taille de la population est extrêmement importante, et donc il est loin du seuil de vulnérabilité. Pour ces raisons, l'espèce est estimée comme étant de préoccupation mineure.

Des études menées dans des colonies de reproduction ont montré que la dynamique des populations du Grand cormoran est régie par un phénomène particulier appelé la «densité-dépendance». Lorsque les densités deviennent localement très fortes, l'âge de la première nidification est retardé ou le nombre de jeunes produits dans les colonies de reproduction diminue (diminution du taux de reproduction) tandis que la mortalité s'accroît dans les zones d'hivernage (diminution du taux de survie). Selon certains scientifiques, ce mécanisme pourrait jouer en faveur d'une stabilisation des effectifs. En tout état de cause, il devrait être intégré dans toute stratégie visant à gérer les populations de cormorans en Europe (Chebbah, 2015).

2. Généralité sur l'Héron garde-bœufs

L'Héron garde-bœufs *Bubulcus ibis* est classé dans la sous famille des *Ardeinae* tribu des Ardeine (Kushlan et Hancock, 2005). Ce petit héron arboricole, appartient à l'ordre des Ciconiiformes qui compte soixante (60) familles dont celle-ci est la plus importante.

2.1. Description de l'espèce *Bubulcus ibis*

Bubulcus ibis est un petit Héron de couleur blanche. Les sexes sont semblables .On peut le confondre avec d'autres petits Hérons de tailles presque égales comme l'Aigrette garzette. Sa longueur varie entre 50 et 56 cm et son envergure de 90 à 96 cm (Etchecopar et Hüe, 1964 ; Geroudet, 1978 ; Peterson et *al*., 1986-2006 ; Jonsson, 1994 ; Whitfield et Walker, 1999). Bec plus court, plus épais, jaune (orange – rouge), cou plus court, plus large menton renfle. Au repos, toujours ramassé sur lui-même. En vol et au repos, parait tout blanc sauf quand il niche (longues plumes roussâtres sur vertex, manteau et poitrine) peau de la face jaune, pattes vert fonce (rouge terne) sauf dessous des doigts jaunâtre (Heinzel, 1997).

Les jeunes ont un plumage blanc sans plumes roussâtres, bec jaune, pattes brun verdâtre (Peterson et *al*., 2006). Dès l'âge de deux à cinq mois, une crête érectile de plumes roux pâle se développe et la couleur du bec devient jaune (Bredin, 1983).

Les adultes en été ont un plumage entièrement blanc sauf de longues plumes sur la calotte, le bas de la gorge et au centre du manteau qui sont chamois rosâtre ou chamois orangé.

En hiver, ces plumes palissent beaucoup au point de donner un ensemble blanc. Les pattes sont rouges vineux sombres en été et vert plus au moins sombre en hiver (Etchecopar et Hüe, 1964 ; Dubourg et *al*., 2001).

Figure 10: Héron garde bœufs adulte (à gauche) et l'autre juvénile (à droite) [2].

Le garde-bœufs, fréquente principalement les marées, les garigues dégradées, les champs labourés, des prairies, la zone boisée, les champs culturaux et les marécages (Benani, 2011).

Le régime alimentaire du garde-bœufs est dominé principalement par les vertébrés, les Amphibiens étant majoritaires, les Reptiles et les Mammifères sont également bien représentés (Hafner, 1977 ; Bredin, 1984).

Le dimorphisme sexuel est peu net, les deux sexes sont pratiquement semblables. En dehors de la période de reproduction, les adultes ressemblent aux jeunes, seule une variation dans les mensurations existe, les femelles sont plus petites, mais ceci n'est pas décelable sur le terrain (Blaker, 1969 ; Voisin, 1991). Selon Bredin (1983), les Garde-bœufs sont généralement monogames et sont capables de se reproduire dès la première année d'âge.

Comme tout Ardéidé, le garde-bœufs vole le cou replié en forme de « S », les pattes sont tenues en arrière dépassant fortement la queue, les doigts allongés et le pouce généralement dressé (Barruel, 1949 ; Dorst, 1971).

Les garde-bœufs se manifestent vocalement par des émissions vocales et nasales rauques, émises lors des cérémonies de salutations et des cris d'alarmes parfois légers et parfois assourdissants de type «kok et kaah» (Voisin, 1991).

Par ailleurs, les jeunes héronneaux font entendre des cris de peur et d'inconfort comme «eeeh» (Blaker, 1969).

2.2. Répartition géographique de l'héron garde-bœufs

2.2.1. Dans le mande

Cet échassier accroît considérablement son aire de répartition dans le monde depuis la fin du XIX^{ème}siècle (Bredin, 1983).

D'après Siegfried (1978) et Franchimont (1986), le Héron garde-bœufs est d'origine faunique Indo Africaine, c'est à dire que ses lieux d'origine sont les suivants : toute l'Asie méridionale et le Japon et toute l'Afrique tropicale au Sud du Sahara y compris le Madagascar (Figure 11).

Dans la plus part des lieux où elle est présenté actuellement, ces populations sont très florissantes. Ce qui témoigne d'une stratégie démographique spécifique, extrêmement avantageuse. (Boukhtache, 2010).

Cette espèce habite toute l'Afrique, à l'exception du Sahara aride, ainsi que le Madagascar (Geroudet, 1978 ; Hancock et Kushlan, 1989).

En Tunisie le Héron garde-bœufs se rencontre communément dans la région tellienne où les observations, surtout limitées aux régions côtières du Nord du pays, entre la frontière Algérienne à Tabarka et le lac Ichkeul où l'espèce serait surtout hivernante et résidente non nicheuse et la plaine des Trifa au Maroc orientale et les plaines du Maroc espagnol jusqu'à Marrakech (Heim de Balsac et Mayaud, 1962).

En Amérique, on le trouve au Nord et au Sud. Il se reproduit sur tout le littoral du Mexique, en Amérique centrale et aux Antilles. Le Héron garde-bœufs a établi tout d'abord des populations reproductrices en Floride et au Texas au début des années 50. En quelques années, il a étendu son aire Nord-Américaine le long de la côte atlantique jusqu'au Canada ; il s'est installé en Californie et jusqu'au Chili et l'Argentine au Sud (Hancock et Kushlan, 1989 ; Hafner, 1994).

Hancock et Kushlan (1989), délimitaient l'aire de distribution de l'espèce à une longitude d'environ 45° N sur les deux masses terrestres de l'Amérique du Nord et de l'Eurasie et à une latitude méridionale de 35 à 40° S environ. Cette limite Sud a été

dépassée, atteignant récemment le Sud des îles Falkland et la Terre de Feu à 55° S (Boukhtache, 2010) et même près de l'Antarctique à (61°23' S 63°39' O) à une température de l'air de 1° C (Clark, 1985). Gauthier-Clerc et al. (2002), ont observé un adulte harcelé sur une colonie du Pingouin Royal Aptenodytes patagonicus à Crozets (48°35'S, 68°43'E) au Sud de l'océan Indien.

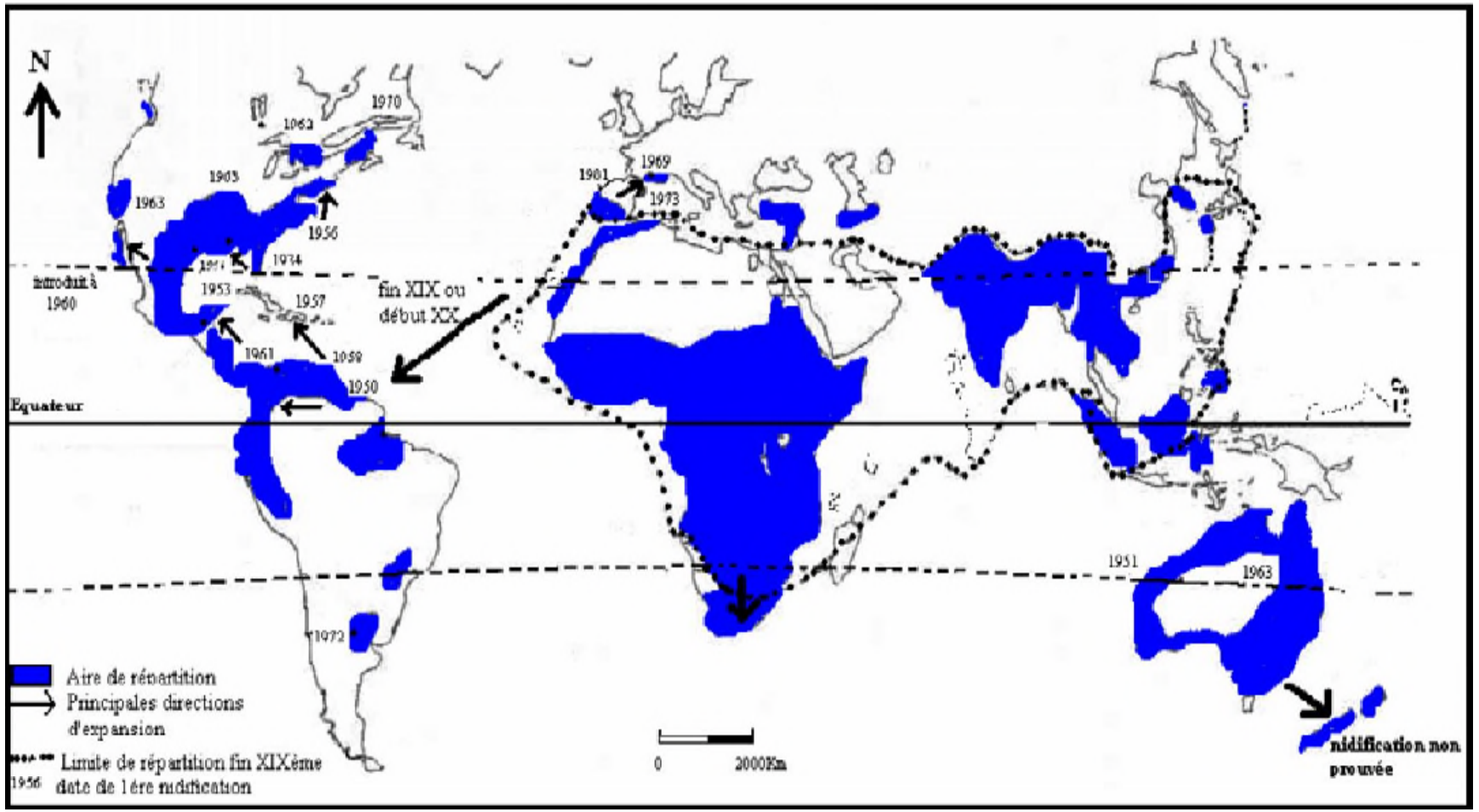

Figure 11 : Répartition géographique mondiale du l'Héron garde-bœufs, *Bubulcus ibis ibis* (Bredin, 1983).

En Europe, son aire de distribution couvre l'Espagne, le Portugal et la France, et vers L'Est Israël et la Turquie (Geroudet, 1978) et se déplacent du Sud-Ouest de l'Europe vers le Sud en Afrique du Nord (Hancock et Kushlan, 1989).

En Asie, on le trouve dans la région Iranienne qui s'étend vers l'Est et le Sud-Est à partir du Pakistan, de l'Inde, du Népal et du Bangladesh jusqu'aux îles méridionales des Maldives et au Sri Lanka. Son aire continue vers l'Est à travers le Sud-Est de la Chine, la Birmanie et les Philippines. Vers le Nord, le Héron garde-bœufs se trouve en Corée et dans le Sud du Japon (Hancock et Kushlan, 1989). Il est observé aux îles Maldives, à Aldabra Atoll, pour la première fois par Abbott (Boukhtache, 2010) et indiqué comme arrivé récent dans cette région par Gaymer depuis 1964 (Gaymer, 1967).

2.2.2. En Algérie

Le Héron garde-bœufs est une espèce en expansion dans tout le territoire Algérien (Samraoui et *al*., 2007 cité par Baaziz, 2012). Il était jadis nicheuse aux anciens lacs Halloula et Fetzara (extrême Nord-Est) et peut être ailleurs dans le Tell (Heim de Balsac et Mayaud, 1962).Sur les plaines littorales un peu humides (régions d'Oran et d'El Kala), c'est l'Ardéidé le plus commun à toutes les époques de l'année (Ledant et *al*., 1981). Il hiverne dans les mêmes zones citées ainsi que dans la vallée de Chlef jusqu'à Khemis Melyana, dans la Mitidja, à Mascara, dans les plaines côtières de Bejaïa, au cap de Fer et dans la plaine de Fetzara (Ledant et *al*., 1981).

Metzmacher (1979) *in* Isenmann et Moali (2000), a signalé plusieurs colonies entre El Asnam et Hassi-El-Ghella dans les années 1970, alors que (Isenmann et Moali ,2000), ont observé plusieurs centaines d'individus en juillet 1976 et mai 1984 dans la région d'El Kala, au lac Tonga, mais sans preuve de nidification.

De plus, dans la région d'Alger, en marais de Reghaïa, où le garde-bœufs n'est pas nicheur, un important dortoir hivernal se forme depuis la fin de l'été jusqu'au printemps (un autre dortoir existe également au Sud-Ouest d'Alger (Jacop et *al*., 1979).

Par ailleurs, le garde-bœufs serait occasionnel au Sahara, de Septembre jusqu'au printemps (Heim de Balsac et Mayaud, 1962 ; Ledant et *al*., 1981).

Plus récemment, l'espèce est devenue nicheuse en grand nombre dans plusieurs régions du pays, notamment à Tizi-Ouzou, à Bouira, à Jijel, dans le Constantinois, sur les Hauts Plateaux et à M'Sila (Moali et Isenmann, 1993 ; Moali, 1999 ; Isenmann et Moali, 2000). Selon Si Bachir (2007), jusqu'en 1999, la colonie la plus méridionale est celle de

Saïda située à environ 34°50’ N.

2.2.2.1. Etat actuel des populations en Algérie

Le Nord Algérien montre une dynamique évidente des populations du Héron garde-bœufs tant en hivernation qu’en nidification ; ainsi, cette espèce qui ne peuplait que certaines zones est devenue très répandue dans plusieurs régions du pays. On la trouve actuellement hivernante et nicheuse à Tizi-Ouzou (Fellag, 1995 ; Bentamer, 1998 ; Boukhemza, 2000), à Béjaia (Benallaoua et Benaida, 1997 ; Douadi et Cherchour, 1998 ; Si Bachir, 2007), à Sétif, à El-Khroub et à Ain-Smara (Si Bachir, 2007). Selon Si Bachir (2007), en moins de 30 années, l’aire de nidification de l’espèce a connu une expansion de près de 2° de longitude vers le Sud.

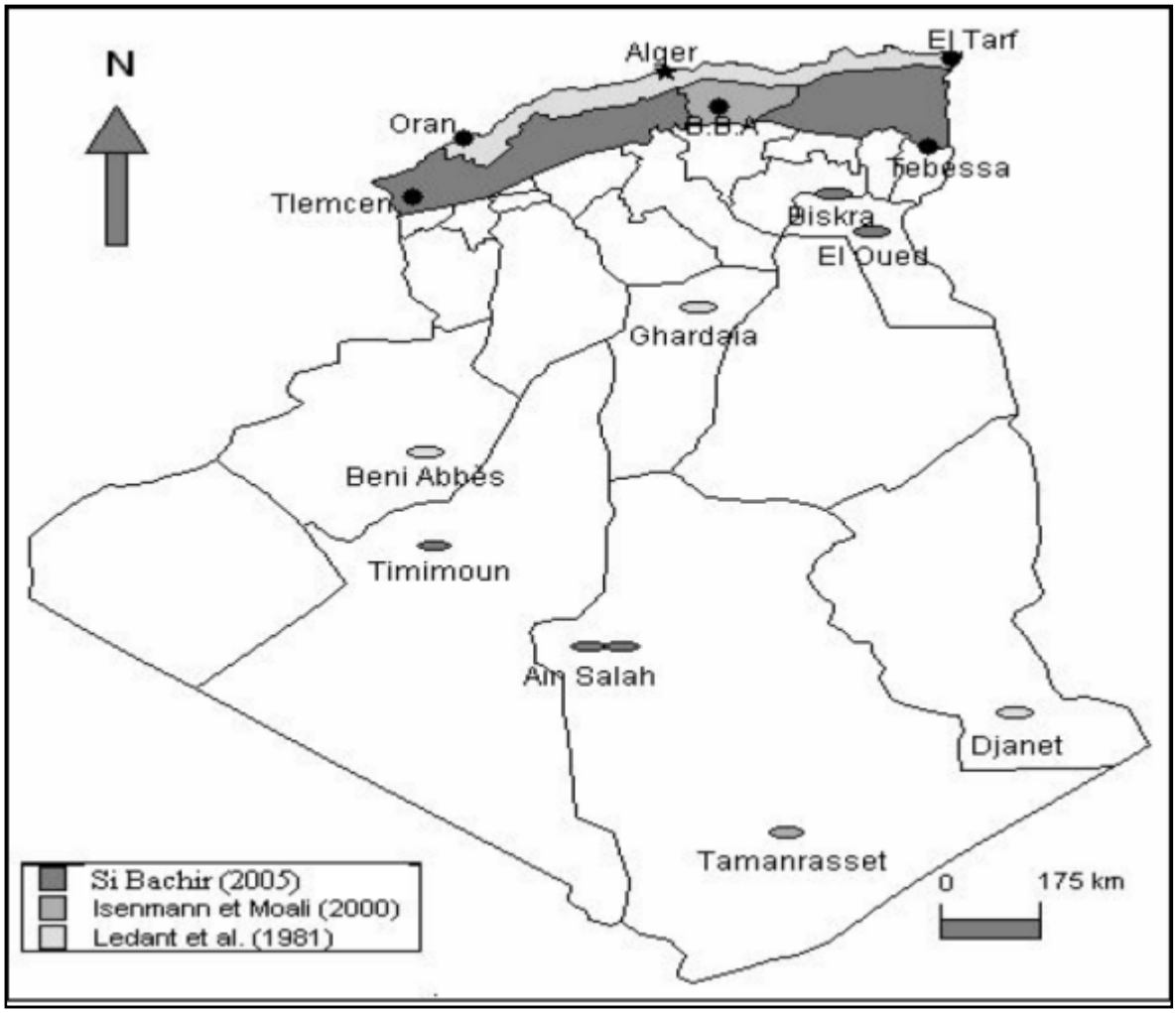

Figure 12: Répartition hivernal de l’ Héron garde-bœufs en Algérie (Si Bachir, 2007).

Deuxième partie :

Cadre d'étude

Chapitre I : Description du site

1. Présentation de la wilaya de Mila

1.1 Situation géographique

La wilaya de Mila se situe au Nord-Est de l'Algérie à 464 m d'altitude, et à 33 km de la mer Méditerranée. Elle est aussi dans la partie Est de l'Atlas tellien, une chaîne de montagnes qui s'étend d'Ouest en Est sur l'ensemble du territoire Nord du pays (Berkal et Elouaere, 2014). Elle occupe une superficie totale de 3, 480,54 km² soit 0,14% de la superficie total du pays pour une population qui s`élevait en décembre 2011 à 810370 habitants, soit une densité de 90,75 habitants par km² est issue du découpage administratif en 1984 elle est constituée de 32 communes (Chaâlal, 2012). Elle est limitée par 6 wilayas (Figure 13) :

- Au Nord- Ouest par la wilaya de Jijel ;
- Au Nord- Est par la wilaya de Constantine ;
- À l'Ouest par la wilaya de Sétif ;
- À l'Est par les wilayas de Constantine et Skikda ;
- Au Sud- Est par la wilaya d'Oum El Bouaghi ;
- Au Sud par la wilaya de Batna.

Le Chef-lieu de la wilaya est située à 490 km à l'Ouest de la capitale, Alger.

La wilaya de Mila est située entre deux grands pôles économiques, Constantine et Sétif, elle est traversée par une liaison routière d'importance nationale. Il fait partie des bassins versants de l'Oued El Kébir et Oued Endja (Berkal et Elouaere, 2014). Ces derniers se localisant dans la chaine Tellienne orientale, couvrent une superficie de 216.000 hectares et représentent une région intermédiaire entre le domaine Tellien à très forte influence méditerranéenne au Nord et un domaine à très forte influence continentale au Sud (Zouaidia, 2006).

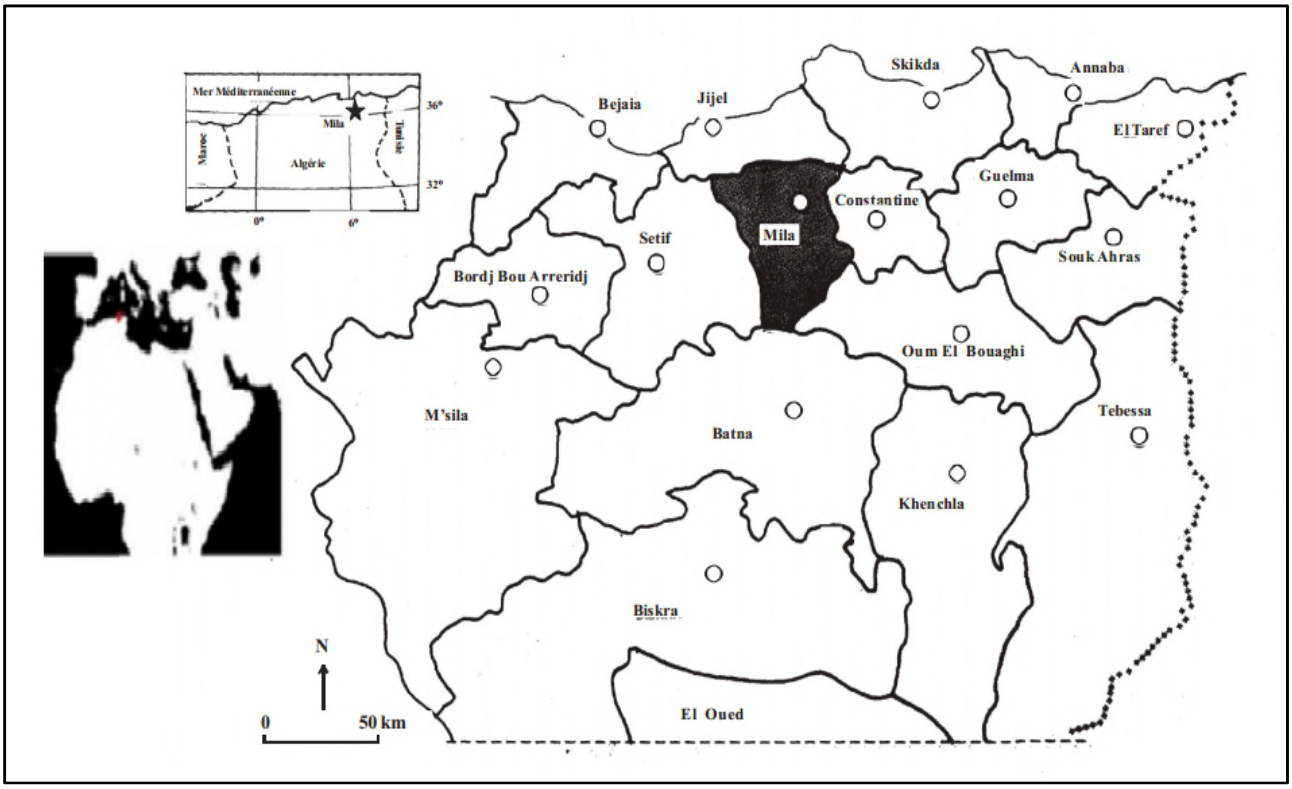

Figure 13 : Situation géographique et limites de la wilaya de Mila (Source : service du cadastre de la wilaya de Mila).

1.2. Pédologie

Du point de vue pédologique on peut dire que :

- Presque la totalité des sols de la wilaya de Mila sont des sols bruns forestiers (sols brunifiés);
- La majorité des sols observés sont acides (Berkal et Elouaere, 2014).

Les caractéristiques spécifiques de ces sols sont :

- Forte rétention en eau avec une capacité maximale ;
- Apparition de fentes de retrait en périodes sèches (Berkal et Elouaere, 2014).

1.3. Géologie

Le bassin de Mila appartient au domaine externe de la chaine Alpine d'Algérie Nord Orientale qui est rattachée à la branche Sud des maghrébines entre le détroit de Gibraltar à l'Ouest et la Sicile et la Calabre à l'Est (Athmania, 2010).

La partie Nord Orientale de cette branche est généralement subdivisée en deux grands domaines qui sont :

- Un domaine interne, regroupant le socle kabyle et les formations des flyschs.
- Un domaine externe, correspondant aux formations telliennes et de l'avant pays (Athmania, 2010).

