

REPUBLIQUE DU BENIN

Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche

Centre National de Gestion des Réserves de Faune

Programme de Conservation et de Gestion des Parcs Nationaux

Banque Mondiale



GEF



Etude de l'impact de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides par les populations riveraines sur les écosystèmes (eaux de surface, végétaux et faune) des Aires Protégées (Parcs Nationaux et Zones Cynégétiques) du Bénin

RAPPORT FINAL

Janvier 2004

Centre National de Gestion des Réserves de Faune (CENAGREF)

Programme de Conservation et de Gestion des Parcs Nationaux (PCGPN)

Etude de l'impact de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides par les populations riveraines sur les écosystèmes (eaux de surface, végétaux et faune) des Aires Protégées (Parcs Nationaux et Zones Cynégétiques) du Bénin

RAPPORT FINAL

Juin 2003

CONSULTANT

Prof. Henri H. SOCLO

AVEC LA COLLABORATION DE

Dr. Ir. Anastase H. AZONTONDE
Ir. Léonce F. DOVONON
Ir. Roufaï DJIBRIL
Ir. Arnaud U. SAGBO

TABLE DES MATIERES

	Pages
Table des matières	02
Résumé	06
Glossaire	10
Avant-propos	11
Introduction	13
1. Contexte	14
2. Objectifs de l'étude	16
3. Mandat de l'équipe de recherche	16
4. Contenu du rapport	17
Première partie: Méthodologie d'étude	18
1.1. Revue bibliographique	19
1.2. Visites de terrain	19
1.3. Les enquêtes	20
1.4. Campagnes d'échantillonnage et de mesures	21
1.5. Les analyses en laboratoire	22
1.6. Le traitement des données	24
Deuxième partie: Cadre géographique de l'étude	25
2.1. Localisation des deux grandes Réserves de Biosphère du W et de la Pendjari au Bénin	26
2.2. La Réserve de Biosphère du Parc W : cadre physique et humain	27
2.2.1. Présentation et situation géographique de la Réserve de Biosphère du W (figure 2)	27
2.2.2. Quelques données climatiques sur le parc national du W	28
2.2.3. Hydrographie et types de sols rencontrés	29
2.2.4. Végétation et faune	30
2.2.5. Populations riveraines	30
2.3. La Réserve de Biosphère de la Pendjari : cadre physique et humain	31
2.3.1. Présentation et situation géographique de la Réserve de Biosphère de la Pendjari	31
2.3.2. Quelques données climatiques sur le parc national de la Pendjari	32
2.3.3. Hydrographie et types de sols rencontrés	32
2.3.4. Végétation et faune	34
2.3.5. Populations riveraines... ..	35

<u>Troisième partie:</u>	Etat des lieux sur la qualité chimique des écosystèmes aquatiques et des sols dans les complexes des aires protégées du W et de la Pendjari.....	37
3.1.	Problèmes de dégradation des écosystèmes	38
2.2.	Différentes utilisations des engrais chimiques et des pesticides dans les zones cynégétiques des réserves du W et de la Pendjari... ..	38
2.3.	Etat des lieux de la qualité chimique des écosystèmes aquatiques	39
<u>Quatrième partie :</u>	L'état actuel de la pollution chimique dans les Réserves de Biosphère de la Pendjari et du W du Niger : contribution des engrais chimiques et des pesticides organochlorés utilisés par les populations riveraines... ..	45
<i>Chapitre 1 :</i>	<i>Les données d'ordre général recueillies au cours des visites et enquêtes de terrain dans les réserves de biosphère du W et de la Pendjari... ..</i>	46
1.1	Sites d'étude et observations	46
1.2.	Données recueillies sur les utilisations d'engrais chimiques et de pesticides dans les réserves de biosphère du W et de la Pendjari... ..	49
1.3.	Constats réalisés dans la Réserve de Biosphère du W au cours des observations des sols et des plantes... ..	51
1.4.	Les constats réalisés dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari au cours des observations des sols et des plantes... ..	52
1.4.1.	Les sols moyennement à fortement dégradés	52
1.4.2.	Les sols faiblement dégradés	53
<i>Chapitre 2 :</i>	<i>La qualité chimique des eaux et sédiments de surface dans les réserves de biosphère du W et de la Pendjari... ..</i>	54
2.1.	Les données physico-chimiques sur les eaux de rivières et de mares... ..	54
2.1.1.	Au niveau du W... ..	55
2.1.2.	Au niveau de la Pendjari... ..	58

2.2.	Les teneurs en pesticides des plans d'eau... .. .	60
2.2.1.	Les taux de pesticides dans les eaux de surface... ..	60
2.2.2.	Les taux de pesticides dans les sédiments... .. .	64
2.2.2.1.	De la réserve du W... .. .	65
2.2.2.2.	De la réserve de la Pendjari... .. .	66
<i>Chapitre 3 :</i>	<i>La qualité chimique des sols dans les réserves de biosphère du W et de la Pendjari... .. .</i>	<i>69</i>
3.1.	Les données physico-chimiques recueillies par analyses d'échantillons de sols... .. .	69
3.1.1.	Caractéristiques physico-chimiques des sols de la Réserve de Biosphère du W... .. .	69
3.1.2.	Caractéristiques physico-chimiques des sols de la Réserve de Biosphère de la Pendjari... .. .	71
3.2.	Les taux de pesticides dans les sols... .. .	72
3.2.1.	Les pesticides dans les sols de la Réserve du W... ..	73
3.2.2.	Les pesticides dans les sols de la Réserve de la Pendjari... .. .	74
<i>Chapitre 4 :</i>	<i>La composition chimique des tissus vivants prélevés sur des organismes végétaux et animaux dans les Réserves de Biosphère du W et de la Pendjari... .. .</i>	<i>76</i>
4.1.	Les tissus végétaux... .. .	76
4.1.1.	Les données physico-chimiques sur les végétaux... ..	76
4.1.1.1.	De la Réserve de Biosphère du W... .. .	76
4.1.1.2.	De la Réserve de Biosphère de la Pendjari... .. .	77
4.1.2.	Les pesticides dans les végétaux consommés par les animaux... .. .	78
4.2.	Les tissus animaux	79
<i>Chapitre 5 :</i>	<i>Identification des sources de pollution et évaluation des impacts sur les écosystèmes aquatiques et les substrats de faune... .. .</i>	<i>81</i>
5.1.	Le Cas des plans d'eau... .. .	81
5.1.1	Les indicateurs de pollution chimique d'origine inorganique... .. .	81
5.1.1.1	Les sels azotés et phosphatés... .. .	81
5.1.1.2	Evaluation des impacts sur la santé des populations riveraines et sur les écosystèmes de faune : risques liés à la contamination des plans d'eau... .. .	85
5.1.2	Les résidus de pesticides dans les eaux... .. .	85
5.2.	Les sols... .. .	90
5.2.1.	Physico-chimie des sols	90
5.2.1.1	Les sols à fortes teneurs en matière organique et/ou en azote... .. .	90

5.2.1.2	Les sols à teneurs relativement plus faibles en matière organique... ..	91
5.2.2.	Les pesticides dans les sols... ..	92
5.3.	Les végétaux... ..	92
5.3.1.	Physico-chimie	92
5.3.2.	Les résidus de pesticides dans les végétaux... ..	93
5.4.	Les résidus de pesticides dans les tissus animaux... ..	94
5.5	Identification et cartographie des zones à risque... ..	95
	Conclusion partielle (de la troisième partie)... ..	98
<i>Chapitre 6 :</i>	<i>Stratégies de réduction et de suivi de la pollution chimique dans les réserves de biosphère du W et de la Pendjari... ..</i>	<i>100</i>
6.1.	Stratégie de Réduction	100
6.2.	Programme de surveillance et stratégie de mise en œuvre du programme de surveillance... ..	102
<i>Chapitre 7 :</i>	<i>Difficultés rencontrées au cours de l'étude... ..</i>	<i>104</i>
	Conclusion générale... ..	106
	Recommandations... ..	109
	Références bibliographiques... ..	110
	Annexes... ..	113
	Annexe 1 : Termes de Référence relatifs à l'impact de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides par les populations riveraines sur les écosystèmes, les eaux de surface et les substrats des réserves de faune... ..	114
	Annexe 2 : Qualité physico-chimique des eaux et sédiments... ..	118
	Annexe 3 : Les données sur la qualité chimique des sols et plantes... ..	142
	Annexe 4 : Qualité chimique des végétaux et leurs taux d'accumulation de pesticides... ..	154
	Annexe 5: Liste des Responsables rencontrés au niveau des directions régionales du PNW et PNP... ..	158
	Annexe 6 : Exemplaires de fiches d'enquête relative à l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides dans les villages situés dans les abords immédiats des deux réserves de Biosphère de la Pendjari et du W du Niger... ..	159
	Annexe 7: Quelques photos montrant les activités agricoles menées dans les zones cynégétiques des deux parcs de la Pendjari et du W du Niger... ..	162

RESUME

La présente étude a trait aux impacts de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides sur les écosystèmes de faune des réserves de biosphère du W et de la Pendjari. Elle a été initiée par le CENAGREF et confiée à l'équipe de recherche de l'UREEQ afin que celle-ci aide à appréhender les menaces de pollution pouvant peser sur la faune et la flore desdites réserves du fait de l'utilisation d'intrants agricoles et proposer des mesures de réduction en cas de besoin et d'aide à la prise de décisions .

Des travaux antérieurs réalisés par différents auteurs ont révélé l'existence de pratiques d'utilisation courante de pesticides organochlorés (produits prohibés) par les producteurs, notamment l'utilisation d'endosulfan, de DDT et de ses dérivés.

Si l'endosulfan est officiellement importé au Bénin pour renforcer l'activité insecticide des pesticides organophosphorés sur certaines espèces de nuisibles du cotonnier, malgré le caractère prohibitif dudit produit, le DDT entre autres serait introduit frauduleusement dans les régions de production de coton à partir des pays voisins, notamment le Nigeria où sa commercialisation et son utilisation sont chose courante.

Les pesticides organochlorés trouvés dans les eaux et dans les sols au cours des précédentes études sont détectés à des concentrations relativement faibles ; mais du fait de l'accroissement de ces dernières d'année en année dans les milieux naturels, il y a lieu de craindre à terme des effets négatifs de la part de ces substances chimiques sur les réserves de faune situées dans les abords immédiats des zones d'utilisation ; c'est ce qui justifie la conduite de la présente étude.

Grâce aux visites et enquêtes de terrain, huit (08) stations d'étude dans la Réserve de Biosphère du W et neuf (09) dans celle de la

Pendjari ont été identifiés comme devant faire l'objet des présentes investigations.

Des travaux d'enquête il ressort que 100% des producteurs utilisent des engrais chimiques pour la culture du coton, 97% pour la culture du maïs et 19% pour le riz. S'agissant des pesticides, 100% des producteurs en utilisent pour la culture du coton et 9% pour la conservation des céréales. A ces données s'ajoutent les 97% des producteurs qui ont leurs champs dans les abords immédiats des réserves.

Si une frange importante des producteurs (50% en moyenne) ont reconnu avoir eu au moins une fois des malaises (troubles gastriques, céphalées,...) lors ou à la suite des opérations de pulvérisations de pesticides dans les champs (les enfants de 10 à 18 ans en majorité), très rares étaient ceux qui savaient que l'utilisation d'engrais chimiques et de pesticides pouvait avoir des effets nocifs sur l'environnement en particulier sur la qualité des eaux et sur la faune sauvage et aquatique.

Des observations faites sur le terrain et des résultats d'analyse d'échantillons d'eau, de sédiments, de sols et de tissus vivants il ressort les constats ci-après :

- Des taux de nitrates par endroits au-delà du seuil de 44 mg/L admissible pour l'eau de boisson ou d'abreuvement : entre 4,0 et 130 mg/L avec une moyenne de 59,42 mg/L dans la Réserve de biosphère du W d'une part, et 4,34 et 53,60 mg/L pour une moyenne de 22,15 mg/L dans celle de la Pendjari ;
- L'endosulfan est présent dans la quasi-totalité des échantillons d'eau (23-460 ng/L dans le complexe du W et 46-430 ng/L dans celui de la Pendjari) et peut servir de traceur de POC d'origine agricole;
- Du point de vue de l'abondance et de l'ubiquité, les DDTs viennent après l'endosulfan, tête de pont des POCs, suivis de l'heptachlore ;

- Si de forts taux de nitrate sont observés dans certains sols (tels que PEN7M par exemple avec 44,5mg de NO_3^- /L en moyenne et W8M avec 40mg/L), il est cependant difficile d'attribuer certaines déformations foliaires observées au niveau de certains végétaux à l'utilisation d'engrais chimiques et de pesticides dont les teneurs sont relativement faibles dans les tissus vivants.
- Les taux de pesticides dans les systèmes naturels, en particulier dans les sédiments, ont connu des accroissements continus entre 1996 et 2002, période où des études ont été conduites par différents auteurs sur le devenir des engrais chimiques et des pesticides utilisés dans les régions de production cotonnière ; en dehors de l'endosulfan officiellement importé au Bénin (par les sociétés agréées), les autres POCs seraient frauduleusement introduits par les producteurs agricoles eux-mêmes ou transportés par les eaux transfrontalières à partir des pays voisins ; les activités de pêche seraient aussi une source de POCs (notamment l'heptachlore) dans les eaux, en l'occurrence celles de rivière ; l'ignorance des méfaits des pesticides sur l'environnement est une cause majeure de l'utilisation incontrôlée de ces produits chimiques de synthèse par les producteurs et les pêcheurs.

Face à cette situation une stratégie de réduction des taux de polluants et micropolluants résultant de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides s'impose. Elle devra être basée sur :

- le renforcement des capacités d'intervention des services d'écologie et des AVIGREF en terme de contrôle et de suivi de l'utilisation d'engrais chimiques et de pesticides dans les zones de tolérance agricole et sur les plans d'eau ;
- le renforcement des capacités des populations riveraines en vue d'une gestion participative des réserves de faune ;

- l'implication des USPP dans les actions d'IEC au profit des producteurs et des populations riveraines des réserves;
- l'interdiction de la culture du coton dans la zone cynégétique ;
- le renforcement des capacités nationales en matière de contrôle de la qualité chimique des pesticides officiellement et/ou frauduleusement utilisés dans les zones de tolérance agricole adjacentes aux réserves de biosphère ;
- l'aménagement des bassins versants en pratiquant des techniques de lutte anti-érosive qui limitent sensiblement le ruissellement et les pertes en terre ;
- la promotion de l'agriculture biologique dans les bassins versants ;
- le développement d'une coopération inter-Etats de lutte contre l'utilisation d'engrais chimiques et de pesticides dans les bassins versants des réserves.

Cette stratégie a prévu un programme de surveillance et de mise en œuvre de ladite stratégie par la formation d'une équipe de surveillance de la pollution chimique au niveau de chaque réserve. Sur la base d'un contrat qu'il signera avec le CENAGREF, un laboratoire ou un centre de formation qualifiée assurera une bio-surveillance continue des écosystèmes de faune dans les deux réserves de biosphère du W et de la Pendjari.

SIGLES & ABREVIATIONS

- APE/CPU/UNB** : Département d'Aménagement et Protection de
l'Environnement du Collège Polytechnique
Universitaire de l'Université Nationale du Bénin
- AVIGREF** : Association Villageoise de Gestion des Réserves de Faune
- CARDER** : Centre d'Action Régionale pour le Développement Rural
- CENAGREF** : Centre National de Gestion des Réserves de Faune
- DDT** : Dichlorodiphényltrichloréthane
- DDD** : Dichlorodiphényldichloréthane
- DDE** : Dichlorodiphényléthane
- ONG** : Organisation Non Gouvernementale
- OCDE** : Organisation de Coopération et de Développement
Economique
- PEN1M** : Mare n°1 de la Réserve de biosphère de la Pendjari
- PEN1R** : Rivière n°1 de la Réserve de biosphère de la Pendjari
- PNP** : Parc National de la Pendjari
- PNW** : Parc National du W
- POCs** : Pesticides Organochlorés
- UREEQ** : Unité de Recherche en Ecotoxicologie et Etude de Qualité
- US-EPA** : United States Environmental Protection Agency
- W1M** : Mare n°1 de la Réserve de Biosphère du Parc W
- W1R** : Rivière n°1 de la Réserve de Biosphère du Parc W
- ZOC** : Zone d'Occupation Contrôlée

AVANT-PROPOS

L'étude a été menée à travers deux campagnes d'échantillonnage et de mesures. Les données générées au cours de ce travail par l'équipe de recherche ont été présentées en deux étapes: à l'issue de la première période (Juillet-Novembre 2002), un rapport intérimaire a été élaboré et déposé au CENAGREF, lequel rapport a été amendé par des représentants de différents ministères et institutions compétents et les observations faites sont communiquées à l'équipe de recherche qui les a prises en compte pour la phase suivante; à la fin de la deuxième période de campagne d'échantillonnage et de mesures (Décembre 2002-Mai 2003) le second rapport que voici est présenté sous la forme d'un document de synthèse faisant le point aussi bien des données de la première période que celles de la deuxième et tient lieu de premier draft du rapport finalisant l'étude.

Suite au dépôt de ce premier draft du rapport de synthèse par l'équipe de recherche, la Direction Générale du CENAGREF a organisé, le 14 Octobre 2003 dans la salle de conférence dudit centre à Cotonou, une séance de restitution et d'amendement dudit document qui a rassemblé différents éminents spécialistes venus de divers départements ministériels (Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique, Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme, ...) dont la liste des représentants se présente comme suit :

- | | |
|--------------------------|------------------|
| 1. ADAM Sikirou | FLASH/UAC |
| 2. ADJAKPA B. Jacques | CPU/UAC |
| 3. AZONHE Thierry | CBRST/MESRS |
| 4. AZONTONDE H. Anastase | LSSEE/INRAB/MAEP |
| 5. CODJIA Jean T. Claude | FSA/UAC |
| 6. DJIBRIL Bakary Roufai | UREEQ |
| 7. GUENDEHOU Sabin | CBRST/MESRS |
| 8. HOUNDAGBA Jean | FLASH/UAC |
| 9. KIDJO Ferdinand C. | CENAGREF |

10. LALEYE Philippe	FSA/UAC
11. MENSAH Guy Apollinaire	CRA-Agonkanmey/INRAB
12. SAGBO U. Arnaud	UREEQ
13. SANNI Issa	ABE/SISEII
14. SOCLO H. Henri	UREEQ

Le 26 janvier 2004, un atelier de validation a examiné le rapport final des consultants. A l'unanimité, les participants ont reconnu que la grande majorité des observations, aussi bien de forme que de fond, issues de l'atelier restitution du 14 octobre 2003 ont été prises en compte par les consultants dans le document final. Le seul point qui n'a pu être pris en compte est celui relatif à l'analyse des tissus animaux. Mais déjà, des dispositions ont été prises par le CENAGREF et un étudiant finaliste de l'Ecole doctorale de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines réalise son mémoire sur le thème : impact de l'utilisation de engrais chimiques et des pesticides par les populations sur la faune sauvage : cas des mammifères et des poissons. Ce mémoire viendra compléter sous forme d'annexe le présent document. Ont pris part à cet atelier de validation ceux dont les suivent :

1. AZONHE Thierry	CBRST/MESRS
2. CODJIA Jean T. Claude	FSA/UAC
3. GUENDEHOU Sabin	CBRST/MESRS
4. KIDJO Ferdinand C.	CENAGREF
5. MENSAH Guy Apollinaire	CRA-Agonkanmey/INRAB

L'équipe de recherche remercie les responsables du CENAGREF à différents niveaux, pour avoir initié et commandité l'étude et pour leur contribution combien inestimable à la réalisation du présent travail ; les remerciements vont également en direction des membres de l'équipe de restitution et de validation dont les observations ont permis d'améliorer la qualité du présent document.

INTRODUCTION

1. CONTEXTE

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la mise en œuvre, par le Centre National de Gestion des Réserves de Faune (CENAGREF), de la politique nationale en matière de conservation et de gestion des aires protégées telle que prescrite par la loi-cadre sur l'environnement. Il s'agit :

- de gérer les ressources de faune au mieux des intérêts des populations riveraines et de la communauté nationale,
- de soutenir la conservation de la nature dans les parcs nationaux et les zones cynégétiques,
- et de valoriser les ressources naturelles, notamment la faune et la flore dans les aires protégées, et promouvoir leur utilisation durable.

Pour l'accomplissement de la mission, le CENAGREF concentre ses efforts sur un certain nombre d'écosystèmes de réserves de faune fragiles dont les complexes des aires protégées de la Pendjari et du W, objet du présent travail, et caractérisées par d'importantes richesses biologiques, une forte pression des populations riveraines et d'intenses activités anthropiques. Il s'est donné pour tâches de renforcer les capacités nationales :

- à produire des informations fiables permettant d'évaluer la qualité de l'environnement des aires protégées et de mieux les gérer,
- à suivre de façon continue l'évolution et le fonctionnement de ces écosystèmes,
- et à mener une épidémiolo-surveillance de la faune sauvage.

Ce qui lui permettra de disposer en temps réel d'informations et de données écologiques et environnementales utiles à la prise de décision.

En effet, au nombre des activités d'origine anthropique susceptibles de compromettre dangereusement les ressources biologiques des aires protégées de la Pendjari et du W, on peut citer l'utilisation en agriculture de pesticides pour les traitements phytosanitaires et sur les eaux de surface pour les besoins de pêche. Non seulement l'utilisation de pesticides constitue une source d'intoxication pour les personnes qui manipulent ces produits, mais elle est également une source de menaces pour les populations riveraines des aires protégées et pour les animaux (oiseaux, poissons,... ..) et les plantes qui vivent dans ces écosystèmes. Les effets négatifs sur les écosystèmes sont nombreux :

- les effets démo-écologiques (changement significatif au niveau d'une population animale ou d'un groupement végétal) ;
- et les effets biocénétiques (l'application d'un insecticide pour éliminer une espèce d'insecte par exemple peut faire disparaître en même temps d'autres insectes, et aussi les animaux supérieurs qui s'en nourrissent).