Selon la direction Est-Ouest, le remplissage du bassin de Mila débute localement par des formations marines d'âge Burdigalien Terminal-Langhien et qui passent vers le haut à des formations continentales Miocènes et Plio-Quaternaires (Delga, 1955 ; Coiffait, 1992).

1.3.1. Les reliefs

La région de Mila se caractérise par un espace géographique très diversifié avec un relief complexe et irrégulier et profondément disséqué par un réseau hydrographique dense prenant une grande partie du bassin versant.

Selon l'Agence Nationale de Développement de l'Investissement (2013) le relief de la wilaya de Mila est structuré en trois ensembles morphologiques (Figure 14):

- Au Nord, un ensemble des hautes montagnes, caractérisé par les altitudes très élevées et des pentes excessivement marquées ;
- Au centre, un ensemble associant vallées-collines et piémonts, voire même quelques hauts versants ;
- Au Sud, un ensemble de hautes plaines (plaines et collines).

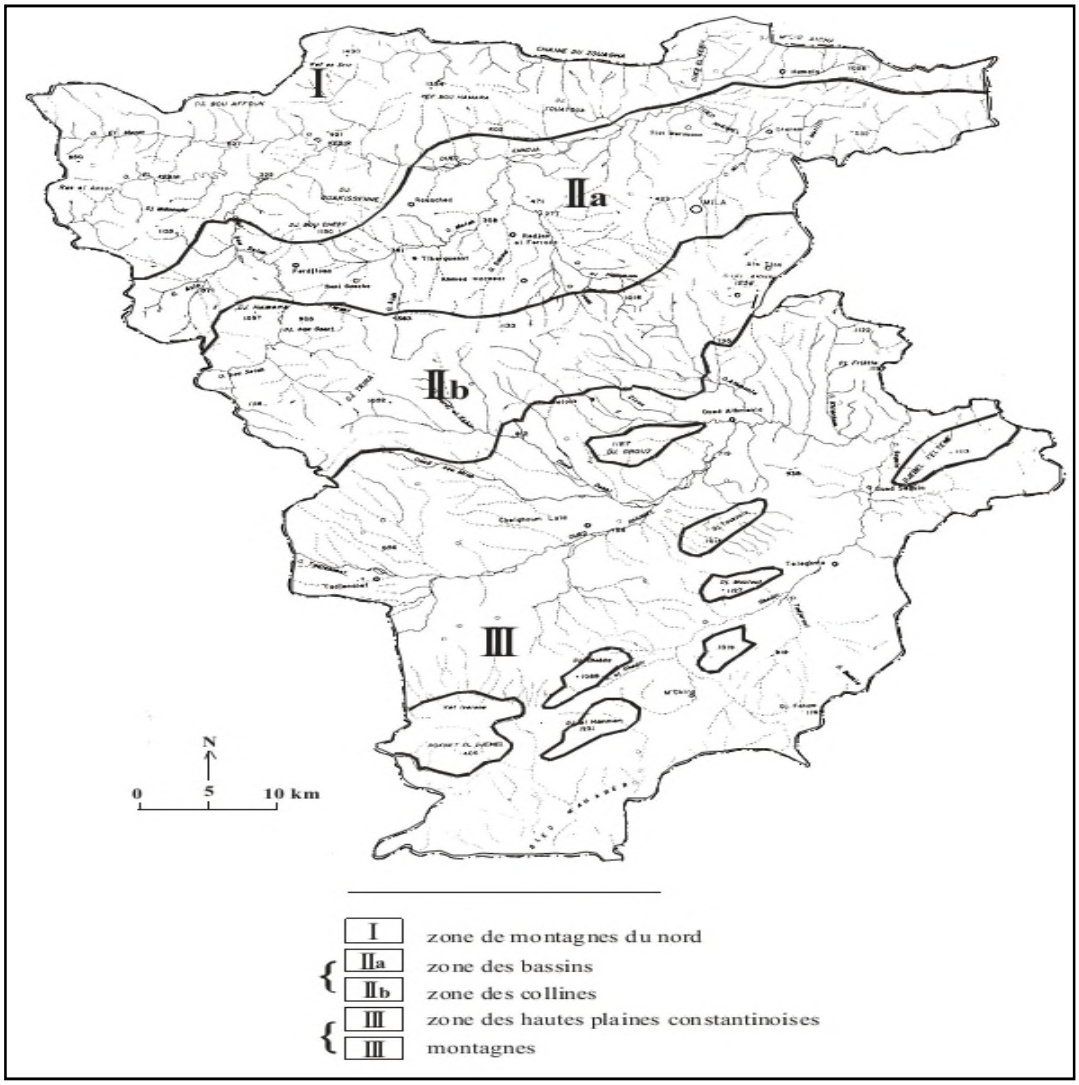

Figure 14 : Relief et zones naturelles de la wilaya de Mila (Extrait de la carte topo 1/50.000 EST-Algérien ; Ferhat, 2014).

1.4. Réseau hydrographique

La région Nord de la wilaya est parcourue par un réseau hydrographique dense constitué de petits cours d'eau alimentant d'importants Oueds : Oued Endja ; Oued el Kébir et Oued el Rhumel qui traverse la région des hautes plaines (d'Est en Ouest) dispose d'importants affluents : Oued Méhari ; Oued Tajenanet et Oued Athmania (Zouaidia, 2006). Le bassin de Beni Haroun est l'un des plus grands bassins hydrographiques importants en Algérie (Kerdoud, 2006). Il couvre une superficie de 6595 km². Il est centré 36° de latitude Nord, de 7° de longitude Est (Kerdoud, 2006).Cette unité hydrographique cohérente permet d'organiser la gestion ou la restauration de la qualité de l'eau de façon globale (Bioret et *al*., 2010).

1.5. Etude climatique

La région de Mila est caractérisée par son appartenance au climat méditerranéen à l'étage de végétation subhumide, son régime climatique dépend de deux paramètres principaux : la précipitation météorologique et la température (Boulbair et Soufane, 2011 ; Berkal et Elouaere, 2014) elle est globalement caractérisé par :

- ✓ Une saison (hiver) humide et pluvieuse s'étendant de novembre à avril.
- ✓ Et une période estivale longue chaude et sèche allant de mai à octobre. (Zouaidia, 2006).

Donc le climat est un facteur très important, Il a une influence directe sur la faune et la flore (Metallaoui *et al.*, 2013). Les données climatiques indispensables à notre travail, sont recueillies auprès de la station météorologique d'Aïn Tine.

1.5.1. Précipitation

Les précipitations constituent évidemment, le paramètre climatique essentiel. Leur intensité, leur continuité et leur périodicité sont l'origine même de l'écoulement, de sa localisation et de sa violence (Kerdoud, 2006).

L'interprétation de l'histogramme (Figure 15) fait sortir, que d'une manière générale les précipitations se caractérisent par leur irrégularité interannuelle. La moyenne annuelle des pluies précipitées pour la période 2005/2015, est de 571,27mm. Le mois de février, est le mois le plus abondant en pluie, il a connu un excédent de 93,48 mm, À l'inverse, le mois de juillet, a connu un déficit de 4,6 mm c'est le mois le plus sèche.

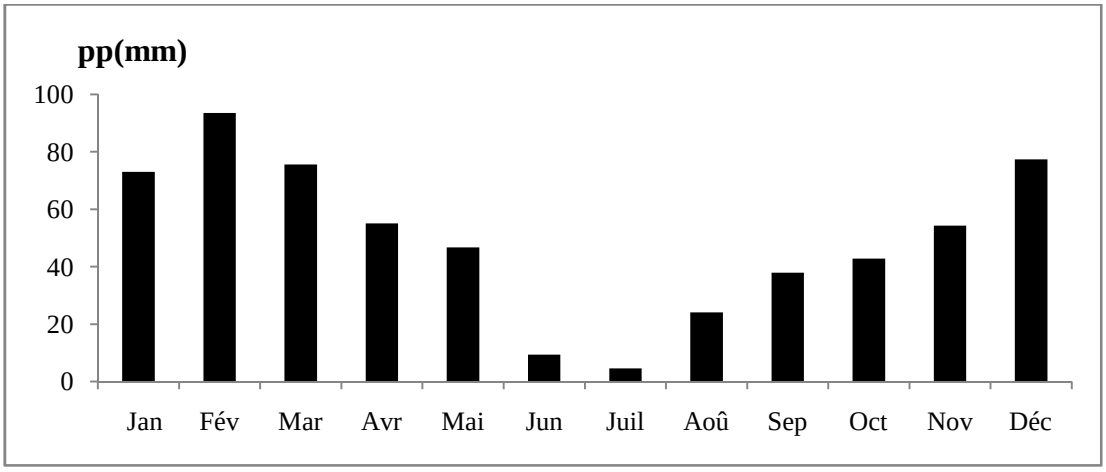

Figure 15 : Variations des précipitations mensuelles moyennes pendant la période 2005/2015 de la région de Mila.

1.5.2. Température

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 1982).

D'après l'histogramme au-dessous (Figure 16) qui donne les variations des températures mensuelles moyennes de notre région, Nous constatons que la température maximale est enregistrée durant le mois de juillet où elle atteint 25,36 °C, tandis que le mois de janvier est marqué par des degrés du froid, avec une température minimale de 6,7 °C (station météorologique d'Aïn Tine).

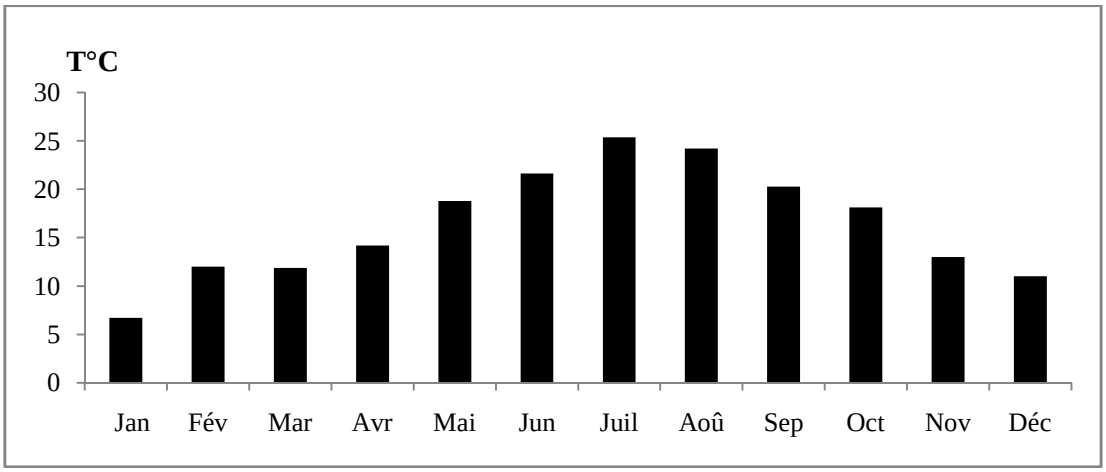

Figure 16 : Variations des températures mensuelles moyennes pendant la période 2005/2015 de la région de Mila.

1.5.3. Vent

D'après Seltzer (1964), le vent fait partie des éléments les plus caractéristiques du climat. Il agit en activant l'évaporation pouvant induire ainsi une sécheresse.

Selon l'histogramme au-dessous (Figure 17) montre que la vitesse maximale des vents qui y soufflent est enregistrée durant le mois de février avec une valeur maximal de 3.2 m/s, et la vitesse minimale représente pendant le mois de septembre avec une valeur de 2,12 m/s.

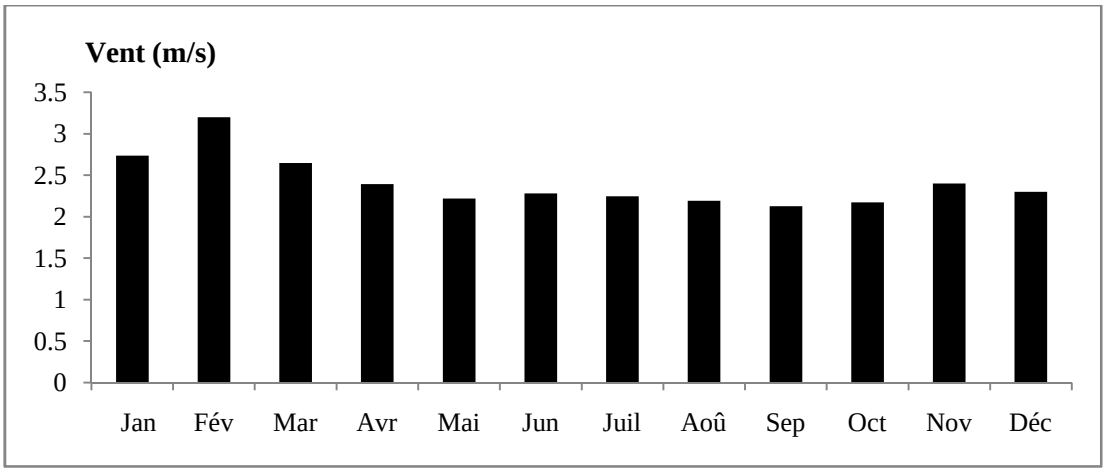

Figure 17 : Variations des vents mensuels moyennes pendant la période 2005/2015 de la région de Mila.

1.5.4. Humidité

C'est le rapport entre la quantité de vapeur d'eau dans un volume d'air donné et la quantité possible dans le même volume à la même température (Villemeuve, 1974).Selon Faurie et *al*. (1980), elle dépend de plusieurs facteurs climatiques comme la pluviométrie, la température et le vent.

Il s'avère selon l'histogramme de (Figure 18), que le mois qui représente la plus forte humidité est celui de février avec 68,4% et le mois qui représente la plus faible valeur est celui de juillet avec 42,8%.

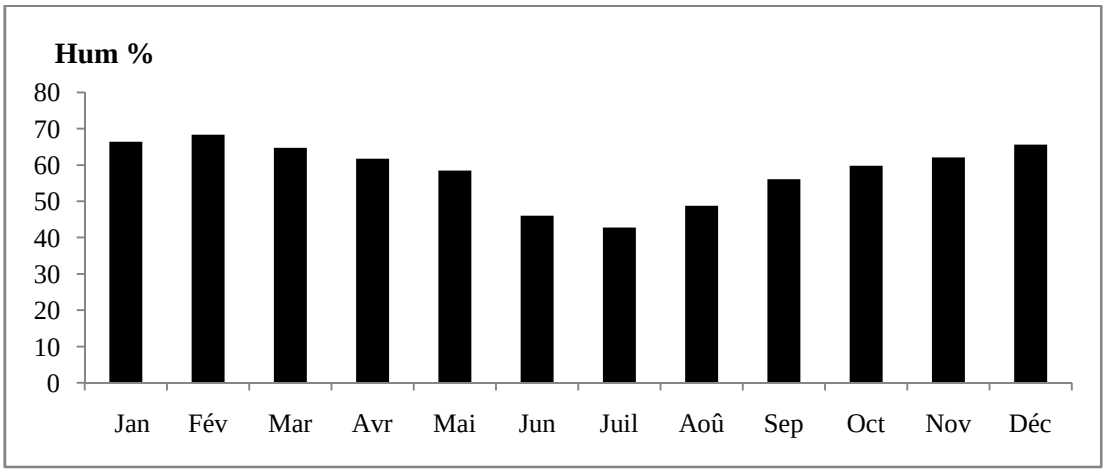

Figure 18 : Variations d'humidité mensuelles moyennes pendant la période 2005/2015 de la région de Mila.

1.5.5. Insolation

La lumière est un facteur essentiel pour l'entretien du rythme biologique. Elle s'agit par son intensité, sa longueur d'onde, son degré de polarisation, sa direction et sa durée (Dajoz, 1982).Les fortes valeurs d'insolation correspondent à des températures très élevées et les faibles valeurs à des températures basses et inversement.

La répartition des moyennes mensuelles d'insolation pendant la période 2005-2015 (Figure 19) nous permet de constater que la brillance du soleil est maximum au cours du mois de juillet avec une moyenne de 351,46 /h, et le minimum est enregistré pendant le mois de décembre avec un moyenne de149, 81 /h.

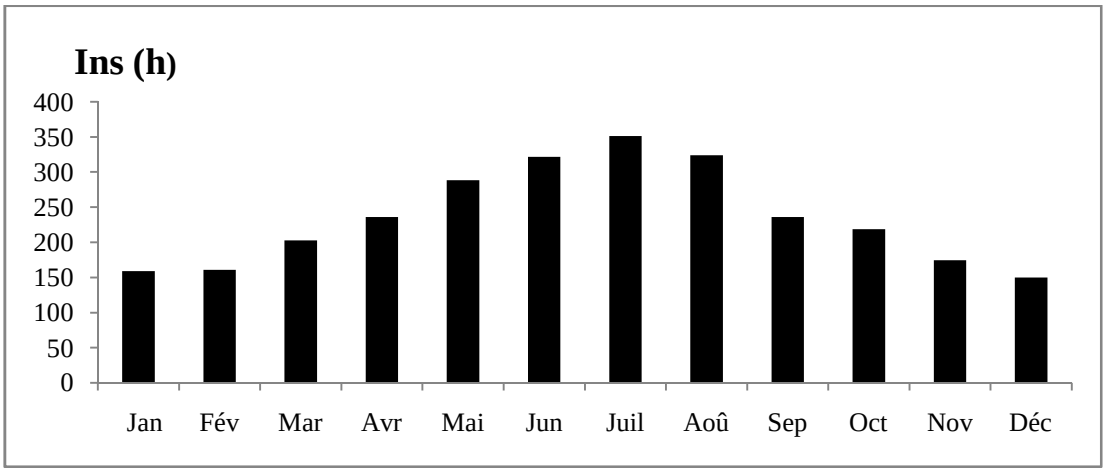

Figure 19 : Variations d' insolation mensuelles moyennes pendant la periode 2005/2015 de la région de Mila**.**

1.5.6. Évaporation

C'est le phénomène physique de la transformation de l'eau en vapeur d'eau. Il intervient à toutes les phases du cycle de l'eau (Boucenna, 2009).

Au regard de la base des données décennale sur ce paramètre (2005 à 2015) et selon l'histogramme de (Figure 20), la valeur d'évaporation de l'eau est maximale dans le mois de juillet (202,68 mm), alors que la valeur minimale est observée pendant le mois de janvier (50,75 mm).

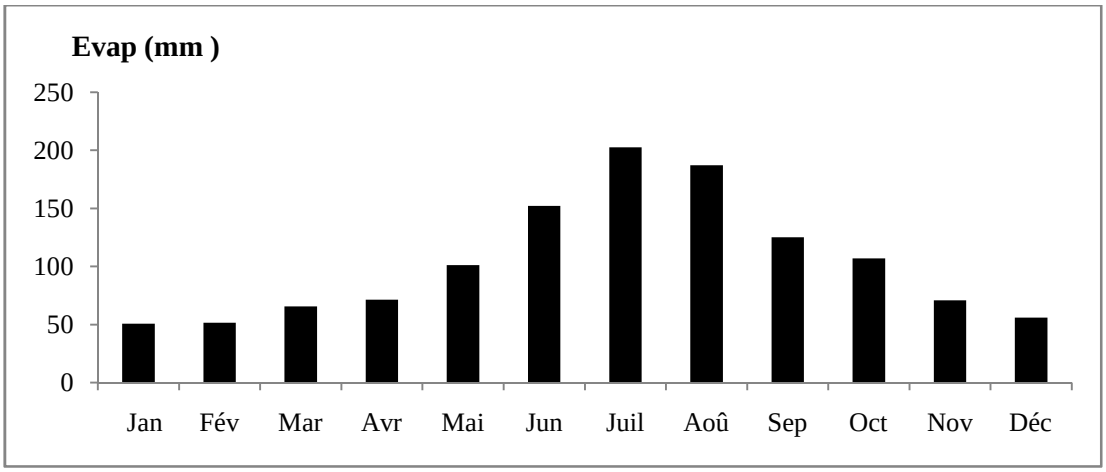

Figure 20 : Variations d'évaporation mensuelles moyennes pendant la période 2005/2015 de la région de Mila.

1.6. Synthèse climatique

1.6.1. Diagramme ombro-thermique de Bagnlous et Gaussen

Le diagramme ombro-thermique de Bagnlous et Gaussen nous permettent de mettre en évidence la période sèche (P mm< 2T °C), et la période humide (P mm> 2T °C) d'une région. Il est tracé avec deux axes d'ordonnées où les valeurs de la pluviométrie sont portées à une échelle double de celle des températures (Bagnlous et Gaussen, 1957).

Gaussen considère que la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle moyenne (P), exprimée en millimètre, est inférieure au double de la température moyenne mensuelle (T) exprimée en degrés Celsius (Dajoz, 1971).

Le diagramme ainsi élaboré (Figure 21), montre que notre région d'étude est connue par une alternance de deux période, l'une humide s'étendant sur six (06) mois a peu prés, du début de novembre jusqu'à mai, et l'autre sèche s'étendant sur six (06) mois a peu prés, de mai jusqu'au début de novembre.

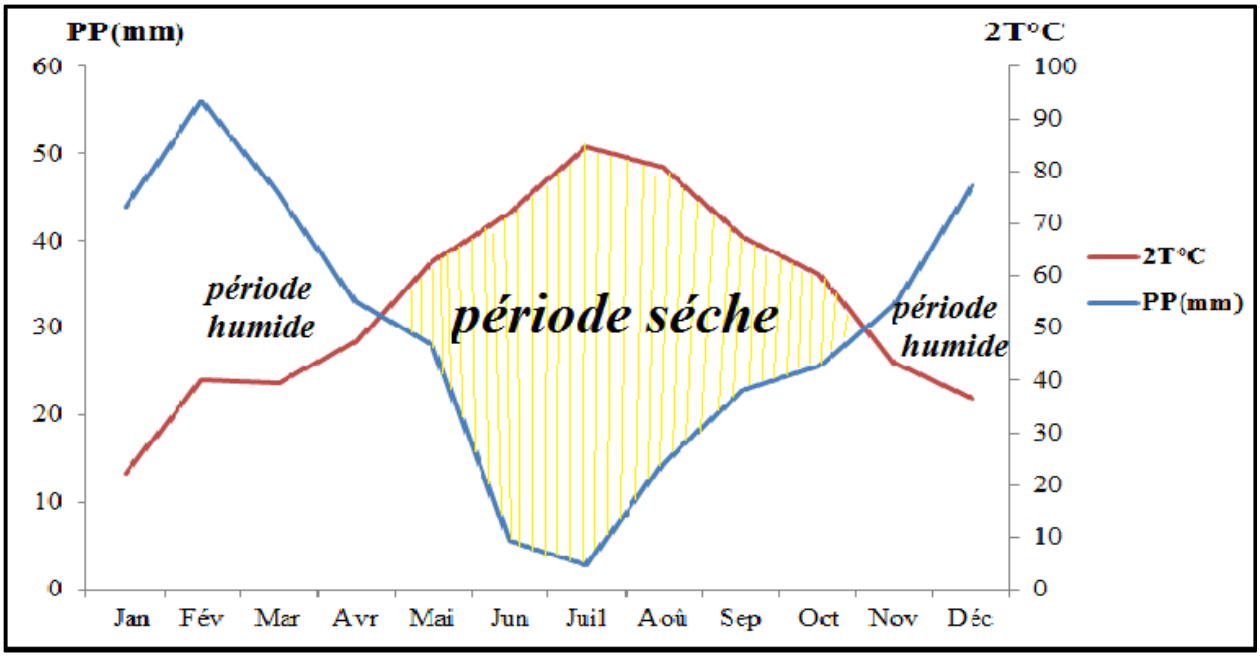

Figure 21: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Mila (2005-2015).

1.6.2. Quotient pluviométrique d'Emberger

Cet indice nous aide à définir les 5 types de climat méditerranéen du plus aride jusqu'à celui de haute montagne (Emberger, 1955). Il se base sur le régime des précipitations et des températures et il s'exprime selon la formule suivante :

$$Q = P/ (M^2-m^2) \times 2000$$

- **Q=** quotient pluviométrique d'Emberger ;
- **P=** Précipitation annuelle moyenne (mm) ;
- **M=** Températures des maxima du mois le plus chaud (°K) ;
- **m=** Températures des minima du mois le plus froid (°K).

Les températures sont exprimées en degrés absolus [T°K = T°C + 273,2].

Les données météorologiques de la région de Mila pendant la période 2005 /2015, montrent que :

- **P=** 571,27 mm
- **M=** 25 ,37 C° = 298,57 Kº Donc : **Q= 105,84**
- **m=** 6 ,7Cº= 279,9 Kº

Nous constatons après avoir calculé le quotient pluviométrique que la région où se situe le périmètre de notre étude (Barrage de Béni-Haroun) se trouve dans l'étage bioclimatique de végétation subhumide à hiver tempéré.

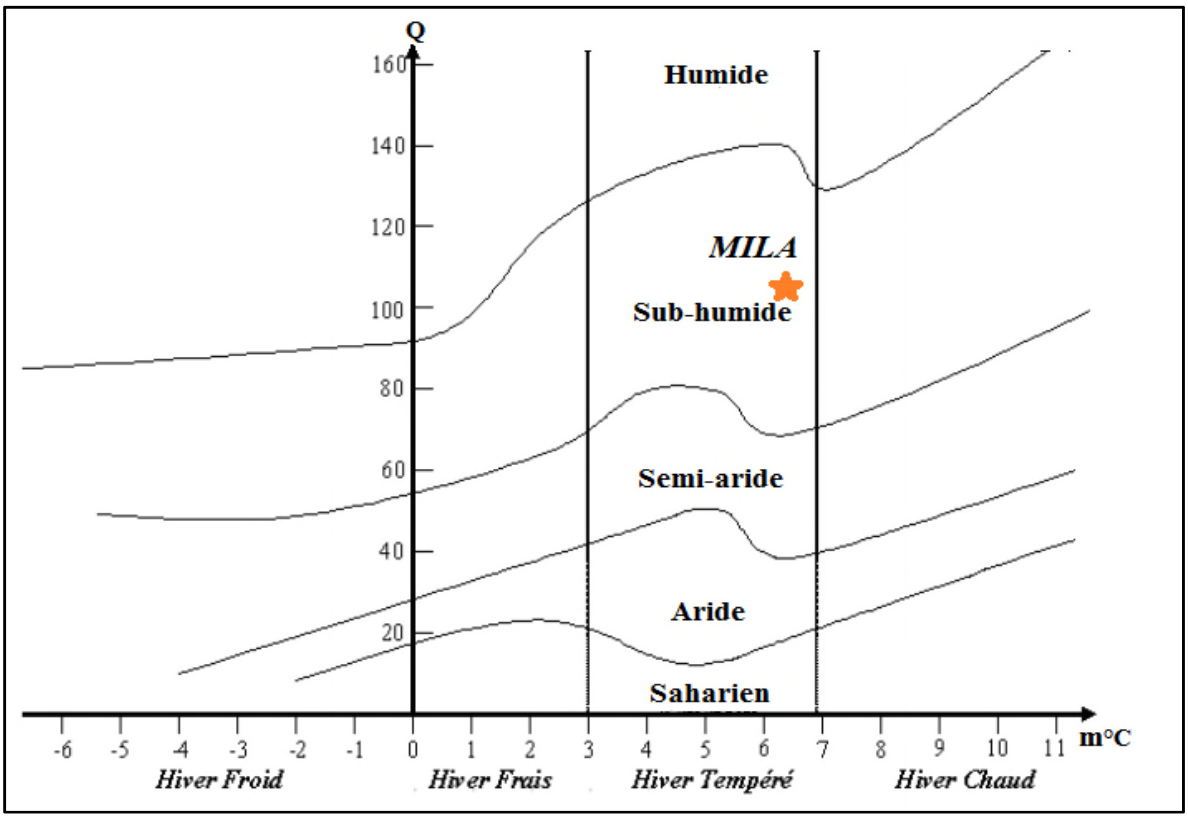

Figure 22 : Situation de la région de Mila dans le climagramme d'Emberger.

1.7.3. Indice d'aridité :

L'indice d'aridité (De Martonne) est défini comme le rapport entre la hauteur moyenne des précipitations annuelles (mm) et la moyenne des températures annuelles (°C), en appliquant la formule suivante (Tableau 01) :

$$I = P/ (T+ 10)$$

Avec :

- **I :** Indice d'aridité ;
- **P :** Précipitation total annuelle (mm) ;
- **T :** Température moyenne annuelle (°C) ;

Les données météorologiques de la région de Mila pendant la période 2005/2015, montrent que :

- **P** =594,57 mm ;

- **T**= 16,43 °C, Donc : **I = 22,49**

Tableau 01 : Classification climatique selon l'indice d'aridité.

Valeur Indice d'aridité	Type de climat
0 <I < 5	Hyper aride
5 < I < 10	Aride
10 < I < 20	Semi-aride
20 < I < 30	Sub-humide
30 < I< 40	Humide
40 < I	Hyper humide

D'après les résultats obtenus et selon le tableau, on peut conclure que la région de Mila est caractérisée par un climat Sub-humide.

2. Présentation du site d'étude « Barrage Beni-Haroun »

2.1. Localisation et description

Le barrage Beni Haroun (40G60'-N-4G-36'E) est situé dans le Nord-Est de l'Algérie sur l'oued Kebir à une quarantaine de Km de son embouchure dans la mer Méditerranée. La retenue crée par le barrage se trouve au Sud de ce dernier. Elle est à environ 40 Km de la ville de Constantine et à 350 Km à l'Est d'Alger (Berkal et Elouaere, 2014).

Selon le critère de la classification des ouvrages hydrauliques (H, hauteur prise à partir de la fondation) le barrage de Beni Haroun se classe dans la catégorie des grands barrages avec une hauteur H égale 107m (Mihoubi, 2008). Il est considéré comme la plus grande zone humide superficielle algérienne et constitue par excellence le plus important projet national du secteur hydraulique depuis l'indépendance.

Le lac Beni-Haroun constitué la pièce maîtresse du grand projet structurant de transfert régional d'eau visant l'alimentation en eau potable de pas moins de 5 millions personnes des wilayas de Mila, de Constantine, de Jijel, d'Oum El Bouaghi, de Khenchela et de Batna (Mihoubi, 2008).

2.2. Site géologique du barrage

Le barrage Beni Haroun est situé au Nord-Est du chef-lieu de la wilaya. Distant de moins de 15 km de Mila, il est implanté dans la commune de Hamala, daïra de Grarem Gouga « Figure 23 » (Chebbah, 2015), considéré avec une réserve de 1 milliard de m³ d'eau atteinte en Février 2012.

Le barrage est édifié sur les massifs calcaires de la « nappe tellienne stricto-sensu », affectés par une tectonique complexe et qui percent, en forme d'écailles, d'épaisses couches à dominante marneuse (Mebarki, 2009). Le site du barrage se localise dans une zone à relief accidenté, montrant des contrastes topographiques remarquables, avec des massifs culminants à des hauteurs élevées (Djebel Msid Aicha : 1462 m) et des ravins et talwegs sur creusés (Benabbas et *al.*, 2008).

Les terrains meubles sont constitués principalement de dépôts alluviaux sablo-graveleux dans le lit des oueds et sur plusieurs niveaux de terrasses, de colluvions provenant en grande partie de l'érosion des formations terrigènes et d'éboulements au pied des formations rocheuses (Benabbas et *al.*, 2008).

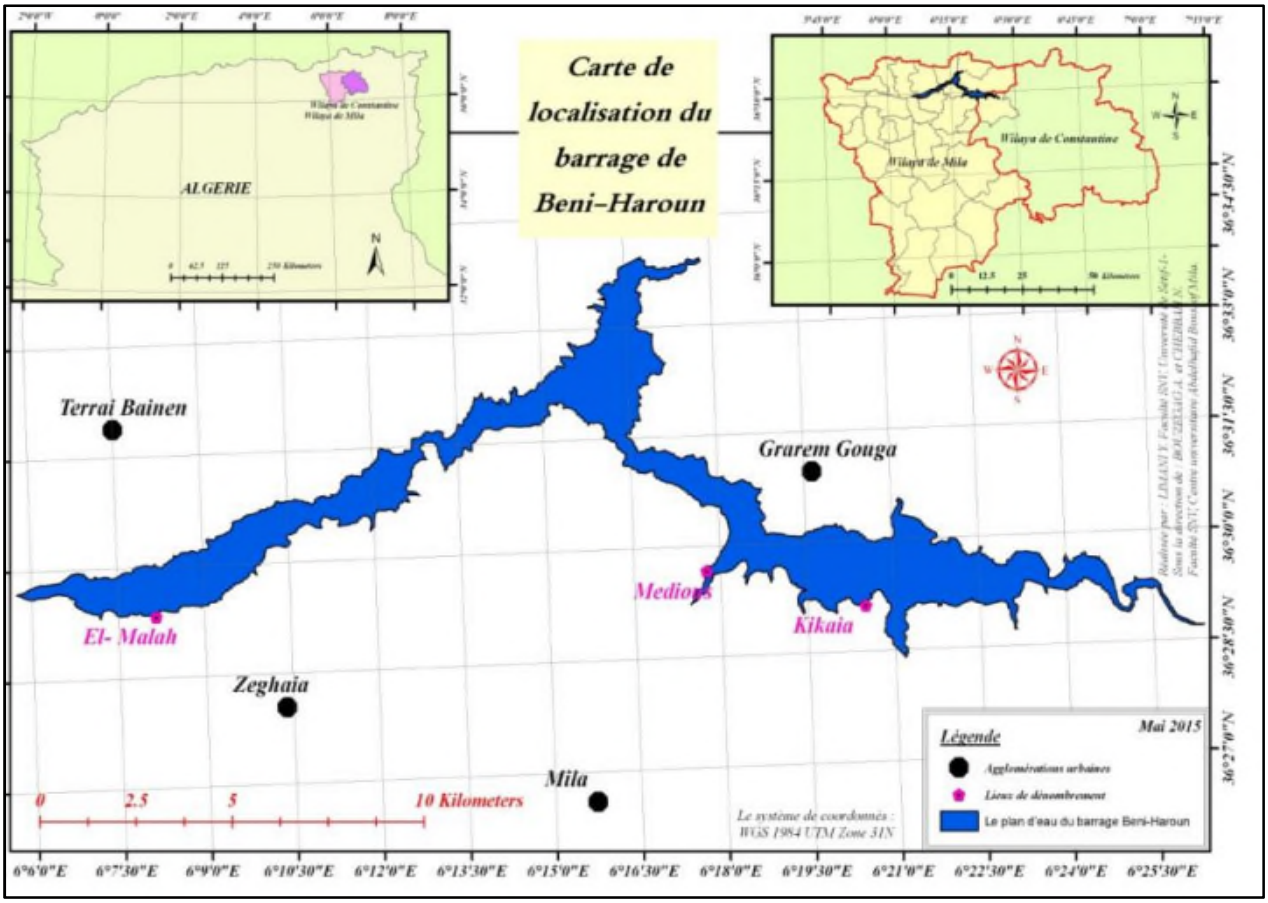

Figure 23 : Localisation géographique du barrage de Beni Haroun (Chebbah, 2015).

2.3. Le cadre biotique

2.3.1. La végétation

D'après les collectes des données par la direction des forêts de Wilaya de Mila (2016), Les groupements de végétation de barrage Beni Haroun sont caractérisés par des groupements de ripisylve, constitués d'un cortège forestier aux Nord-Ouest qui est dominée principalement par *l'Olea europea sub sp*, le *Pinushalepensis*, *l'Olea europaea* et le *Cupressus sp* et au Nord-Est du barrage qui est composé principalement par *Capparis sp* comme arbrisseau et le *Cupressus sp* comme arbre forestier. Alors au Sud du barrage, le Pin d'Alep représente l'essence dominante de la forêt de medious avec la présence du *Calycotome Spinosa*, *Acacia Horrida, Fraxinus excelsior* et *l'Eucalyptus sp*.

Autre essences forestières dans le barrage comme Pistachier, Opuntia et Roseau occupent des petites superficies.

2.3.2. La Faune

2.3.2.1. Les mammifères

D'après la conservation des forêts de la wilaya de Mila (2016), les mammifères qui se trouvent dans cette région sont :

- Le Chacal commun *Canis spp* ;
- Renard roux (renard commun ou renard rouge) *Vulpes vulpes* ;
- Sanglier *sus scrofa* (est un mammifère omnivore forestier ;
- Porc-épic *Hystrix indica* ;
- Hérisson d'Afrique du nord *Atelerix algirus* c'est un hérisson d'Algérie ;
- Lièvre *Lepus spp* ;
- Le Lapin de garenne ou lapin commun *Oryctolagus cuniculus* ;
- L'Hyène rayée *Hyaena hyaena* ;
- La Mangouste *Cynictis penicillata* ;
- La Belette *Mustela nivalis* ;
- Le Chat sauvage *Felis silvestris* ;
- Le grand Gerboise *Jaculus orientalis* ;
- La Genette *Genetta genetta afra* ;
- Mérione Shaw *pallasiomys shawi.*

2.3.2.2. Les poissons

Selon la direction de la pêche 2016 plusieurs espèces vivent dans le Barrage de Beni-Haroun, qui suivent la même famille des *Cyprinidae* telles que :

- Carpe commune *Cyprinuscarpio ;*
- Carperoyale *Cyprinuscarpio ;*
- Carpe argentée *Hypophthalmichthys molitrix ;*
- Carpe à grosse tête *Hypophthal michthys nobilis ;*
- Barbeau *Barbatusbarbatus ;*
- Carassin *Carassiuscarassius ;*
- Brème *Abramis brama.*

2.3.2.3. Avifaune

Le barrage de Beni Haroun un lieu favorable pour de nombreuses espèces d'oiseaux aquatiques, 21 espèces, appartenant à 9 familles ont été recensées dans le tableau suivant :

Tableau 02: Liste des espèces avifaunistique observées au niveau du barrage de Beni Haroun (Berkal et Elouaere, 2014).

Familles des *Anatidae*	
Canard Colvert	*Anas platyrhynchos*
Canard Souchet	*Anas clypeata*
Canard Siffleur	*Anas penelope*
Sarcelle d'hiver	*Anas crecca crecca*
Fuligule Milouin	*Aythya ferina*
Familles des *Podicipedidae*	
Grèbe castagneux	*Tachybaptus ruficollis*
Grèbe huppé	*Podiceps cristatus*
Famille des *Ardeidae*	
Héron bihoreau	*Nycticorax nycticorax*

Suite tableau(02)

Héron garde-bœufs	*Bubulcus ibis*
Héron cendré	*Ardea cinerea*
Grande Aigrette	*Egretta alba*
Aigrette garzette	*Egretta garzetta*
Famille des *Ciconidae*	
Cigogne blanche	*Ciconia ciconia*
Famille des *Ralidae*	
Poule d'eau	*Gallinula chloropus*
Foulque macroule	*Fulica atra*
Famille des *Laridae*	
Goéland leucophé	*Larus michahellis*
Mouette rieuse	*Larus ridibundus*
Famille des *Phalacrocoracidae*	
Grand cormoran	*Phalacrocorax carbo*
Famille des *Accipitridae*	
Busard des roseaux	*Circus aeruginosus*
Famille des *Gruidae*	
Grue cendrée	*Grus grus*

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Choix et localisation des stations suivies

Les données antérieures sur l'abondance et la répartition du Grand cormoran et l'Héron garde-bœufs montrent qu'au niveau du barrage de Beni Haroune l'endroit nommé Medious héberge en période d'hivernage (entre octobre et février) les effectifs les plus élevés de ces deux espèces, soit un maximal à la mi-janvier respectivement 1800 et 3500 individus. Deux stations ont été sélectionnées sur deux lieux stratégiques :

L'endroit choisi **Station (1) (Station affectée)** est situé dans la partie Sud du barrage, et à environ 5 km au Nord de la ville de Mila. Constitué d'une forêt qui s'étale tout au long de leur rive (Figure 24). Les arbres de cette forêt sont souvent inondés par l'eau du barrage surtout en hiver et utilisé comme lieu de repos pour les Cormorans et un dortoir pour l'Héron garde-bœufs. Pour cela on considère que cette portion du barrage est la plus affectée par la présence de ces deux oiseux coloniaux et ont été choisi comme site principal de nos prélèvements.

La deuxième **Station (2) (Station référence)**, la digue qui est située au Nord du barrage de Beni Haroun (Figure 24). Nous avons choisi cette station comme point de référence (non affecté par les oiseaux étudiés) en comparaison avec la première station (forêt de Medious).

Tableau 03 : Chronologie des sorties de terrain.

Stations	**Période du prélèvement**
Station (1) Medious / **Station (2**) La digue	18-10-2015
	28-12-2015
	01-02-2016
	27-03-2016
	04-04-2016

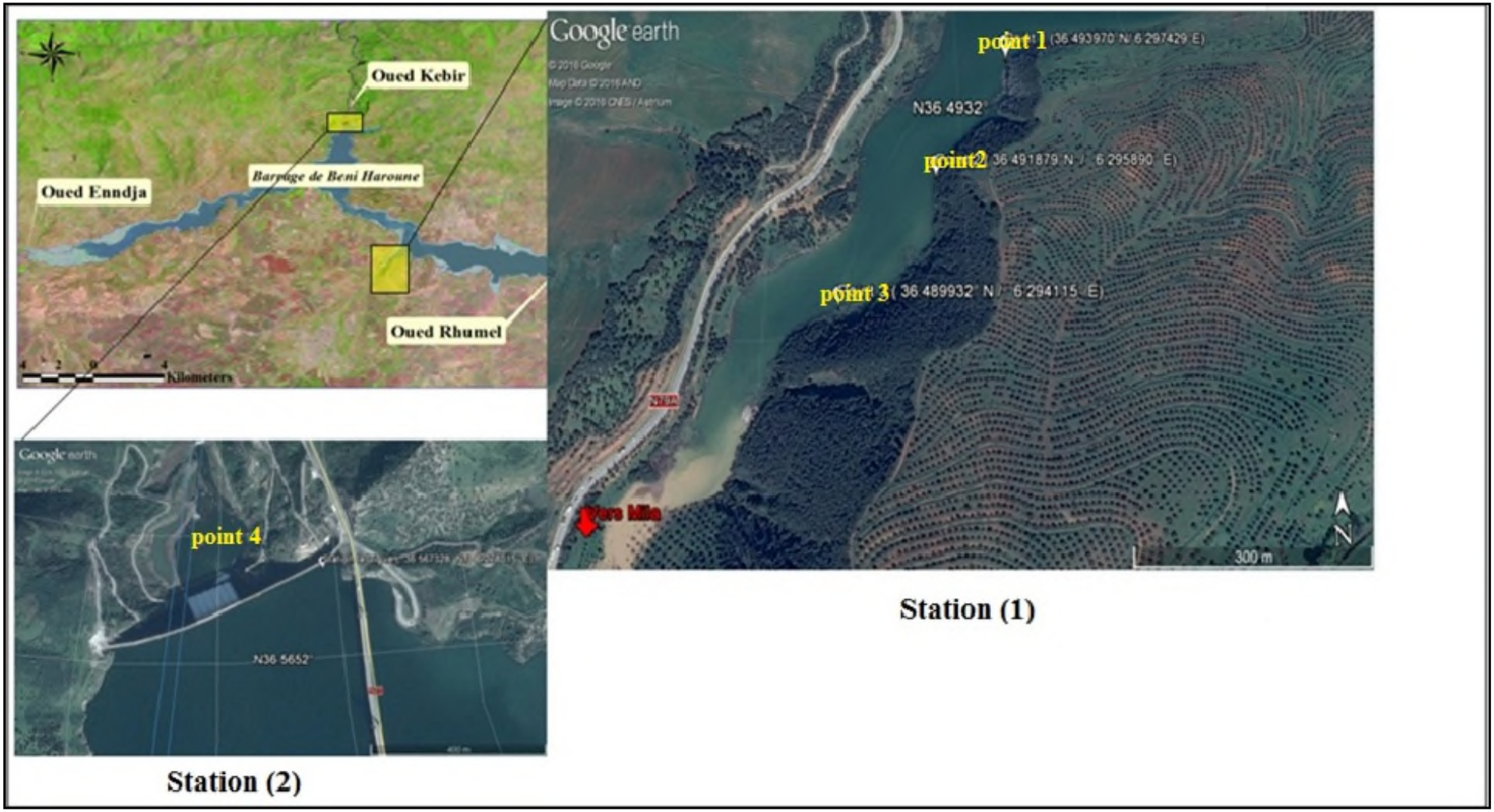

Figure 24 : Localisation des points de suivi (prise: Elafri. A ,11 -Avril -2016).

1 ere point de prélèvement **2 ème point de prélèvement (Medious)** **3 ème point de prélèvement**

4 ème point de prélèvement (la digue)

Figure 25 : Présentation des points de prélèvement (Cliché: Boucheffa. S et Benchabane. H ,04 -Avril -2016).

2. Estimation de la charge en nutriment déposée par les oiseaux

La quantité totale des déchets produite par jour est principalement liée au type et taille de l'animal suivi (Donovan, 2002). Dans cette étude ainsi que dans d'autre références notamment Gwiazda (2010 et 2014) la charge totale en phosphore et azote déposée par les deux espèces d'oiseaux suivi dans notre étude est : 2,5 g de P-tot et 3,3 g de N-tot pour le Grand cormoran et 0,97 g de N-tot et 2,69 g de P-tot pour l'Héron garde-bœufs par jour.

Les nutriments déposés par le Grand Cormoran et l'Héron garde-bœufs, dans la station suivie ont été calculés en tant que produit du nombre moyen de chaque espèce d'oiseaux par mois, le nombre des jours dans un mois donné, et la quantité de N -tot et P-tot dans les matières fécales excrétées par individu par jour. La quantité d'éléments nutritifs dans les matières fécales des différentes espèces a été prise à partir de la littérature (Donovan, 2002 et Gwiazda 2010, 2014).

3. Méthodes d'analyses

3.1. Objectif d'analyses

Notre prospection est basée essentiellement sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau susceptible d'être affectée par la présence de ces deux oiseaux. L'examen consiste à mesurer quelques paramètres microbiologiques et physico-chimiques (La manipulation et la conservation des échantillons ont été effectues d'après la norme IS0 ; Rodier et *al*., 2009) afin d'évaluer les degrés de contamination des stations suivis. Les prélèvements ont été réalisés à laide d'une embarcation de la Direction de la Pèche Mila, entre 8 h et 10 :30 h. Nous avons effectué une compagne de prélèvement des échantillons d'eau (4 échantillons) pratiquement chaque 2 mois depuis octobre 2015 jusqu'à avril 2016. Trois points de prélèvement écartés d'une distance précise plus au moins 50 m au niveau de la station (1) et un seul point au niveau de la station (2).

Les analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau ont été analysés au niveau de laboratoire ADE de Mila et aussi au niveau de laboratoire du centre universitaire Abd El Hafid Boussouf (Mila).

Nous avons trouvé des difficultés sur terrain concernant le prélèvement des échantillons car la zone d'étude est dangereuse, ainsi que les problèmes (le manque des produits d'analyse et du matériels) pour la réalisation des analyses physico-chimiques et microbiologiques au niveau de laboratoire de Mila. Nous avons essayé de faire le maximum pour réaliser ces analyses.

3.2. Analyses physico-chimiques de l'eau

Sur les sites que nous avons prospectés, nous sommes intéressés à 16 paramètres caractérisant la qualité de l'eau.

3.2.1. Echantillonnage

On utilise deux bouteilles en plastique la première d'environ 1,5 L et la deuxième 0,5 L propres et bien nettoyées pour chaque point de prélèvement. Au moment de l'échantillonnage, les bouteilles ont été rincées avec l'eau à échantillonné. Nous plongeons la bouteille à une certaine distance au fond de la surface (de 30 à 50 cm), assez loin des rives ou des bords ainsi que des obstacles naturels ou artificiels, en évitant la remise en suspension des dépôts et aussi en évitant la pénétration de l'air, et nous essayons de remplir les bouteilles totalement. Il convient que les bouteilles contenants les échantillons soient protégés et bouchés de sorte que les échantillons ne se détériorent pas et qu'ils ne perdent aucun de leurs constituants durant le transport.

Ensuite, les échantillons sont transportés directement au laboratoire dans une glacière à température basse (de 4 à 10 °C) pour mieux conserver les échantillons.

Enfin, il est préférable d'effectuer le dosage des éléments chimiques le plus tôt possible, pour réaliser un bon résultat, et éviter les modifications lors de la conservation.

3.2.2. Mesure *in situ*

Le potentiel hydrogène (pH) et la température, ont été mesurés sur terrain dans les deux stations par méthode électrochimique, à l'aide d'un pH-mètre muni d'une sonde mesurant la température (Annexe 02). Nous plongeons les deux sondes (pH et température) dans l'eau à analyser puis nous attendons quelques minutes suffisantes pour que le chiffre apparaît sur l'écran soit stagné. La température est exprimée en degré Celsius (°C).