Introduits dans l'organisme humain par le biais de la chaîne trophique ou par inhalation par exemple, les pesticides peuvent se fixer sur les molécules biologiques fondamentales (ADN, ARN, protéines) et au niveau de ces molécules ils peuvent provoquer des perturbations importantes telles que les mutations génétiques, les tumeurs cancéreuses et autres.

Quant aux engrais chimiques ils contribuent à l'eutrophisation des plans d'eau, par des eaux de ruissellement qui y apportent d'importantes quantités d'éléments nutritifs (phosphore et azote), provoquant ainsi une prolifération anarchique d'organismes indésirables (plantes aquatiques) au détriment des organismes ayant

une valeur commerciale ou nutritive recherchée, et ce, du fait d'un manque chronique d'oxygène dans les milieux aquatiques.

2. OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'objectif général est que le CENAGREF puisse disposer à la fin de la présente étude d'une base de données fiables sur l'impact de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides par les populations riveraines sur les écosystèmes, les eaux de surface et les substrats des réserves de faune dans les écosystèmes des aires protégées de la Pendjari et du W. Il en découle des objectifs spécifiques, à savoir :

- identifier les différentes substances organiques et inorganiques de synthèse utilisées dans l'agriculture autour des aires protégées ;
- évaluer le degré de pollution des plans d'eau et des sols par ces produits dans la zone d'étude ;
- inventorier les sources de pollution des eaux de surface et des sols des réserves de faune ;
- élaborer un programme de surveillance continue de la pollution chimique dans les aires protégées - et élaborer un programme de renforcement des capacités de mise en oeuvre d'un plan de surveillance à travers des ateliers de formation des différents acteurs.

3. MANDAT DE L'EQUIPE DE RECHERCHE ET RESULTATS ATTENDUS

- Le répertoire des substances chimiques organiques et inorganiques de synthèses utilisées dans les zones environnantes des aires protégées est élaboré ;
- Les niveaux de pollution des plans d'eaux et des sols sont connus ;
- Les impacts des différents polluants sur la diversité biologique (faune, flore) sont évalués ;
- Les sources majeures de pollution chimique sont identifiées ;
- Les tendances sont connues ;

- Une carte d'identification et de localisation des sites sensibles (zones à grand risque situées à l'intérieur et à la périphérie) aux différents polluants répertoriés est établie ;
- Une base de données sur l'état de la pollution dans les zones d'étude est constituée ;
- Un programme de surveillance continue de la pollution dans les aires protégées est proposé ;
- Un programme de renforcement des capacités de mise en oeuvre d'un plan de surveillance par le CENAGREF est élaboré ;
- Des rapports intérimaires sont rédigés ;
- Un atelier de validation du rapport général est organisé ;
- Un rapport final de mission est rédigé.

L'annexe 1 rappelle les termes de référence de la présente étude.

4. CONTENU DU RAPPORT

Le présent rapport est structuré en cinq grandes parties. La première rappelle le cadre géographique de l'étude, la deuxième partie l'état de la qualité chimique des écosystèmes aquatiques dans les complexes des aires protégées du W et de la Pendjari, tel que présenté par les rapports des études précédentes. La troisième partie expose les résultats des différentes campagnes d'échantillonnages et de mesures effectuées entre Septembre 2002 et Mars 2003, couvrant aussi bien les périodes des hautes eaux que celle des basses eaux, tandis qu'au quatrième chapitre, les résultats précédemment présentés sont analysés paramètre par paramètre, les évolutions et tendances dans le temps et l'espace sont dégagées et évaluées; ce qui, au cinquième et dernier chapitre, a permis de proposer un programme de surveillance continue de la pollution chimique dans les aires protégées, incluant des actions de protection contre la pollution chimique et de renforcement des capacités de mise en oeuvre d'un plan de surveillance.

PREMIERE PARTIE :
METHODOLOGIE D'ETUDE

Pour atteindre ces objectifs, l'équipe de recherche a adopté une méthodologie de travail dont les différents éléments se présentent comme suit: la revue bibliographique, les visites de terrain, les enquêtes, les campagnes d'échantillonnage et de mesures de terrain, les analyses en laboratoire, le traitement des données et la rédaction du rapport de l'étude.

1.1. La revue bibliographique

Cette première étape a consisté à réunir l'ensemble des études précédemment menées dans les réserves de biosphère du W et de la Pendjari et à y exploiter les données susceptibles d'aider à mieux comprendre les différents milieux.

1.2. Les visites de terrain

Elles ont permis de connaître les zones d'étude et d'identifier les problèmes de dégradation des écosystèmes et/ou d'intoxication de la faune sauvage et des populations, liés à l'utilisation d'engrais chimiques et de pesticides.

En fait ce travail de terrain a été mené en deux étapes :

- ✍ La première a consisté à avoir des séances de travail avec le personnel technique de chaque direction de parc (Direction Régionale du Parc National du W à Kandi et celle du Parc National de la Pendjari à Tanguiéta), afin d'identifier les sites ayant un intérêt particulier pour le CENAGREF et pour lesquels les présentes investigations pourraient fournir des éléments de réponse à un certain nombre d'interrogations qui subsisteraient au niveau de ces sites dans les réserves.
- ✍ La deuxième étape a consisté à se rendre sur les sites identifiés :

- pour observer l'état des écosystèmes aquatiques (mesures de paramètres physico-chimiques classiques sur le terrain), la topographie, l'état des sols et de la végétation, notamment dans les parties basses des bassins versants qui constituent les zones de dépôt et d'accumulation des éléments en solution et de ceux particuliers transportés par l'eau ;
- et pour prélever des échantillons d'eau, de sédiments, de sol, de végétaux et de tissus animaux.

1.3. Les enquêtes

Elles ont été réalisées sur la base des fiches élaborées à partir des données bibliographiques et des informations recueillies lors des visites de terrain ; ces outils d'enquête sont conçus en fonction des groupes cibles (paysans, encadreurs ruraux, ONG).

Des exemplaires desdites fiches d'enquête sont présentés dans la partie (annexe 5) du présent rapport.

Elles ont consisté :

- à recenser les différentes substances chimiques de synthèse (engrais chimiques et pesticides) utilisées dans les zones d'étude ;
- à répertorier les sites d'utilisation de ces substances ;
- à recueillir des informations sur le niveau de prise de conscience des populations et des autres acteurs des dangers et/ou dommages liés à l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides dans l'environnement (santé humaine, productivité halieutique des plans d'eau, disparition éventuelle d'espèces floristiques et fauniques du fait des effets démo-écologiques et biocénologiques des pesticides, dégradation de la qualité des ressources en eau, etc.).

1.4. Les campagnes d'échantillonnage et de mesures

Elles se sont déroulées au cours des deux périodes critiques du cycle hydrologique des deux régions (Départements de l'Alibori et de l'Atacora), la première campagne en fin Septembre - début Octobre 2002 (en saison pluvieuse) et la deuxième en Février 2003 (en saison sèche).

Elles ont permis :

- de mesurer in situ les paramètres chimiques classiques dans les plans d'eau (T°C, pH, Conductivité, oxygène dissous,...) à l'aide des appareils de mesure portatifs tels que ph-mètre, multimètre, conductimètre, oxymètre et quips de Winkler;
- de prélever à l'aide d'une machette des échantillons de végétaux et à l'aide d'une tarière hollandaise des échantillons de sol conservés dans des sachets plastiques;
- de prélever des échantillons d'eau dans des bouteilles en verre et des échantillons de sédiment dans du papier aluminium ;
- de collecter des échantillons de poissons (auprès des pêcheurs, en particulier sur les rivières Pendjari et Mékrou), de tissus animaux (graisses, lait de mammifères et foie).

Tous les échantillons prélevés, sont étiquetés et ceux humides (eaux, sédiments, tissus animaux) sont conservés au frais (à 4°C) dans une glacière contenant des accumulateurs de froid. Ils sont transportés au laboratoire où ils sont analysés par différentes techniques en fonction des paramètres recherchés.

Il est à noter que, quel que soit l'échantillon, cinq (05) sous-échantillons sont constitués (échantillons composites) au niveau de chaque site et analysés séparément et donnent cinq mesures de chaque paramètre par station. Les échantillons d'eau composites dans

les ruisseaux et rivières sont pris en cinq points différents sur la section à des intervalles de temps de cinq minutes pendant quinze minutes. Les trois (03) prélèvements sur chaque point de la section de la rivière ou du ruisseau sont mélangés pour constituer un sous-échantillon par site. S'agissant des échantillons de tissus vivants, seuls trois types de prélèvements ont été réalisés : les graisses de buffle, la chair de silure noire (poisson à chat vivant dans les sédiments) et celle de *Tilapia* sp.

Les tentatives de prélèvement de tissus vivants sur d'autres espèces de faune sauvage (foie, lait de mammifères,...) ont été vaines du fait de la non organisation de campagnes de chasse et d'opérations d'immobilisations d'animaux au cours de la période d'étude : le matériel de prélèvement déposé dans les différents campements est resté sans suite.

1.5. Les analyses en laboratoire

En complément aux mesures effectuées sur le terrain les analyses chimiques menées en laboratoire se rapportent aux paramètres physico-chimiques et trophiques des eaux de surface (M.E.S., sels azotés, ortho-phosphates,...), aux indicateurs de pollution organique (DCO, ...), et aux éléments tels que le potassium, calcium, magnésium, carbone organique, azote total. A cela s'ajoutent les micropolluants organiques que sont les pesticides organochlorés.

Les pesticides organochlorés (DDT et dérivés, endosulfan, heptachlore, lindane, dieldrine,...) sont analysés dans les échantillons d'eau (eaux des mares et rivières), de sédiments, de sols, de végétaux et de tissus animaux. Cette famille de composés ont été analysés au détriment des pesticides organophosphorés du fait de leur forte persistance et de leur rémanence élevée comparativement à celles de ces derniers : les POCs ont une demi-vie allant de 8 à 20 ans tandis que celle des organophosphorés n'est que de 4 heures. Cela montre

combien les POCs pourraient s'accumuler dans les systèmes naturels et constituer des menaces potentielles pour l'environnement en cas d'utilisation pour les traitements phytosanitaires.

Les sels nutritifs (nitrate, nitrite, ammonium et phosphate) sont dosés par spectrophotométrie d'absorption UV-Visible (grâce au spectrophotomètre SHIMADZU UV 1601), les éléments alcalins et alcalino-terreux par spectrophotométrie d'absorption atomique. Les taux de matière organique exprimés par le test de DCO ont été mesurés par oxydation à reflux au dichromate de potassium tandis que l'azote total a été déterminé par la méthode de distillation de Kjeldahl.

Pour le dosage des pesticides organochlorés (DDT et dérivés, endosulfan, heptachlore, lindane, dieldrine,...), la chromatographie en phase gazeuse couplée au système de détection à capture d'électrons (GC/ECD) a été utilisée. Les pesticides organochlorés ont été analysés au détriment de leurs homologues organophosphorés (officiellement importés et utilisés au Bénin) parce qu'ils sont prohibés (du fait de leur forte persistance et de leur rémanence élevée dans l'environnement) et sont frauduleusement introduits et utilisés au Bénin par les producteurs de coton.

Il est à mentionner que l'étape d'analyses chromatographiques était précédée d'une série de traitements allant des extractions (solide-liquide pour les échantillons de sédiments, de sols et de tissus animaux ou liquide-liquide pour les échantillons d'eau et de lait) aux séparations sur colonne ouverte de silice/alumine ou de florasil; les solvants d'extraction et de purification étant notamment le pentane et le dichlorométhane.

Les techniques analytiques utilisées sont inspirées de celles développées au cours de travaux antérieurs ou des manuels standards d'analyses des micropolluants organiques ou de substances

inorganiques (Soclo, 1986) et sur les substances inorganiques (Andrew et al., 1995).

1.6. Le traitement des données

Les données recueillies à l'issue des campagnes d'échantillonnages et d'analyses sont soumises à des analyses statistiques, traduites sous forme de graphiques et de tableaux, des indices sont calculés et les valeurs des paramètres indicateurs de pollution sont comparées aux normes nationales et/ou internationales. Grâce aux indicateurs clefs de pollution et aux tendances qui sont dégagées de l'analyse des données, il est procédé à leur spatialisation (études cartographiques et identification des zones sensibles ou à risque) et à l'élaboration d'un programme de surveillance de la pollution et d'un plan de renforcement des capacités de mise en œuvre de ce programme.

DEUXIEME PARTIE :

CADRE GEOGRAPHIQUE DE L'ETUDE

2.1. LOCALISATION DES DEUX GRANDES RESERVES DE BIOSPHERE DU W DU NIGER ET DE LA PENDJARI AU BENIN

La figure 1 présente la localisation géographique des deux grands ensembles d'aires protégées du W et de la Pendjari.

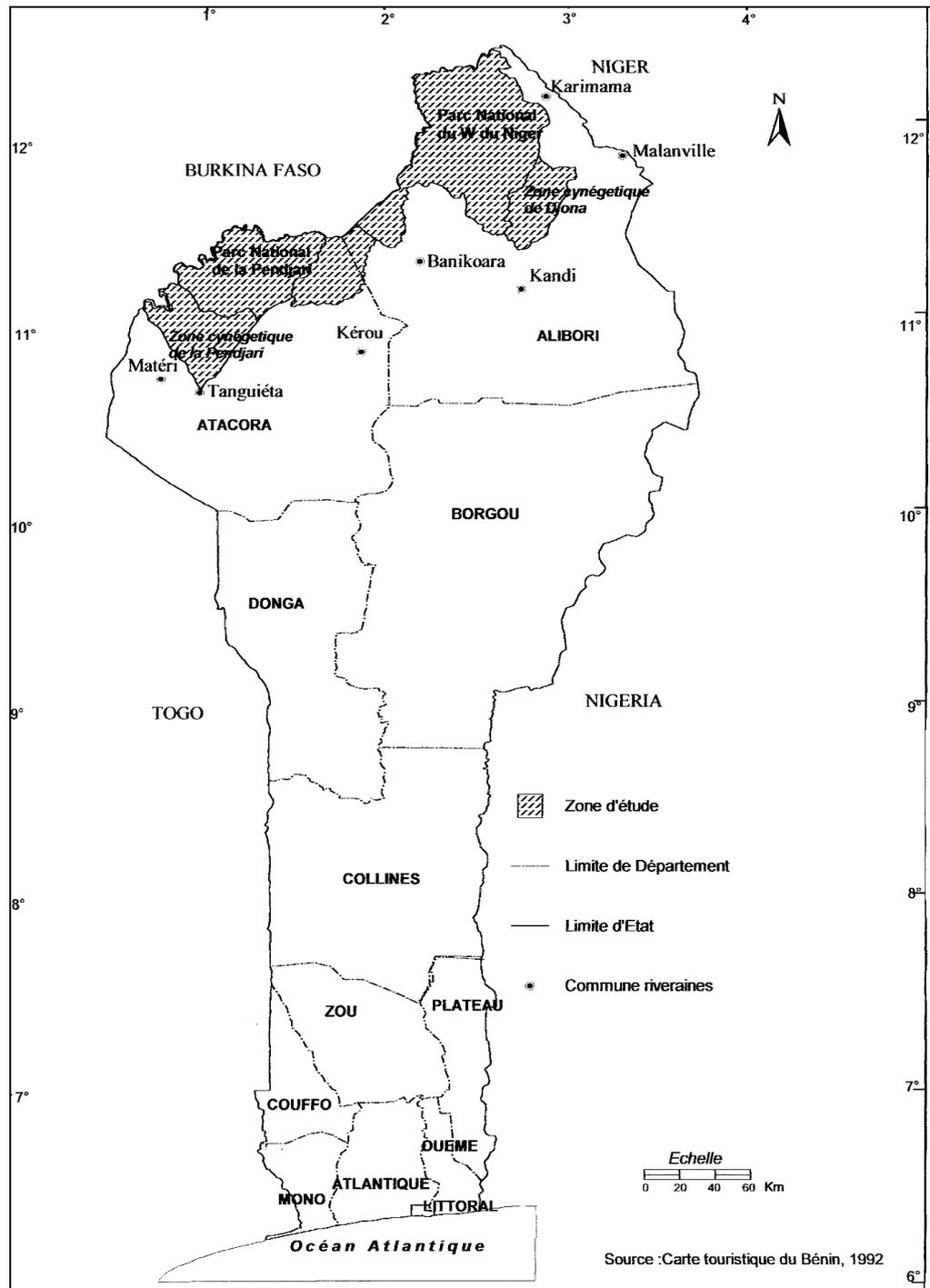


Fig.1: Localisation des deux réserves de biosphère au Bénin

2.2. LA RESERVE DE BIOSPHERE DU W DU NIGER: CADRE PHYSIQUE ET HUMAIN

2.2.1. Présentation et situation géographique de la Réserve de Biosphère du W du Niger (figure 2)

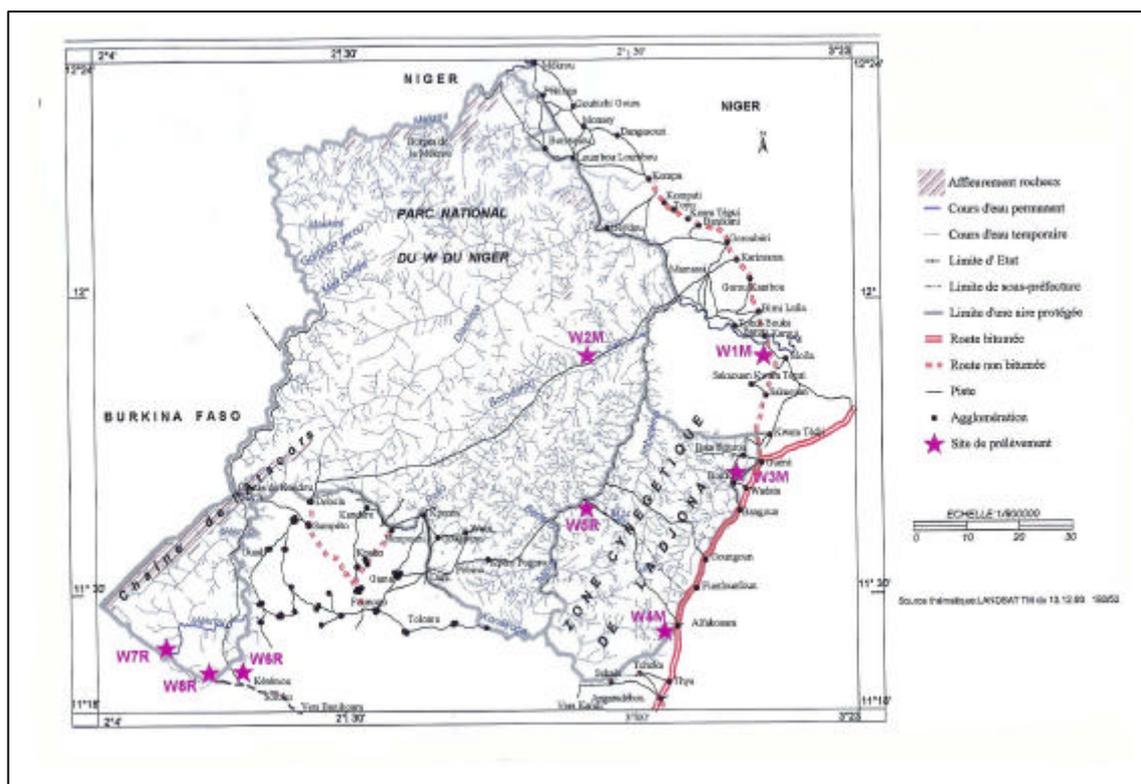


Fig. 2: Situation géographique de la réserve de Biosphère du W

Faisant partie du Parc du W du Niger, le Parc National du W couvre une superficie de 568.000 ha (soit 55,52% de l'ensemble) ; il est situé dans l'extrême ouest du Département de l'Alibori où il est limité par la zone cynégétique de la Djona (avec une superficie de 188.000 ha et dont il est séparé par la rivière Alibori), à l'ouest par la Mékrou, le Burkina Faso et le Niger, au Nord par le fleuve Niger dont il n'est séparé que par une bande de terre du territoire reliant Loumbou-Loumbou à Karimama, au sud par la Commune de Banikoara et la zone cynégétique de l'Atacora.

Pénéplaine de 250 m d'altitude, le parc est traversé du sud-ouest au nord-est par l'extrémité de la chaîne de l'Atacora et drainé par le fleuve Niger et ses affluents. La suite de la chaîne de l'Atacora a imposé au fleuve Niger des détours successifs, très pittoresques (en territoire nigérien) qui lui ont donné la forme de la lettre W, d'où le nom du parc du W du Niger dont fait partie notre milieu d'étude.

2.2.2. Quelques données climatiques sur le parc national du W

Il est du domaine climatique soudanien avec quelques influences sahéliennes se traduisant par la présence de beaucoup d'épineux tels que *Balanites aegyptica*, *Acacia gourmaensis*, etc. (Ayégnon, 2002).

La température moyenne annuelle enregistrée de 1991 à 2001 est de 28,3°. Les maxima vont de 31°C à 39°C tandis que les minima se situent entre 17°C et 26,4°C. Le mois le plus chaud est celui de mars alors que les mois de décembre et de janvier apparaissent les plus froids.

D'après les données météorologiques de la Station de Kandi, la durée de l'insolation est évaluée à 2920 heures en moyenne par an. L'ensoleillement le plus intense a été enregistré en mars avec 10,8 heures de soleil par jour.

L'humidité relative de l'air ambiant varie entre 11 et 95%. La valeur maximale est enregistrée en saison des pluies (juillet, août, septembre) alors que sa valeur minimale s'observe en janvier et février.

Deux types de vents soufflent sur le parc W et ses zones cynégétiques :

- l'alizé maritime de mars à novembre de direction sud-ouest nord-est dont la vitesse moyenne est de 2,5 m/s présente un maximum entre 23 et 30 m/s suivant les mois ; il est à l'origine de la pluie dans la région.

- L'harmattan, un vent sec et frais, de direction nord-est sud-ouest, soufflant de novembre à février, de vitesse moyenne de 2 m/s, présente un maximum de 12 à 14 m/s.