3.2.3. Mesure *ex situ*

La Conductivité électrique (CE), la Salinité (S) et la Turbidité sont mesurées normalement au terrain, mais à cause de manque des appareils, ils sont mesurés au niveau de laboratoire (Annexe 02), ainsi il y a d'autres paramètres physico-chimiques qu'il faut mesurer au laboratoire comme, le Nitrite (NO_2^-), le Nitrate (NO_3^-), le Phosphate (PO_4^{-3}), les Sulfates (SO_4^{-2}), les Résidus secs (RS),la Matières oxydable (MO), l'Alcalinité (TAC), Taux des sels dissous (TDS),le Calcium (Ca^{+2}), le Magnésium (Mg^{+2}) et le Chlorure. Le principe et les modes opératoires de chacun des paramètres mesurés sont présentés dans le Tableau (04).

Tableau 04: Principe, mode opératoire et expressions des résultats des déférents paramètres physico-chimiques.

Paramètres mesurés	Principe	Mode opératoire et expressions des résultats
CE (µS/cm)	La conductivité électrique a été déterminée par méthode électrochimique à l'aide d'un conductimètre qui possède une sonde spécifique.	Nous plongeons la sonde du conductimètre dans l'eau à analyser. Nous allumerons l'instrument pour la touche 0N /OFF et sélectionne la gamme de mesure en atteint un moment pour stabilisation de la lecture puis l'en prend, le résultat est donné directement en µS/cm.
S (‰)	Le degré de salinité a été mesuré aussi par méthode électrochimique à l'aide d'un multi paramètre.	Le même mode opératoire du conductimètre Le degré de salinité est exprimé pour mile (‰) d'échantillon analysé.
Turbidité (NTU)	La turbidité a été mesurée par méthode électrochimique à l'aide d'un turbidimètre.	Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogenèse et effectuer rapidement la mesure. Il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure. L'unité usuelle de la turbidité est la NTU.

Suite tableau (04)

NO_2^- (mg/l)	L'Acide sulfamilique en milieu chlorhydrique, en présence d'ion ammonium et de phénol forme avec les ions un complexe coloré en jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites. le dosage de nitrite a été mesuré à l'aide d'un spectrophotomètre.	Nous reportons les résultats des densités optiques obtenues à partir de chaque échantillon sur la courbe d'étalonnage pour déterminer les concentrations en nitrates.
NO_3^- (mg/l)	Le nitrate a été dosé par la méthode spectrophotométrique en présence de salicylate de sodium.	Idem pour déterminer les concentrations en nitrites.
PO_4^{-3} (mg/l)	Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu. le dosage de phosphate a été mesuré à l'aide d'un spectrophotomètre.	Idem pour déterminer les concentrations en phosphates.
SO_4^{-2} (mg/l)	Les ions Sulfates sont précipités et passés à l'état de Sulfate de Baryum En présence de Ba Cl_2. le dosage de sulfate a été mesuré à l'aide d'un spectrophotomètre.	Idem pour déterminer les concentrations en sulfate.

Suite tableau (04)

RS (mg/l)	La détermination du résidu sec permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. Une certaine quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé.	(PP - PV) 10 x 1000 = mg/l de RS Les résultats sont donnés en mg/l, d'où : -PP : est le poids plein de la capsule. -PV : est le poids vide de la capsule.
MO (mg/l)	La matière oxydable aux permanganates ou encore organique, dont le principe permet d'apprécier les teneurs en substances oxydables. On utilise méthode par filtration sur fibre de verre et pesée différentielle.	On indique les résultats comme oxydabilité (consommation de permanganate de potassium) en mg de $Kmno_4$/l. aussi en mg d'O_2/l.
TAC (mg/l)	L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes. Leurs déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré. C'est la méthode volumétrique.	-(V'- 0,5)/5 exprime le titre alcali-métrique complet en milliéquivalents par litre. -V'-0,5exprime le titre alcali-métrique complet en degrés français.
TDS (mg/l)	La mesure de la TDS ce fait dans le laboratoire à l'aide d'un TDS mètre en mettant une quantité de l'eau à analyser dans une cuve stérile et l'introduire dans cet appareil.	Le résultat est donné en (mg/l).

Suite tableau (04)

Ca^{+2} et Mg^{+2}(mg/l)	le Calcium et le Magnésium sont dosés avec une solution aqueuse d'E.D.T.A à un pH de 10, ce dosage se fait en présence d'un indicateur coloré. C'est la méthode volumétrique.	La détermination en mg/l de Calcium et de Magnésium est donnée par la formule suivante: $Ca + {}^{2}/\mathrm{Mg} + {}^{2} = \frac{(V1 \times CEDTA/(V2\ V1) \times F \times \mathrm{MCa}+{}^{2}/\mathrm{Mmg}+{}^{2}}{P.E} *$ 1000 -V_1:Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée. -V_2:Volume total d'EDTA. -C: Concentration molaire d'EDTA (0,01M/l). $M_{Ca}{}^{+2}$/ Mmg^{+2}: Masse molaire du Ca^{+2} ou de mg^{+2} en g. -P.E: Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage). - F : Facteur.
Cl^{-} (mg/l)	On utilise la méthode volumétrique : réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui et précipité quantitativement.	En Calculer la teneur de Chlore comme suit: $[Cl^{-}] = \frac{(V_E - V_0) \times 0.02 \times 35\,453}{100}$ -Soit V_E le nombre de moles de la solution Ag NO_3 utilisés pour obtenir le virage de l'Echantillon. -Soit V_0 le nombre de moles de la solution Ag NO_3 utilisés pour obtenir le virage du blanc.

3.3. Les analyses microbiologiques

Cinq dénombrements de bactéries sont effectués. Il s'agit des germes totaux (G.T), des coliformes totaux (CT), des coliformes fécaux (*E.coli*), des streptocoques fécaux (S.F)

qui ils sont considérés comme des meilleurs indicateurs de contamination fécale (présence probable des microorganismes pathogènes), des *Clostridium* sulfito réducteurs (C.S.R).et d'autres germes pathogènes.

3.3.1. Echantillonnage

Il est très important de prélever tous les échantillons d'eau destinée à l'analyse microbiologique de la façon la plus aseptique possible, afin de bien refléter les conditions microbiologiques lors de l'échantillonnage (Hutchinson, 1997).

L'échantillonnage a été réalisé dans des flacons en verres pyrex d'environ 250 ml stériles (180 °C pendant 15 minutes) sur laquelle on note (date, heure, adresse exacte de prélèvement).Nous avons trompé doucement le flacon sur une profondeur d'environ 20 à 30 cm afin d'éviter au maximum les effets de bord, nous avons ouvert le flacon et prélevé l'eau (le flacon ne doit pas être rempli totalement), puis dans le même niveau de prélèvement nous avons fermé hermétiquement et sans laisser de bulle d'air. Les échantillons ont été transportés à basse température (de 4 à 10 °C dans une glacière) depuis le terrain jusqu'au laboratoire.

3.3.2. Matériel utilisé

Nous avons utilisé le matériel classique d'un laboratoire de bactériologie: des étuves à 37, à 44 et à 22 °C, un bain Marie, des boites de Pétri, anse de platine, pipette Pasteur, bec Bunsen et des milieux de culture liquides et solides, ainsi que plusieurs réactifs (Annexe 03).

3.3.3. Recherche et dénombrement des germes totaux (GT)

- **Principe**

Cette méthode consiste à la recherche et le dénombrement des microorganismes revivifiables dans les eaux par comptage des colonies à 22 et à 37 °C.

- **Mode opératoire**

  - A partir de l'eau à analyser (Solution mère =1) et/ou des dilutions décimales 10^{-1} et 10^{-2}, porter aseptiquement 1 ml en double dans deux boites de Pétri vides, numérotées et préparées à cet usage comme l'indique le schéma ci-après.

- Compléter ensuite avec environ 19 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à 45 ± 2 °C.
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » sur une surface horizontale pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.
- Laisser solidifier les boites sur la paillasse puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose (TGEA). Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations externes diverses.
- Incuber une boite de chaque dilution à 37 °C et l'autre boite à 22 °C.

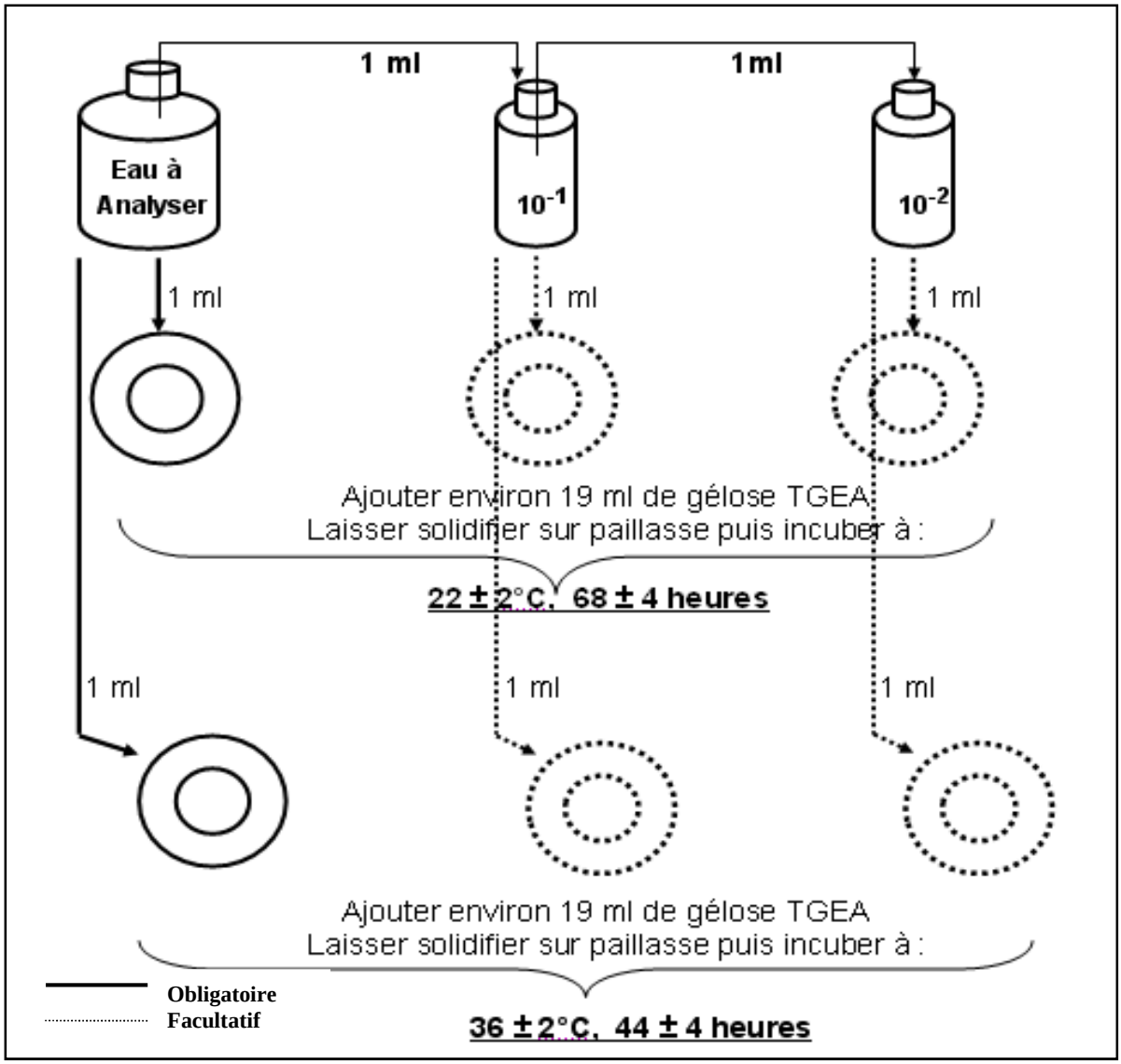

Figure 26 : Recherche et dénombrement des germes totaux.

- **Expression de résultat**

La lecture se fait après 24 heures et 48 heures à 37 °C et après 72 heures à 22 °C. Les colonies de microorganismes revivifiables apparaissent en masse sous formes lenticulaires et bien distinctes. Retenir les boites contenant moins de 300 colonies, au niveau de deux dilutions successives et dénombrer les colonies distinctes.

3.3.4. Recherche et dénombrement des Coliformes totaux, Coliformes fécaux et *E. Coli* en milieu liquide

- **Principe**

La recherche et le dénombrement des coliformes totaux et l'identification d'*E.coli* ont été effectués par la méthode de nombre le plus probable (NPP) appelée aussi la colimétrie. Elle consiste à ensemencer nombreuses prises d'essai d'un même échantillon ou/et de dilution celui-ci dans des tubes de milieu de culture (le BCPL), Le BCPL sert à mettre en évidence la fermentation du lactose par le virage d'un indicateur de pH au jaune.

Dans ce type de méthode, les bactéries se multiplient librement dans le milieu liquide. En cas de présence, l'ensemble du milieu liquide inoculé vire à la "positivité" (trouble ou virage de l'indicateur).

- **Mode opératoire**

La recherche et le dénombrement des Coliformes totaux, Coliformes fécaux et *E. Coli* en milieu liquide par la technique de NPP se fait en deux étapes consécutives :

- ✓ Étape présomptive : réserve à la recherche des Coliformes totaux ;
- ✓ Étape confirmative : réserve à la confirmation des Coliformes fécaux et d'E. *Coli*.

A. L'étape présomptive

- Nous avons préparé trois séries de tubes ; dont chaque tube contient 10 ml BCPL, à partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :
  - 03 fois 10 ml dans 03 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C munis d'une cloche de Durham.
  - 03 fois 1 ml dans 03 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C munis d'une cloche de Durham.

- 03 fois 0,1 ml dans 03 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C munis d'une cloche de Durham.

- Chassez l'air éventuellement présent dans la cloche de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- Incuber toutes les séries à 37 °C dans l'étuve pendant 48 h.

B. L'étape confirmative

Cette étape est basée sur la recherche de coliformes thermo-tolérant parmi lesquels on redoute surtout la présence d'Escherichia coli.

Les tubes BCPL trouvés positifs lors de présomption feront l'objet d'un repiquage dans des tubes contenants les milieux :

1 : BLBVB+ incubation 24h à 37 °C : confirmation pour les Coliformes totaux ;

2 : BLBVB+ incubation 24 h à 44 °C : confirmation pour les Coliformes fécaux ;

3 : Schubert + incubation 24 h à 44 °C et après ajouter quelque goutes de Kowacs : confirmation pour les *E. Coli*.

Chassez l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham.

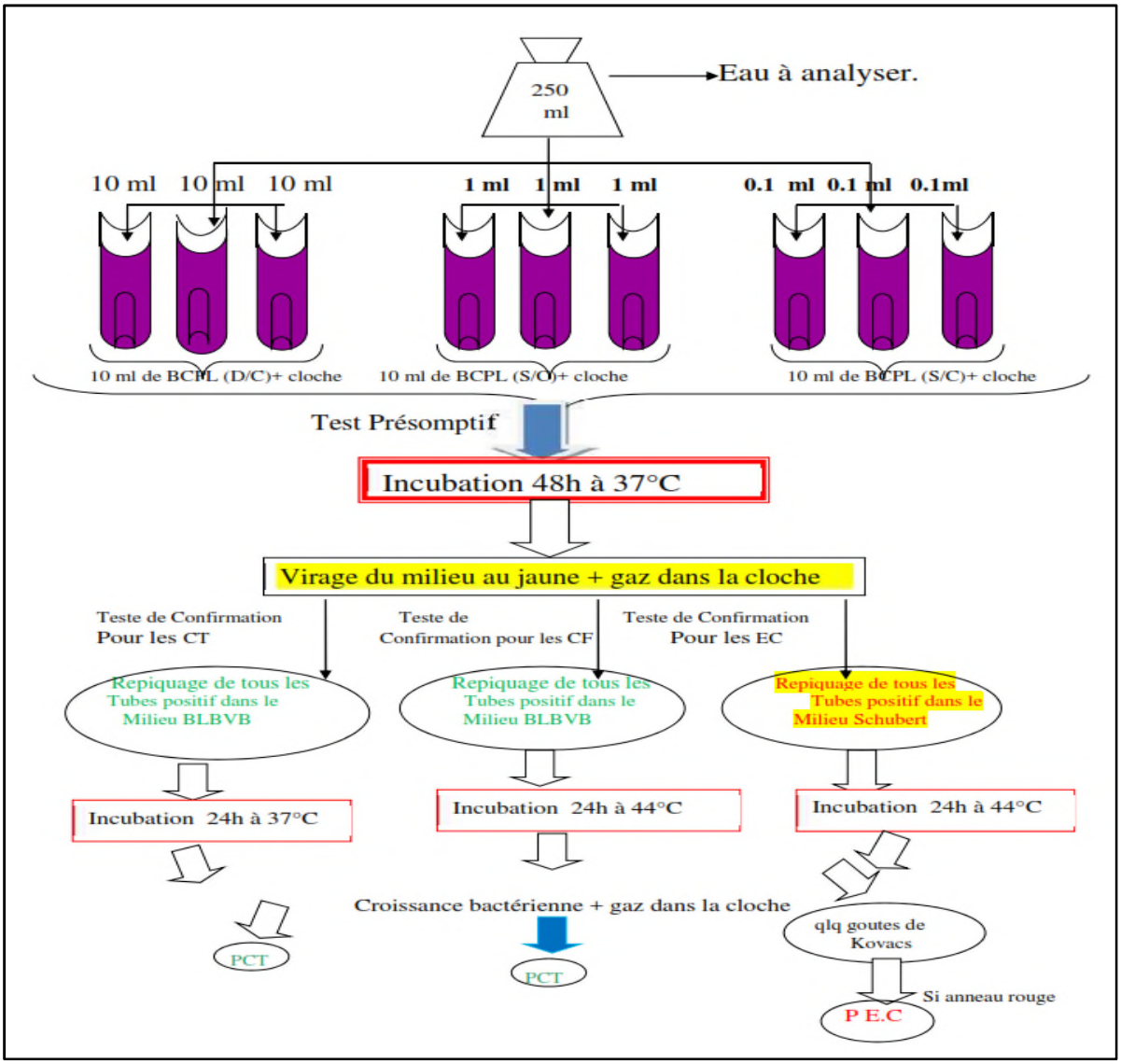

Figure 27: Recherche et dénombrement des Coliformes totaux, Coliformes fécaux et *E. Coli.*

- **Expression des résultats**

  - S'il y a fermentation du lactose avec production de gaz à 37 °C mais pas à 44 °C, conclure à la présence d'au moins un coliforme dans le tube initial.
  - S'il y a fermentation du lactose avec production de gaz à 44 °C et production d'indole, conclure à la présence d'au moins un *E.coli* dans le tube initial.
  - S'il y a fermentation du lactose avec production de gaz à 44 °C sans production d'indole, conclure à la présence d'au moins un coliforme thermo-tolérant dans le tube initial.

Le nombre des tubes positifs dans chaque série est reporté à la table de Mac Grady pour obtenir le NPP des coliformes présents dans 100 ml (Annexe 01).

3.3.5. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

- **Principe**

Cette méthode est consistée à la recherche et au dénombrement des entérocoques intestinaux ou streptocoques du groupe « D » de la classification de Lancefield, nommés aussi streptocoques fécaux dans les eaux.

- **Mode opératoire**

La recherche des Streptocoques fécaux se fait au milieu liquide par la technique du nombre le plus probable (NPP) cette technique ce fait appel à deux étapes consécutivement à savoir :

- ✓ Étape présomptive : en milieu de Rothe ;
- ✓ Étape confirmative : en milieu Eva-Litsky.

A. Etape présomptive

La recherche se fait en bouillon de Rothe par ensemencement d'une série de 09 tubes repartie en 03 séries suivant la dilution :

- 03 tubes contiennent 10 ml de bouillon de Rothe D/C avec 10 ml d'eau à analyser.
- 03 tubes contiennent 10 ml de bouillon de Rothe S/C avec 1 ml d'eau à analyser.
- 03 tubes contiennent 10 ml de boillon de Rothe S/C avec 0,1 ml d'eau à analyser.

Incuber toutes les séries à 37 °C dans l'étuve pendant 24 à 48 heures.

B. Étape confirmative

- Les tubes de Rothe trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans un tube contenant le milieu Eva litsky.
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait cette fois-ci à 37 °C, pendant 24 heures.

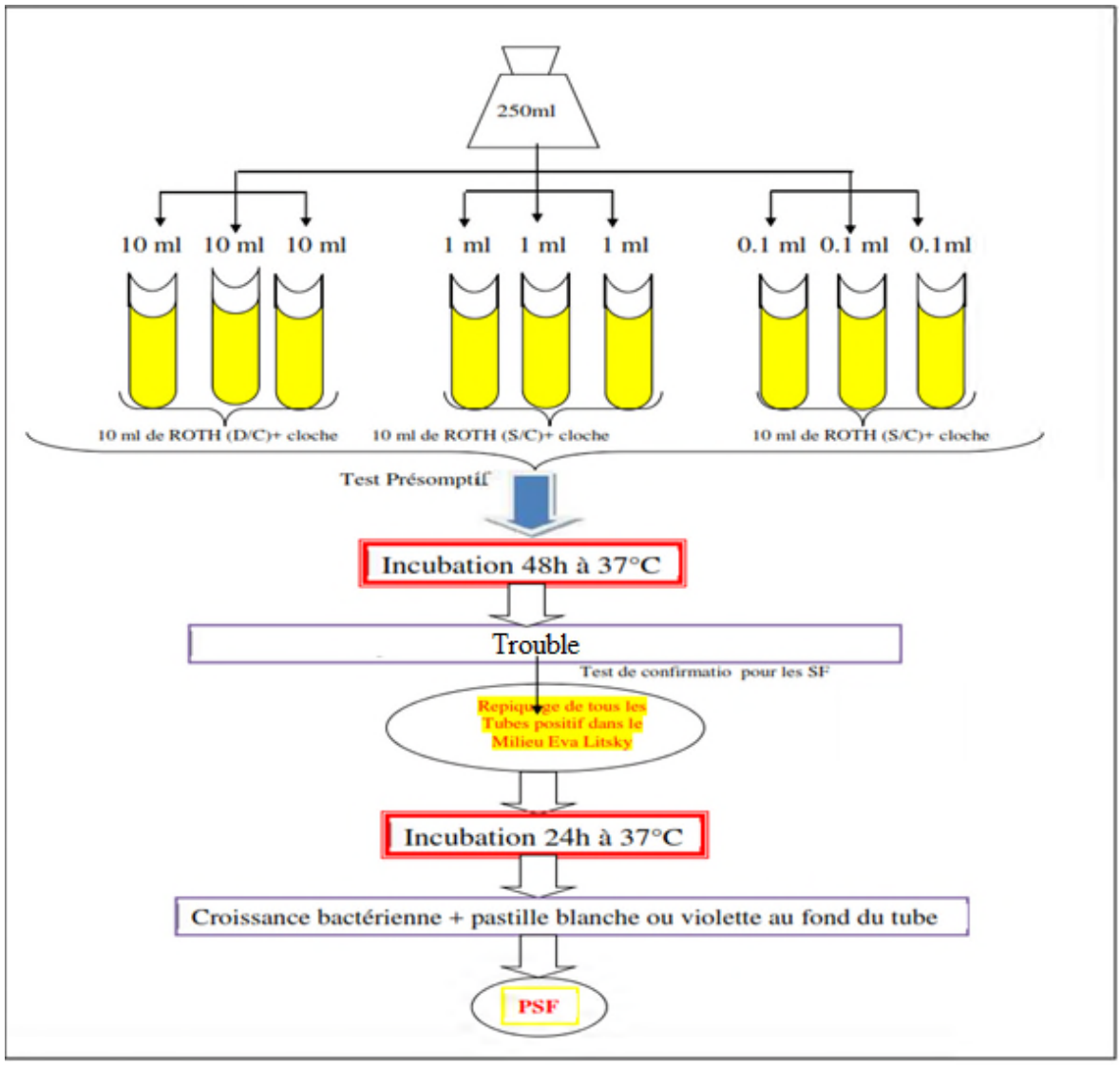

Figure 28: Recherche des Streptocoques fécaux.

- **Expression des résultats**

Dans le milieu Rothe les tubes considérés comme positifs sont les tubes pour lesquels nous observons un trouble du à une croissance bactérienne (streptocoques totaux).

Le milieu Litsky, la présence de streptocoques «D» se caractérise par l'apparition d'un trouble due au développement bactérien avec pastille violettes (blanchâtre) au fond des tubes. Le nombre des tubes positifs dans chaque série est reporté à la table de Mac Grady pour obtenir le NPP présentes dans 100 ml. (Annexe 01).