On distingue dans le parc deux saisons :

- une saison des pluies de mi-mai à mi-octobre, et pouvant se prolonger en novembre
- une saison sèche subdivisée en deux parties : d'une part, une saison sèche et fraîche allant de fin octobre à mi-février correspondant à l'époque de l'harmattan, un vent sec et frais, chargé de poussière et qui fait diminuer sensiblement la visibilité sur les routes, et d'autre part une saison sèche et chaude de mi-février à mi-mai dont la durée peut varier d'une saison à l'autre.

2.2.3. Hydrographie et types de sols rencontrés

C'est la rivière Mékrou qui draine le parc national du W et la zone cynégétique de l'Atacora, et constitue la principale source d'alimentation en eau des animaux. Si cette rivière a un régime irrégulier et un débit d'eau important en saison des pluies, c'est par contre un chapelet de mares qu'elle laisse en saison sèche et où viennent s'abreuver les animaux. Il existe aussi d'autres mares en dehors du lit de la Mékrou c'est le cas de la mare aux éléphants, la mare aux hippopotames, la mare aux lions, la mare aux crocodiles, la mare Coco et la mare Barboti et la rivière Pako.

S'agissant des sols, on y distingue :

- les sols ferrugineux tropicaux lessivés, fortement concrétionnés avec une surface cuirassée et une végétation arbustive et herbacée,

- les sols ferrugineux tropicaux lessivés faiblement concrétionnés où se développe une végétation arborée,
- les sols ferrugineux tropicaux lessivés, sablo-argileux ou limono-argileux. Ce sont des sols noirs, épais, argileux en profondeur se révélant très fertiles que l'on rencontre aux bords des mares, des dépressions et des cours d'eau.

2.2.4. Végétation et faune

Le parc et la zone cynégétique sont dominés par les savanes arbustive et arborée. On y rencontre par endroits de belles forêts claires, des savanes herbeuses et des forêts galeries. Notons que les spécificités édaphiques du parc permettent la présence de beaucoup d'épineux dont *Balanites aegyptiaca*.

La faune y est particulièrement diversifiée : 80 espèces de mammifères (Bousquet, 1992) et 361 espèces d'oiseaux (Adjakpa, 2003). La fréquence de rencontre des animaux est plus forte dans les zones cynégétiques (domaine plus contrôlé par les guides de chasse) que dans le parc. En saison sèche, d'immenses espaces secs sont complètement désertés par les animaux qui gagnent le nord de la Mékrou et les pourtours des points d'eau permanents.

2.2.5. Populations riveraines

Le chiffre de population tel que révélé par les données démographiques de 1997 dans les zones riveraines du parc national du W s'élève à 109.117 habitants. Selon les études faites en 1999 par le CENAGREF sur la zone, ces populations sont à 95% rurales et se composent de nombreuses ethnies avec une dominance des Dendi à Karimama et Malanville tandis que les Baribas dominant à Kandi et Banikoara (CENAGREF, 1999). Quant aux Peulhs ils forment une communauté assez dispersée. Si la densité humaine autour du parc

national et de la zone cynégétique est très variable, elle est cependant relativement élevée, avec un taux d'accroissement moyen annuel de 2,5% entre 1972 et 1992.

2.3. LA RESERVE DE BIOSPHERE DE LA PENDJARI : CADRE PHYSIQUE ET HUMAIN

2.3.1. Présentation et situation géographique de la Réserve de Biosphère de la Pendjari

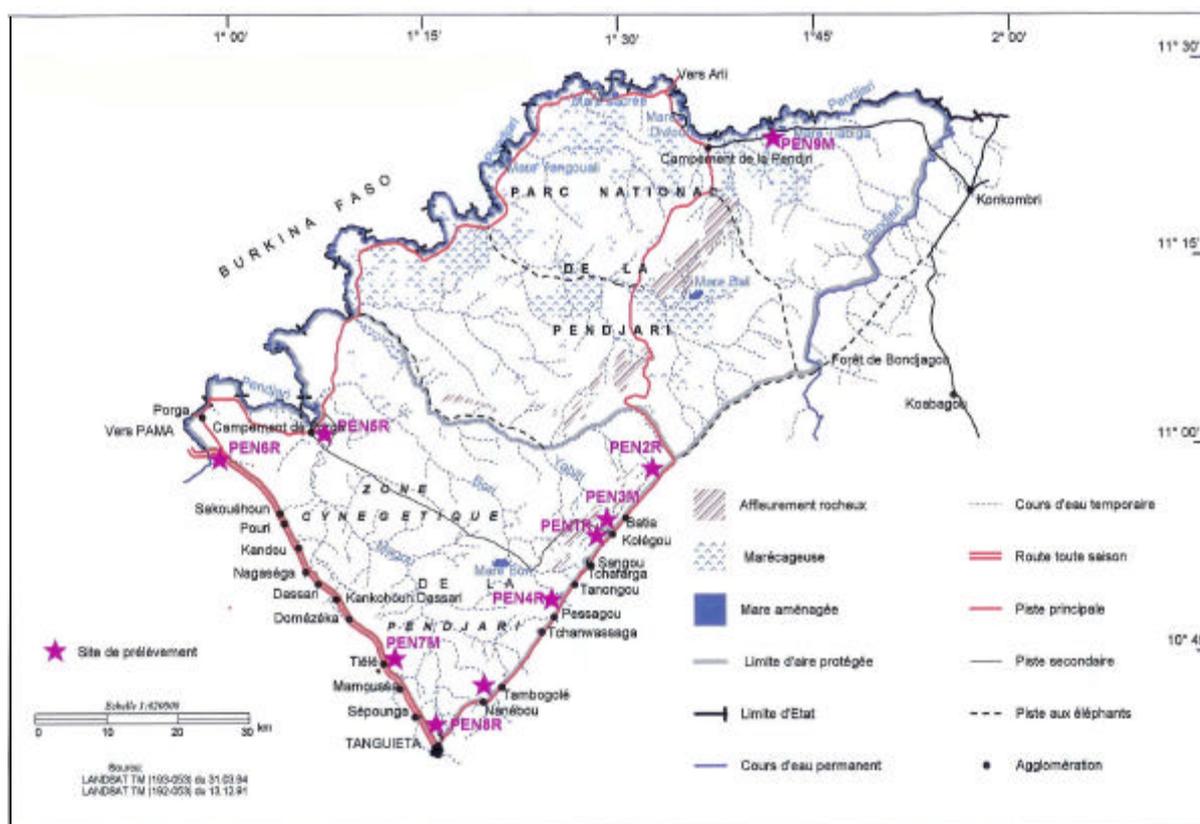


Fig. 3: Situation géographique de la réserve de Biosphère de la Pendjari

La Réserve de la Biosphère de la Pendjari est située au nord-ouest du Bénin, à cheval sur les communes de Matéri, Tanguiéta et Kérou. Ses coordonnées géographiques se situent entre 10°30' et 11°30' latitude Nord et entre 19°50' et 20°00' longitude Est. Elle couvre une superficie de 471.140 ha à raison de 266.040 ha pour le Parc National de la Pendjari, 180.000 ha pour la zone cynégétique de la Pendjari (Batia et Porga) et 25.100 ha pour la zone cynégétique de Konkombri.

2.3.2. Quelques données climatiques sur le parc national de la Pendjari

Cette zone est caractérisée par l'alternance de deux systèmes météorologiques : le système de la mousson, humide d'origine océanique et celui de l'alizé continental caractérisé par des conditions atmosphériques sèches et chaudes. On distingue dans le parc :

- * Une saison sèche et fraîche, de fin octobre à mi-février ;
- * Une saison sèche et chaude, entre mi-février et mi-mai ;
- * Une saison pluvieuse de mi-mai à mi-octobre.

La pluviométrie est relativement abondante : environ 1000mm par an ; les pluies sont réparties de façon très inégale ; 60% du total annuel tombe durant les mois de juillet, août, et septembre tandis qu'il est rare d'enregistrer une pluie en décembre, janvier ou février. La température moyenne annuelle est de 27°C et l'évapotranspiration potentielle (EPT) moyenne annuelle avoisine 1750mm (ASECNA/Natitingou, 2001).

2.3.3. Hydrographie et types de sols rencontrés

Le réseau hydrographique dans la zone est constitué par des cours d'eau affluents de la Pendjari. Il s'agit des rivières Magou, Yatama, Tandjali, Podiéga, Bonkada et Pourou. Ces cours d'eau présentent des berges abruptes et leurs alluvions sont riches en blocs de gravillons rocheux. Ces dépôts pauvres en argiles sont perméables et ne favorisent pas la rétention des eaux en surface capables de pérenniser les écoulements.

En haute saison sèche consécutive à une saison pluvieuse à très faible degré pluviométrique, seule la rivière Yatama (alimentant la cascade de Tanougou) présente un écoulement pérenne ; même la Pendjari tarit en plusieurs endroits (AGBOSSOU, 2001).

La rivière Pendjari constitue le point d'eau principal du Parc pour les animaux qui y sont inféodés pendant les périodes difficiles de

l'année. Elle prend sa source dans la chaîne de l'Atacora et parcourt le Parc sur une distance de 215 km. Elle connaît une activité intense de pêche tant du côté béninois que du côté burkinabé.

Dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari, hormis la rivière Pendjari, les mares constituent les points d'abreuvement des animaux ; elles sont d'un nombre important (plus de 103) (Agbossou, 2001). Bon nombre d'entre elles tarissent pendant la saison sèche dite période difficile. Au nombre de ces points d'eau on peut citer les mares Bali (située au plein cœur du parc), Bori, Yangouali, Fogou et Diwouni. La rivière Magou est un cours d'eau très important qui traverse le parc dans sa zone cynégétique à la hauteur des villages Tiélé et Dassari. Elle reçoit les eaux de plusieurs cours d'eau temporaires dont elle se renforce et qu'elle draine en retour jusqu'à la rivière Pendjari. Celle-ci sert en même temps de limite supérieure pour le parc et de limite frontalière entre la République du Bénin et le Burkina Faso. Elle sépare la zone cynégétique du Parc d'Arly (situé au Burkina-Faso) du Parc de la Pendjari.

Bien que la pluviométrie donne des relevés intéressants dans la zone (900 à 1000mm de pluie en moyenne par an), l'infiltration des eaux de pluie est très intense en raison de la très forte densité du réseau de fracturation et de la nature des sols généralement argilo-latéritiques à perméabilité élevée. Par ailleurs, les fortes valeurs de l'évapotranspiration potentielle influencent souvent, négativement, la saturation en eau du niveau superficiel du sol.

Les sols présentent des variations verticales et latérales au niveau desquelles l'on peut distinguer les unités morphologiques tels que les plateaux tabulaires plus ou moins homogènes (talus ou glacier), les zones de raccordement entre les collines, les plaines alluviales, les cuvettes et les bas-fonds.

Ces sols sont de divers types :

- * les sols ferrugineux tropicaux plus ou moins lessivés des plateaux qui se développent sur des schistes, des micaschistes et des jaspes ;
- * les sols peu évolués d'érosion et peu profonds, se développant sur des schistes et des micaschistes ;
- * les sols ferrugineux tropicaux lessivés des plaines alluviales se développant sur des matériaux alluvio-colluviaux ; et
- * les sols hydromorphes d'apports alluvio-colluviaux, qui, généralement graveleux et peu cohésifs, sont très perméables et ne favorisent pas la rétention d'eau en surface.

Les sols de cultures sont situés dans la bande de tolérance agricole qui se trouve dans les zones cynégétiques de la réserve de biosphère de la Pendjari ; ces sols ont les mêmes caractéristiques que ceux décrits plus haut.

2.3.4. Végétation et faune

Dans la zone d'occupation contrôlée, on rencontre une savane arborée et arbustive à forte emprise agricole. La végétation est clairsemée. On y rencontre les espèces telles que *Adansonia digitata*, *Parkia bigloboza*, *Combretum sp.* ; etc.

Dans la réserve du parc, on rencontre une savane arborée et une savane arbustive à *Daniella oliveria* au sein desquelles s'intègrent par endroits une savane arborée et une savane arbustive saxicole à *Vitellaria*. On y note également des forêts claires et savane boisée à *Anogeissus*.

Le long de la Pendjari et de ses affluents, on observe des forêts galeries dominées par des espèces comme *Diospyros santalinoides*, *Syzygium guineenses*, *Diospyros mespilliformis* Borasus *aethiopum*, etc
Deux types de faunes s'observent dans la réserve de la Pendjari :

- une faune aquatique qui est représentée par diverses espèces de poissons. On trouve par exemple dans les plans d'eau les Ciprinidae, les Bagridae et les Siluridae (Devingt W. J. C. Heymans et Sinsin B., 1989), cité par Tchogou en 1995,
- et la faune terrestre qui est fortement représentée par les mammifères. L'avifaune y est aussi représentée. On distingue les groupes tels que les canards, les hérons, les pintades, les cigognes, les francolins et les vautours, etc.

2.3.5. Populations riveraines

La zone d'occupation des populations riveraines de la Réserve de Biosphère de la Pendjari appelée zone d'occupation contrôlée (zoc) est située dans les zones cynégétiques du parc ; elle est composée des villages tels que Nanébou, Tchanwassaga, Tanougou, Tchafarga, Koualégou, Sangou, Sépounga, Tiélé, Dassari, Kourou, Pitibou, Pessagou, Batia, Pouri, Kandou, Nagasséga et Porga. Elle comporte la bande de tolérance agricole qui couvre une superficie d'environ 310 km².

Cette zone est occupée, de manière anarchique, par les populations Gourmantché, Wama, Biali, Bulbe, Peuhl, etc.

Les activités économiques sont détenues essentiellement et spécifiquement par des ethnies. C'est ainsi par exemple que les Gourmantchés sont, pour la plupart, agriculteurs. Cette activité est associée parfois au tissage et au petit élevage de caprins, d'ovins et de volailles. Les Gourmantchés se livrent aussi à la chasse clandestine (braconnage).

Les Berba et les Wama peu nombreux pratiquent aussi l'agriculture et la chasse. Les produits cultivés sont : le maïs, le fonio, le mil, le sorgho, le coton, l'igname, le riz et d'autres produits maraîchers tels que : le gombo, le piment, etc.

Les Peuhls mélangés à ces différentes ethnies sont minoritaires et font l'élevage de bovins, des caprins et des volailles en plus des activités agricoles.

La pêche est pratiquée par les étrangers burkinabé, togolais, maliens et quelques populations autochtones.

Selon les travaux de Agbossou (2000), le poisson est très consommé dans la région de Sépounga. Pour capturer les poissons, les populations de cette région déversent des produits chimiques toxiques dans les rivières et les mares. Les agriculteurs quant à eux, à la recherche de bons sols de cultures sont attirés par les sols fertiles des zones cynégétiques et y installent des champs de coton, de maïs et de riz.

Le rapport de diagnostic de l'ONG OSAP-BENIN a montré que la zone cynégétique est l'une des zones de productions les plus importantes de la région. Elle a connu dans la zone de Dassari une incursion des agriculteurs de maïs et de coton sur plus de 4 km vers l'est.

Dans ce rapport, cette ONG a fait savoir que le coton est la seule filière agricole organisée, ce qui fait qu'elle continue d'attirer les agriculteurs malgré tout.

TROISIEME PARTIE:

**ETAT DES LIEUX SUR LA QUALITE CHIMIQUE DES ECOSYSTEMES
AQUATIQUES ET DE SOLS DANS LES COMPLEXES DES AIRES
PROTEGEES DE LA PENDJARI ET DU W DU NIGER AU BENIN.**

3.1. PROBLEMES DE DEGRADATION DES ECOSYSTEMES

Des études précédentes ont révélé des menaces sur les écosystèmes des parcs nationaux du W et de la Pendjari, dont :

- la dégradation de la qualité chimique des points d'eau situés dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari (Djibril, 2002) ;
- la contamination des sols et des eaux de surface par des pesticides organochlorés dans les zones de culture de coton voisines des parcs (Assongba, 1996 ; Djibril, 2002) ;
- le phénomène de tarissement précoce des mares de la réserve de biosphère de la Pendjari (Tchogou, 1995) ;
- et la dégradation des habitats d'oiseaux (dégradation des forêts) sur les hauteurs de l'Atacora, liée à l'utilisation de pesticides dans les zones riveraines de la réserve de biosphère du W (Adjakpa, 1997).

3.2. DIFFERENTES UTILISATIONS DES ENGRAIS CHIMIQUES ET DES PESTICIDES DANS LES ZONES CYNEGETIQUES DES RESERVES DE LA PENDJARI ET DU W.

Pour compenser les carences dues à la nature chimique et géologique du sol et l'appauvrissement de celui-ci dû à la surexploitation, à l'érosion hydrique et aux ruissellements, l'agriculteur a recours à la fertilisation chimique par des apports d'engrais chimiques aux sols. Ces derniers apportent aux plantes les éléments nutritifs dont elles ont besoin sous forme d'ions nitrate NO_3^- , nitrite NO_2^- , phosphate PO_4^{3-} et potassique K^+ pour ne citer que ceux-ci. Ils sont retenus dans le sol par le complexe argilo-humique (CAH), à l'exception des ions nitrates qui sont très solubles dans l'eau ; ils se retrouvent facilement dans les eaux superficielles ou souterraines qu'ils polluent par une élévation de leur concentration en substances toxiques.

Si le coton est le principal produit de rente au Bénin au cours de ces dix dernières années (300.000 tonnes de coton produites en moyenne par an, SONAPRA, 2000), dans le même temps, les quantités d'engrais chimiques et de pesticides de synthèse utilisées se sont considérablement accrues : de 1994 à 2001 les quantités d'engrais utilisées au Bénin sont passées de 35.294.200 à 68.272.250 kg tandis que les volumes de pesticides sont passés de 2.080.239 à 2.316.603 litres par an et par campagne ; les plus grandes parties de ces consommations d'engrais et de pesticides sont enregistrées dans les régions septentrionales du pays, non loin des réserves de biosphère du parc W et de la Pendjari (objet de la présente étude) où on a noté respectivement des utilisations moyennes de 6.259.580 et 2.759.858 kg d'engrais chimiques contre 1.961.750 et 48.791 litres de pesticides (UL et CE) par an. Ceci s'explique par les conditions favorables à l'agriculture qu'offrent les sols des réserves de biosphère qui ont incité les producteurs à y installer des champs de culture de coton, de maïs et de riz et ce, au mépris des restrictions existantes en matière d'exploitation par les riverains des zones cynégétiques des réserves aux fins des activités agricoles.

Du fait des inondations saisonnières notées dans ces zones en période de crue, les substances chimiques utilisées en agriculture se répandent dans les aires protégées du W et de la Pendjari et y compromettent dangereusement l'équilibre de la diversité biologique.

3.3. ETAT DES LIEUX DE LA QUALITE CHIMIQUE DES ECOSYSTEMES AQUATIQUES ET DES RISQUES LIES A L'UTILISATION DE PESTICIDES.

Au cours d'une étude qu'il a menée en 1995 dans le cadre de son mémoire et qui est intitulée «Contribution aux études préliminaires en vue de l'aménagement des points d'eau dans les aires protégées

du Bénin : Cas de la mare 24 dans la zone cynégétique de la Djona et de la mare Bori dans la zone cynégétique de la Pendjari », Tchogou s'est ainsi intéressé aux analyses physico-chimiques des eaux de certaines mares. Comme cela a été observé dans les autres sites, les données moyennes recueillies sur la mare Bori par exemple (6,7 pour le pH, 347 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la conductivité, 3,15mg/l pour les ions sulfates et 0,00mg/l pour les phosphates) indiquent l'inexistence de pollution dans la zone.

En 1996, Lafia a eu à étudier les facteurs de risques et taux d'acétylcholinestérase chez les utilisateurs de pesticides dans la Sous-Préfecture de Banikoara. De cette étude il a été révélé des cas d'intoxication (voire mortelle) des populations dus à l'utilisation des eaux contaminées, au manque de moyens de protection lors des opérations de pulvérisation des cultures et une mauvaise gestion des emballages de pesticides.

Les études de recherche de pesticides réalisées en 1996 par Assongba dans les exploitations agricoles de la Commune de Banikoara (zone cynégétique du parc W) ont révélé des teneurs relativement élevées de pesticides organochlorés dans les échantillons d'eau des retenues, dans les sols et les sédiments (tableau 1). Ces produits prohibés proviendraient frauduleusement des pays voisins, en l'occurrence le Nigeria où les POCs continuent d'être utilisés à des fins agricoles, de pêche, d'hygiène ou de santé publique.

Tableau 1 : Quelques valeurs de concentrations de pesticides organochlorés dans les systèmes naturels des zones cynégétiques du parc W.

Systèmes naturels	Concentrations minimales et maximales de pesticides (ppm)				
	Endosulfan	DDTs	Dieldrine	Lindane	Heptachlore
Eaux	0,058 - 0,746	0,001 – 0,100	0,001- 0,048	-	0,034 – 0,083
Sédiments	0,128 – 1,256	0,035 – 0,1	0,013 – 0,073	0,006 – 0,198	-
Sols	0,0122 – 0,043	0,0044 – 0,023	0,008 – 0,034	<0,00001 – 0,0114	-
Normes pour l'eau *	2	2	0,03	2	2

Source : Assongba, 1996. * OMS 1993 et Normes Canadiennes

Selon Assongba (tableau 1, 1996), les pesticides organochlorés, bien que proscrits comme matières actives dans les processus de traitements phytosanitaires par les instances internationales (telles que l'OMS, l'OCDE, l'US-EPA et autres), continuaient d'être utilisés dans les exploitations agricoles riveraines des parcs ; ils étaient présents dans les échantillons de sédiments et de sols prélevés dans ces zones, ce qui pouvait compromettre dangereusement les équilibres écologiques des écosystèmes naturels du parc W, surtout au niveau de certains organismes qui, se nourrissant de la terre ou qui sont autochtones des sédiments de surface, peuvent s'intoxiquer et mourir suite à l'accumulation de ces micropolluants dans leurs tissus. Les mêmes études ont révélé que les trafics illicites en provenance des pays voisins et entretenus par les paysans eux-mêmes étaient les sources d'apport majeures de pesticides organochlorés dans les régions de cultures de coton et recommandaient par ailleurs le contrôle continu de la qualité chimique des intrants agricoles officiellement importés au Bénin ; le secteur étant libéralisé, l'importation de produits prohibés, et ce de façon consciente ou inconsciente, ne serait pas à exclure.

En outre, Djibril a, en 2002 étudié l'impact de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides sur la qualité des eaux de surface dans la réserve de biosphère de la Pendjari. Les données qualitatives et quantitatives obtenues et résumées dans les tableaux 2, 3 et 4 ci-dessous, ont indiqué des taux de sels azotés et de pesticides se situant au-delà des limites admissibles pour les eaux de boisson et d'abreuvement (36,14 mg/L pour les nitrates, 644 ng/L pour les POCs). Les valeurs du rapport DDE/DDT ont montré des utilisations prolongées et récentes de DDT.

Tableau 2 : Taux de pesticides en (ng/L) dans les échantillons d'eau prélevés dans les écosystèmes aquatiques de la réserve de biosphère de la Pendjari : période du 05 /12/2002

Points d'eau						
Paramètres	Bali	Magou	Yangouali	Pendjari	Bori	Normes OMS
p,p'-DDT	12,8	64	43,7	89	101	2
p,p'-DDE	66	8	Nd (non détecté)	12,7	29	
p,p'-DDD	4,9	1,2	1,4	5,9	4	
Endosulfan	183	437	301	284	129	2
Heptachlore	10,2	96	69	118	34,1	2
Lindane	6,4	20,7	12,5	73	26,4	0,03
Dieldrine	Nd	13,2	nd	62	nd	2
POCs totaux	283,3	640,1	427,6	644,6	323,5	

Source : Djibril, 2002.

Tableau 3 : Taux de pesticides (en ng/g) dans les échantillons de sols prélevés dans la réserve de biosphère de la Pendjari et à Tchafarga : période du 05/12/2002.

Paramètres	Sites	
	Sol de Tchafarga	Sol du parc
p,p'-DDT	46	9,7
p,p'-DDE	8,9	4,3
p,p'-DDD	3,7	1,1
Endosulfan	549	183
Heptachlore	53,8	14,6
Lindane	15,9	6,1
Dieldrine	67,8	nd
POCs totaux	825,2	218,8

Source : Djibril, 2002.

Tableau 4 : Caractéristiques physico-chimiques des eaux des mares et des rivières de la réserve de biosphère de la Pendjari

Paramètres	Sites				Normes*	Normes**
	Bali	Magou	Yangouali	Bori		
Température (°C)	28,2	28,2	27,94		-	-
pH	7,81	7,33	7,32		6,5-9,0	-
Conductivité (µS/cm)	584,5	768,5	597,5	601	400	-
Nitrates (mg/l)	12,08	36,63	15,52	36,12	50	44
Nitrites (mg/l)	0,313	1,16	1,2	0,749	0,1	-
Sulfates (mg/l)	145	166,5	72	-	250	1000
Phosphates (mg/l)	41,90	89,5	57,5	-	5	-
Ammonium (mg/l)	2,37	11,94	1,14	-	4	0,04

Source : Djibril, 2002. * Pour l'eau de boisson ** Pour l'aquaculture ou abreuvement

Les valeurs de ces tableaux, dans leur ensemble supérieures aux normes nationales, régionales et internationales pour les eaux de boissons et d'abreuvement, montrent la persistance de l'utilisation des pesticides dans les abords immédiats de la réserve de biosphère et les menaces que de telles pratiques font peser sur la qualité des écosystèmes aquatiques situés à l'intérieur de la réserve de biosphère de la Pendjari.

Conclusion partielle

Les travaux antérieurs ainsi réalisés par les différents auteurs ont révélé l'existence de pratiques d'utilisation courante de pesticides organochlorés par les producteurs, notamment l'utilisation d'endosulfan, de DDT et de ses dérivés.

Si l'endosulfan est officiellement importé au Bénin pour accroître l'activité insecticide des pesticides organophosphorés sur certaines espèces de nuisibles du cotonnier, malgré le caractère prohibitif dudit produit, le DDT par contre serait introduit frauduleusement dans les régions de production de coton à partir des pays voisins, notamment le Nigeria où sa commercialisation et son utilisation sont encore en cours.

Les pesticides organochlorés trouvés dans les eaux et dans les sols au cours des précédentes études sont détectés à des concentrations relativement faibles ; mais du fait de l'accroissement de leurs concentrations d'année en année dans les milieux naturels, il y a lieu de craindre à terme des effets négatifs de la part de ces substances chimiques sur les réserves de faune situées dans les abords immédiats des zones d'utilisation ; c'est ce qui justifie la conduite de la présente étude.

QUATRIEME PARTIE:

**L'ETAT ACTUEL DE LA POLLUTION CHIMIQUE DANS LES RESERVES DE
BIOSPHERE DE LA PENDJARI ET DU W DU NIGER : CONTRIBUTION DE
L'UTILISATION DES ENGRAIS CHIMIQUES ET DES PESTICIDES
ORGANOCHLORES PAR LES POPULATIONS RIVERAINES.**

(campagnes d'échantillonnages et de mesures
de Septembre 2002 à Mars 2003)

CHAPITRE 1 :

LES DONNEES D'ORDRE GENERAL RECUEILLIES AU COURS DES VISITES ET ENQUETES DE TERRAIN DANS LES RESERVES DU PARC W ET DE LA PENDJARI

1.1. Sites d'étude et observations

Comme mentionnées au paragraphe précédent, les visites et enquêtes sur le terrain commencent par des séances de travail avec le personnel technique de chaque direction de parc (la Direction du Parc National du W à Kandi et la direction du Parc National de la Pendjari). Les listes des participants aux différentes séances de concertation sont présentées aux annexes 1-a et 1-b. Ainsi les sites retenus ensemble et qui ont fait l'objet du présent travail (campagnes d'échantillonnages et de mesures) sont dressés dans les tableaux 5 et 6 ci-dessous indiqués.

Tableau 5 : Liste des sites étudiés dans la réserve de biosphère du W

Sites	Coordonnées géographiques	Description sommaire des sites
Karigui (W1R)	11°55.495'N 003°13.728'E	Au niveau du pont sur le bras principal du fleuve Alibori sur la route de Karimama ; dégradation moyenne au niveau des sols et de la végétation ; eau jaunâtre sur sol sablo-limoneux ; à la 2 ^e campagne, baisse considérable du niveau d'eau avec existence de poches d'eau.
Mare 25 (W2M)	31 P 0492631 UTM 1315033	Une mare située dans le parc à 25 km de Karimama, très fréquentée par les animaux ; eau trouble ; à la 2 ^e campagne d'échantillonnage, eau très trouble, pratiquement boueuse.
Santa Alfa-Koara) (W3M)	11°41.923'N 003°10.481'E	Dans la localité de Alfa-koara ; sols sableux de faible teneur en matière organique ; une retenue d'eau entourée de champs de coton ; alimentée en eau par les ruissellements provenant des champs* ; lieu d'abreuvement pour les animaux ; tarissement de la mare à la 2 ^{ème} campagne (Janvier 2003).

**Impact de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides sur les écosystèmes de faune et de flore
des réserves de biosphère du W et de la Pendjari**

Sites	Coordonnées géographiques	Description sommaire des sites
Alfa-Koara (W4M)	11°26.922'N 003°04.068'E	Retenue d'eau des éléphants à environ 300 mètres du service forestier d'Alfakoara ; accumulation de matière organique à la surface du sol ; surface de l'eau recouverte d'une pellicule rouge métallique et couverte d'herbes ; présence sur les berges de végétaux / Acacia ; les éléphants ne boivent pas directement l'eau de la retenue, mais creusent plutôt à côté pour y tirer l'eau de boisson ; recherche présomptive d'oligo-éléments. A la 2 ^{ème} campagne, assez de trous creusés par les éléphants et eau blanchâtre.
Campement de chasse de la Djona (W5R)	11°39.807'N 002°54.946'E	Situé à environ 35 km de Alfa-Koara aux abords du fleuve Alibori ; prélèvements effectués sur la rive droite de l'Alibori. Existence de poches d'eau verdâtre due à un possible empoisonnement de la rivière à des fins de pêche. A la 2 ^{ème} campagne, baisse considérable du niveau d'eau, avec existence de poches d'eau ; a tari au cours de la 2 ^{ème} campagne.
Rivière Kérérou (W6R)	11°20.998'N 002°19.323'E	Située dans la Sous-préfecture de Banikoara, elle traverse la route menant de Banikoara au campement de chasse près de la Mékrou et recevant les eaux de ruissellement des flancs (à environ 15km de Banikoara) ; présence d'une forêt galerie de part et d'autre de la rivière ; les bases des arbres qui bordent la rivière sont érodées ; culture de coton de part et d'autre à environ 300m ; eau jaunâtre (1 ^{ère} campagne) ; tarissement de la rivière à la 2 ^{ème} campagne.
Campement de Chasse de la Mékrou (W7R)	11°23.993'N 002°11.703'E	Situé à peu près à 32km de Banikoara et à 15km de la frontière Bénin – Burkina Faso ; prélèvement effectué sous le pont passant sur la rivière Mékrou ; baisse du niveau d'eau au cours de la 2 ^{ème} campagne; pêche clandestine menée par les braconniers.
Mare de Goumori (W8M)	11°10.814'N 002°17.707'E	Mare aux crocodiles située non loin du marché du village et entourée d'herbes ; une retenue d'eau recouverte de plantes flottantes, en l'occurrence les nénuphars ; située en périphérie d'une aire de culture de coton (à 200 mètres environ); baisse du niveau d'eau au cours de la 2 ^{ème} campagne ; lieu de défécation pour les habitants du village.

Tableau 6 : Liste des sites étudiés dans la réserve de biosphère de la Pendjari

Sites	Coordonnées géographiques	Description sommaire
Source aux éléphants (PEN1R)	10°53.459'N 001°30.217'E	Point d'eau situé dans la zone cynégétique, à 6km du poste forestier de Batia en allant vers l'hôtel Pendjari, alimenté par une source en chute de la colline de l'Atacora. Pas d'activités agricoles aux alentours de la source (chute d'eau).
Rivière Tantagou (PEN2R)	10°58.901'N 001°34.176'E	Prélèvement effectué sous le pont de la rivière près d'une forêt galerie. Elle suit en partie la frontière entre la zone cynégétique et le parc national. Pas d'activité particulière dans la zone du prélèvement. Elle prend sa source dans la zone de Bondjagou où il y a des cultures. A la 2 ^e campagne, tarissement de la rivière, mais existence de quelques poches d'eau.
Mare Bori (PEN3M)	10°54.556'N 001°30.016'E	Située dans la zone cynégétique à 14km dans un sous bassin versant en allant à Porga, au Nord-Ouest de la Brigade forestière de Batia. Elle subit l'influence des ruissellements en provenance des champs de culture environnants.
Rivière Tanougou (PEN4R)	10°48.503'N 001°26.045'E	Prélèvement effectué dans le cours d'eau Tanougou, à gauche du pont sur la voie menant à Batia ; rivière alimentée par la cascade de Tanougou. Existence de champs de culture de part et d'autre de la rivière ; à la 2 ^e campagne, faible débit d'écoulement.
Pont Magou (PEN5R)	11°01.774'N 001°07.	Les prélèvements sont effectués dans la rivière Magou sous le pont situé dans la zone cynégétique à Porga après la brigade forestière ; la rivière Magou traverse toute la zone cynégétique, en prenant sa source hors de la réserve de biosphère dans les zones de cultures d'où elle tire ses eaux, et se jette dans la rivière Pendjari en aval du point de rejet de la rivière Singou venant du Burkina Faso ; tarissement à la 2 ^e campagne mais existence de poches d'eau dans le lit de la rivière.
Porga Pont (PEN6R)	10°59.664'N 000°58.588'E	Prélèvement d'échantillons dans les abords immédiats du pont sur la rivière Pendjari, sur la route Tanguiéta – Frontière Burkina Faso. Les eaux de la rivière Pendjari passent sous le pont après avoir reçu les eaux de la majorité de ses affluents du Bénin (Magou, yabiti,...) et de quelques-uns du Burkina-Faso (ex. de la rivière Singou). La Magou et la Singou traversent beaucoup de champs de coton avant d'atteindre la rivière Pendjari dont le débit d'écoulement a baissé au cours de la 2 ^e campagne.
Mare de Tiélé (PEN7M)	10°43.609'N 001°12.483'E	Une mare située en zone de cultures diverses, dans une dépression en forme de cuvette dans la zone cynégétique, aux abords immédiats de la route Tanguiéta – Frontière Burkina Faso. Elle reçoit ses eaux des ruissellements venant des parties surélevées où se pratique l'agriculture. Elle a tari complètement à la 2 ^e campagne.
Bourinissou (PEN8R)	10°39.980'N 001°16.502'E	C'est un ruisseau situé dans la zone cynégétique du parc, à environ 2km des bureaux du CENAGREF à Tanguiéta. Elle reçoit les eaux venant des rigoles serpentant les sillons des champs ; tarissement à la 2 ^e campagne.
MareTiabiga (PEN9M)	11°41 N 001°71E	Elle est située dans le parc vers la forêt de Bondjagou. Elle est alimentée par les eaux de ruissellement. Proche de la rivière Pendjari, elle reçoit parfois les eaux de celle-ci surtout en période de crue. Elle connaît des activités de pêche souvent opérées clandestinement par des braconniers utilisant les techniques diverses de pêche, allant même jusqu'à l'empoisonnement des plans d'eau ; à la 2 ^e campagne, observation de pellicules verdâtres à la surface de l'eau.

1.2. Données recueillies sur les utilisations d'engrais chimiques et de pesticides dans les Réserves de Biosphère du W et de la Pendjari

Au cours des visites de terrain, les données collectées auprès des CARDER Borgou et Atacora et des Unions Sous-Prélectorales de Producteurs (USPP) ont permis d'évaluer les quantités de pesticides (organophosphorés et endosulfan) et d'engrais chimiques officiellement importés et utilisés au cours de la campagne agricole 2001-2002 dans les villages environnants des Réserves de Biosphère du W du Niger et de la Pendjari (voir tableau 3). Les localités concernées par ces enquêtes sont :

- Pour le PNW : Banikoara, Alfa-Koara et Karimama.
- Pour le PNP : Tanguiéta.

Tableau 7 : Les quantités totales d'intrants agricoles utilisés dans les abords immédiats de chacune des réserves (Campagne 2001-2002).

Réserves	Quantités d'intrants agricoles utilisés	
	Engrais chimiques (en kg)	Insecticides (en litres)
W	7.963.050	379.531
Pendjari	242.800	6.018

Le tableau 7 montre que la réserve du W reçoit la majeure partie des intrants agricoles utilisés dans les deux complexes de biosphère, celui de la Pendjari n'en représente que de 1,6 à 3,9%.

Selon les agents du CARDER, les données du tableau 7 représentent les quantités totales d'engrais chimiques et d'insecticides utilisées pour le traitement du cotonnier et des céréales dans les régions respectives au cours de cette campagne agricole.

En outre, les résultats d'enquête révèlent que 100% des paysans utilisent des engrais chimiques pour la culture du coton, 97% pour la culture du maïs et 19% pour le riz.

S'agissant des pesticides, 100% des paysans en utilisent pour la culture du coton, 9% pour la conservation de leurs céréales. A ces données s'ajoutent les 97% des paysans qui ont leurs champs du côté des réserves.

Il apparaît donc globalement que tous les paysans de la zone utilisent des engrais chimiques et des pesticides pour la culture de coton ; dans le même temps, une grande majorité utilise les engrais comme fertilisants pour les sols de cultures de maïs suivi d'un nombre relativement faible pour la culture du riz. L'utilisation de pesticides pour la conservation des céréales est une pratique dangereuse pour la santé des populations, si l'on ne les forme pas assez sur les types d'insecticides à utiliser et les temps de conservation avant consommation des céréales (intoxication directe).

Aussi a-t-il été donné de constater que si les paysans utilisent des pesticides dans leurs exploitations de cotonnier, dans leur majorité ils n'ignorent pas les dangers liés à la mauvaise manipulation des intrants agricoles, en particulier les pesticides, pour leur santé. Ce qui est le résultat positif des travaux de sensibilisation menées par les Unions Sous-Préfectorales de Producteurs (U.S.P.P.) en collaboration avec les agents de CARDER-Atacora, sur les risques sanitaires liés aux manipulations des pesticides. Cependant, 100% des paysans ignorent que l'utilisation d'engrais chimiques et de pesticides peut avoir des effets négatifs sur la qualité agronomique des sols ainsi que sur la potabilité des eaux de surface et par ricochée sur les organismes végétaux et animaux des réserves de biosphère. C'est la preuve que les populations ainsi que les agents d'encadrement du CARDER ne sont pas suffisamment formés aux problèmes de l'environnement et qu'un travail de renforcement des capacités des structures apparaît nécessaire.

Les visites de terrain et divers entretiens ont par ailleurs révélé l'utilisation par les paysans de pesticides prohibés tels que l'endosulfan,

le DDT, le lindane, l'heptachlore et la dieldrine. Non seulement les paysans ont eu à avouer en importer des pays voisins, mais de nombreux emballages de pesticides organochlorés ont aussi été découverts dans les concessions et dans les marchés. L'une des raisons évoquées par les agriculteurs pour justifier l'utilisation des organochlorés, c'est l'efficacité manifeste de ces derniers sur les insectes ravageurs par rapport à ceux livrés par la SONAPRA qui, à l'exception de l'endosulfan, sont constitués par des pesticides organophosphorés.

1.3. Constats réalisés dans la Réserve de Biosphère du W au cours des observations des sols et des plantes

1.3.1. Au niveau de W1R

Le bassin-versant subit dans son ensemble une dégradation moyenne et la vitesse du ruissellement est telle que les sédiments sur le bas-versant sont sableux. L'érosion en nappe de la partie amont du bassin versant entraîne la formation de pellicule de battance au niveau du haut-versant mais perméabilise le sol vers le bas-versant en favorisant la croissance rapide des plantes. Aucun compactage ni tassement du sol n'a été observé dans cette partie basse ; de même aucune anomalie n'a été constatée au niveau de la végétation.

1.3.2. Sur les sites W2M et W3M

Aucune observation n'a pu être faite, sur le sol et les plantes in-situ, les prélèvements ayant été réalisés par les agents forestiers pour des raisons d'accès difficile aux localités W₂ et W₃.

1.3.3. Au niveau des sites W4M, W7R et W8M

Aucun signe d'érosion ne s'observe en amont du bassin-versant ; cependant sur le bas-versant on a remarqué une sédimentation lente caractérisée par une texture limoneuse devenant argileuse puis limoneuse de nouveau. A 40cm de profondeur, l'horizon argileux est faiblement barriolé et fortement gleyifié. Une accumulation de matière organique s'observe à la surface du sol.

Au niveau de la végétation on observe une sélection naturelle dans les espèces végétales présentes où dominent nettement les épineuses comme les Acacias. Les autres espèces présentent un léger rétrécissement de la surface foliaire et un durcissement du limbe.

1.3.4. Dans les sites W5R et W6R

Les bassin-versants sont fortement dégradés avec un bas-versant sableux de la surface jusqu'à 80cm de profondeur et peu pourvu en matière organique, la dégradation affecte donc tout le bassin-versant. Ce qui rend la végétation très épineuse.

1.4. Les constats réalisés dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari au cours des observations des sols et des plantes

L'observation de la couverture pédologique des sols fait dégager deux catégories de sols suivant leur niveau de dégradation dans le bas-versant :

- ✍ Les sols moyennement à fortement dégradés,
- ✍ Les sols faiblement dégradés.

1.4.1. Les sols moyennement à fortement dégradés

On retrouve dans cette catégorie les sols de PEN1R, PEN2R, PEN4R, PEN5R et PEN8R. Ils sont sablo-limoneux à limono-sableux dans

tout leur profil avec quelquefois une texture équilibrée à partir de la mi-profondeur. Malgré leur position topographique (bas-versant) ils sont moyennement à fortement concrétionnés à partir de 40cm, ce qui constitue un handicap sérieux pour le bon enracinement des plantes et justifie le rabougrissement de la végétation à ce niveau du bassin-versant.

A l'instar du parc W, on note également ici une prédominance des essences végétales épineuses.

1.4.2. Les sols faiblement dégradés

Ils regroupent les sols de PEN3M, PEN6R et PEN7M. Ils ont une texture plus fine limono-argileuse à argilo-limoneuse hydromorphes. Les espèces végétales qui caractérisent ces sols sont le *Myragina inermis* et le *Terminalia macroptera*. Mais leur port est plus réduit avec un limbe plus dur par rapport à la normale que l'on retrouve dans d'autres dépressions bien que la profondeur du sol ne soit pas limitée par un fort concrétionnement ou une induration.

CHAPITRE 2 :

LA QUALITE CHIMIQUE DES EAUX ET SEDIMENTS DE SURFACE DANS LES RESERVES DE BIOSPHERE DU W ET DE LA PENDJARI

La qualité chimique des eaux de surface a été appréciée à partir des données physico-chimiques et toxico-chimiques obtenues au cours des différentes campagnes d'échantillonnages et de mesures.

Ces investigations ont consisté :

- aux mesures physico-chimiques classiques (T°C, pH, conductivité, TDS, ...) sur le terrain;
- aux prélèvements d'échantillons d'eau, de sédiments, de sols et de végétaux ;
- et aux analyses de sels nutritifs et/ou de pesticides effectuées en laboratoire sur ces échantillons.

Les tableaux de 8 à 16 ci-dessous donnent les valeurs moyennes des mesures effectuées sur les sous-échantillons par site et par campagne. Les détails des résultats de mesures ou d'analyses sur les sous-échantillons par site sont présentés en annexes et ont permis plus loin, dans la partie 'Analyse des données', d'apprécier les variations dans le temps et dans l'espace.

2.1. Les données physico-chimiques sur les eaux de rivières et de mares

Elles sont résumées dans les tableaux 8-a et 8-b pour la réserve du W, et dans les tableaux 9-a et 9-b pour celle de la Pendjari.

2.1.1. Au niveau du W (tableaux 8-a et 8-b)

Tableau 8-a : Caractéristiques physico-chimiques des eaux prélevées dans les mares et rivières de la réserve du W et de ses zones cynégétiques.