3.3.6. Recherche et dénombrement des *Clostridiums* sulfito-réducteurs

- **Principe**

Cette méthode consiste à rechercher, et dénombrer les spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices et de *Clostridium* sulfito-réducteurs dans les eaux, par incorporation en gélose en tubes profonds.

- **Mode opératoire**

Après l'avoir homogénéisé soigneusement, on introduit 20 ml d'eau à analyser dans un tube stérile et on place celui-ci dans un bain Marie à 75 °C pendant 15 minutes afin de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes, puis on le refroidit rapidement sous l'eau de robinet. La répartition du contenu de ce tube se fait dans 4 tubes stériles, à raison de 5 ml par tube. On fait couler dans chacun d'eux 20 ml de gélose VF, fondue puis on refroidit à 45 ± 1 °C, additionnée 1 ml de la solution de sulfite de sodium et 4 gouttes de la solution d'alun de fer. On mélange doucement sans incorporer de bulles d'air. On laisse ensuite solidifier sur la paillasse pendant 30 minutes environ et on incube à 37 °C pendant 24 à 48 h

- **Expression des résultats**

On considère comme résultat d'une spore de bactérie anaérobie sulfito-réductrice toute colonie noire entourée d'un halo noir. Le résultat est exprimé en nombre de spore par 20 ml d'eau à analyser.

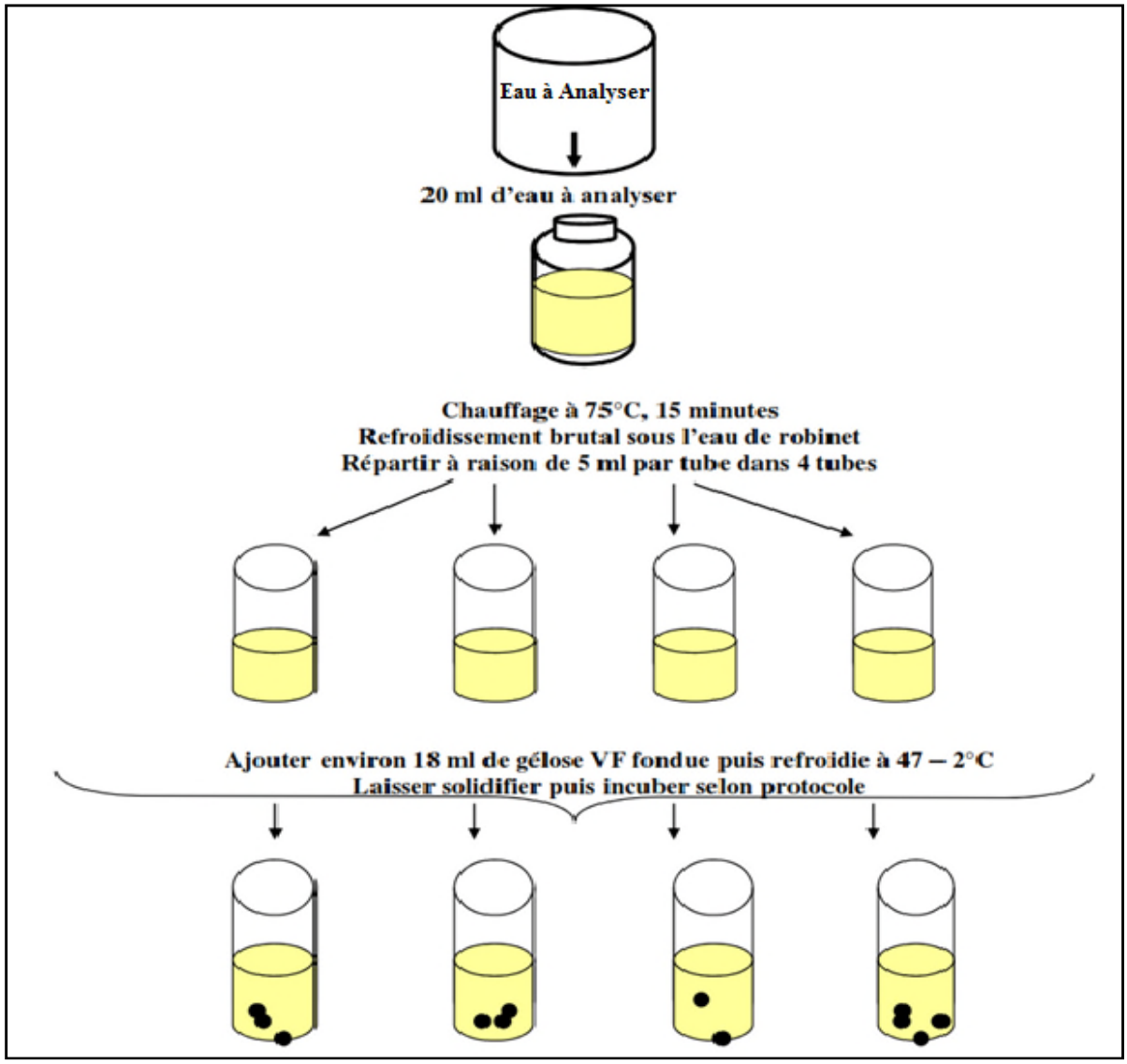

Figure 29 : Etapes suivies lors de la recherche et du dénombrement des *Clostridiums* sulfito- réducteurs.

3.3.7. Recherche d'autres germes pathogènes

- **Principe**

Les milieux utilisés sont : Hektoen, Salmonelle-Schigelle (SS), Chapman, et gélose nutritive (GN). Les milieux utilisés afin d'isoler les microorganismes sont la gélose nutritive qui est un milieu ordinaire permettant à la culture de la majorité des bactéries. Aussi nous avons utilisé la gélose de Hektoen qui est un milieu différentiel utilisé pour la détection des coliformes et des Entérobactéries pathogènes et dont elle permet leur croissance. Enfin, nous avons utilisé la gélose de Chapman qui est un milieu sélectif pour isoler les staphylocoques et empêcher la croissance des germes Gram négatif.

- **Mode opératoire**

Culture simple sur gélose ordinaire :

- Transférer l'échantillon à analyser sur le milieu ;
- Etaler l'inoculum en surface à l'aide d'un étaleur en verre stérile (Pipette pasteur)
- coder puis incuber les boites à 37 °C pendant 24 h.

- **Expression des résultats**

Observer les colonies et conclure la présence d'une flore bactérienne (bactéries peu exigeantes). Certaines colonies peuvent avoir des couleurs caractéristiques.

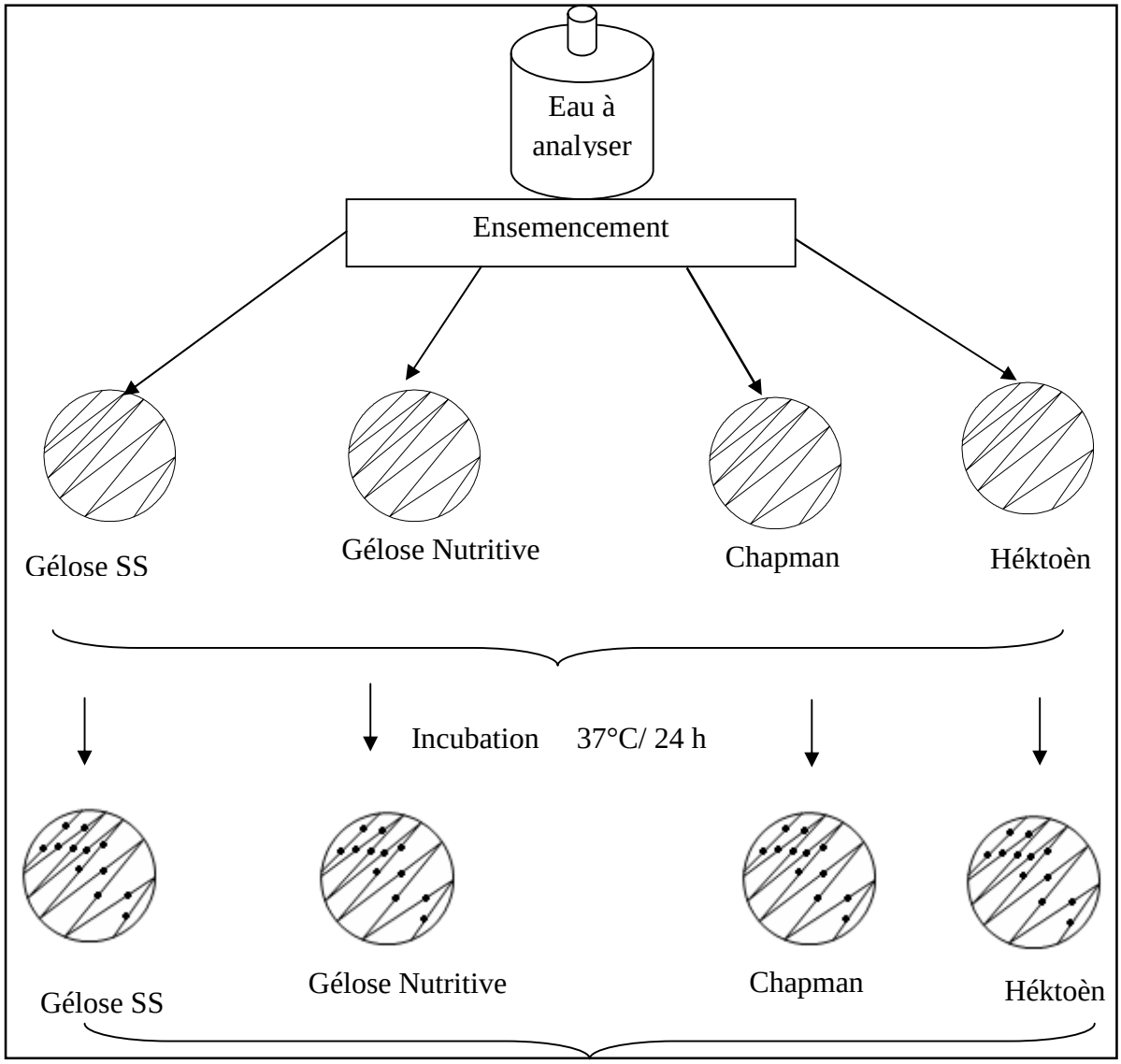

Figure 30 : Recherche des germes pathogènes.

4. Le dénombrement des oiseaux

4.1. Objectifs de l'étude

Le dénombrement des oiseaux d'eau se fait pour plusieurs raisons, comme d'obtenir des renseignements sur la dynamique des espèces sur différents niveaux que ce soit au niveau local, pour estimer les effectifs qui occupent un site, leurs fluctuations et les capacités d'accueil de l'écosystème, au niveau national pour connaître l'importance et le rôle des zones humides, préconiser les moyens à mettre en place pour élaborer des plans d'action et de conservation de ces écosystèmes. Le dénombrement des oiseaux a une grande importance sur le plan international dans l'estimation des populations régionales de plusieurs espèces et leur tendance (Blondel, 1969). Les objectifs majeurs fixés dans notre étude est de faire un inventaire régulier, D'estimer le nombre du Grand cormoran et de l'Héron garde-bœufs ayant fréquentés la station (1) de suivi (Forêt Medious) pour évaluer l'impact de leurs présence dans cette endroit durant la période qui s'est étalée depuis le mois d'Octobre 2015 jusqu'au mois d'Avril 2016.

4.2. Techniques de dénombrement des oiseaux d'eau

De nombreuses méthodes et techniques sont employées pour permettre de suivre au mieux les dénombrements des oiseaux. Ces dernières se heurtent toujours à des multiples facteurs liés à la biologie de ces oiseaux et aux transformations physionomiques que subissent les biotopes aux rythmes des saisons et des années (Blondel, 1969 ; Lamotte et Bourliere, 1969). Ainsi, une différence entre le nombre d'oiseaux observés et celui réellement présents existe presque toujours (Houhamdi, 2002 ; Houhamdi et Samraoui, 2002). Cependant, des méthodes répondent à cet objectif à savoir : la méthode relative et la méthode absolue. Le dénombrement des oiseaux d'eau fait beaucoup plus appel à cette dernière. La méthode absolue présente différentes variantes et le choix de l'une ou de l'autre dépend de :

- La taille du site.
- La taille de la population des oiseaux à dénombrer.
- L'homogénéité de la population (Schricke, 1982 *in* Metallaoui, 2010).

Différents procédés sont utilisés pour le dénombrement des Grands cormorans et de l'Héron garde-bœufs, à savoir les procédés photographiques, l'estimation visuelle de la taille des bandes (Schricke, 1982).

La combinaison des deux moyens est plus avantageuse lors de l'estimation des bandes d'oiseaux (Tamisier et Dehorter, 1999 *in* Metallaoui, 2010).

4.2.1. Matériel

Pour le dénombrement des deux oiseaux d'eau (du Grand cormoran et de l'Héron garde bœufs) au niveau de la station (1) nous avons utilisé :

- Un Télescope, «Optolyth» (20 X 60) ;
- Une paire de jumelles (12 X 50) ;
- Un carnet (pour prendre des notes) ;
- Un guide d'identification des oiseaux (Oiseaux d'Europe d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient) (Heinzel et *al*., 2014) ;
- Un appareil photo numérique.

4.2.2. Méthodes utilisée lors de notre étude

Pour exploiter au mieux le recensement des peuplements d'oiseaux d'eau, nous avons, à l'aide d'une paire de jumelle et d'un télescope, utilisés selon le cas les méthodes suivantes :

- Si le groupe d'oiseau d'eau est situé à une distance inférieure 200 mètres et compte un effectif ne dépassant pas 200 individus, nous avons procédés à un comptage individuel des oiseaux bien sûrs après leurs identifications (La méthode absolue).
- Par contre, si la taille du peuplement est supérieure à 200 individus ou si le groupe se situe à une distance très éloignée (plus des 200 mètres), nous procédons à des estimations visuelles (la méthode relative). Nous divisions ainsi le champ visuel en plusieurs bandes, nous comptons le nombre d'oiseaux dans une bande moyenne et nous reportons autant de fois que de bandes (Blondel, 1969; Lamotte et Bourliere, 1969).

  D'après la littérature scientifique, cette méthode est la plus utilisée pour le dénombrement et le suivi de l'avifaune aquatique et présente une marge d'erreurs estimée entre 5 et 10 %. Elle dépend essentiellement de l'expérience de l'observateur, de la nature du terrain a étudié et de la qualité du matériel utilisé (Houhamdi, 2002).

5. Traitement des données

5.1. Analyses statistiques uni variées

Nous avons calculé pour chaque variable les paramètres de base qui sont les statistiques descriptives : la moyenne et les valeurs maximales et minimales.

5.2. Test de chi-deux (χ^2) pour un échantillon :

Le test d'indépendance du chi-deux vise à déterminer si deux variables observées sur un échantillon sont statistiquement différents. Les variables étudiées sont des variables quantitatives. En termes de valeur-p, l'hypothèse nulle (La différence est statistiquement significatif) est généralement rejetée lorsque $P > 0,05$ (Zarrouk, 2012).

Chapitre III : Résultats et discussions

1. Nombre d'oiseaux et estimation de la charge en éléments nutritifs (Azote et phosphore) déposés

Un grand nombre d'Héron garde-bœufs (HGB) et de Grand cormoran (GC) a été enregistré au niveau de la forêt Medious (Station 1) durant la période d'étude. Les maxima ont été observés au mois de novembre avec 1800 individus pour le GC et au mois de janvier avec 3500 individus pour l'HGB (Figure 31). Pour la première espèce ce nombre correspond à l'arrivée massive des hivernants qui utilise cet endroit comme lieu de gagnage et de repos (Chebbah, 2015) et pour la deuxième espèce cet endroit constitue un excellent dortoir surtout en hiver (Dib, 2015) grâce aux conditions climatiques favorables (L'eau du barrage et la forêt limitrophe contribuent à l'atténuation de l'agressivité du froid dans cet endroit) par rapport aux autres régions de la wilaya de Mila.

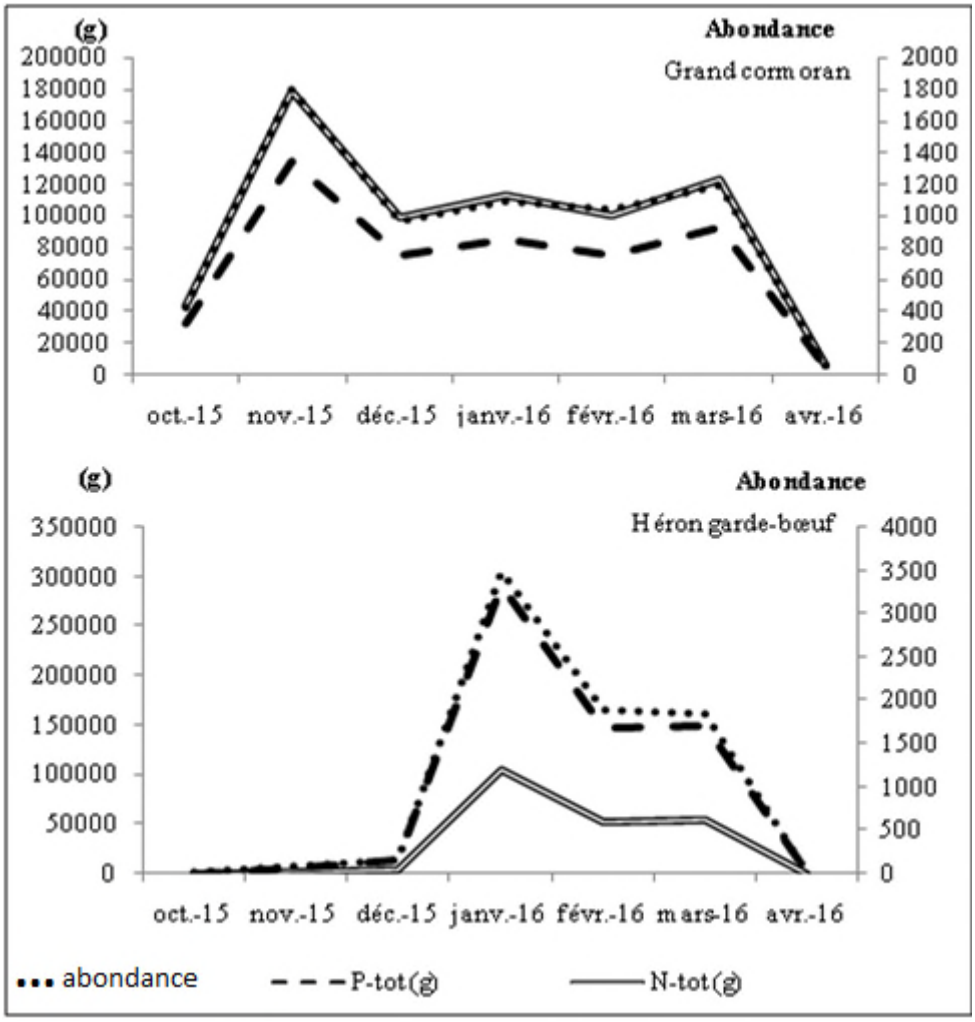

Figure 31: Variation mensuelle de nombre de l'Héron garde-bœufs et du Grand cormoran avec la quantité de la charge totale en éléments nutritifs (Azote et Phosphore).

L'examen de la figure (31), montre qu'il y a une variation proportionnelle entre les quantités des deux éléments nutritives (N-tot et de P-tot) et l'abondance des deux espèces. La quantité totale du phosphore et d'azote excrétée par les deux oiseaux dans l'eau durant la période d'étude est estimée respectivement à 1113,66 kg et 885 kg. La grande quantité de ces deux éléments a été déposée en hiver (Figure 31). Les oiseaux ont des métabolismes très rapides produisant ainsi une grande quantité de matière fécale dans l'endroit où sont concentrés. L'enrichissement des eaux et des sols par une quantité très importante de nutriments constitue une des grandes menaces à l'intégrité des écosystèmes. Les conséquences sont nombreuses, parmi elles figurent les changements structuraux (biocénose) et fonctionnels (processus écologiques) dans les écosystèmes aquatiques (Prolifération des algues, Eutrophisation et toxicité du milieu) (Gwiazda1 et *al*., 2014).

2. Comparaison de la qualité physico-chimique des stations suivies

L'analyse des paramètres physico-chimiques d'une eau de surface est primordiale pour évaluer sa qualité. Elle nous informe sur la localisation et l'évaluation d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble des paramètres (Tableau 05).

Tableau 05 : Valeurs moyennes obtenues (au total 04 sorties) et les statistiques de différence (Teste chi-deux pour un échantillon et la valeur-p) des paramètres physico-chimiques analysés de l'eau de la station affectée (Medious 1, 2 et 3) et la station de référence (La digue).

Paramètres Mesurés	Medious 1	Medious 2	Medious 3	La digue	X^2	P-value
T °C	11,03	11,70	11,75	12,07	0,04	0,99
pH	7,65	7,51	7,92	7,85	0,01	0,99
CE (µS/cm)	1334,67	1339,33	1317,50	1216,00	**7,75**	**0,04**
Salinité (‰)	0,63	0,63	0,65	0,63	0,00	0,99
Turbidité (NTU)	10,14	10,25	8,10	2,54	5,06	0,16
NO_2^- (mg/l)	0,12	0,02	0,06	0,05	0,08	0,9
NO_3^- (mg/l)	8,64	12,68	7,36	5,83	2,99	0,39
PO_4^{-3} (mg/l)	142,01	0,36	0,05	0,01	**423,95**	**0,00**
SO_4^{-2} (mg/l)	158,95	154,45	157,28	123,19	5,80	0,12
RS (mg/l)	883,67	699,33	940,50	2064,75	**1006,23**	**0,00**
MO (mg/l)	3,75	2,50	3,11	2,75	0,29	0,96
TAC (mg/l)	194,79	189,30	186,66	180,97	0,52	0,91
TDS (mg/l)	667,67	669,67	659,00	608,00	3,89	0,27
Ca^{+2} (mg/l)	85,60	69,76	77,75	76,42	1,63	0,65
Mg^{+2} (mg/l)	53,03	57,03	61,24	33,29	**8,97**	**0,02**
Cl^- (mg/l)	151,95	148,19	153,16	133,93	1,59	0,66

D'après les résultats obtenus, il semble qu'il n'existe pas une différence significative de la qualité physicochimique globale entre les points suivis, la plupart des paramètres analysés sont proches et se diffèrent légèrement (Tableau 05). Seulement quatre paramètres, **Conductivité ; PO_4^{-3} ; RS et Mg^{+2}** qui montrent une différence significative ($p< 0,05$) entre les trois points de la station affectée et la station de référence :

- Les valeurs de **Conductivité** sont très élevées dans les prélèvements d'eau de la station affectée par rapport à la station de référence. La variation de ce paramètre est

proportionnelle à la quantité des sels minéraux dissous dans l'eau et sa mesure permet d'évaluer rapidement la minéralisation globale de l'eau (Rodier, 1984). Elle permet aussi d'avoir une idée sur la salinité de l'eau. Une conductivité électrique élevée traduit soit des pH anormaux, soit une salinité élevée (Rodier et *al*, 2005), donc elle est signe de pollution d'un écosystème aquatique.

- Les valeurs de $\mathbf{PO_4^{-3}}$ sont aussi très élevées dans les prélèvements d'eau de la station affectée par rapport à la station de référence. Les phosphates sont la forme de phosphore assimilable par les plantes. Ce sont des éléments nutritifs essentiels au métabolisme des organismes. En effet, le phosphore joue un rôle important dans l'accumulation et les transferts d'énergie. Cependant, à des teneurs trop élevées, ils peuvent générer des phénomènes d'eutrophisation qui à terme, asphyxient les lacs et les rivières car ils favorisent la croissance algale (Gaujous, 1995). Le phosphore est naturellement présent dans les eaux superficielles en faible concentration, compte tenu de son importance dans la constitution des êtres vivants. Il joue souvent, vis-à-vis de leur développement, le rôle de "facteur limitant".
- Les valeurs des $\mathbf{Mg^{+2}}$ elles même sont très élevées dans les prélèvements d'eau de la station affectée par rapport à la station de référence. Le magnésium est un constituant de nombreux minéraux et roches, en particulier la dolomie (carbonate double de calcium et de magnésium). Il provient également de la dissolution d'autres roches dans les eaux continentales (basalte, magnésites, argiles… etc.). Les eaux magnésiques se forment lorsqu'elles circulent sur des substrats dont les roches sont riches en cet élément (Ramade, 2002).
- Parmi ces paramètres qui ont fait la différence, seulement les **RS** sont très élevés dans la station référence par rapport à la station affectée. Le résidu sec est la quantité de la matière solide dans l'eau, autrement dit, la somme des matières en solution et en suspension. Ces dernières donnent à l'eau sa couleur brunâtre et parfois sombre, qui conditionne la pénétration de la lumière dans le milieu influençant ainsi la faune et la flore aquatique.