Sites	Dates de prélèv.	Heure	T°C	PH	Cond. (µS/cm)	TDS (ppm)
W1R	1 ^{ère} camp.	12H47	29,9	7,57	87,2	43,3
	2 ^è camp.	13H15	28,7	7,42	69,48	74
W2M	1 ^{ère} camp.	13H15	26,3	7,19	73,2	156
	2 ^è camp.	15H06	28,1	7,16	70,30	67
W3M	1 ^{ère} camp.	16H20	27,5	6,95	78,1	102
	2 ^è camp.	09H10	MNE	MNE	MNE	MNE
W4M	1 ^{ère} camp.	17H11	25,5	6,10	175,3	87,5
	2 ^è camp.	08H30	29,3	6,86	97	95,17
W5R	1 ^{ère} camp.	19H00	28,5	7,15	80,3	40,2
	2 ^è camp.	11H20	30,08	7,21	83,9	79
W6R	1 ^{ère} camp.	11H55	25,7	7,07	74,7	36,8
	2 ^è camp.	18H10	MNE	MNE	MNE	MNE
W7R	1 ^{ère} camp.	13H00	28,8	7,27	46,8	23,4
	2 ^è camp.	21H45	30,1	6,97	60,56	57,8
W8M	1 ^{ère} camp.	17H12	29,4	6,83	81,0	40,3
	2 ^è camp.	08H35	29,8	7,31	57,24	54

MNE : Mesure non effectuée (car plans d'eau à sec)

Tableau 8-b : Caractéristiques physico-chimiques des eaux prélevées dans les mares et rivières de la réserve du W et de ses zones cynégétiques (suite).

Sites	Dates / prélèv.	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	E (mV)	O ₂ dis. (mg/l)	DCO (mg/l)	Fe ³⁺ /Fe ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)
W1R	1 ^è camp	62,46	0,20	0,871	0,29	010	2,2	286	8,13	8,82	3,65
	2 ^è camp	44,78	0,39	0,93	0,15	016	3,1	215	6,98	7,14	3,83
W2M	1 ^è camp	131,26	0,59	5,58	0,76	023	1,6	307	19,86	15,23	4,38
	2 ^è camp	141,76	0,77	6,02	0,86	011	2,4	256	16,74	12,54	4,15
W3M	1 ^è camp	44,34	0,14	0,84	0,16	015	1,9	290	2,25	18,04	4,86
	2 ^è camp	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE
W4M	1 ^è camp	71,94	0,079	0,68	1,86		3,0	344	2,03	24,45	7,05
	2 ^è camp	76,24	0,61	0,97	1,06	018	2,93	268	1,98	24,98	6,87
W5R	1 ^è camp	49,04	0,08	1,83	0,28	012	2,30	270	8,25	14,03	3,65
	2 ^è camp	50,76	0,083	1,73	0,19	006	2,57	294	7,67	13,23	2,98
W6R	1 ^è camp	38,62	0,07	8,67	0,79	030	2,40	200	6,18	14,03	1,22
	2 ^è camp	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE
W7R	1 ^è camp	4,03	0,23	8,45	1,11	045	3,2	254	7,15	8,02	2,43
	2 ^è camp	2,74	0,52	8,01	0,91	014	2,1	198	6,45	7,68	2,1
W8M	1 ^è camp	49,66	0,027	0,14	0,14	16	2,2	191	0,60	6,41	2,43
	2 ^è camp	64,36	0,043	0,51	0,22	019	1,98	205	0,90	6,08	2,30

MNE : Mesure non effectuée (car plans d'eau à sec)

Une analyse sommaire des données de ces tableaux montre :

- des taux élevés de nitrates, en particulier dans les eaux de W1R (bras principal de l'Alibori à Karigui avec une moyenne de 53,62 mg/l de nitrate), de W2M (Mare 25 avec 136,51 mg/l) et de W4M (retenue d'eau pour les éléphants à Alfa-Koara, avec 74,09 mg/l) ;

- si les plans d'eau ayant des concentrations de nitrates supérieures à 44 mg/l sont de qualité médiocre, la mare W2M quant à elle, avec un taux de nitrate supérieur à 100 mg/l, est hors catégorie, et n'est propice qu'à la navigation;
- des taux de nitrites élevés avec des valeurs situées au-dessus de 0,1 mg/L dans la plupart des mares ;
- des taux de phosphates relativement élevés par endroits ; ce qui explique la prolifération de plantes flottantes observée sur certains plans d'eau du fait d'un début d'eutrophisation ;
- de plus forts taux de calcium (24,71 mg/l) et de magnésium (6,96 mg/l) qui sont observés dans la retenue d'eau des éléphants à Alfa-Koara (W4M) ;
- une légère décroissance des taux de sels nutritifs de la période de crue à celle de décrue.

2.1.2. Au niveau de la Pendjari (tableaux 9-a et 9-b)

Tableau 9-a : Caractéristiques physico-chimiques des eaux prélevées dans les mares et rivières de la réserve de la Pendjari et de ses zones cynégétiques.

Sites	Date/prél.	Heure	T°C	pH	Cond. (µS/cm)	TDS (ppm)
PEN1R	1 ^e Camp.	10H35	27,6	6,51	57,4	21,9
	2 ^e Camp.	08H35	21,0	6,72	73,2	78
PEN2R	1 ^e Camp.	09.55	26,8	7,18	105,2	54,6
	2 ^e Camp.	22H08	22,5	6,83	37,6	40
PEN3M	1 ^e Camp.	09H02	27,2	6,79	53,7	26
	2 ^e Camp.	08H56	20,6	6,30	99,6	113
PEN4R	1 ^e Camp.	13H23	26,9	7,70	45,8	23,0
	2 ^e Camp.	21H18	23,0	7,15	52	50
PEN5R	1 ^e Camp.	10 H03	27,4	6,90	45,8	23,0
	2 ^e Camp.	11H23	23,1	8,54	94,11	98
PEN6R	1 ^e Camp.	11H00	28,8	6,27	40,0	20,1
	2 ^e Camp.	12H00	25,4	7,46	63,7	63
PEN7M	1 ^e Camp.	13H30	32,1	6,74	115,3	57,1
	2 ^e Camp.	13H30	MNE	MNE	MNE	MNE
PEN8R	1 ^e Camp.	14H49	30,3	6,90	91,5	45,9
	2 ^e Camp.	15H09	MNE	MNE	MNE	MNE
PEN9M	1 ^e Camp.	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI
	2 ^e Camp.	18H45	23,9	6,81	190,4	194

SNI : Site non investigué au cours de la première campagne

Tableau 9-b : Caractéristiques physico-chimiques des eaux prélevées dans les mares et rivières de la réserve de la Pendjari et de ses zones cynégétiques (suite).

Sites	Date/prél	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	E (mV)	O ₂ dis. (mg/l)	DCO (mg/l)	Fe ³⁺ /Fe ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)
PEN1R	1 ^è camp.	17,85	0,28	1,90	1,16	-	1,90	186	5,175	7,61	3,16
	2 ^è camp.	21,83	0,42	2,06	1,36	-009	2,13	205	ND	ND	ND
PEN2R	1 ^è camp.	36,60	0,10	1,34	0,85	-	-	216	0,70	2,40	0,24
	2 ^è camp.	33,31	0,097	1,60	1,20	-009	2,14	198,5	ND	ND	ND
PEN3M	1 ^è camp.	5,27	0,08	0,25	0,83			294	0,525	20,84	1,94
	2 ^è camp.	6,11	0,11	0,43	0,97	025	2,53	250	ND	ND	ND
PEN4R	1 ^è camp.	40,18	0,09	0,744	0,81		1,1	307	0,575	3,21	1,22
	2 ^è camp.	38,62	0,10	0,25	1,31	030	3,18	145	ND	ND	ND
PEN5R	1 ^è camp.	5,84	0,029	1,75	0,90		2,0	286	6,75	5,61	2,91
	2 ^è camp.	7,08	0,23	1,96	0,76	-117	3,40	276	ND	ND	ND
PEN6R	1 ^è camp.	6,64	0,10	1,61	0,06		3,0	192	5,625	4,41	2,19
	2 ^è camp.	4,34	0,41	11,29	0,096	-049	4,01	232	ND	ND	ND
PEN7M	1 ^è camp.	53,60	0,14	1,193	1,01		1,9	295	2,725	12,02	5,11
	2 ^è camp.	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE
PEN8R	1 ^è camp.	5,84	0,13	0,22	0,83			302	3,375	9,62	4,13
	2 ^è camp.	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE
PEN9M	1 ^è camp.	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI
	2 ^è camp.	49,08	0,56	9,04	1,33	-016	1,20	293.8	ND	ND	ND

ND : Non déterminé

MNE : Mesure non effectuée (car plans d'eau à sec)

SNI : Site non investigué au cours de la première campagne

Les données physico-chimiques se présentent globalement comme suit :

- les taux de nitrate à plusieurs endroits (PEN7M et PEN9M) se situent au-delà du seuil de 44 mg/L admissible et montrent que ces eaux

- sont de qualité médiocre et ne peuvent être utilisées ni comme eau de boisson (chez l'homme) ni pour l'abreuvement (chez les animaux) ;
- Les taux de nitrite sont dans l'ensemble (toutes saisons confondues) supérieurs à 0,1 mg/l et montrent les risques d'oxyhémoglobinémie chez les enfants de moins de six mois alimentés en ces eaux ;
 - les eaux des rivières apparaissent plus chargées que celles des mares ;
 - les teneurs en oxygène dissous sont faibles (entre **1,1 et 3,2 mg/l**) tandis que la DCO (demande chimique en oxygène) est élevée et se situe entre 145 et 305 mg de O₂ par litre pour l'ensemble des deux campagnes ;
 - les plus fortes charges organiques et/ou inorganiques sont pour la plupart observées en période de saison pluvieuse ;
 - les valeurs négatives des potentiels redox E (mv) d'un côté et les faibles taux d'oxygène dissous justifient les forts taux de matière organique dont la minéralisation engendre des conditions réductrices ou anaérobies dans les milieux aquatiques;
 - les forts taux de fer sont observés dans la source aux éléphants (PEN1), la rivière Magou et dans la rivière Pendjari au niveau du pont de Porga.

2.2. Les teneurs en pesticides des plans d'eau

2.2.1. Les taux de pesticides dans les eaux de surface

L'alimentation en eau est le principal facteur qui affecte la répartition et la survie des espèces animales dans les parcs (AYEGNON, 2002). C'est aussi l'une des voies par lesquelles les contaminants

peuvent parvenir dans les tissus végétaux et animaux et nuire à la santé des animaux.

Les tableaux 10 et 11 donnent les niveaux de contamination des eaux de surface en POCs.

Tableau 10: Niveaux de contamination des eaux de surface par les pesticides organochlorés (en ng/l) dans la réserve de biosphère du parc W.

Sites		Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/L)							
		p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs totaux
W1R	1 ^{er} camp	150	9,2	Nd	460	58,8	37,0	13,7	728,7
	2 ^{er} camp	102	6,5	Nd	93	Nd	Nd	35	236,9
W2M	1 ^{er} camp	Nd	Nd	Nd	169	Nd	Nd	9,3	178,3
	2 ^{er} camp	Nd	Nd	Nd	12	Nd	Nd	Nd	12
W3M	1 ^{er} camp	Nd	Nd	8,0	336	Nd	Nd	Nd	344
	2 ^{er} camp	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE
W4M	1 ^{er} camp	Nd	Nd	Nd	217,6	Nd	Nd	Nd	217,6
	2 ^{er} camp	Nd	Nd	Nd	34	Nd	Nd	Nd	34
W5R	1 ^{er} camp	18	Nd	Nd	162	Nd	Nd	Nd	180
	2 ^{er} camp	78	Nd	Nd	35	Nd	Nd	23	136
W6R	1 ^{er} camp	72	18,4	Nd	136	29,8	2,8	Nd	259
	2 ^{er} camp	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE
W7R	1 ^{er} camp	63,6	18	Nd	286	Nd	Nd	7,6	375,2
	2 ^{er} camp	71	4	Nd	45	Nd	Nd	44	164
W8M	1 ^{er} camp	Nd	Nd	Nd	156	Nd	Nd	Nd	156
	2 ^{er} camp	Nd	Nd	Nd	23	Nd	Nd	Nd	23

MNE : Mesure non effectuée (car plans d'eau à sec)

L'examen des données du tableau 10 relatif à la réserve du W permet de faire les constats ci-après :

- les DDTs, l'endosulfan, le lindane, la dieldrine et l'heptachlore sont présents dans l'échantillon d'eau de Karigui (W1R), cela

- signifie que les pesticides organochlorés sont utilisés dans des régions traversées par la rivière Alibori et/ou ses effluents ;
- les eaux des rivières présentent les taux de pesticides plus élevés comparativement à celles des mares ou retenues d'eau: W1R (bras principal de la rivière Alibori à Karigui se jetant dans le fleuve Niger), W6R (rivière Kérékou traversant des domaines de culture de coton) et W7R (rivière Mékou près du campement de chasse de la Mékou) ;
 - du point de vue de leur abondance dans les différents milieux, l'endosulfan et le DDT sont les composés qui prédominent dans les échantillons, l'endosulfan étant majoritaire et présent dans presque tous les échantillons ;
 - le DDT et ses dérivés (DDE et DDD) sont présents dans la quasi-totalité des rivières ;
 - le lindane, la dieldrine et l'heptachlore ne sont réellement observés qu'au niveau de Karigui dans la rivière Alibori au cours de la première campagne; tandis qu'à la deuxième campagne seul l'heptachlore y était présent ; il pourrait probablement s'agir d'un rejet ponctuel et isolé de lindane et de dieldrine ; l'heptachlore étant peut-être utilisé en toute saison sur les rivières ;
 - les teneurs relevées sont cependant en deçà des valeurs guides de l'OMS pour les ressources en eau en distribution (valeurs guides : 2000 ng/l pour le DDT, le lindane et la dieldrine), sauf pour l'heptachlore dont la teneur observée au cours de la deuxième campagne dans l'eau de l'Alibori à Karigui est supérieure au seuil admissible de 30 ng/l.

Tableau 11: Niveaux de contamination des eaux de surface par les pesticides organochlorés (en ng/l) dans la réserve de biosphère de la Pendjari.

Sites	Date/ prél.	Concentrations de pesticides (en ng/l)							
		p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulf.	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs totaux
PEN1R	1 ^e camp.	Nd	Nd	Nd	168	Nd	Nd	Nd	168
	2 ^e camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
PEN2R	1 ^e camp.	34	Nd	Nd	203	Nd	Nd	Nd	236
	2 ^e camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
PEN3M	1 ^e camp.	40	6	Nd	300	38	Nd	Nd	384
	2 ^e camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
PEN4R	1 ^e camp.	Nd	Nd	Nd	414	Nd	Nd	Nd	414
	2 ^e camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
PEN5R	1 ^e camp.	44	13	9	430	7	Nd	10	513
	2 ^e camp.	86	7	4	46	15	Nd	29	187
PEN6R	1 ^e camp.	79	13	Nd	280	19	27	5	459
	2 ^e camp.	128	Nd	Nd	115	42	15	37	337
PEN7M	1 ^e camp.	14	Nd	Nd	128	Nd	Nd	Nd	146
	2 ^e camp.	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE
PEN8R	1 ^e camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	2 ^e camp.	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE
PEN9M	1 ^e camp.	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI
	2 ^e camp.	86	Nd	Nd	Nd	32	Nd	43	161

Nd : Non détecté SNI : Site non investigué au cours de la première campagne

Pour la Pendjari, l'examen des données du tableau 11 permet de faire les constats ci-après :

- les eaux des rivières présentent les taux de pesticides les plus élevés comparativement à celles des mares ou des retenues d'eau: PEN4R (rivière Tanougou, une rivière située en zone cynégétique), PEN5R (dans la Magou, une rivière traversant le parc), PEN6R (la rivière Pendjari vers la frontière entre le Bénin et le Burkina Faso);
- l'endosulfan et l'heptachlore sont les composés qui prédominent dans la plupart des échantillons, avec l'endosulfan très majoritaire ;
- le DDT et ses dérivés (DDE et DDT) sont présents dans toutes les rivières, à l'exception de la rivière Tanougou ;
- aucun POC n'a été observé dans l'eau prélevée sur le site PEN 8 à Bourinissou;
- en plus de l'endosulfan, on retrouve le lindane, la dieldrine et l'heptachlore dans les échantillons d'eau de la rivière Pendjari au niveau du Pont de Porga, aussi bien en période de crue qu'en période de saison sèche ;
- dans les eaux de la rivière Pendjari au niveau du Pont Porga (PEN6R) le taux d'endosulfan a baissé au cours de la deuxième campagne (saison sèche) tandis qu'il a été observé une augmentation des taux de DDT, du lindane et surtout de l'heptachlore au cours de la même période.

2.2.2. Les taux de pesticides dans les sédiments

Les tableaux 12 et 13 présentent les taux de DDTs, endosulfan, lindane, dieldrine et heptachlore identifiés dans les sédiments prélevés

dans les plans d'eau respectivement pour les réserves de biosphère du W et de la Pendjari.

2.2.2.1. De la réserve du W

Tableau 12 : Niveaux de contamination des sédiments de surface par les pesticides organochlorés (en ng/kg) dans la réserve de biosphère du parc W.

Sites	Date/pré l.	Concentrations de pesticides (en ng/kg)							
		p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs
W1R	1 ^{er} camp	720	61	16	2835	124	218	164	4138
	2 ^{er} camp	819	84	23	3415	165	274	190	4970
W2M	1 ^{er} camp	PES	PES	PES	PES	PES	PES	PES	-
	2 ^{er} camp	Nd	Nd	Nd	123	Nd	Nd	Nd	123
W3M	1 ^{er} camp	PES	PES	PES	PES	PES	PES	PES	-
	2 ^{er} camp	Nd	Nd	Nd	78	Nd	Nd	Nd	
W4M	1 ^{er} camp	Nd	Nd	Nd	325	Nd	Nd	Nd	325
	2 ^{er} camp	Nd	Nd	Nd	301	Nd	Nd	Nd	301
W5R	1 ^{er} camp	99	31	5	1620	113	Nd	98	1966
	2 ^{er} camp	117	40	9	1845	146	Nd	138	2295
W6R	1 ^{er} camp	183	18	10,0	1160	88	Nd	65	1524
	2 ^{er} camp	123	Nd	Nd	687	64	Nd	34	908
W7R	1 ^{er} camp	536	28	51	897	47	Nd	12	1571
	2 ^{er} camp	604	35	44	956	65	Nd	39	1713
W8M	1 ^{er} camp	90	36	Nd	528	Nd	Nd	Nd	654
	2 ^{er} camp	115	38	Nd	687	Nd	Nd	Nd	640

POCs : Pesticides organochlorés totaux

PES : Pas d'échantillon de sédiment

Des données du tableau 12 il ressort les constats ci-après :

- les POCs sont détectés dans la totalité des échantillons de sédiments prélevés, c'est-à-dire aussi bien dans les mares que dans les rivières, même si tous les types de pesticides ne sont pas présents ; les conditions anaérobies dans les sédiments expliquent la prédominance de ces composés dans les matrices sédimentaires comparative-

ment aux milieux aqueux où ils sont très peu présents du fait de leur faible solubilité (composés hydrophobes) ;

- Comme cela a été observé dans les échantillons d'eau de ces mêmes hydrosystèmes, l'endosulfan est aussi le composé dominant ;
- Une particularité au niveau des échantillons de sédiments des rivières de la réserve de biosphère W, c'est que les taux de pesticides sont plus élevés au cours de la deuxième campagne que durant la première. Les faibles écoulements d'eau pendant la saison sèche auraient sans doute facilité les dépôts, dans les sédiments, des vecteurs de polluants organiques que sont les particules en suspension dans les eaux de rivière, sans une remise en suspension notable des POCs contenus initialement dans les sédiments.

2.2.2.2. De la réserve de la Pendjari

Tableau 13 : Niveaux de contamination des sédiments de surface par les pesticides organochlorés (en ng/g) dans la réserve de biosphère de la Pendjari.

Sites	Date/prél.	Concentrations de pesticides (en ng/g)							
		p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs totaux
PEN1R	1è camp.	Nd	Nd	Nd	69	Nd	Nd	Nd	69
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	48	Nd	Nd	Nd	48
PEN2R	1è camp.	Nd	Nd	Nd	248	Nd	Nd	Nd	368
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	203	Nd	Nd	Nd	203
PEN3M	1è camp.	Nd	Nd	Nd	523	Nd	Nd	Nd	640
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	376	Nd	Nd	Nd	376
PEN4R	1è camp.	Nd	Nd	Nd	164	Nd	Nd	Nd	248
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	157	Nd	Nd	Nd	157
PEN5R	1è camp.	447	34	26	1463	100	68	96,3	2234,3
	2è camp.	532	37	29	1235	135	87	122	

Sites	Date/prél.	Concentrations de pesticides (en ng/g)							
		p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs totaux
PEN6R	1è camp.	1013	239	67	5748	234	89	263,7	7653,7
	2è camp.	1244	276	78	6054	250	97	288	
PEN7M	1è camp.	129	11	Nd	715	Nd	Nd	Nd	855
	2è camp.	146	6	Nd	936	Nd	Nd	Nd	
PEN8R	1è camp.	Nd	Nd	Nd	88	Nd	Nd	Nd	88
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	102	Nd	Nd	Nd	102
PEN9M	1è camp.	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	88	Nd	Nd	Nd	88

SNI : Site non investigué au cours de la première campagne

De l'examen dudit tableau 13 il ressort les constats ci-après :

- les POCs sont détectés dans la quasi-totalité des échantillons de sédiments prélevés ;
- les distributions de molécules de pesticides organochlorés notées dans les échantillons d'eau s'observent également dans les sédiments des mêmes sites ;
- les taux de POCs dans les sédiments sont de loin très élevés comparativement à ceux mesurés dans les échantillons d'eau ; ceci du fait de l'hydrophobie (faible solubilité aqueuse) de ces molécules qui préférentiellement s'adsorbent sur les particules en suspension dans l'eau, se solubilisent dans les lipides ou enfin s'accumulent dans les sédiments ;
- Comme cela a été observé dans les échantillons d'eau de ces mêmes hydrosystèmes, l'endosulfan et le DDT sont les composés dominants ;

- Les pesticides organochlorés tels que DDT, endosulfan, lindane, dieldrine, heptachlore, sont utilisés dans les abords immédiats de la réserve de biosphère de la Pendjari et/ou des rivières drainant ou traversant le parc ;
- les POCs recherchés sont présents dans les échantillons de sédiments de PEN5R et PEN6R où il a été noté un accroissement des taux de DDTs, lindane, dieldrine et heptachlore de la première à la deuxième campagne d'échantillonnage.