Il est admet que dans la contribution de la teneur en nutriment, les fèces d'oiseaux ont peu d'impact en comparaison de toutes les autres sources telles que l'agriculture et l'assainissement des eaux usées. Mais une augmentation des grandes quantités des fientes observées au niveau de la surface occupée par le GC et l'HGB (Station affectée) est en partie responsable à la variation de certain de ces paramètres physico-chimiques. L'impact

des déjections des oiseaux est principalement dû à leur forte teneur en Guano qui est principalement composé selon Thenard (2004) de :

- D'acide urique, qui en fait le quart (1/4), et qui est en partie sature en ammoniaque et chaux ;
- D'acide oxalique saturé en partie en ammoniaque et par la potasse ;
- D'acide phosphorique ;
- Petite quantité de Sulfate de Potasse et de chlorure ;
- Un peu de matière grasse.

De nombreuses études, réalisées dans des milieux faiblement anthropisés et exposés à la présence de grand regroupements d'oiseaux, au Canada et aux Etats-Unis notamment, mettent en évidence des dégradations de la qualité sanitaire des milieux aquatiques suite à des pollutions fécales d'origine aviaire (Serais, 2009). Les excréments des oiseaux migrateurs ont un plus ou moins gros impact sur les concentrations en phosphore que sur les nitrates en raison de leurs habitudes alimentaires. Le réseau de surveillance du département de protection environnemental de New-York a mis en évidence une relation significative entre la présence d'oiseaux perchés (Cormorans et Hérons) en effectifs denses en différents site du réservoir d'eau douce et les niveaux élevés de phosphore mesurés dans les échantillons d'eau prélevés au niveau de ces sites.

2.1 .Description des autres paramètres physico-chimiques

Les 12 paramètres qui restent (Tableau 05) ne présentent pas des différences significatives entre les différents points de prélèvement. Ils sont figurés ci-après justes pour avoir une idée sur la qualité globale du barrage de Beni Haroun.

- **La Température :** L'analyse de ce paramètre est très importante, car il conditionne de nombreux paramètres, tels que la conductivité électrique, l'oxygène dissous et le pH, ainsi que les réactions de dégradation et minéralisation de la matière organique. L'élévation de la température s'accompagne toujours d'une modification des propriétés de l'eau, la densité et la viscosité (Rodier et *al.*, 2005). Les valeurs moyennes des températures de l'eau sont légèrement variables entre les points suivis. La température de l'eau dépend essentiellement de celle du milieu ambiant, et elle est proportionnellement variable avec le climat.

- **Le potentiel d'hydrogène (pH) :** Le pH est un paramètre qui mesure le degré d'acidité ou d'alcalinité des écosystèmes aquatiques. Un pH compris entre 6 et 9 permet un développement à peu près correct de la faune et de la flore aquatique (Sahli, 2002). Nos résultats montrent que le pH présent des valeurs légèrement alcalines dans toutes les stations.
- **Salinité :** Elle traduit le caractère salin de l'eau. Elle est proportionnelle à la conductivité électrique. Elle dépend de la température, de la concentration et types d'ions présents (Hem, 1985). Une salinité faible a été enregistrée dans toutes les stations.
- **Turbidité :** Elle désigne la teneur de l'eau en matières qui le troublent. Dans les retenues d'eau, elle est généralement causée par les particules colloïdales qui absorbent, diffusent et/ou réfléchissent la lumière dont le limon, l'argile, les matières organiques et inorganiques en fines particules. Des faibles valeurs de Turbidité ont été enregistrées dans toutes les stations.
- **Les Nitrites** (**NO_2^-**) **:** Ou azotes nitreux, représentent une forme moins oxygénée et moins stable. C'est un passage entre les nitrates et l'ammonium, c'est une forme toxique. Les nitrites sont répandus dans le sol, les eaux et dans les plantes mais en quantités relativement faibles. Dans les eaux de surface les teneurs de nitrite excédent rarement 0,1 mg/l, (Aissaoui, 2013), ces valeurs ne sont pas franchies dans toutes les stations.
- **Les Nitrates (NO_3^-) :** Représentent la forme la plus oxygénée de l'azote, c'est une forme très soluble. Sa présence dans l'eau est liée à l'utilisation des engrais chimiques et les rejets domestiques (Aissaoui, 2013), Les teneurs en nitrates des eaux analysées sont importantes dans toutes les stations.
- **Sulfates (SO_4^{-2}) :** Composés naturels des eaux, sont liés aux cations majeurs : calcium, potassium et sodium (Melghit, 2009). La concentration en ions sulfates des eaux naturelles est très variable. Si elle dépasse 30 à 50 mg/l, les zones donc contenant des grandes quantités du gypse surtout lorsque le temps de contact avec la roche est très élevé. C'est le cas de nos résultats, toutes les stations dépassent 100 mg/l (Tableau 05).
- **Matière oxydable (MO) :** C'est la partie non encore décomposée de la pollution organique (matières vivantes mortes ou déjections d'organismes vivants). Elles sont donc naturellement présentes dans l'eau. La MO peut se rencontrer dans l'eau soit dissoute, soit sous forme particulaire visible. Des faibles teneures en matière organique ont été enregistre dans tous les points suivis.

- **Alcalinité (TAC)** : Elle correspond à sa capacité à réagir avec les ions hydrogène (H^+) qui est due à la présence des ions hydrogénocarbonates (HCO_3^-), carbonate (CO_3^{2-}) et hydroxydes (OH^-). Une forte alcalinité a été enregistre dans toutes les stations.
- **Taux des sels dissous (TDS) :** C'est la quantité de substance minérale dans l'eau. La concentration des TDS dans l'eau varie considérablement dans différentes régions géologiques à cause de la différence de solubilité des minéraux (Ramade, 2002). Les valeurs obtenues sont très élevées, elles dépassent les 600 mg/l dans toutes les stations.
- **Le Calcium (Ca^{+2}) :** Est un élément de la dureté. Il existe surtout à l'état de bicarbonates et en quantités moindres sous forme des sulfates, chlorures … etc. (Rodier et *al.,* 2005). La teneur en calcium des biotopes terrestres ou limniques présente une importance écologique majeure (Ramade, 2002), Les teneurs en calcium des eaux analysées sont importantes dans toutes les stations.
- **Chlorure ($C l^-$) :** Sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sel de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux (Makhoukh et *al*., 2011). Les teneurs en chlorures des eaux analysées sont très importantes dans toutes les stations.

3. Evolution temporelle des paramètres physico-chimique et du nombre des oiseaux au niveau de la forêt Medious (Station affectée)

L'évolution mensuelle du nombre des oiseaux (GC et HGB) est influencée par leur caractéristique phénologique, on observe une nette tendance à augmenter depuis octobre jusqu'à avril (Figure 32). Cette augmentation du nombre ne semble pas qu'il affecte la variation mensuelle de l'ensemble des paramètres physico-chimiques puisque on n'observe pas la même tendance à l'augmentation des concentrations de ces paramètres. Cette situation est peu être expliquée par la variation mensuelle du climat (Précipitation), dont l'apport des pluies qui augmente quand on se dirige vers l'hiver participe à la dilution des eaux des points suivis se qui conduit à l'amélioration de la qualité globale des eaux analysées en atténuant ainsi l'impact de la présence de ce grand nombre d'oiseaux.

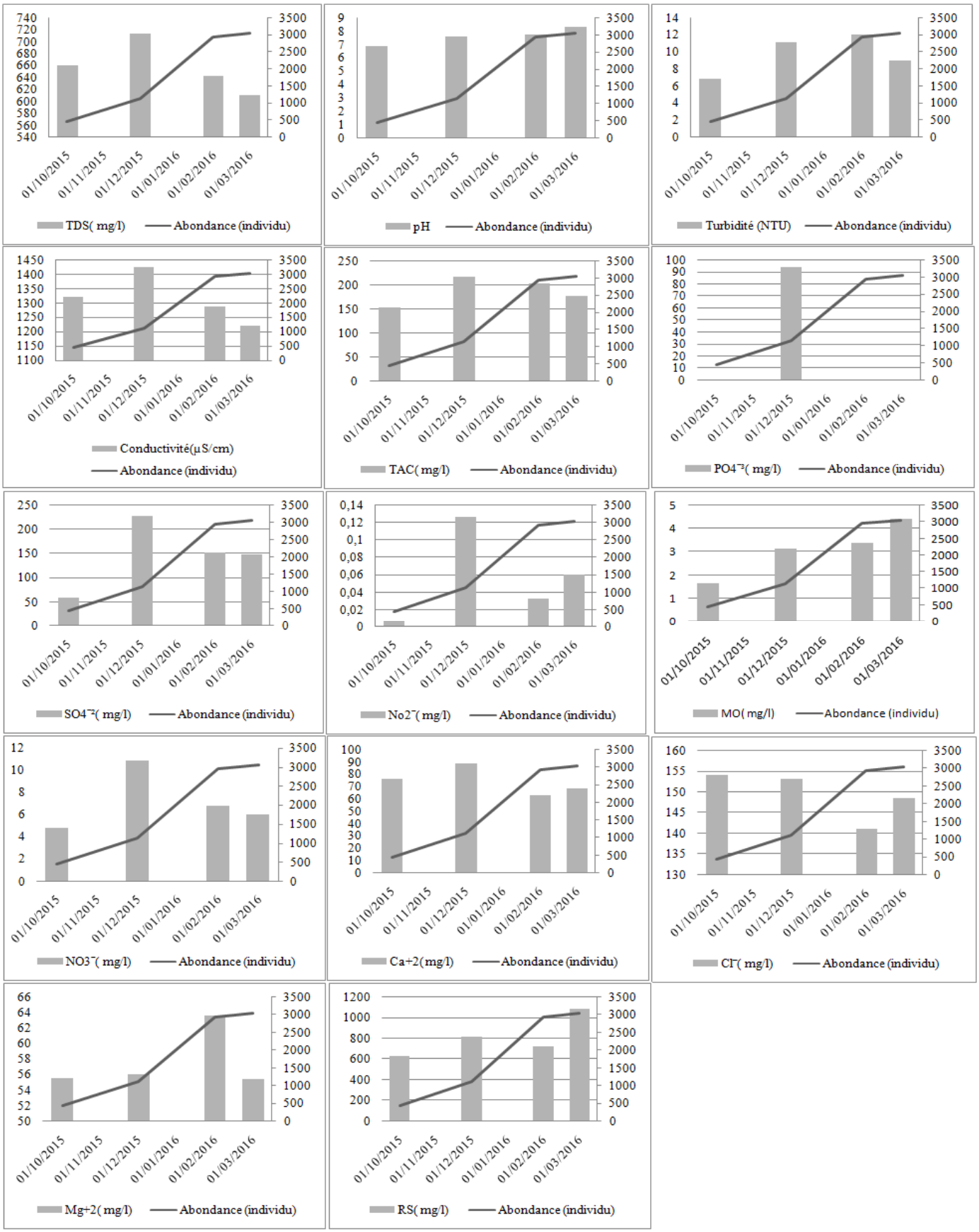

Figure 32: Evolution temporelle des paramètres physico-chimiques et du nombre des oiseaux au niveau de la forêt Medious (Station affectée).

4. Comparaison de la qualité microbiologique des stations suivies

Le dénombrement des bactéries consistent à rechercher des germes aérobies, c'est-à dire se développant en présence d'oxygène et à température ambiante. Des indications sur leur concentration ne permettent pas de conclure quelle est la qualité d'une eau mais simplement de dire si elle est chargée ou non.

La présence des Coliformes fécaux, des Streptocoques fécaux ou des Staphylocoques, Salmonelles et Schigelles indiquent une contamination de l'eau par des matières fécales. En tous cas, les mesures doivent être prises pour interdire la consommation de l'eau et en assurant le traitement (Rodier, 1996).Car ces microorganismes nocifs peuvent générer des maladies graves dans le cas de contact ou d'ingestion de l'eau qui en est porteuse (Paul, 1998). A l'issue d'une évaluation bactériologique de la qualité de l'eau pour les sites suivis Nous avons dressé un tableau descriptif des principaux résultats de l'analyse microbiologique de chaque station (Tableau 06).

Tableau 06 : Valeurs moyennes obtenues (au total 04 sorties) et les statistiques de différence (Teste chi-deux pour un échantillon et la valeur-p) des paramètres microbiologiques analysés de l'eau de la station affectée (Medious 1, 2 et 3) et la station de référence (La digue).

Espèces bactériennes	Medious 1	Medious 2	Medious 3	La digue	X^2	P-value
Coliformes totaux (UFC /100 ml)	535	507	654	254	174,01	**0,00**
Coliforme fécaux (UFC /100ml)	93	830	1100	7	1728,81	**0,00**
Streptocoque fécaux (UFC /100ml)	11	423	325	10,5	709,46	**0,00**
***E.coli* (UFC /100ml)**	1200	1300	1200	1	2337,91	**0,00**

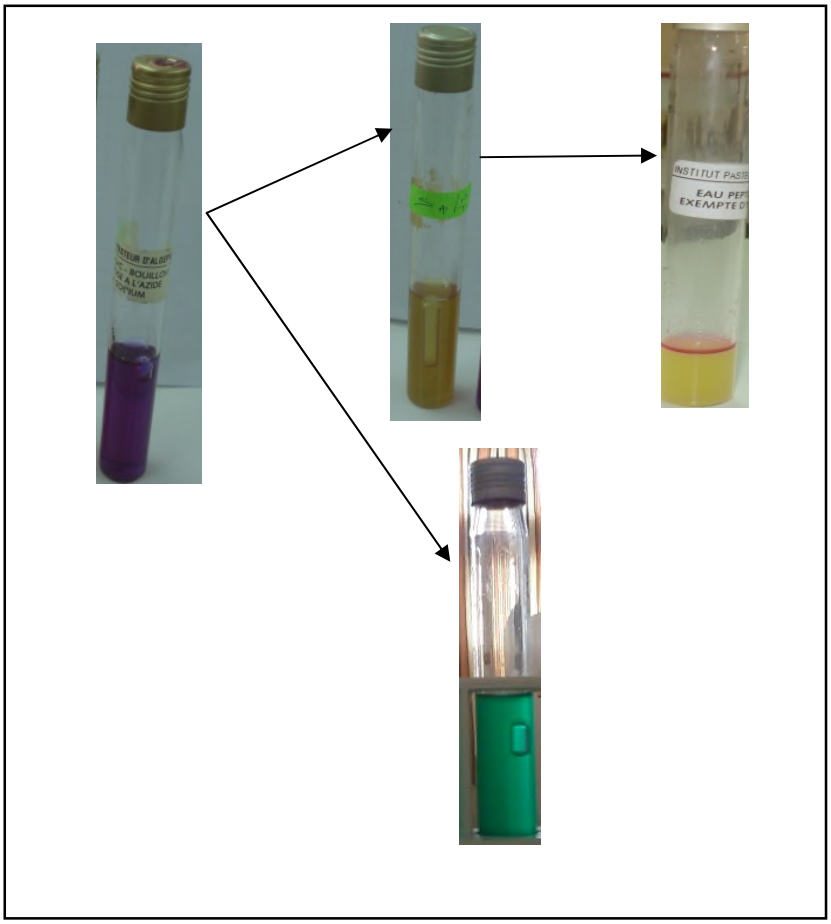

Figure 33: Résultat de la recherche des coliformes totaux, fécaux et *E.coli*.

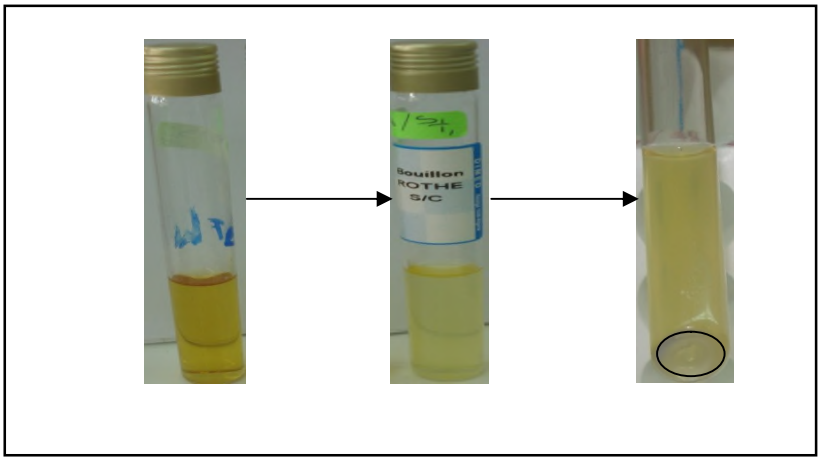

Figure 34: Résultat de la recherche des streptocoques fécaux.

Les résultats obtenus montrent une différence très hautement significative la P-value <<0,05 entre les points suivis pour tous les paramètres analysés (Tableau 06). La station fréquentée par les oiseaux avec ces trois points contient les valeurs les plus élevées des

Coliformes totaux, Coliformes fécaux, *E.coli* et Streptocoques fécaux par rapport à la station non affectée :

- **Coliformes totaux** existent dans les matières fécales de l'homme et de l'animal mais peuvent également se développer dans certains milieux naturels (sol, végétation). Leur absence ne signifie pas nécessairement que l'eau ne présente pas de risque pathogène (Abdi et *al*., 2014).
- **Les Coliformes fécaux** sont des bactéries habituelles du tube digestif de l'homme et des animaux. La présence des bactéries coliformes dans un milieu signifie forcement sa fréquentation nocturne par des animaux (Rodier, 2010). La présence de ces coliformes thermo-tolérants dans l'eau doit faire sérieusement soupçonner une contamination d'origine fécale.
- **Streptocoques fécaux** sont associés aux coliformes fécaux, ils sont considérés comme un bon indicateur de pollution, aussi utilisés comme indicateurs d'efficacité de traitement, car ils sont nettement plus résistants que les coliformes et autres entérobactéries pathogènes (Rodier, 2010).Le nombre de Streptocoque dans l'eau est étroitement lié à la quantité et à la concentration de la matière fécale dans cette eau. Ces bactéries sont très sensibles aux variations physico-chimiques du milieu (Rodier, 2010).
- ***E. coli*** est une bactérie qui fait partie du groupe des coliformes totaux et constitue le seul membre de ce groupe que l'on trouve exclusivement dans les matières fécales des humains et des animaux. Sa présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales. (Rodier, 2010).

La présence de ces bactéries au niveau de la station affectée est sans doute liée à la fréquentation de cet endroit par un grand effectif de GC et de HGB. De nombreuses études, réalisées dans des milieux faiblement anthropisés et exposés à la présence de grand regroupements d'oiseaux, au Canada et aux Etats-Unis notamment, mettent en évidence des dégradations de la qualité sanitaire des milieux aquatiques suite à des pollutions fécales d'origine aviaire.

Dans le comité de Westchester, le réseau de surveillance du département de protection environnemental de New-York a mis en évidence une relation significative entre la présence d'oiseaux perchés en effectifs denses en différents sites du réservoir d'eau douce de Kensico et les niveaux élevés des coliformes fécaux mesurés dans les échantillons d'eau prélevés au niveau de ces sites, alors que dans les sites où les oiseaux ne sont pas présents, les dénombrements des coliformes fécaux sont inférieurs à 1 UFC/100ml

(Serais, 2009). Les investigations menées montrent une corrélation significative entre le nombre des oiseaux et le nombre d'Escherichia coli présente dans l'eau. Une étude menée sur la qualité de la rivière Rideau en Ontario, en aval et en amont de l'un des nombreux ponts qui franchissent la rivière et sur lesquels résident des oiseaux (Pigeons, Canards, Goélands, Cygnes et Cormorans), a permis de montrer la contribution des oiseaux pendant la saison sèche à la charge en coliformes fécaux de la rivière, elle représente entre 17 et 35 % de la charge totale (Serais, 2009).

4.1. Autres germes pathogènes

Le tableau (07) récapitule les résultats de dénombrement d'autres germes pathogènes (Germes florales, *Salmonella*, *Schigella*, *Staphylococcus aureus***,** *Clostridium* sulfito- réducteurs(CSR)).

Tableau 07 : Evaluation des autres germes pathogènes.

Espèces bactériennes	**Medious 1**	**Medious 2**	**Medious 3**	**La Digue**
Flore Totale (FMAT)	Tapis	Tapis	Tapis	Tapis
Salmonella, Schigella	+	+	+	+
Staphylococcus aureus	+	+	+	**-**
***CSR* (UFC /20ml)**	**-**	**-**	**-**	**-**

Les germes d'origine fécale peuvent être recherchés pour confirmer le danger mis en évidence par leur présence, ainsi que d'autre germes d'origine non fécale dont leur risque ne peut être mis en évidence que par la recherche des germes pathogènes tel que : *Staphylococcus aureus, Salmonella, Shigella,* …etc. Ces germes sont souvent présentent en faible concentration dans l'eau et peuvent se développer en culture ; l'identification des colonies est basée essentiellement sur l'observation macroscopique. Les résultats obtenus dans le tableau au dessus (Tableau 07) montrent la présence de ces trois espèces dans les deux stations sauf *Staphylococcus aureus* qu'est absente dans la station référence (la digue).

La flore mésophile aérobie totale est l'ensemble des micro-organismes aptes à se multiplier à l'air aux températures moyennes, plus précisément ceux dont la température optimale de croissance est située entre 25 et 40 °C. Ils peuvent être des micro-organismes pathogènes ou d'altération.les résultats montrent la présence de ces espèces avec un grand nombre qu'ils sont représentés un indicateur sanitaire.

Pour les *Clostridium* sulfito- réducteurs les résultats négatifs obtenus (Tableau 07) montrent l'absence de ces espèces d'origine fécale qu'ils sont responsable des maladies graves telles le botulisme et le tétanos.

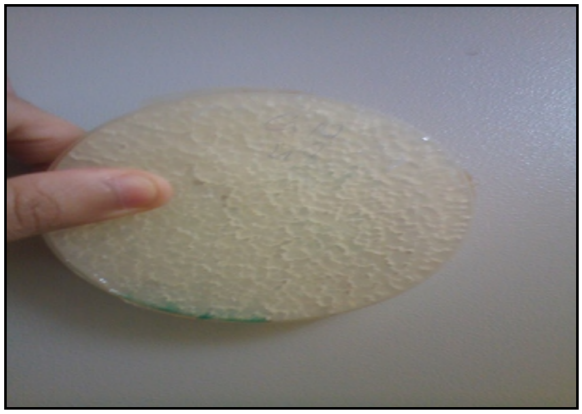

Figure 35 : Aspect macroscopique des colonies sur milieu GN à 37 °C.

Figure 36 : Aspect macroscopique des colonies sur milieu Hektoen et sur milieu SS à 37 °C.

Figure 37 : Aspect macroscopique des colonies sur milieu Chapman à 37 °C.

5. Evaluation d'autres impacts de la présence de ces oiseaux

5.1. Impact sur la forêt Medious

Plus de la moitié (64,31%) de la surface totale de la forêt Medious est affectée par les déjections et/ou la présence de ces oiseaux (GC et HGB).

Figure 38 : Photos représentatifs de l'influence des deux espèces sur la forêt de Medious (photos personnel).

5.1.1. Impact sur les arbres

Le Grand cormoran et l'Héron garde-bœufs ont un impact directe sur les arbres de la forêt de Medious, on observe que les arbres sont couvertes par une couleur blanche, cette couleur est les excréments de ces deux espèces où ils ont utilisé ces arbres comme un dortoir pour les HGB et un lieu de repos pour les GC.

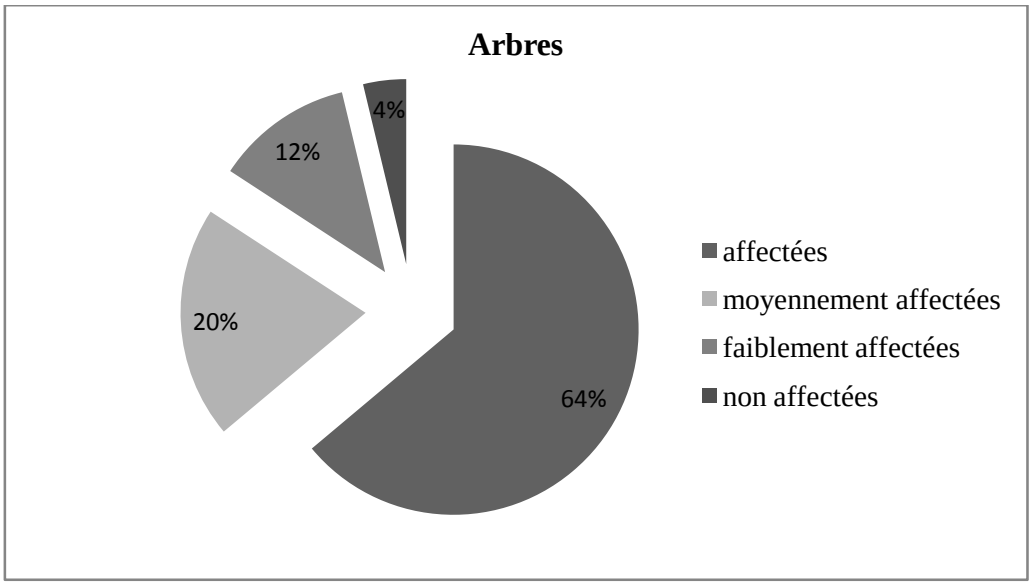

Figure 39: Le degré d'affectation par les excréments des GC et de HGB sur les arbres de la forêt Medious.

L'examen de figure (39) montre que les excréments des deux espèces étudiées couvrent les arbres de cette forêt d'une façon différente. La plus part des arbres 64% sont fortement affectée par ces déjections. Les autres portions sont moyennement à faiblement affectées. Enfin, peu d'arbre 4% sont restés à l'abri de ces excréments puisqu' elles sont de faible taille ou bien ont des branches fragiles.

Figure 40 : Des arbres de Pin d'Alep affectés par les fientes de GC et de HGB.

5.1.2. Impact sur la flore terrestre

Concernant l'étage herbacé et après les investigations du terrain fait le 04-04-2016 nous avons observé une dominance totale des Orties et principalement la Grande ortie *Urtica dioica* (Figure 41).Cette espèce est une plante nitrophile qui affectionne les décombres, les abords des habitations, les prairies. Sa présence indique un sol basique, riche en azote, phosphore et potassium, du à un excès de matières organiques ou une pollution des sols par les oxydes. Leur dominance dans le site étudié est sans doute liée à la qualité du sol totalement recouvert par les excréments des oiseaux riche en Guano.

Figure 41: la Grande ortie *Urtica dioica.*

Conclusion

Cette étude à été réalisée dans le but de montrer l'impact des deux oiseaux coloniaux (Grand cormoran et l'Héron garde-bœufs) sur l'environnement. Ces deux espèces aviaires sont en pleine expansion dans la partie Sud du barrage Beni Haroun, exactement à l'endroit dit Medious. La présence d'un nombre très élevé de ces deux oiseaux semble apporté des modifications sur la qualité des eaux du barrage Beni Haroun (forêt Medious) et peuvent engendrer des affectations sur la végétation qu'ils utilisent comme abris.

Au cours de notre étude réalisée entre Octobre 2015 et Avril 2016, nos résultats montrent un nombre maximal des deux espèces en hiver, leurs présences concentrée dans la station Medious a apporté une grande quantité d'éléments de dégradation métabolique notamment le phosphore et l'azote. La présence excessive de ces deux éléments produit certains problèmes environnementaux en particulier le phénomène d'eutrophisation. Ce phénomène pose l'un des problèmes de pollution aquatique les plus sérieux.

En effet, nos analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau échantillonnée montrent une différence significative (valeur p <0,05) de certains paramètres indicateurs de pollution (Conductivité, Phosphate et Magnésium) et de tous les paramètres microbiologiques indicateurs de contamination fécales (Coliforme totaux, fécaux et Streptocoque) entre la station affectée (fréquentée par les deux oiseaux) et la station de référence (non affectée : La digue). De sort que toutes les valeurs sont très élevées dans la première station par rapport à la seconde. La présence de certains germes pathogènes, des coliformes fécaux, surtout *l'Escherichia coli* et des Streptocoques dans l'eau est étroitement corrélé avec la quantité de la matière fécale rejetée dans l'eau (source aviaire). La présence de ces germes provoque l'apparition des pathologies pour les êtres vivants aquatiques.

Autres impacts de la présence de ces deux espèces au niveau de la forêt Medious ont été également révélés. Les résultats montrent que plus de la moitié de la surface totale de cette forêt est affectée par des grandes quantités de fiente. Ce qui contribue à la réduction de la diversité de l'étage herbacé où nous avons observé une dominance totale de l'Ortie, principalement la Grande ortie *Urtica dioica*. Ainsi la plus part des arbres sont fortement affectés par ces déjections.

Bien évidement ce mémoire traite juste une partie de l'impact des oiseaux en questions sur le barrage de Beni Haroun (forêt Medious) wilaya de Mila, car nous ne disposons pas de toutes les données pour évaluer la présence de ces deux oiseaux

dans notre région. Donc les perspectives s'imposent pour pouvoir répondre concrètement à nos interrogations :

- ✓ Etudier et faire le suivi régulier de la biologie de ces deux oiseaux, notamment en se penchant sur les paramètres liés aux facteurs qui favorisent leur expansion.

- ✓ Faire un suivi régulier de la qualité des sols notamment les analyses physico-chimiques et biologiques pour bien apprécier l'impact de la présence de ses colonies dans des endroits vulnérables (barrage Beni Haroun).

- ✓ Etudier la composition des excréments de ces oiseaux en détail par des analyses physico-chimiques et microbiologiques pour pouvoir apprécier leur impact sur les endroits qu'ils colonisent, on cherchant une corrélation entre cette composition et les modifications apportées.

- ✓ Faire des études complémentaires sur la faune aquatique pour prévoir le degré d'affectation de ces oiseaux sur leur dynamique (Abondance, diversité et contamination).

Références bibliographiques

-**Abdi S., Merzoug S., Tabouche K. et Maazi M., 2014.** Évaluation de la qualité bactériologique des eaux du complexe de guer bessan hadja (wilaya de Skikda- nord est Algérien). Université Mohamed Chérif Messaadia de Souk Ahras. Fac.SNV. Lab Ecosystème Aquatique et Terrestre LEAT, BP 1553 Route d'Annaba, Souk Ahras, Algérie.156p.

-**Addis P., 1997.** Impact of the feeding habitats of the Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* on the lagoon fish-stocks in Central-western sardinia. Avocetta. 21: 180-187.

-**Aissaoui A., 2013.** Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage Hammam Grouz de la région Oued Athmania (wilaya de Mila) par les activités agricoles. Thèse de Magister Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie. 302p.

-**Alderisio K.A. et DeLuca N., 1999.** Season-al enumeration of fecal coliform bacteria from the feces of ring-billedgulls (Larus delawarensis) and Canada Geese (Brantacanadensis). Applied and Environmental Microbiology. 65: 5628-5630.

-**Alexandre R. et Olivier Z., 1995.** Perch fidelity of Cormorants *Phalacrocorax carbo* outside the breeding season. Ardea. 83: 281-284.

-**Antonizza M., Korner N.F. et Keller V., 2012.** Les mouvements des grands cormorans *Phalacrocorax Carbo* bagués dans la colonie du Fanel. Lac de Neuchatel. Nos oiseaux. 59 : 11-22.

-**Athmania D., 2010.** Minéralogie des argiles et phénomène de retrait-Gonflement dans le bassin de Mila (Nord Constantinois).Thèse de Doctorat. Université Mentouri, Constantine. 8p.

-**Baaziz N., 2012.** Statut et écologie de l'avifaune aquatique de la Sebkha de Bazer-Sakra (El-Eulma, Sétif): Phénologie et distribution spatio-temporelle. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba. 26p.

-**Bagnoul S. et Gaussen H., 1957.** Les climats Biologiques et leurs Classifications, Annaba. Géogr. Fr. 355: 193-220.

-**Barruel P., 1949.** Les oiseaux dans la nature. Edition. Payot, Paris.212p.

-Benabbas C., Mebarki A. et Grecu F., 2008. Le système « Beni-Haroun » (Oued kebir–Rhumel, Algérie) : Aménagement hydrauliques et contraintes morpho géologiques.5p.

-Benallaoua M. et Benaida H., 1997. Approche étho-écologique du Héron garde-bœufs (Bubulcus ibis Linné, 1758) dans la région de Bejaia, Algérie. Mémoire. Ing. Ecol. Environ. Université de Bejaia.70p.

-Benani D., 2011. Distribution causes du dynamisme du Héron garde bœuf (Bubulcus ibis) dans la vallée des Sèbaou. Tizi-ouzou. Mémoire de Magistère. Université de Tizi ouzou.26p.

-Bentamer N., 1998. Disponibilités en ressources entomologiques et modalités de leur utilisation par deux échassiers : la Cigogne blanche (Ciconia Ciconia) et le Héron garde-bœufs (Bubulcus ibis) dans la vallée du Sébaou, Kabylie, Algérie. Thèse Magister. lnst. Nat. Agro. El Harrach.247p.

-Benton C., Khan F., Monaghan P. et Richards W.N., 1983. The contamination of a major water supply by gulls (Larussp.). Water Research. 17: 789-798.

-Berland L., 1999. Atlas des Hyménoptéres de France Belgique et Suisse. Tome I. Edition. Boubée, Paris. 157p.

-Berkal Kh. et Elouaere F., 2014. Inventaire et écologie des oiseaux d`eau au niveau du Barrage de Beni Haroun (Wilaya de Mila) : saison d'hivernage 2013/2014.Mémoire de Master. Centre Universitaire de Mila.65p.

-Bioret F., Estève R. et Sturbois A., 2010. Dictionnaire de la protection de la nature. Presses Universitaires de Rennes. 357p.

-Boulbair N.E. et Soufane A., 2011. Evaluation du risque de contamination par les métaux lourds dans l`eau, les sédiments et les poissons du barrage de béni Haroun de la wilaya de Mila. Mémoire de fin d`étude. Université de Jijel. 22p.

-Boucenna F., 2009. Cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité à la pollution d'une nappe côtière cas de la plaine alluviale de l'oued djendjen (Jijel, Nord-Est algérien).Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar, Annaba .25p.

-Blaker D., 1969. Behaviour of the Cattle egret. Ostrich. 40: 75-129.

-Blondel J., 1969. Méthodes de dénombrement des populations d'oiseaux. Problème d'écologie: l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres.120p.

-Boukhtache N., 2010. Contribution à l'étude de la niche écologique de la Cigogne blanche *Ciconia ciconia* L., 1758 (Aves, Ciconiidae) et du Héron garde-bœufs *Bubulcus ibis* L., 1758 (Aves, Ardeidae) dans la région de Batna. Mémoire de Magistère. Université El Hadj Lakhdar, Batna. 196p.

-Benson C.W., 1967. The birds of Aldebra and theire status. Atoll Research Bulletin. 118 : 63-111.

-Boukhemza M., 2000. Etude Bio-écologique de la Cigogne blanche (Ciconia ciconia L. 1775) et du Héron garde-bœufs (Bubulcus ibis L. 1775) en Kabylie : Analyse démographique, éthologique et essai d'interprétation des stratégies trophiques. Thèse Doctorat, Inst. Nat. Agro. El Harrach, Algérie.188p.

-Brahmia Z., 2002. Rôle fonctionnel du lac Oubeira et du lac Mellah (parc national d'El-Kala) pour les oiseaux marins. Mémoire de Magistère. Université Badji Mokhtar, Annaba .50p.

-Bredin D., 1983. Contribution à l'étude écologique d'Ardeola ibis (L.) : Héron garde-bœufs de Camargue. Thèse Doctorat. Université Paul Sabatier, Toulouse. 315p.

-Bredin D., 1984. Régime alimentaire du Héron garde-bœufs à la limite de son expansion géographique récente. Terre et Vie (Rev. Ecol.). 39 : 431-445.

-Brown L.H., Urban E.K. et Newman K., 1982. The Birds of Africa : Ostriches to Birds of Prey. Academic Press, London & New York. 150p.

-Cézilly F. et Hafner H., 1995. Les oiseaux d'eau coloniaux du bassin méditerranéen. Publication spéciale. Station Biologique de la Tour du Valat, Arles. Vol. 12p.

-Chaâlal O.M., 2012. La wilaya de Mila. Edition. Albayazin, Algérie. 209p.

-Coiffait Ph.E., 1992. Un bassin post-nappe dans son cadre structural : l'exemple du bassin de Constantine, Algérie Nord-orientale. Thèse Sciences. Université H. Poincaré, Nancy I, France. 502 p.

-Chebbah N., 2015. Eco-éthologie du Grand cormoran hivernant au niveau du barrage de Beni Haroun. Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf, Mila. Vol. 92p.

-Cornelisse K.J. et Christensen K.D., 1993. Investigation of a cover net designed to reduce southern Cormorant (Phalacrocorax carbo sinensis) fisheries de predation in a pound net. ICES J. Mar. Sci. 50: 279-284.

-Cramp S. et Simmons K.E.L., 1977. Hand book of the birds of Europe, the Middle East and North Africa: the birds of the Western Palearctic. Ostrich-Duck. Oxford University Press, Oxford. Vol. 131p.

-Clark G.S., 1985. Cattle Egrets near Antarctica in April. Notornis.32: 325.

-Dajoz R., 1982. Précis d'écologie. Edition .Gautiets Villars, Paris. 503p.

-Dave C., Rosemarie P.G. et Josef T.D., 2012. The Intercafe Field Manual Research methods for Cormorants, fishes, and the interactions between them. Published by: NERC Centre for Ecology & Hydrology on be half of COST.ISBN 978-1-906698-08-9.Vol. 142p.

-Davidson N.C. et Evans P.R., 1986. The role and potential of man-madeand man-modified wetlands in the enhancement of the survival of over wintering shore birds. Colonial Water birds. 9 : 176-188.

-Dib H., 2015. Impact de l'Héron garde bœufs, *Bubulcus ibis* (linné, 1758), sur l'environnement dans la région de Mila. Centre Universitaire Abd Elhafid Boussouf, Mila. Vol .55p.

-Delga M., 1955. Etude géologique de l'Ouest de la chaine numidique, Algérie. Thèse Sciences Paris et Bull. Serv. Carte géol. Algérie, 2 séries. 24 : 533p.

-Del Hoyo J., Elliott A. et Davidson N.C., 1992. Hand book of the birds of the world : Ostrich to Ducks. Barcelone, Lynx Edicions. Vol. I.

-Dobrowolski K.A., Halba R.et Nowicki., 1976. The role of birds in eutrophication by import and export of trophic substances of various waters. Limnologica (Berlin). 10: 543-549.

-Donovan., 2002. First order estimation of the nutrient and bacterial input from aquatique birds to twelve Rotorua Lakes. Bioreserches. 61p.

-Dorst J., 1971. La vie des oiseaux. Edition. Bordas, Paris et Montréal, T. I. Vol. 11- 382 p.

-Douadi S. et Cherchour F., 1998. Contribution à l'étude du régime alimentaire de la Cigogne blanche (Ciconia ciconia) et du Héron garde-bœufs (Bubulcus ibis) dans la région de Bejaia, Mémoire. Ing. Ecol. Env., Inst. Sci. Nat., Bejaia. 136 p.

-Dubourg A.B., Van Den Berg A., Van Der Have T., Keijl G. et Mitchell D., 2001. Guide d'observation des oiseaux. Edition. Sélection du Readers Diegest. 288p.

-Emberger L., 1955. Une classification biogéographique des climats. Rev. Trac. Bot. Géol.Zool. Scien. Montpellier, France. 343p.

-Etchecopar D. et Hüe F., 1964. Les oiseaux du Nord de l'Afrique, de la mer rouge aux canaries. Edition. Boubée et Cie, Paris Vie. 608p.

-Facon B., Genton B.J., Shykoff J., Jarne P., Estoup A. et David P., 2006. A general eco-evolutionary frame work for understanding bioinvasions. Trends in Ecology and Evolution. 21: 130-135.

-Faurie C., Ferra C. et Medori P., 1980. Ecologie. Edition. J. B. Baillère, Paris. 168p.

-Fellag M., 1995. Analyse comparative des régimes alimentaires de la Cigogne blanche (Ciconia ciconiaL. 1775) et du Héron garde-bœufs (Bubulcus ibis L. 1775) dans la vallée de Sébaou Kabylie, Algérie. Mémoire. Ing. Agro., Inst. Ens. Sup. Agro. Université. Sci. Tech, Blida.77p.

-Ferhat R., 2014. Entomo-faune de l'olivier dans la région de Mila, Mémoire de Master. Université Constantine. 188p.

-Findholt S.L., 1986. New American White Pelicannesting colony in Wyoming. Western Birds. 17 : 136-138.

-Findholt S.L. et Anderson S.H., 1995. Foraging areas and feeding habitat selection of American White Pelicans (Pelecanusery throrhynchos) nesting at Pathfinder Reservoir, Wyoming. Colonial Waterbirds. 18 : 47-57.

-Fonteneau F., Le Gentil J., Paillisson J.M., Carpentier A. et Marionloïc., 2004. Étude de la prédation des grands Cormorans (Phalacrocorax carbo) hivernant dans l'Ouest de la France hivers 2000-2001 à 2002-2003 .Université de rennes.6 p.

-Franchimont J., 1986. Les causes de l'expansion géographique mondiale de l'Héron garde-bœufs (Bubulcus ibis). Cah. Ethol. Appliquée. 66 : 373-388.

-Gaujous., 1995. La pollution de milieu aquatique. 2éme Edition. TEC et DOC, Lavoisier. 220p.

-Gayet G., 2010. Colonisation d'un écosystème d'eau douce hétérogène par un oiseau d'eau herbivore : le Cygne tubercule (Cygnus olor) dans les étangs piscicoles de Dombes. Thèse Doctorat. Université Montpellier. 2-13p.

-Gaymer R., 1967. Observations on the birds of Aldabra in 1964 and 1965. Atoll Research Bulletin. 118: 113-125.

-Gere G. et Andrikovich S., 1992. Effects of waterfowl on water quality. Hydrobiologia. 243/244: 445-448.

-Geroudet P., 1978. Grands échassiers, Gallinacés, Râles d'Europe.Edition Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Lausanne, Paris. 429p.

-Gill F. et Donsker D., 2015. IOC World Bird List. DOI: 10.14344/IOC.ML.Vol. 5-2.

-Gilmore A.R., Gertner G.Z. et Rolfe G.L., 1984. Soil chemical changes associated with roosting birds. SoilSci. 138: 158-163.

-Goc M., Iliszko L. et Stempniewicz L., 2005. The largest European colony of the Great Cormorant on the Vistula Split (N Poland): an impact on the forest ecosystem. Ecol. Quest. 6: 93-103.

Goudard A., 2007. Fonctionnement des écosystèmes et invasions biologiques : importance de la biodiversité et des interactions interspécifiques. Thèse de Doctorat, 216p.

-Gould D.J. et Fletcher M.R., 1978. Gull droppings and their effects on water quality. Water Research. 12: 665-672.

-Gremillet D., Liu H., Le Maho Y. et Carss D.N., 2003. Great cormorants and fresh water fish stocks: apragmatic approach to an ecological issue. Cormoran13-2. 58: 131-136.

-Gwiazda R., Jarocha K. et Szarek-Gwiazda E., 2010. Impact of small Cormorant (Phalacrocorax carbo sinensis) roost on nutrient and Phytoplankton assemblages in the littoral regions of a submontane reservoir. Biologia. 65: 742-748.

-Gwiazda R., Andrzej W., Bartosz Ł., Maciej K. et Adam F., 2014. Impact of waterbirds on chemical and biological features of water and sediments of a large, shallow dam reservoir. Oceanological and Hydrobiological Studies. 43: 418-426.

-Hach J.J., Brown K.M., Hogan G.G. et Morris R.D., 2000. « Great cormorant » [archive], sur The Birds of North America, A. Poole, Edition Cornell Lab of Ornithology. 60p.

-Hafner H., 1977. Contribution à l'étude écologique de quatre espèces de hérons (Egretta g. garzetta L., Ardeola r. ralloïdes Scop., Ardeola i. ibis L., Nycticorax n. nycticorax L.) pendant leur nidification en Camargue. Thèse Doctorat. Université Paul Sabatier, Toulouse.183 p.

-Hafner H., 1994. Nouvel atlas des oiseaux nicheurs de France 1985-1989. Edition Soc. Ornith, France. 864p.

-Hancock J. et Kushlan J.A., 1989. Guide des hérons du monde - aigrettes -bihoreaux - butors- Hérons - onorés. Edition Delachaux et Niestlé, Paris. 288p.

-Hastings A., 1996. Models of spatial spread : is the theory complete ? Ecology. 77: 1675-1679.

-Heim de Balsac H. et Mayaud N., 1962. Oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique. Encyclopédie Ornithologique. Edition. Le chevalier, Paris Vie. 487p.

-Heinzel H., 1997. Giude des Oiseaux d'Europe d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Edition. Delachaux et Neistlé. Neuchâtel. 38- 68p.

-Heinzel H., Fitter R. et Parslow J., 2014. Guide des oiseaux d'Europe et d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Edition. Delachaux et Neistlé. Neuchâtel. Vol. 384p.

-Hem J.D., 1985. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water, USGS Water Supply Paper. Vol. 2254,117-120.

-Houhamdi M., 2002. Ecologie des peuplements aviens du lac des oiseaux : Numidie orientale. Thèse de Doctorat d'état en Ecologie et environnement. Université de Badji Mokhtar, Annaba, Algérie. 146p.

-Houhamdi M. et Samraoui B., 2002. Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux (Algérie). Alauda .70: 301-310.

-Hume R., Le Safre G. et Duquet M., 2004. Oiseaux de France et d'Europe. Larousse, ISBN 2-03-560311-0. 40p.

-Hutchinson G.E., 1997. A treatise on limnology. John Wiley and Sons, New York. 45-56p.

-Isenmann P. et Moali A., 2000. The birds of Algeria- Les oiseaux d'Algérie. Soc. Etudes Ornithol., France, Muséum Nat. Hist. Nat., Paris. 336p.

-Jacop J.P., Ledant J.P. et Hily C., 1979. Les oiseaux d'eaux du marais de Reghaia, Algérie. Aves. 16 : 59-82.

-Johnsgard P.A., 1993. Cormorants, darters, and pelicans of the world. Smithsonian Institution Press, Washington. 445p.

-Jonsson L., 1994. Les oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Edition. Nathan, Paris. 558p.

-Kerdoud S., 2006. Basant versant Beni Haroun eau et pollution. Mémoire de Magistère en Aménagement du territoire. Université Mentouri, Constantine .7- 22-55-57p.

-Kitchell J.F., Schindler D.E., Herwig B.R., Post D.M. et Olson M.H., 1999. Nutrient cycling at the land scape escale: The role of dielforaging migrations by gees eat the Bosquedel Apache National Wild life Refuge, New Mexico. Limnol. Oceanogr. 44: 828-836.

-Klimaszyk P., Brzeg A., Rzymski P. et Piotrowicz R., 2015. Black spots for aquatic and terrestrial ecosystems: impact of a perennial cormorant colony on the environment. Science of the Total Environment. 517 : 222-231.

-Kushlan J.A. et Hafner H., 2000. Heron Conservation. Academic Press, Hard back. 689p.

-Kushlan J.A. et Hancock J.J., 2005. The Herons. Oxford University Press, Oxford. 433p.

-Lack D., 1968. Ecological adaptations for breeding in birds. Chapman and Hall, London.78p.

-Lamotte J. et Bourliere A., 1969. Problèmes d'écologie: l'échantillonnage de peuplement animaux des milieux terrestres. Edition. Masson. 151p.

-Ledant J.P., Jacobs J.P., Malher F., Ochando B. et Roche J., 1981. Mise à jour de l'avifaune algérienne. Le Gerfaut. 71: 295-398.

-Leopold M.F., Van Damme., C, J, G. et Van Der Veer H.W., 1998. Diet of Cormorants and the impact of Cormorant prédation on Juvenile flat-fish in the du tchwadden sea .Journal of fish research. 40: 93-107.

-Ligeza S. et Misztal M., 1999. Chemical properties of the soil on the area of Black Cormorant colony. Zeszyty problemowe postepów nauk rolniczych. 467: 387-393.

-Ligeza S., Misztal M. et Ciesielczuk P., 2000. Nitrogen, Phosphorus and Potassium compounds as the main factor of chemical soil degradation on the areas of Cormorants and Herons colonies. Zeszyty problemowe postepów nauk rolniczych. 472: 473-479.