CHAPITRE 3 :

LA QUALITE CHIMIQUE DES SOLS DANS LES RESERVES DE BIOSPHERE DU W ET DE LA PENDJARI

3.1. Les données physico-chimiques recueillies par analyses

d'échantillons de sols

3.1.1. Caractéristiques physico-chimiques des sols de la réserve du W

Tableau 14 : Caractéristiques physico-chimiques moyennes des sols prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve du W et de ses zones cynégétiques durant les première et deuxième campagnes.

Sites	% C	%N	C/N	pH eau	NO ₃ ⁻ mg/kg	CEC méq/100g	S méq/100g	Ca méq/100g	Mg méq/100g	K	Na
W1R											
1 ^è camp.	1,05	0,090	11,7	4,8	13	10,75	8,78	6,05	2,05	0,19	0,06
2 ^è camp.	1,06	0,090	11,8	4,8	12	10,75	8,78	6,05	2,05	0,19	0,06
W2M											
1 ^è camp.	1,25	0,100	12,50	6,1	22	10,25	9,61	6,66	1,20	0,20	0,10
2 ^è camp.	1,26	0,100	12,60	6,1	21	10,25	9,61	6,66	1,20	0,20	0,10
W3M											
1 ^è camp.	1,25	0,096	12,92	6,0	16	10,31	9,79	6,66	1,44	0,20	0,06
2 ^è camp.	1,26	0,096	13,12	6,0	15	10,31	9,79	6,66	1,44	0,20	0,06
W4M											
1 ^è camp.	1,60	0,113	14,16	6,2	21	13,45	12,15	8,10	3,75	0,30	0,10
2 ^è camp.	1,61	0,113	14,25	6,2	20	13,45	12,15	8,10	3,75	0,30	0,10
W5R											
1 ^è camp.	1,16	0,093	12,48	6,1	20	11,40	8,73	5,70	2,76	0,22	0,06
2 ^è camp.	1,17	0,093	12,58	6,1	19	11,40	8,73	5,70	2,76	0,22	0,66
W6R											
1 ^è camp.	1,23	0,097	12,7	6,3	20	10,52	9,93	6,70	2,70	0,25	0,08
2 ^è camp.	1,24	0,097	12,8	6,3	19	10,52	9,93	6,70	2,70	0,25	0,08
W7R											
1 ^è camp.	1,52	0,112	13,6	5,9	36	12,40	11,56	8,07	2,75	0,64	0,10
2 ^è camp.	1,53	0,112	13,6	5,9	34	12,40	11,56	8,07	2,75	0,64	0,10
W8M											
1 ^è camp.	1,65	0,120	13,8	5,5	40	12,65	11,68	8,04	2,80	0,69	0,15
2 ^è camp.	1,66	0,120	13,8	5,5	39	12,65	11,68	8,04	2,80	0,69	0,15

Les données physico-chimiques sur les sols permettent de faire les constats ci-après :

- des sols présentent de forts taux de matière organique et d'azote, comme W2M, W4M, W7R et W8M ;

- d'autres ont des taux relativement faibles en matière organique et azote, tels que W1R, W3M, W5R et W6R ;

- la capacité d'échange cationique (CEC) et la somme des bases échangeables affichent des valeurs faibles à moyennes (10,3 à 12,6 méq/100 g de sol pour la CEC et 8,8 à 11,7 méq/100 g de sol pour la somme des bases) pour les sols à forts taux de matière organique, avec un rapport C/N un peu plus élevé (autour de 15 pour une moyenne de 10-12), une acidité forte à moyenne (5,5 - 6,2), des taux de potassium élevés (0,30-0,40 méq/100g de sol), et des teneurs élevées en nitrate (dans les bas-versants) mais sensiblement plus faibles en saison sèche ;

- Pour les sites à faible taux de matière organique et d'azote, la CEC et les sommes de bases échangeables ont des valeurs allant de faibles à moyennes, les teneurs en nitrate étant faibles avec une acidité parfois forte ; ils ont des taux de potassium de 0,09 à 0,19 méq/100g de sol et des teneurs en nitrate de 12 à 16 mg/kg de sol ;

- les données ne présentent pas de différence significative d'une saison à l'autre, c'est-à-dire en passant de la saison pluvieuse à la saison sèche (à l'exception du nitrate);

3.1.2. Caractéristiques physico-chimiques des sols de la réserve de la Pendjari

Tableau 15 : Caractéristiques physico-chimiques moyennes des sols prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve de la Pendjari (PEN) et de ses zones cynégétiques 1^{ère} et 2^{ème} campagne.

Sites	% C	%N	C/N	pH eau	NO ₃ ⁻ mg/kg	CEC mécq/100g	S mécq/100g	Ca mécq/100g	Mg mécq/100g	K	Na
PEN1R											
1 ^è camp.	1,08	0,106	10,19	6,0	15,5	11,42	9,75	6,45	2,76	0,22	0,06
2 ^è camp.	1,09	0,106	10,28	6,0	14,5	11,42	9,75	6,45	2,76	0,22	0,06
PEN2R											
1 ^è camp.	0,99	0,078	12,7	4,2	14,6	10,85	8,14	5,02	2,95	0,17	0,04
2 ^è camp.	1,00	0,078	12,8	4,2	13,6	10,85	8,14	5,02	2,95	0,17	0,04
PEN3M											
1 ^è camp.	1,15	0,100	11,5	5,6	30,4	11,61	10,37	6,73	3,15	0,35	0,14
2 ^è camp.	1,16	0,100	11,6	5,6	29,4	11,61	10,37	6,73	3,15	0,35	0,14
PEN4R											
1 ^è camp.	0,74	0,087	8,7	5,3	20	9,50	6,37	4,45	1,15	0,19	0,58
2 ^è camp.	0,75	0,087	8,8	5,3	19	9,50	6,37	4,45	1,15	0,19	0,58
PEN5R											
1 ^è camp.	0,85	0,063	13,6	5,7	26,7	10,11	8,99	4,65	2,15	0,09	0,10
2 ^è camp.	0,86	0,063	13,8	5,7	25,7	10,11	8,99	4,65	2,15	0,09	0,10
PEN6R											
1 ^è camp.	1,31	0,130	10,06	6,3	38,3	13,52	11,25	8,16	1,30	0,35	0,20
2 ^è camp.	1,32	0,130	10,13	6,3	37,3	13,52	11,25	8,16	1,30	0,35	0,20
PEN7M		0,126									
1 ^è camp.	1,43	0,126	11,3	6,0	45,1	16,40	14,86	9,77	4,60	0,36	0,15
2 ^è camp.	1,44		11,4	6,0	44,1	16,40	14,86	9,77	4,60	0,36	0,15
PEN8R											
1 ^è camp.	0,76	0,062	12,8	5,8	17	7,11	6,90	4,89	1,70	0,20	0,15
2 ^è camp.	0,76	0,062	12,8	5,8	16	7,11	6,90	4,90	1,70	0,20	0,15
PEN9M											
1 ^o Camp.	0,80	0,060	13,3	5,8	18	7,15	6,85	4,80	1,69	0,21	0,14
2 ^e Camp.	0,82	0,060	13,4	5,8	18	7,20	6,88	4,80	1,68	0,20	0,15

L'analyse des résultats du tableau 15 fait ici ressortir les éléments suivants :

- des sols présentent de forts taux de matière organique et d'azote, comme PEN6R, PEN7M et à la limite PEN3M.;
- d'autres ont des taux relativement faibles en matière organique et azote, tels que PEN4R, PEN5R et PEN8R;

- à l'exception de PEN5R (26,7 et 25,7 mg/l) la teneur en nitrate augmente avec la capacité d'échange cationique (CEC), la somme des bases échangeables (S), les teneurs en carbone et en azote du sol ;
- le nitrate est trouvé en teneur relativement abondante dans les sols où les taux de matière organique, d'azote, de calcium, de magnésium et de potassium sont élevés, et inversement ;
- à l'instar des constats réalisés sur les résultats obtenus dans le Parc W, les résultats d'analyses de sols, aussi bien en saison sèche qu'en saison des pluies dans la Pendjari, ne présentent également aucune différence significative ; les données moyennes ne diffèrent que suivant les sites.

3.2. Les taux de pesticides dans les sols

Selon Monfort (1973) et Kidjo (1986), un certain nombre d'animaux du parc, tels que les cobes de Buffon avalent des quantités considérables de terre pour compléter leur alimentation en sels minéraux. Par ce mode d'alimentation ces animaux peuvent accumuler dans leurs tissus des taux relativement élevés de produits nocifs et s'intoxiquer sur des sols contaminés par des pesticides. Pour évaluer les risques d'intoxication des animaux du fait de la consommation de sols, en un mot pour les tissus vivants, les POCs ont été recherchés dans des échantillons de sols prélevés sur les berges des plans d'eau, lieux habituels de rencontres des animaux. Les données obtenues à la suite d'analyses en laboratoire sont résumées dans les tableaux 16 et 17.

3.2.1. Les pesticides dans les sols de la Réserve du W

Tableau 16 : Niveaux de contamination des sols par les pesticides organochlorés (en ng/g) dans la réserve de biosphère du parc W (valeurs moyennes par campagne).

Sites	Date/prél.	Concentrations de pesticides (en ng/kg)							
		p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs totaux
W1R	1è camp.	Nd	Nd	Nd	418	Nd	Nd	63	481
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	343	Nd	Nd	42	385
W2M	1è camp.	PES	PES	PES	PES	PES	PES	PES	PES
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	132	Nd	Nd	Nd	132
W3M	1è camp.	PES	PES	PES	PES	PES	PES	PES	PES
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	88	Nd	Nd	Nd	88
W4M	1è camp.	Nd	Nd	Nd	118	Nd	Nd	Nd	118
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	82	Nd	Nd	Nd	82
W5R	1è camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
W6R	1è camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
W7R	1è camp.	Nd	Nd	Nd	368	Nd	Nd	Nd	368
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	215	Nd	Nd	Nd	215
W8M	1è camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd

POCs : Pesticides organochlorés totaux

PES : Pas d'échantillon de sol

L'analyse des données révèle les éléments ci-après :

- Les taux de pesticides dans les sols sont plus faibles que ceux observés dans les sédiments du même site ; le caractère accidenté des sols ainsi que les forts ruissellements lessivant ces sols en emportant une bonne partie des substances chimiques qui y sont adsorbées ;

- les forts taux de pesticides sont observés dans les échantillons de sols à Karigui (W1R : 433 ng/g) suivis de ceux du campement de la Mékrou (W7R : 291,5 ng/g) et de la retenue d'eau aux éléphants (W4R : 100 ng/g) ;

- A part le site de Karigui où l'heptachlore est observé, tous les autres échantillons de sols ne renferment que l'endosulfan.

3.2.2. Les pesticides dans les sols de la réserve de la Pendjari

Tableau 17 : Niveaux de contamination des sols par les pesticides organochlorés (en ng/g) dans la réserve de biosphère de la Pendjari.

Sites	Concentrations de pesticides (en ng/g)								
		p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs totaux
PEN1R	1è camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
PEN2R	1è camp.	Nd	Nd	Nd	73	Nd	Nd	48	121
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	54	Nd	Nd	32	86
PEN3M	1è camp.	Nd	Nd	Nd	101	Nd	Nd	12	113
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	70	Nd	Nd	7	77
PEN4R	1è camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
PEN5R	1è camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	2è camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd

Sites	Concentrations de pesticides (en ng/g)								
		p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs totaux
PEN6R	1 ^è camp.	109	14	5	609	Nd	Nd	110	847
	2 ^è camp.	83	8	2	315	Nd	Nd	75	483
PEN7M	1 ^è camp.	71	Nd	Nd	105	Nd	Nd	Nd	176
	2 ^è camp.	48	Nd	Nd	77	Nd	Nd	Nd	125
PEN8R	1 ^è camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	2 ^è camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
PEN9M	1 ^è camp.	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI
	2 ^è camp.	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd

Nd : Non détecté SNI : Site non investigué au cours de la première campagne

Les taux de résidus de pesticides sont faibles et compris entre le non détectable et la valeur moyenne de 665 ng/g. Les quelques composés détectables (en l'occurrence l'endosulfan qui est le composé majoritaire) sont observés dans PEN2R, PEN3M, PEN6R et PEN7M. Les pesticides sont à des niveaux non détectables sur les autres sites. La plus forte concentration a été détectée sur les berges de la rivière Pendjari sous le Pont de Porga (PEN6R) où ont été détectés les DDTs, l'endosulfan et l'heptachlore.

Si les très faibles teneurs voire négligeables, enregistrées sur les autres sites sont peut-être le fait de l'inexistence notoire de l'utilisation de pesticides organochlorés, il est à noter que l'accentuation des phénomènes d'érosion et de ruissellement pourrait aussi expliquer l'absence de pesticides dans les sols de ces sites.

CHAPITRE 4 :

LA COMPOSITION CHIMIQUE DES TISSUS VIVANTS PRELEVES SUR DES ORGANISMES VEGETAUX ET ANIMAUX DANS LES RESERVES DU W ET DE LA PENDJARI

4.1. Les tissus végétaux

4.1.1. Les données physico-chimiques sur les végétaux

4.1.1.1. De la Réserve de Biosphère du W

Tableau 18 : Taux moyens des éléments chimiques dans les échantillons de végétaux prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve du parc W et de ses zones cynégétiques. 1^{ère} et 2^{ème} campagne.

	W1R	W2M	W3M	W4M	W5R	W6R	W7R	W8M
% C								
1 ^è campagne	38,8	42,6	38,4	56,5	41,5	40,7	55,4	58,3
2 ^è campagne	38,5	42,5	38,3	56,6	41,6	40,6	55,4	58,3
% N								
1 ^è campagne	1,33	1,55	1,95	1,94	1,90	1,98	1,99	1,90
2 ^è campagne	1,32	1,55	1,95	1,93	1,90	1,98	1,99	1,90
%Ca								
1 ^è campagne	0,28	0,80	0,40	1,05	0,70	1,36	1,40	1,46
2 ^è campagne	0,27	0,80	0,41	1,05	0,70	1,35	1,40	1,45
%Mg								
1 ^è campagne	0,44	0,95	0,54	0,95	0,85	0,68	1,55	1,72
2 ^è campagne	0,43	0,94	0,54	0,95	0,84	0,68	1,55	1,71
%K								
1 ^è campagne	0,70	1,07	0,58	1,20	0,83	0,27	1,36	1,80
2 ^è campagne	0,70	1,07	0,57	1,20	0,82	0,27	1,36	1,80
%Na								
1 ^è campagne	0,06	0,07	0,6	0,07	0,06	0,08	0,05	0,06
2 ^è campagne	0,05	0,07	0,6	0,07	0,06	0,08	0,05	0,06

Les données physico-chimiques obtenues à partir des plantes prélevées sur ces sols à fort niveau de fertilité et constituées par *Andropogon gayanus*, et par des *Acacia sp.* (épineux) présentent des teneurs élevées en calcium, potassium et magnésium reflétant ainsi les teneurs plus ou moins élevées de ces éléments observées dans les sols sur lesquels ces plantes ont été récoltées, à savoir :

- * de 1,36 à 1,80% contre 0,80% comme valeur normale pour le potassium ;
- * de 0,80 à 1,46% contre 0,70% pour le calcium ;
- * de 0,92-1,70% contre 0,67% pour le magnésium.

Ces résultats traduisent la forte disponibilité de ces éléments dans les sols peu dégradés et montrent que ces plantes non seulement peuvent servir d'indicateurs de disponibilité en éléments minéraux dans les sols mais indiquent également des apports exogènes en ces éléments qui témoigneraient d'une possible pollution des milieux. Cela montre également l'importance de la relation sol-plante dans le suivi de la distribution des éléments chimiques dans l'environnement.

Comme cela a été signalé pour les sols plus haut, les résultats d'analyses de plantes aussi bien en saison sèche qu'en saison de pluies ne présentent aucune différence significative et les données moyennes présentées dans le tableau 18 ne diffèrent que suivant les sites.

4.1.1.2. De la Réserve de biosphère de la Pendjari (tableau 19)

Tableau 19 : Taux moyens des éléments dans les végétaux de la Pendjari (PEN) prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve et de ses zones cynégétiques. 1^{ère} et 2^{ème} campagne.

	PEN1R	PEN2R	PEN3M	PEN4 R	PEN5R	PEN6R	PEN7M	PEN8R	PEN9M
% C									
1 ^{ère} camp.	31,5	37,6	34,2	54,5	32,7	31,8	57,4	56,1	35,4
2 ^{ème} camp.	31,0	37,7	34,4	54,5	32,7	31,8	57,5	56,0	35,4

**Impact de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides sur les écosystèmes de faune et de flore
des réserves de biosphère du W et de la Pendjari**

% N									
1ère camp.	2,32	1,85	1,66	2,53	1,70	1,78	2,26	2,50	1,75
2èm camp.	2,32	1,87	1,66	2,53	1,72	1,76	1,27	2,52	1,77

	PEN1R	PEN2R	PEN3M	PEN4 R	PEN5R	PEN6R	PEN7M	PEN8R	PEN9M
% Ca									
1ère camp.	0,43	0,98	0,46	1,37	0,90	0,62	1,74	1,87	0,55
2èm camp.	0,42	0,95	0,46	1,38	0,90	0,63	0,73	1,88	0,53
% Mg									
1ère camp.	0,39	1,21	0,50	1,65	0,82	0,64	1,32	1,78	0,51
2èm camp.	0,38	1,30	0,50	1,65	0,83	0,65	1,31	1,79	0,50
% K									
1ère camp.	0,63	1,16	0,45	1,32	0,78	0,35	1,65	1,71	0,48
2èm camp.	0,62	1,17	0,44	1,32	0,79	0,34	1,67	1,72	0,49
% Na									
1ère camp.	0,05	0,06	0,05	0,07	0,05	0,04	0,05	0,06	0,06
2èm camp.	0,07	0,06	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,06

Les analyses physico-chimiques menées sur deux essences végétales telles que *Myrtagina inermis* et *Terminalia macroptera* (tableau 19) ont révélé des teneurs élevées en calcium, potassium et magnésium, à l'instar celles observés sur les échantillons du W.

4.1.2. Les pesticides dans les végétaux consommés par les animaux

Les végétaux dont les plantes aquatiques sont la principale source de nourriture pour les animaux des parcs et pour certains ongulés. La recherche et le dosage de pesticides organochlorés ont été effectués sur un certain nombre de ces plantes, à savoir : *Cyperus sp.*, *Cyperus articulatus*, *Nymphaea lotus*, *Ipomea aquatica* et *Acacia*.

De ces analyses il ressort que lesdites plantes ne renferment pas de pesticides en quantités détectables (teneurs inférieures à 0,01ng/g, limite de détection la méthode analytique GC/ECD utilisée).

4.2. Les tissus animaux

Dans le cadre de cette étude, deux spécimens de poissons ont servi de bio-traceurs ou d'indicateurs biologiques des composés xénobiotiques recherchés, auxquels il faut ajouter un échantillon de graisses prélevé par les gardes faune sur un gibier abattu dans la réserve du W; Les échantillons de poissons recueillis auprès de pêcheurs sur la rivière Pendjari, vers la frontière entre le Bénin et le Burkina-Faso sont les suivants :

- *Silure noire* (en français) ;
- *Tilapia sp.* (ou carpe).

Par contre, les échantillons déjà fumés et recueillis dans la même période auprès de vendeuses de poissons du côté du W ne donnaient aucune garantie de fiabilité des résultats analytiques obtenus et ont été systématiquement écartés de la présente étude diagnostique.

Le tableau 20 présente les résultats d'analyses de composés xénobiotiques tels que les pesticides organochlorés recherchés dans les tissus biologiques.

Tableau 20 : Les taux de POCs dans quelques spécimens de poissons

Echant.	Taille (cm)	Poids (g)	Concentrations en ng/kg de poisson sec					POCs totaux
			DDTs	Endos.	Lindan	Dieldrine	Heptachlore	
<i>Silurus glanis</i>	Long tot.: 45,3 Long tête: 13,2	1.340	454	1.215	45	Nd	283	1997
<i>Tilapia sp.</i>	Long tot.: 28,5 Long tête: 10,4	352	52	318	Nd	Nd	46	416
Graisses de buffle	-	-	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd

Des données de ce tableau il se dégage un certain nombre de constats, à savoir :

- Les taux de POCs sont plus élevés chez *Silure noire*) que chez *Tilapia sp.*, pour l'ensemble des molécules de POC, et ce dans des rapports allant de 1 à 5;
- L'endosulfan demeure le composé dominant, comme cela a été signalé précédemment dans les échantillons d'eau, de sédiments et de sols des différents sites étudiés;
- Les DDTs viennent en deuxième position après l'endosulfan, suivis de l'heptachlore ;
- Si le lindane n'a pas été détecté dans *Tilapia sp.*, la dieldrine quant à elle n'a été observée dans aucune des deux espèces de poissons analysées.
- Aucun pesticide n'a été identifié dans l'échantillon de graisses d'animaux.

Suite à ces observations il est important de faire remarquer un certain nombre de difficultés liées au nombre très limité d'échantillons de faune recueillis sur lesquels les présentes investigations ont porté, il s'agit:

- des niveaux très élevés des eaux dans les rivières et dans les barrages qui ne permettaient pas les activités de pêche pendant la période des pluies ;
- de la fermeture des campements de chasse pendant cette période;
- de l'inorganisation pendant la période d'étude d'opérations d'immobilisations d'animaux au cours desquelles l'équipe pouvait procéder aux prélèvements de sang ou de lait (de femelle) pour les analyses toxico-chimiques ;

CHAPITRE 5 :

IDENTIFICATION DES SOURCES DE POLLUTION ET EVALUATION DES IMPACTS SUR LES ECOSYSTEMES AQUATIQUES ET LES SUBSTRATS DE FAUNE

5.1. Le Cas des plans d'eau

5.1.1. Les indicateurs de pollution chimique d'origine inorganique

L'identification des sources de contamination et l'évaluation des impacts ont été effectuées en utilisant comme indicateurs les sels azotés et phosphatés.

5.1.1.1. Les sels azotés et phosphatés

Les tendances d'évolution observées au cours de la période d'étude sont indiquées par les figures 4, 5 et 6 ci-dessous. Elles sont aussi exprimées par les valeurs minima et maxima des différents paramètres physico-chimiques ainsi que les moyennes et médianes calculées pour un ensemble de 40 à 45 échantillons (cf. tableau 21 en annexe) et qui sont des données quantitatives ayant permis d'apprécier les distributions aussi bien dans l'espace que dans le temps des polluants au niveau de chaque réserve de biosphère.

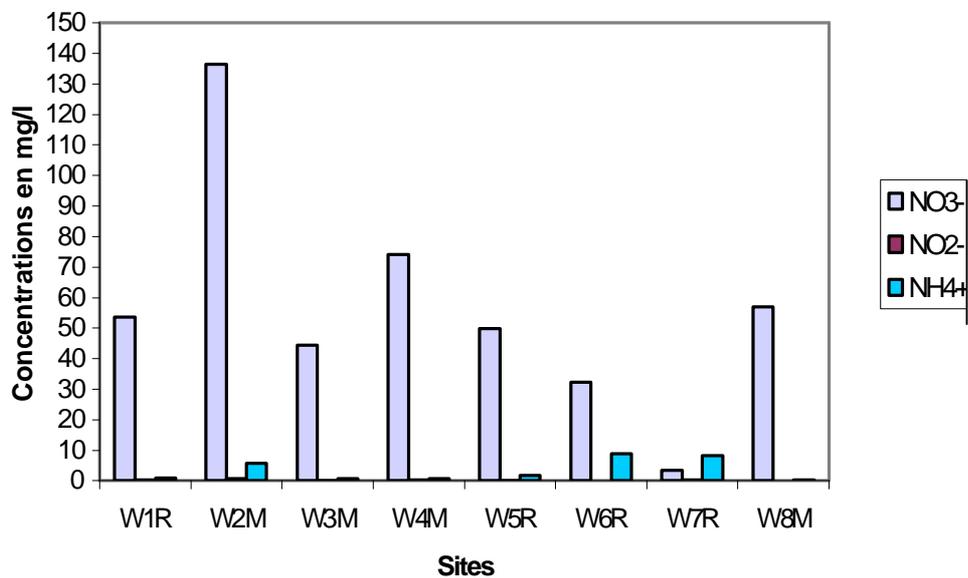


Figure 4 : Concentration de sels nutritifs azotés dans la réserve de biosphère du W

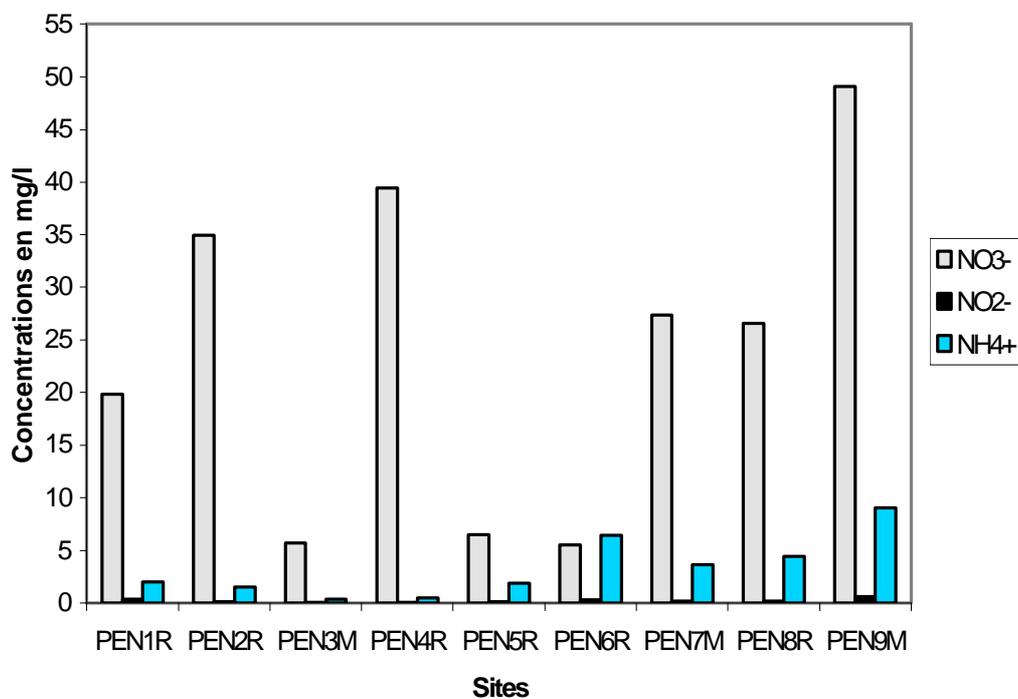


Figure 5 : Concentration de sels nutritifs azotés dans la réserve de biosphère de la Pendjari

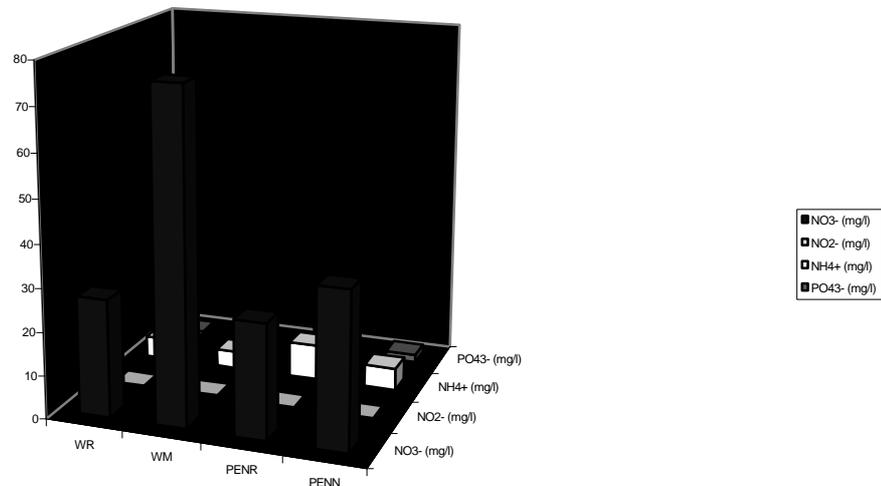


Figure 6 : Evolution des sels nutritifs dans les différents types de plans d'eau des réserves de biosphère.

De l'analyse de ces données il se dégage les situations suivantes :

- pas de très fortes dispersions des valeurs observées pour les paramètres physico-chimiques au niveau de l'ensemble des sites étudiés ; ce qui semble indiquer probablement une faible variabilité des sources d'apports de substances inorganiques dans les différents plans d'eau;
- des taux élevés de sels azotés et phosphatés dans l'ensemble des plans d'eau des deux complexes de biosphère ;
- les taux de nitrate se situent, dans la gamme de 2,74 et 141,76 mg/l avec une moyenne de 56,18 mg/l dans le W d'une part, et entre 4,34 et 53,60 mg/l dans la réserve de la Pendjari avec une moyenne 23,87 mg/l d'autre part ;
- les concentrations de nitrites et d'ammonium sont en moyenne respectivement de 0,49 et 4,57 mg/l dans le W et de 0,42 et 6,70 mg/l dans la Pendjari ;

- Quant aux phosphates, les taux sont en moyenne de 0,73 mg/l dans le W et de 1,08 mg/l dans la Pendjari ;
- les eaux des mares et rivières de la réserve de biosphère du W sont plus riches en sels azotés que ne le sont celles de la réserve de la Pendjari;
- les teneurs des eaux en sels nutritifs sont plus fortes en saison pluvieuse qu'en saison sèche ;
- Les taux de sels nutritifs plus élevés dans la réserve de biosphère du W que dans celles de la Pendjari où les engrais chimiques sont utilisés en quantités plus faibles;

Ces diverses observations faites dans l'ensemble sur les deux réserves, en particulier dans les zones cynégétiques proches des bandes de tolérance agricole, laissent penser à des sources d'apports exogènes, notamment l'utilisation d'engrais chimiques dans les exploitations agricoles.

5.1.1.2. Evaluation des impacts sur la santé des populations riveraines et sur les écosystèmes de faune : risques liés à la contamination des plans d'eau

Les risques liés aux forts taux de sels nutritifs sont nombreux ; ils vont des menaces d'intoxication des populations riveraines aux disparitions d'espèces de faune et de flore.

En effet, les eaux, ayant par endroits des concentrations de nitrates supérieures à 44mg/l, tels que W1R, W3M, W5R, W8M, PEN7 et PEN9 sont de qualité médiocre et ne peuvent être utilisées ni pour l'alimentation en eau potable ni en abreuvement pour les animaux ni pour les loisirs ; celles présentant des teneurs de nitrates supérieures à

100 mg/l comme W2M et classées hors catégorie sont marquées par une pollution azotée excessive.

Les taux relativement élevés de nitrites (supérieures à 0,1 mg/l) et d'ammonium (supérieures à 4 mg/l) pour la plupart des sites sont des indices de pollution, et ne confèrent pas la qualité requise pour servir d'eau de boisson ni pour la vie des poissons.

Les taux de phosphates relativement élevés (teneurs supérieures à 0,1 mg/l) sont responsables des phénomènes d'eutrophisation observés dans certains plans d'eau tels que W4M, W8M, PEN7M et quelques poches d'eau (dans l'Alibori en période de saison sèche) dont les surfaces sont presque entièrement recouvertes d'algues vertes ou de végétaux flottants (nénuphars, jacinthe d'eau,...). Tout ceci explique les taux élevés de matière organique (DCO supérieure à 80 mg/l) et d'oxygène dissous (inférieures ou égales à 3 mg/l) classant la plupart des eaux dans les catégories allant de "qualité médiocre" à "hors catégorie", donc inaptés à la consommation humaine et à l'abreuvement par les animaux.

Précisons par ailleurs que les forts taux de fer dans les eaux de W4M pourraient justifier la préférence des éléphants à se nourrir de la terre humide sur les berges plutôt qu'à s'alimenter à l'eau de ladite mare. Les analyses ont montré que la mare aux éléphants d'Alfakoara est le plan d'eau ayant la plus forte teneur en fer.

5.1.2. Les résidus de pesticides dans les eaux

Les figures 7, 8, 9, 10 et 11 montrent les distributions des pesticides organochlorés dans les eaux et sédiments des différentes mares et rivières échantillonnées.

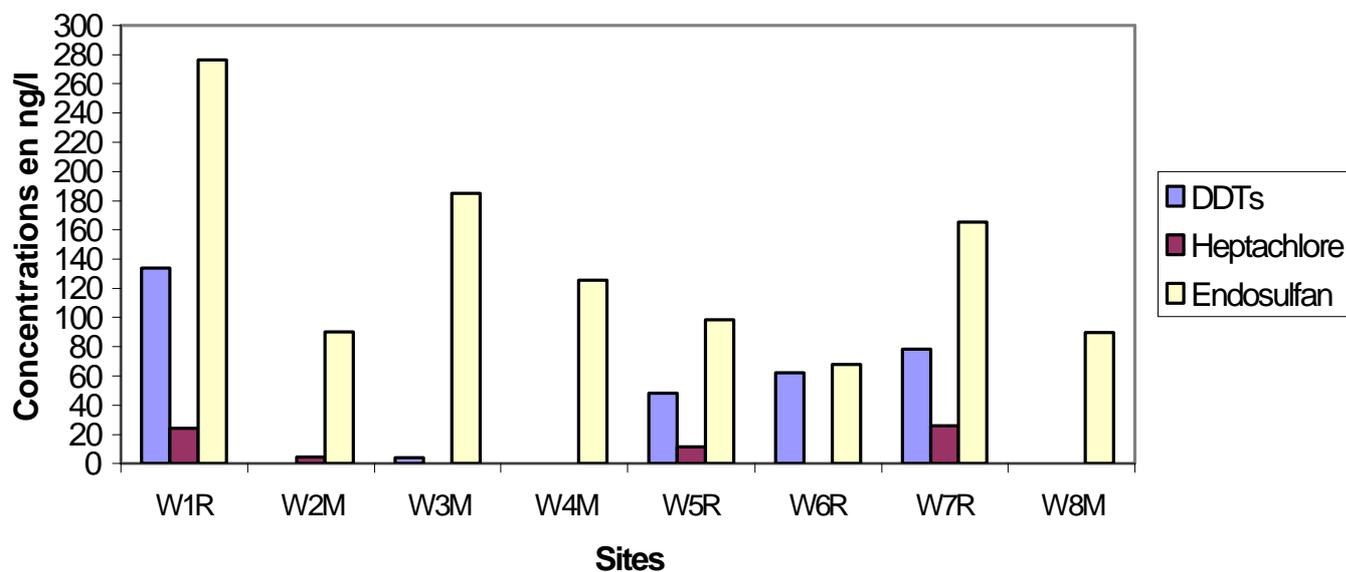


Figure 7 : Distribution de quelques pesticides dans les eaux de la réserve de biosphère du W

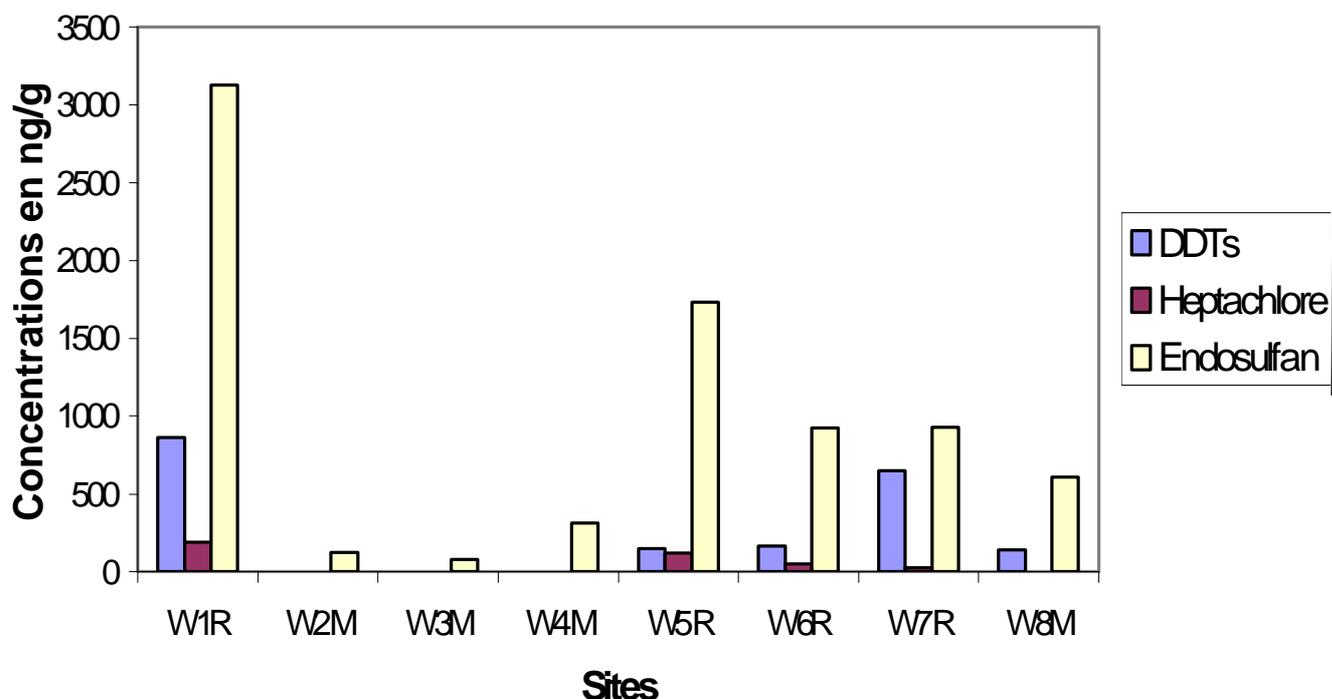


Figure 8 : Distribution de quelques pesticides dans les sédiments de la réserve de biosphère du W

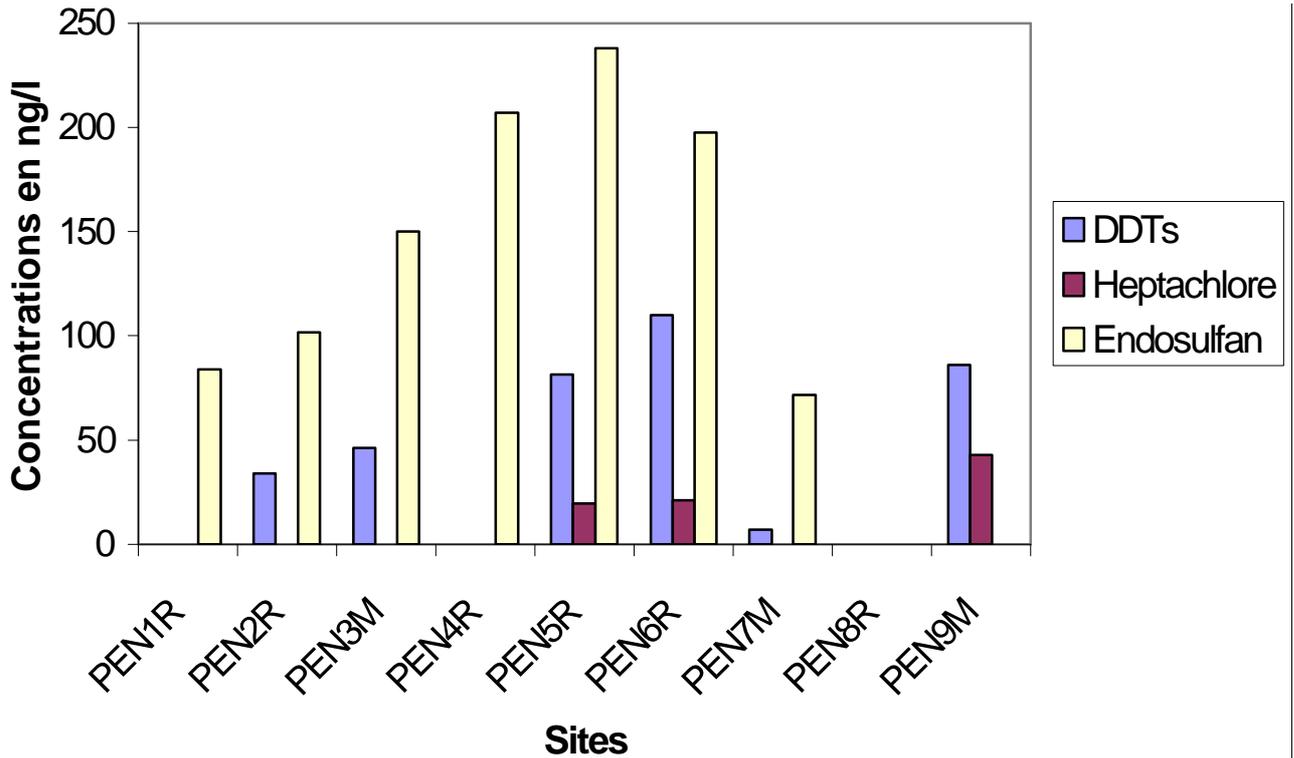


Figure 9 : Distribution de quelques pesticides dans les eaux de la réserve de la Pendjari

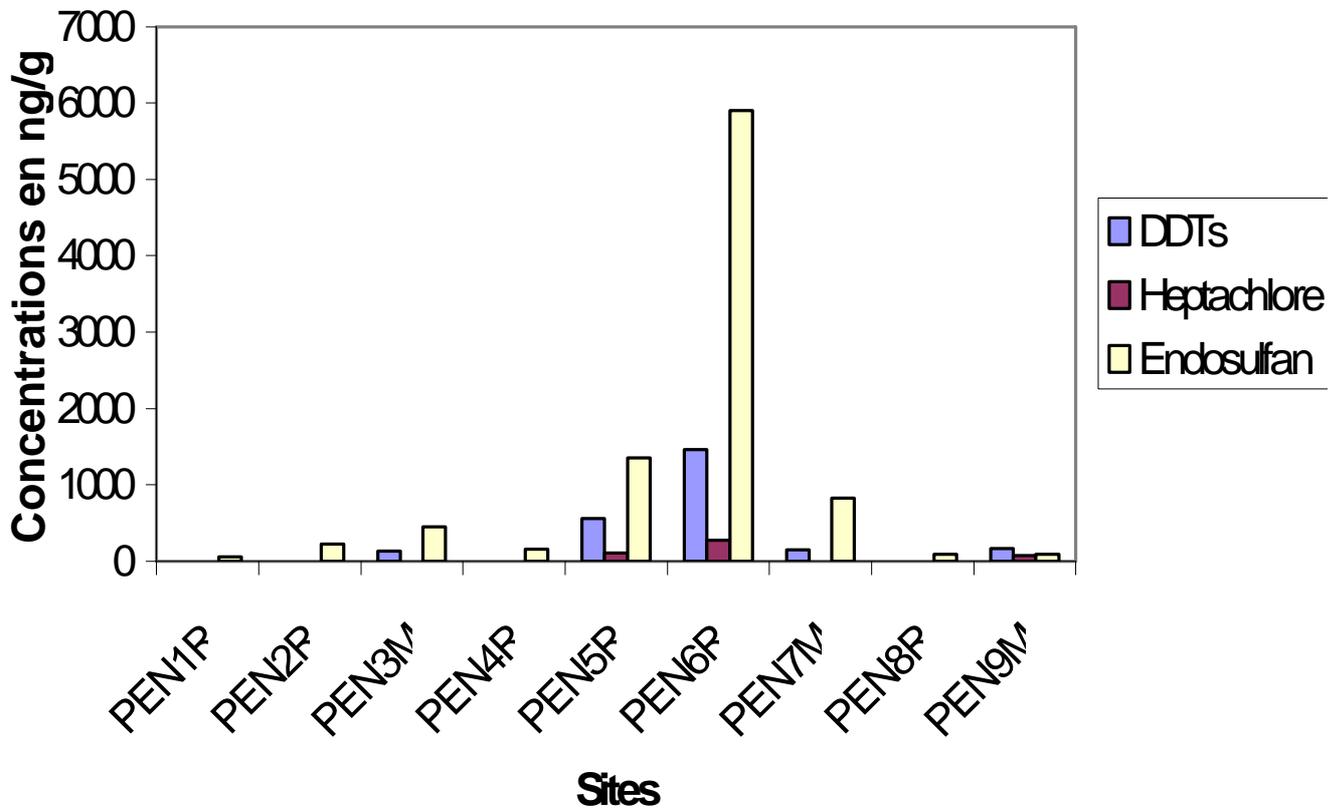


Figure 10 : Distribution de quelques pesticides dans les sédiments de la réserve de la Pendjari

Elles révèlent les constats ci-après :

- les pesticides organochlorés, substances toxiques persistantes, continuent d'être utilisés dans les abords immédiats des réserves de biosphère d'utilisation malgré l'interdiction de leur utilisation pour des traitements phytosanitaires par les instances internationales telles que l'US-EPA, l'OMS, l'OCDE et autres; les valeurs très inférieures à 1 du rapport (DDE+DDD/DDTs) sont des indices de très récentes utilisations de DDT par exemple dans les zones proches des plans d'eau étudiés;

- Parmi les POCs utilisés, trois molécules sont dominantes: l'endosulfan, le DDT et l'heptachlore ;

- les POCs sont plus abondants dans les rivières que dans les mares, montrant ainsi d'importants apports par le biais des ruissellements et des affluents des cours d'eau ;

- Malgré les faibles quantités de pesticides utilisés dans les zones de tolérance agricole autour de la réserve de la Pendjari comparativement à celles utilisées autour de la réserve du W, les teneurs de pesticides détectés dans les plans d'eau de la Pendjari (en particulier dans les eaux de la rivière Pendjari) sont beaucoup plus fortes que celles du W ; cela laisse penser à des sources d'apports de POCs dans les aires de la Pendjari autres que les activités agricoles menées en territoire béninois ;

- l'endosulfan est détecté dans la plupart des écosystèmes aquatiques où il est le plus abondant des POCs;

- Les plus forts taux de POCs dans les sédiments comparativement aux échantillons d'eau du même site sont le fait de l'hydrophobie des composés chlorés et montrent que les sédiments sont les lieux privilégiés d'accumulation et de suivi des pesticides organochlorés dans les écosystèmes aquatiques ;

- les teneurs de POCs sont plus fortes durant les saisons de pluies que pendant la saison sèche;

- les proportions d'heptachlor et de DDT se sont accrues dans les rivières en période de saison sèche comparativement à la saison des pluies, tandis que celles de l'endosulfan a décru ; ce qui semble montrer l'existence d'une diversité de sources d'apports de pesticides dans les différents plans d'eau ;

- le lindane et la dieldrine n'ont été observés que dans les rivières et non dans les mares.