-Lockwood J.L., Hoopes M.F. et Marchetti M.P., 2007. Invasion Ecology. Black well publishing. 304p.

-Mach M.C. et Antonio C.M., 1998. Impacts of biological invasions on disturbance regimes. Trends in Ecology and Evolution. 13: 195-198.

-Makhoukh M., Sbaa M., Berrahou A. et Van Clooster M., 2011. Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'Oued Moulouya, Maroc Oriental. Université

Mohammed premier. Faculté des Sciences. Centre de l'Oriental des sciences et Technologies de l'Eau, Oujda, Maroc. Université Catholique de Louvain, Faculté de bioingénierie agronomique et environnementale, unité génie rurale. Louvain-La- Neuve. Belgique. Vol.102p.

-Manny B.A., Johnson W.C. et Wetzel., 1994. Nutrient additions by waterfowl to lakes and reservoirs: predicting their effects on productivity and water quality. Hydrobiologia.279/280: 121-132.

-Marc D. et Minevra., 2001. Les oiseaux de mer et de rivage par la couleur. Edition Delachaux et Niestlé SA, Paris.88p.

-Marion L., 1995. Where twosub species meet: origin, habitat choice and niche segregation of cormorant *Phalacrocorax c. carbo* and *P. c. sinensis* in the common wintering area (France), in relation to breeding isolation in Europe. Ardea. 83 :103-114.

-Mayache B., 2008. Inventaire et etude écologique de l'avifaune aquatique de l'écocomplexe de zones humides de Jijel. Thèse de Doctorat d'état. Université de Jijel. 162p.

-Mebarki A., 2009. Ressources en eau et aménagement en Algérie : Les bassins Hydrographiques de l'Est. OPU Algérie. 389p.

-Melghit M., 2009. Qualité physico-chimique, pollution organique et Métallique des compartiments Eau / Sédiments de l'Oued Rhumel, et des barrages Hammam Grouz et Beni Haroun. Magistère en Ecologie. Université Mentouri, Constantine.98p.

-Mihoubi N., 2008. Fonctionnement et gestion hydrogéologique et hydrologique des ressources en eau du bassin de Hammam Grouz. Mémoire de Magister en hydrogéologie. Université Mentouri, Constantine. 50-128p.

-Mercier F., 2013. Stratégie de lutte contre les espèces invasives menaçant la biodiversité en Basse-Normandie (CEN-BN). 320 Quartier Le Val -Entrée B, rez-de-chaussée 14200 Hérouville-Saint-Clair. 5p.

-Metallaoui S., 2010. Ecologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj-Tahar, Numidie occidentale, Nord-Est de l'Algérie. Thèse de Doctorat. Université d'Annaba. 82-170p.

-Metallaoui S., Maazi M.C., Saheb M., Houhamdi M. et Barbraud C., 2013. A comparative study of the diurnal behaviour of the Northern Shoveller (Anasclypeata) during the wintering season at Garaet Hadj-Tahar, North-East Algeria, and Garaet Timerganine (Algerian highlands). 167p.

-Metzmacher M., 1979. Les oiseaux de la Macta et de sa région, Algérie : non passereaux. Aves. 16: 89-123.

-Moali A., 1999. Déterminisme écologique de la distribution et biologie des populations des oiseaux nicheurs en Kabylie. Thèse Doctorat d'Etat. Université Tizi-Ouzou. 221p.

-Moali A. et Isenmann P., 1993. Nouvelles données sur la distribution de certaines espèces en Kabylie, Algérie. Alauda. 61: 215-218.

-Moulay M.K., 2011. Analyses de la chronologie d'occupation de la zone humide Dayet El Ferd par les oiseaux d'eau. Mémoire de Magister. Université Aboubekr Belkaïd, Tlemcen. Vol. 148p.

-Moyle P.B. et Light T., 1996. Biological invasions of fresh water : Empirical rules and assembly theory. Biological conservation. 78: 149-161.

-Mullarney K., Svensson L., Zetterstrom D. et Grant P.J., 2004. Le Guide Ornitho. Edition. Delachaux et Niestlé. 399p.

-Munsterman M. et Van Eerden M.R., 1995. Sex and age dependent distribution of wintering Cormorants *Phalacrocorax carbo* sinensisin Western, Europe. Ardea. 83: 285-297p.

-Myers J.P., 1983. Conservation of migrating shore birds : Staging areas, geographic bottle necks, and region almovements. American Birds. 37 : 23-25.

-Newson S.E., Marchant J., Sellers R., Ekins G., Hearn R. et Burton N., 2013. Colonisation and range expansion of inland-breeding Cormorants in England. British Birds. 100: 289-299.

-Ogden J.C., 1991. Nesting by Wood Storks in natural, altered, and artificial wetlands in central and Northern Florida. Colonial Waterbirds. 14 : 39-45.

-Paquet J.Y., 2009. Les recensements des grands Cormorans aux dortoirs en Wallonie et Bruxelles : 0473/50 13 19.

-Parker I.M., Simberloff D., Lonsdale W.M., Goodell K., Wonham M., Kareiva P.M., Williamson M.H., VonHolle B., Moyle P.B., Byers J.E. et Goldwasser L., 1999. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. Biological Invasions. 1: 3-19.

-Patrick G., 1998. Les oiseaux piscivores, poster, Association Santé Poissons Sauvages. Thèse en cours : Importance d'une approche "éco-évolutive" pour la compréhension des interactions Hôtes/Parasites : Exemple des Oiseaux piscivores et de leurs Helminthes.47p.

-Paul R., 1998. Eaux d'égout et eaux résiduaires industrielles: Épuration, utilisation, Société d'Éditions techniques. 192p.

-Pierre et Vallance., 2007. Faune sauvage de France biologie, habitats et gestion. Edition de Gerfaut. Publushing à Lyon. ISBN 978-2-35191-030-6.Vol. 419p.

-Pimentel D., R Zuniga. et D Morrison., 2005. Update on the environmental and economic costs associated withalien invasive species in the United States. Ecological Economics. 52: 273- 288.

-Peterson R., Mountfort G., Hollom P.A.D. et P Geroudet., 1986. Guide des oiseaux d'Europe. Edition. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Paris.460p.

-Peterson R., Mountfort G., Hollom P.A.D. et P Geroudet., 2006. Guide Peterson des oiseaux de France et d'Europe. Le classique de l'édition ornithologique. Edition. Delachaux et Niestlé, Paris.534 p.

-Portnoy J.W., 1990. Gull contribution of phosphorus and nitrogento a Cape Cod kettle pond. Hydrobiologia. DOI10.1007/BF02208127. 202: 61-69.

-Post D.M., Taylor J.P., Kitchell J.F., Olson M.H., Schindler D.E. et Herwig B.R., 1998. The role of migratory waterfowl as nutrient vectors in a managed Wetland. Conserv. Biol. DOI 10.1111/j.1523-1739.1998.97112. 12: 910-920.

-Prieur D., 1981. Connaître et reconnaître les oiseaux de mer. Edition. Ouest France. ISBN 285882. 374.

-Ramade F., 1982. Eléments d'écologie, écologie appliquée, action de l'homme sur la biosphère. Edition. Dunod, Paris. 446p.

-Ramade F., 2002. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2ème Edition. Dunod, Paris. 1075p.

-Rodier J., 1996. L'analyse de l'eau. 8ème Edition .1383p.

-Rodier J., Bazin C., Bourtin J.P., Chambon P., Champsaur H. et Rodi L., 2005. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8éme Edition. Dunod, Paris.1383p.

-Rodier J., Legube B. et Merlet N., 2009. L'analyse de L'eau. 9éme Edition. Dunod, Paris. 33-35p.

-Rodier J., Legube B., Merlet N. et Brunet R., 2010. L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9éme Edition. Dunod, Paris. 1600p.

-Ronicke H., Doerffer R., Siewers H., Buttner O., Linden schmidt K.E., Herzsprung P., Beyer M. et Rupp H., 2008. Phosphorus input by nordicgeese to the eutrophic Lake Arendsee, Germany. Fundam. Appl. Limnol.DOI10.1127/18639135/2008/0172–0111. 172:111-119.

-Ronnie V., 1997. Great cormorants *Phalacrocorax carbo* lucidus and other piscivorous water birds on the banc d'arguin, mauritania in january-february. De Rikking 46, NL-8332 CG.Steen wijk, The Netherlands. 4p.

-Samraoui F., Menai R. et Samraoui B., 2007. Reproductive ecology of the Cattle Egret (Bubulcus ibis) at Sidi Achour, North-Eastern, Algeria, Ostrich. 78: 481-487.

-Sahli L., 2002. Evaluation de la contamination par le Cadmium, le Chlore, le Plomb et le Manganèse dans les sédiments, les macros invertébrées et une plante aquatique Salsa .Hydrobiologia. 563 : 167-187.

-Schrike V., 1982. Les méthodes de dénombrement hivernal d'Anatidés et Foulques.de la théorie à la pratique. La Sauvagine et la Chasse. 253- 6-11 p.

-**Seltzer A., 1946.** Le climat de l'Algérie. Inst. Météo. Phys. glob. Université Alger.219p.

-**Si Bachir A., 2007.** Bio-écologie et facteurs d'expansion du Héron garde-bœufs Bubulcus ibis (Linné, 1758), dans la région de la Kabylie de la Soummam et en Algérie. Thèse Doctorat d'Etat, Faculté des Sciences, Dépt. De Bio. Université Sétif. 243p.

-**Siegfried W.R., 1978.** Habitat and the modern range expansion of the Cattle Egret. Natl. Audubon. Soc., New York, Res. Rep. 7: 315-324.

-**Sinclair I., Hockey Phil. et Tarboton W., 2002.** SASOL Birds of Southern Africa. Struik. ISBN 1-86872-721-1.

-**Smidap., 1999.** Guides des bonnes pratiques de gestion piscicole d'étangs, « Maladies poissons » Fiche 4C. 3p.

-**Strayer D.L., Eviner V.T., Jeschke J.M. et Pace M.L., 2006.** Understanding the long-term effects of species invasions. Trends in Ecology and Evolution. 21 : 645-651.

-**Suter W., 1998.** The effect of predation by wintering cormorants *Phlacrocorax carbo* on grayling Thymallus thymallus and trout (Salmonidae) populations : Two case studies from Swissrivers, Comment. Journal of Applied Ecology. 35: 607-10.

-**Tamisier A. et Dehorter., 1999.** Camargue. Canards et Foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver. Edition. Centre Ornithologique du Gard. Nîmes. 369p.

-**Terry CH.R., Richard C., Banks F., Keith B., Cicero C., Jon L., Dunn A.W., Kratt E.R., IRB Y J., Lovett E., Pamela C., Rasmussen J.V., Remsen J.R., James D., Rising D.F., Stotz. et Winker k., 2010.** Fifty-First Supplement to the American Ornithologists' Union Check-List of North American Birds, The Auk.726-744p.

-**Thévenot M., Vernon J.D.R. et Bergier P., 2003**. The Birds of Morocco. British Ornithologists' Union Checklist Series. 20- 594p.

-**Timothee R., 2008**. Ecologie des oiseaux plongeurs (Phalacrocorax spp.), réponses éco physiologiques, comportementales et sexuelles aux variations de l'environnement. Domain other. Université de La Rochelle, French. 260p.

-**Valéry L., Fritz H., Lefeuvre J.C. et Simberloff D., 2008.** In search of a real definition of the biological invasion phenomenit self. Biological invasions. 10: 1345-1351.

-**Valéry L., Fritz H., Lefeuvre J.C. et Simberloff D., 2009.** Invasive species canalsobe native... Trends in Ecology and Evolution. 24 : 585.

-**Villemeuve O., 1974.** Glossaire de météorologie et de climatologie. Les presses l'Université, Laval. Imprimé au Canada. 560p.

-**Vogel M., Graf R.F. et Robin K., 2012.** Méthode de relevé des dommages causés par le Grand Cormoran à la pêche professionnelle. Rapport du Service de gestion de la faune sauvage et du paysage (WILMA) de la Haute école des sciences appliquées de Zurich à l'attention de l'office fédéral de l'environnement (OFEV), division Gestion des espèces, section Chasse, faune sauvage et, biodiversité en forêt. CH-3003 Berne; © OFEV et ZHAW; manuscrit. 8p.

-**Voisin C., 1991.** The Herons of Europe. T. et A.D. Poyser, Academy Press, London. 364p.

-**Walther G.R., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T.J.C., Fromentin J.M., Hoegh-Guldberg O. et Bairlein F., 2002.** Ecological responses to recent climate change. Nature. 416: 389-395.

-**Whitfield Ph. et Walker R., 1999.** Le grand livre des animaux. Edition. La voisier, Paris. 616p.

-**Wilson J.R.U., Dormontt E.E., Prentis P.J., Lowe A.J. et Richardson D.M., 2009.** Something in the way you move : dispersal pathways affect invasion success. Trends in Ecology & Evolution. 24 : 136-144.

- **Zarrouk F., 2012.** Cours (8) de statistiques à distance, ISSEP Ksar-Said, Tunisie. 80p.

-**Zouaidia H., 2006.** Bilan des incendies de forêts dans l'Est Algérien cas de Mila, Constantine, Guelma et Souk-Ahras. Mémoire de Magister en Ecologie et Environnement. 6p.

-**Zwarts L., Van Beukering P., Kone B. et Wymenga E., 2005.** The Niger, A life line. Effective water management in the Upper Niger Basin. RIZA, Lelystad, Wetlands International. 22p.

Web Bibliographique

[1] www.futura-sciences.com: consulté le 08/10/2015 à 23 h 15 s.

[2] www.oiseaux.net: consulté le 03/11/2015 à 19 h 15 s.

[3] www.oiseaux.net et Focusnature.canalblog.com.héron : consulté le 09/01/2016 à 16 h 20 s.

*Annex*e

Annexe I :

Annexe 01 : Tableau 01 : Numération en milieu liquide (Méthode de Mac Grady).

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			NNP Dans 100ml	Limites de confiance à 95%	
3 tubes de 10 ml	3 tubes de 1 ml	3 tubes de 0.1ml		Limite inférieure	Limite supérieure
0	0	1	3	<0.5	9
0	1	0	3	<0.5	13
1	0	0	4	<0.5	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	0	15	3	44
2	1	1	20	7	89
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	149
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	397
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	36	1300
3	3	1	640	71	2400
3	3	2	1100	150	4800

Annexe 02: Matériels utilisés dans l'analyse physico-chimique.

Annexe 03: Matériels utilisés dans l'analyse microbiologique.

Annexe 04 :

Tableau 02 : Synthèse Opération de Dénombrement des oiseaux (2013) (Conservation des forêts).

Numéro	Espèce	Année 2013
01	Canard colvert	1241
02	Canard souchet	62
03	Canard siffleur	32
04	Erismature à tête blanche	50
05	Fuligule nyroca	32
06	Fuligule miloin	08
07	Tadorne de belon	05
08	Sarcelle d'hiver	38
09	Grande aigrette	19
10	Héron cendré	133
11	Héron garde-bœuf	2000
12	Aigrette garzette	05
13	Cormoran huppé	361
14	Grand cormoran	24
15	Grèbe huppé	140
16	Grèbe castagneux	100
17	Grèbe à cou noire	04
18	Goelland leucophée	104
19	Goeland brun	02
20	Mouette rieuse	318
21	Foulque macroule	387
22	Poule d'eau	20
23	Spatule blanche	08
24	Cigogne blanche	13
25	Martin pécheur	02
26	Busard des roseaux	09
27	Chevalier gombette	14
Total		5131

Annexe 05 :

Tableau 03 : Répartition par commune du Héron garde-bœufs (Dénombrement 2007 selon Conservation des forêts).

Communes	Date d'apparition	Support végétal	Nombres
Sidi Merouane	2000	Pin d'Alep	42
Grarem Gouga	1995	Pin d'Alep Eucalyptus	55
Hamala	2000	Pin d'Alep	25
Oued Endja	2000	Pin d'Alep	33
Mila	2005	Pin d'Alep	48
Zéghaia	2001	Eucalyptus	50
Beinen	2005	Pin d'Alep	43

Annexe II : Annexe photographique (photos personnelles).

Photo A : Présente d'une colonie d'Héron garde-bœufs sur les arbres morts dans la station Medious (Cliché: Elafri. A ,04 -Avril -2016).

Photo B : Présente la répartition des Grands cormorans sur les arbres morts dans la station de Medious (Cliché: Elafri. A, 04 -Avril -2016).

Photo C : présente des fientes des oiseaux d'eaux Medious ((Cliché: Benchabene. H, 28 - Décembre -2015).

Photo D: Présente des écailles des poissons restes après l'alimentation d'un Grand cormoran dans la station Medious (Cliché: Boucheffa. S, 04 -Avril -2016).

Résumé

Résumé

Notre étude s'inscrit dans le cadre d'une contribution à la connaissance de l'impact des oiseaux coloniaux, le Grand cormoran (Phalacrocorax carbo) et l'Héron garde-bœufs (Bubulcus ibis) sur l'environnement au niveau du barrage Beni Haroun (forêt Medious) wilaya de Mila. Le suivi de l'impact de ces deux oiseaux est mené durant 07 mois, étalés de fin d'Octobre 2015 jusqu'à la fin d'Avril 2016. Pendant cette période nous sommes intéressées a recenser l'effectif de ces deux espèces afin d'estimer la charge en nutriments déposées.

L'évaluation de l'impact de leurs expansions sur l'endroit étudié a été établie via des analyses de certains paramètres physico-chimiques et microbiologiques de l'eau. Une grande quantité de nutriments a été déposée durant notre période d'étude (1113,66 Kg de phosphore et 885 Kg d'azote). Les échantillons d'eau analysés montrent une différence significative de certains paramètres physico-chimiques (Conductivité, Phosphate et Magnésium) et de tous les paramètres microbiologiques (Coliforme totaux, fécaux et Streptocoque) entre la station affectée (fréquenté par les deux oiseaux) et la station de référence (non affectée : La digue). Toutes les valeurs sont très élevées dans la première station par rapport à la deuxième. Nos résultats montrent aussi que plus de la moitié (64,31%) de la surface totale de la forêt Medious est affectée par les déjections ce qui contribue a la réduction de la diversité de l'étage herbacé où nous avons observé une dominance totale des Orties, principalement la Grande ortie *Urtica dioica*. L'expansion du Grand cormoran et de l'Héron garde-bœufs dans l'endroit étudié semble apporter des modifications à l'état de l'écosystème principalement sous l'effet de leurs excréments.

Mots clés : Oiseaux coloniaux, Grand cormoran *(*Phalacrocorax carbo*)*, l'Héron garde-bœufs (Bubulcus ibis), contamination fécale, qualité des eaux.

Abstract

Our study is a contribution to the knowledge of the effect the colonial birds , the Great Cormorant (Phalacrocorax carbo) and Cattle Egret (Bubulcus ibis) on the environment in Beni Haroun (Medious forest) Mila. We have controlled the effect of these birds doing 07 months (the end of October 2015 until the end of April 2016) during this period; we were interested to count the number of these species.

The evaluation of their impact is conducted via the analysis of water physic-chemical and microbiological parameters. A great nutritious quantity has been put under investigation (1113, 66 kg of phosphorus and 885 kg of azotes), the analyzed water quantity has show a significant difference in some physic-chemical parameters (Conductivity, Phosphate and Magnesium) and all microbiological parameters (total Coliform , fecal Streptococcus…) between the affected station (attended by both birds) and the reference station (non affected: The dam) All the variations were so noticed in the first station compared with the second station. Our result has showed also that (64, 33%) of Medious forest surface is affected by the dejections which contribute to the reduction of the diversity herbal when we noticed a dominance of plant nettles mainly the big nettle *Urtica dioica*. The expansion of Great cormorant and Cattle Egret in the area studied brings changes in the state of the ecosystem principally caused by their droppings.

Keywords: Colonial Birds, Great cormorant (Phalacrocorax carbo), the Cattle Egret (Bubulcus ibis), fecal contamination, water quality.

ملخص

يتمثل بحثنا هذا في التعرف على تأثير الطيور المستعمرة على البيئة خاصة طائر « بلشون الماشية » (Bubulcus ibis) و«غراب الماء الكبير» (Phalacrocorax carbo) على مستوى «سد بني هارون» (غابة مديوس) ولاية ميلة. و كانت مدة تتبع تأثيرها 07 أشهر، من أواخر شهر أكتوبر2015 حتى نهاية شهر أفريل 2016.وخلال هذه الفترة اهتممنا بإحصاء عدد هذه الطيور من أجل حساب كمية المواد الآزوتية والفسفورية المطروحة.

تقييم أثر انتشار هذه الطيور في المكان المدروس كان من خلال تحليل بعض المعايير الفيزيائية والكيميائية والميكروبية للمياه. فوجدنا أن هناك كمية كبيرة من المغذيات أفرزت أثناء فترة الدراسة (1113,66 كغ من الفسفور و 885 كغ من الآزوت). كما أن عينات المياه المحللة تظهر فوارق كبيرة في بعض المعايير الفيزيائية والكيميائية (الناقلية، الفوسفات، المغنزيوم) وفي جميع المعايير الميكروبية (الميكروبات الكلية و الجزئية) بين المحطة المتضررة (تتردد عليها الطيور بكثرة) و المحطة المرجعية (غير متضررة : السد). فوجدنا أن كل القيم عالية جدا في المحطة الأولى بالمقارنة مع المحطة الثانية. أيضا النتائج تبين أن أكثر من نصف مجموع مساحة الغابة «مديوس» (64,31%) تأثرت بفضلات الطيور وبتالي يساهم هذا في التقليل من التنوع النباتي ، كما لاحظنا هيمنة كلية « للنبات الحريق» اللاذع وخاصة الكبيرة منها *Urtica dioica*. إن تواجد « غراب الماء الكبير» و طائر «بلشون الماشية» بكثرة في المكان المدروس (غابة المديوس) أدخل تغيرات على حالة النظام الايكولوجي وخاصة من خلال التأثير بفضلاتهم.

الكلمات المفتاحية : الطيور المستعمرة ، طائر بلشون الماشية، غراب الماء الكبير، تلوث فضلاتي، نوعية المياه.

Nom : BENCHABANE	Prénom : Habiba	Date de soutenance : 4 Juin 2016
Nom : BOUCHEFFA	Prénom : Selma	

Titre : Contribution à l'étude d'impact des oiseaux coloniaux (Grand cormoran et l'Héron garde- bœufs) sur l'environnement. Cas du Barrage de Beni Haroun (Wilaya de Mila)

Diplôme de Master en Biologie Appliqué et Environnement

Option : Gestion et Fonctionnement des Ecosystèmes Aquatiques et Forestiers

Résumé

Notre étude s'inscrit dans le cadre d'une contribution à la connaissance de l'impact des oiseaux coloniaux, le Grand cormoran (Phalacrocorax carbo) et l'Héron garde-bœufs (bubulcus ibis) sur l'environnement au niveau du barrage Beni Haroun (forêt Medious) wilaya de Mila. Le suivi de l'impact de ces deux oiseaux est mené durant 07 mois, étalés de fin d'Octobre 2015 jusqu'à la fin d'Avril 2016. Pendant cette période nous somme intéressées a recenser l'effectif de ces deux espèces afin d'estimer la charge en nutriments déposées.

L'évaluation de l'impact de leurs expansions sur l'endroit étudié a été établie via des analyses de certains paramètres physico-chimiques et microbiologiques de l'eau. Une grande quantité de nutriments a été déposée durant notre période d'étude (1113,66 Kg de phosphore et 885 Kg d'azote). Les échantillons d'eau analysés montrent une différence significative de certains paramètres physico-chimiques (Conductivité, Phosphate et Magnésium) et de tous les paramètres microbiologiques (Coliforme totaux, fécaux et Streptocoque) entre la station affectée (fréquenté par les deux oiseaux) et la station de référence (non affectée : La digue). Toutes les valeurs sont très élevées dans la première station par rapport à la deuxième. Nos résultats montrent aussi que plus de la moitié (64,31%) de la surface totale de la forêt Medious est affectée par les déjections ce qui contribue à la réduction de la diversité de l'étage herbacé où nous avons observé une dominance totale des Orties, principalement la Grande ortie *Urtica dioica*. L'expansion du Grand cormoran et de l'Héron garde-bœufs dans l'endroit étudié semble apporter des modifications à l'état de l'écosystème principalement sous l'effet de leurs excréments.

Mots clés : Oiseaux coloniaux, Grand cormoran *(*Phalacrocorax carbo*)*, l'Héron garde-bœufs (Bubulcus ibis), contamination fécale, qualité des eaux.

Promoteur : Mr. ELAFRI Ali.