Au vu de ces rapports, un certain nombre d'hypothèses pourront être émises, à savoir :

- la prédominance de l'endosulfan dans la majorité des échantillons montre son utilisation abondante et incontrôlée dans les zones de tolérance agricole, surtout dans les exploitations de cultures de cotonnier. Comme tel, l'endosulfan pourrait constituer un bon indicateur de suivi de la pollution due aux pesticides d'origine agricole;

- les fortes concentrations de DDT et particulièrement de l'heptachlor dans les rivières telles que les rivières Pendjari, Alibori et Mékrou et leur accroissement durant la saison des crues, pendant qu'une décroissance des proportions relatives d'endosulfan a été observée au niveau de ces plans d'eau pendant la saison pluvieuse, sont révélateurs du possible usage du DDT et de l'heptachlor à des fins de pêche : selon les résultats d'enquêtes menées dans ces zones, les pêcheurs auraient l'habitude d'épandre des pesticides à la surface des eaux en vue d'endormir les poissons et de les capturer facilement. De telles pratiques, bien entendu très préjudiciables pour l'environnement et pour la santé humaine, seraient probablement aussi à l'origine de la présence toute particulière du lindane et de la dieldrine dans les eaux des rivières telles que Pendjari et Alibori.

- les fortes concentrations de DDT, particulièrement dans les rivières, ainsi que la plus forte abondance des POCs dans la Pendjari comparativement à la réserve du W, montrent que les résidus de

pesticides pourraient venir de loin, et que l'usage de ce composé chimique aussi bien du côté béninois que de celui du Burkina Faso est aussi chose possible ; les rivières Pendjari et Mékrou longeant par endroits la frontière entre les deux pays et recevant leurs affluents de part et d'autre peuvent jouer un rôle primordial dans le transport de résidus de pesticides dans les réserves de biosphère en période de crue.

5.2. Les sols

5.2.1. Physico-chimie des sols

Au vu des résultats d'analyses de sols (tableau 14 ci-dessus et autres tableaux en annexe) aucune différence significative n'a été observée entre la saison sèche et la saison de pluies ; les données moyennes ne diffèrent que suivant les sites.

Deux catégories de sols sont identifiées en fonction des taux de matière organique et d'azote :

- ✍ les sols à fortes teneurs en matière organique et en azote ;
- ✍ les sols à teneurs relativement plus faibles en matière organique et en azote.

5.2.1.1. Les sols à fortes teneurs en matière organique et/ou en azote

Dans la réserve du W, les sites concernés sont W2M, W4M, W7R et W8M (tableau 14) pendant que les sites PEN6R et PEN7M (tableau 15) sont ceux présentant les forts taux de matière organique et d'azote dans la réserve de la Pendjari.

Pour ces sols, la capacité d'échange cationique (CEC) et la somme des bases échangeables affichent des valeurs moyennes à

fortes (13,5 à 16,4 méq/100 g de sol pour la CEC et 11,2 à 14,9 méq/100g de sol pour la somme des bases). De plus ils présentent un rapport C/N un peu plus élevé (autour de 15 pour une moyenne de 10-12) et une acidité forte à moyenne (5,5 - 6,2).

Les teneurs en nitrate restent élevées, mais sensiblement plus faibles en saison sèche qu'en saison des pluies (20 à 40mg/kg de sol pour une moyenne de 10 à 15 mg/kg de sol). Ces fortes teneurs de nitrate dans les bas versants seraient dues à une accumulation d'azote qui serait régulièrement transporté à chaque saison des pluies dans les bas versants par les eaux de drainage latéral et de ruissellement superficiel depuis le haut versant jusqu'en bas de pente.

La présence du nitrate est donc liée à la richesse du sol et surtout à sa teneur en matière organique et en azote, calcium, magnésium et potassium. Les taux élevés de potassium se situent dans la gamme de 0,30 à 0,40 méq/100 g de sol.

5.2.1.2. Les sols à teneurs relativement plus faibles en matière organique.

Les sites concernés W1R, W3M, W5R et W6R pour la réserve du W, PEN2R, PEN4R, PEN5R et PEN8R du côté de la Pendjari, sont classés dans cette catégorie. Leurs CEC et sommes de bases ont des valeurs allant du niveau faible à moyen, et des teneurs de nitrate plus faibles. Sur ces sites la dégradation des sols a entraîné un appauvrissement en matière organique et en azote et une acidification des sols qui pour la plupart sont sableux et très filtrants. Cette acidité parfois forte résulte du lessivage des éléments minéraux, notamment les alcalins et alcalino-terreux, entraînant ainsi une fixation plus forte des ions hydrogène H⁺ sur le complexe absorbant du sol.

5.2.2. Les pesticides dans les sols

Ils y sont très peu présents (taux compris allant de 0 à 433 ng/g) et sont en majorité représentés par l'endosulfan. La quasi seule présence de l'endosulfan dans les échantillons de sols (proportions comprises entre 87 et 100% des POCs totaux), non seulement confirme l'ubiquité de ce composé mais elle montre également combien les ruissellements et les phénomènes érosifs ont contribué à éliminer les pesticides des parties superficielles des sols pour enrichir les eaux et sédiments situés vers les bas versants.

Il sera intéressant, dans le cadre d'un plan de surveillance de la pollution qui sera proposé plus bas, de voir quels sont les effets de l'utilisation des pesticides sur la microfaune des sols, et par conséquent sur leur fertilité.

5.3. Les végétaux

5.3.1. Physico-chimie

Pour les échantillons de végétaux prélevés dans la réserve de biosphère du W, l'analyse des plantes constituées d'*Andropogon gayanus* et d'épineux essentiellement des acacias recueillis sur ces sols fait ressortir que les teneurs en carbone, calcium, potassium et magnésium sont plus élevées (0,80-1,46% contre 0,27-0,70% pour le calcium ; 0,92-1,70% contre 0,45-0,67% pour le magnésium) ; ce qui explique la sélection naturelle qui s'opère au niveau des espèces végétales entraînant une prédominance des épineux, car pour des éléments comme le calcium, le magnésium et le potassium, si leur teneur dans le sol est en deçà de 2,1 pour le calcium et le magnésium

et de 0,1 méq/100g de sol, les plantes exigeantes en éléments nutritifs n'y poussent plus et laissent plutôt place aux épineux.

Les observations de plantes au cours de cinq séances de prospection révèlent dans les mêmes sites les mêmes aspects (rétrécissement de la surface foliaire et durcissement du limbe) aussi bien en saison sèche qu'en saison des pluies. Ces situations sont le fait des taux d'éléments minéraux élevés, notamment le nitrate (tableau 14) et dénotent de ce que les fortes teneurs en nitrate, carbone, calcium et magnésium du sol (tableau 18) seraient bien à l'origine des anomalies au niveau de la surface foliaire et du durcissement du limbe sur les sites W2M, W4M, W7R et W8M. Ces fortes teneurs seraient dues à une forte absorption par les plantes de ces éléments du sol.

A l'examen des valeurs du tableau 19 sur la Pendjari, et au regard des observations faites sur les différentes plantes collectées, le port réduit et le durcissement des feuilles des deux essences végétales telles que *Myrtagyna inermis* et *Terminalia macroptera* pourraient être attribués à une forte absorption des éléments minéraux (magnésium et potassium) et notamment celles du calcium, et non directement à l'hydromorphie du sol qui a favorisé dans un milieu peu drainant l'accumulation de ces éléments ; car ce sont des plantes qui affectionnent plutôt les milieux hydromorphes et devraient au contraire dans ces conditions avoir une croissance plus importante.

5.3.2. Les résidus de pesticides dans les végétaux

Comme il a été indiqué ci-dessus, les végétaux dont les plantes aquatiques, sont la principale source de nourriture pour les animaux des parcs, en particulier les ongulés. Au vu des résultats recherches de micropolluants effectuées sur les plantes, à savoir *Cyperus sp.*, *Cyperus articulatus*, *Nymphaea lotus*, *Ipomea aquatica* et *Acacia*, il ressort que lesdites plantes ne renferment pas de pesticides en quantités

détectables (teneurs inférieures à 0,01ng/g, limite de détection la méthode analytique GC/ECD utilisée). Ainsi donc, si la contamination des animaux par les résidus de pesticides à travers les eaux de surface et les sols est à redouter, la consommation de ces végétaux ne semble pas constituer à présent une menace pour la santé des herbivores.

5.4. Les résidus de pesticides dans les tissus animaux

La détection de pesticides organochlorés (DDT, Heptachlore et endosulfan) dans les tissus musculaires de poisson montre les risques d'intoxication par les pesticides auxquels les populations humaines, la faune sauvage et aquatique sont exposées à travers la chaîne trophique. D'après les quelques données qualitatives et quantitatives obtenues par rapport sur les espèces de poissons, ceux autochtones des sédiments de fonds (*Silure noire*) par exemple sont plus exposés aux méfaits des pesticides que ne le sont les espèces vivant dans la colonne d'eau (exemple des *Tilapia* sp.), car les pesticides organochlorés, très hydrophobes, s'accumulent préférentiellement dans les sédiments où leur facteur de biodisponibilité très élevé favorise leur accumulation dans les tissus des poissons vivant dans les sédiments. Cela signifie donc que les espèces benthiques peuvent être utilisées comme de bons indicateurs biologiques de suivi des pesticides organochlorés dans les milieux aquatiques et d'évaluation d'impacts sur la santé des populations.

Pour mieux apprécier l'impact de l'utilisation des pesticides sur les réserves de faune, une étude plus approfondie s'avère nécessaire à travers une bio-surveillance des pesticides : rechercher d'autres indicateurs biologiques, établir une liste exhaustive des pesticides les plus utilisés et évaluer leur toxicité vis-à-vis des espèces biologiques les plus menacées dans les réserves par des travaux de terrain et des expériences de laboratoire.

5.5. Identification et cartographie des zones à risques (zones sensibles)

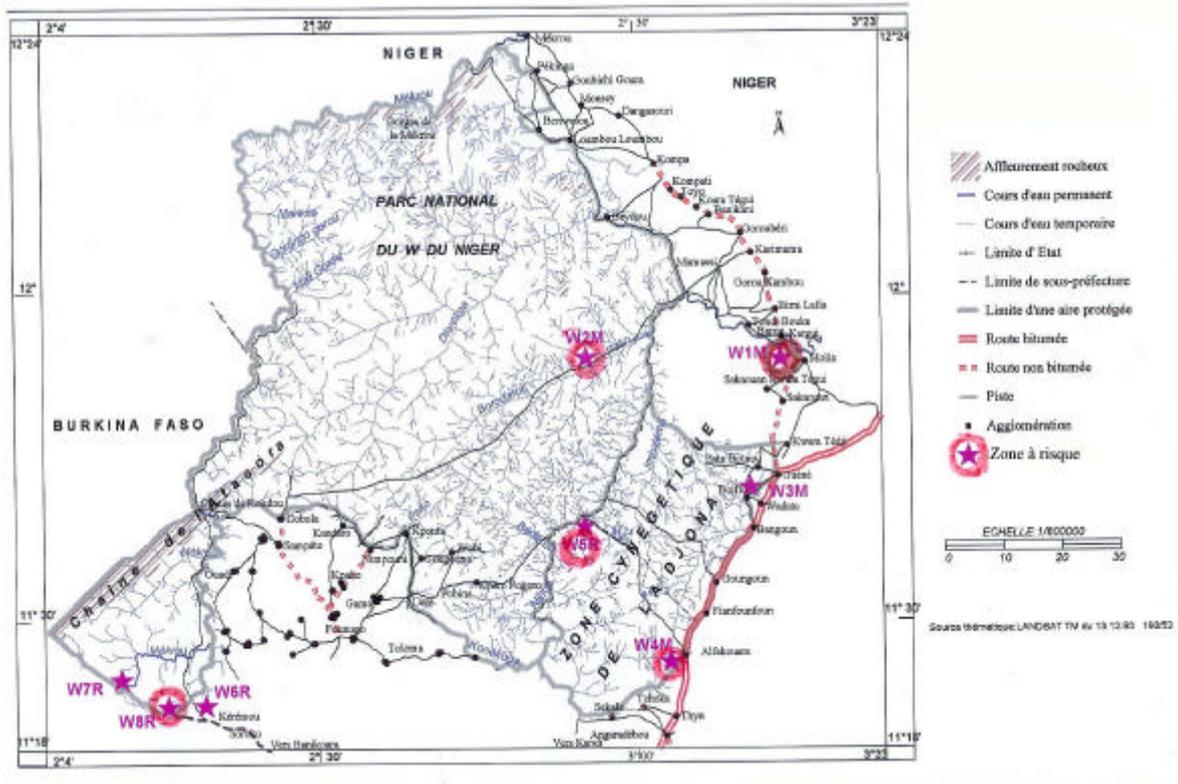


Fig. 4: Localisation des zones à risques dans le Parc National du W du Niger

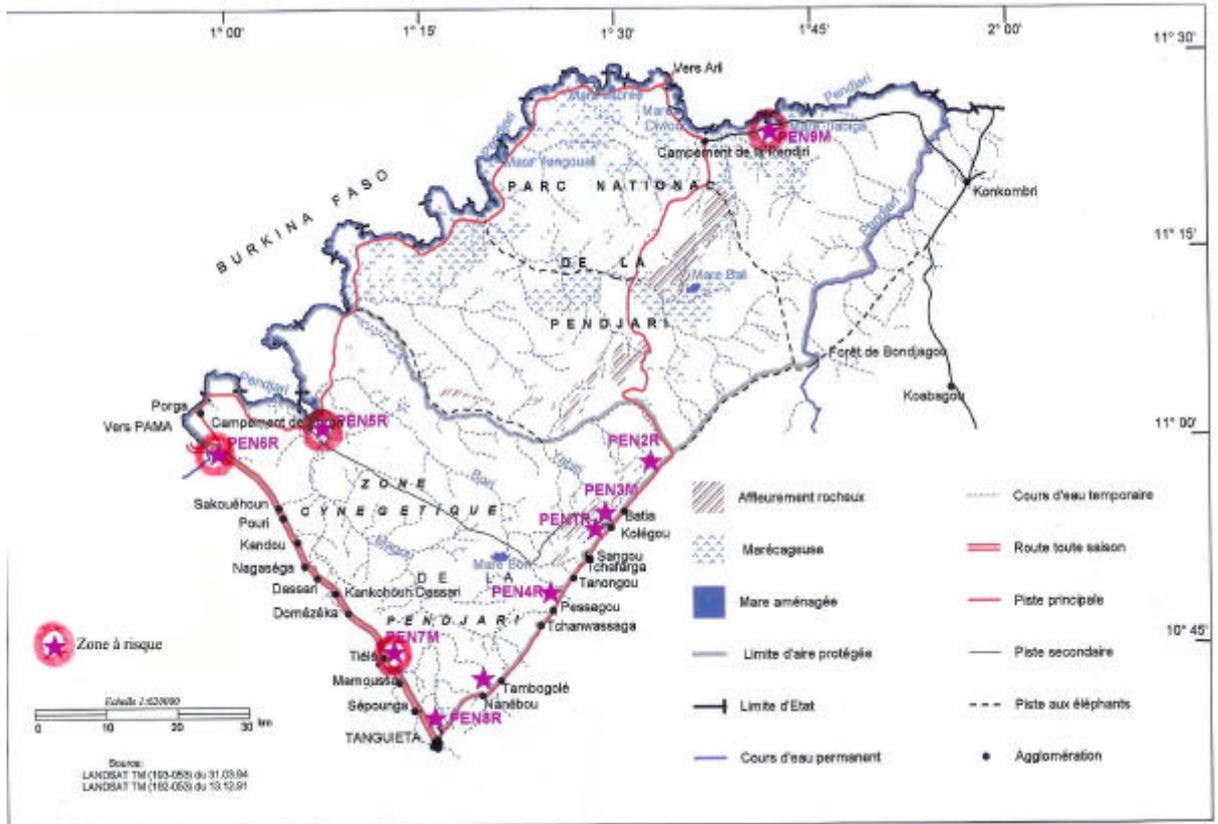


Fig. 5: Localisation des zones à risques dans le Parc National de la Pendjari

Si les teneurs des contaminants restent dans l'ensemble relativement faibles, il n'en reste pas moins que certains sites soient fortement affectés par l'utilisation des intrants agricoles avec des taux de polluants azotés (nitrates et dérivés) et de pesticides organochlorés au-delà des limites admissibles. Au total neuf (09) zones à risque ont été identifiées dans les deux Réserves de Biosphère; il s'agit des sites W1M, W2M, W4M, W5R et W8R dans la Réserve de Biosphère du W du fleuve Niger d'une part, et des sites PEN5R, PEN6R, PEN7M et PEN9M dans la Réserve de Biosphère de la Pendjari, d'autre part. Dans ces différents sites, on a pu noter de très fortes valeurs pour certains paramètres indicateur de pollution ; il s'agit notamment :

- des nitrates : présents à des concentrations se situant entre 44 et 136mg/L , ils confèrent aux eaux de ces plans d'eau des niveaux élevés de pollution azotée dont la surveillance continue s'impose, au

risque d'entraîner dans ces milieux l'arrêt de toute vie aquatique. Comme telles ces eaux sont impropres à la consommation par l'homme et au bon abreuvement des animaux ;

- de l'endosulfan : ce traceur de la pollution due à l'utilisation des pesticides organochlorés lors des traitements phytosanitaires, parce que présent dans la majorité des eaux des mares et rivières investiguées, a été détecté en fortes concentrations surtout dans les rivières en particulier dans la rivière Pendjari au niveau du pont Porga ; ici sa concentration dépasse largement les limites admissibles de 2000ng/l avec des valeurs se situant dans la gamme de 5 à 6000ng/l ; cette situation est fort écoeuvrante, car les pesticides organochlorés sont très rémanents et bioaccumulatifs avec une durée de demi-vie de l'ordre de 15 à 20 ans ; ce qui pourrait compromettre dangereusement la vie de la faune aquatique ou terrestre dans ces zones considérées comme étant des zones à risque ;
- l'heptachlore, bien qu'en concentration en deçà des seuils critiques, constitue une menace pour la faune aquatique ou sauvage, parce que présent dans la plupart des rivières (surtout celles ayant des affluents transfrontaliers Bénin-Burkina) où il peut être utilisé comme étant un bon indicateur de l'utilisation des POCs à des fins de pêche.

Face à cette situation, il est donc nécessaire voire indispensable de mener une étude de suivi de l'état de la pollution de ces zones sur une période raisonnable d'au moins cinq ans tout en mettant en œuvre une stratégie permettant de limiter l'utilisation de pesticides dans les bassins versants des deux Réserves de Biosphère.

Conclusion partielle (de la troisième partie)

Grâce aux visites et aux enquêtes de terrain huit stations d'étude dans la Réserve de Biosphère du Parc W et neuf (09) dans celle de la Pendjari ont été identifiés comme devant faire l'objet des présentes investigations.

Des travaux d'enquête 100% des producteurs utilisent des engrais chimiques pour la culture du coton, 97% pour la culture du maïs et 19% pour le riz. S'agissant des pesticides, 100% des producteurs en utilisent pour la culture du coton et 9% pour la conservation des céréales. A ces données s'ajoutent les 97% des producteurs qui ont leurs champs dans les abords immédiats des réserves.

Si une frange importante des producteurs (50% en moyenne) ont reconnu avoir eu au moins une fois des malaises (troubles gastriques, céphalées,...) lors ou à la suite des opérations de pulvérisations de pesticides dans les champs (les enfants de 10 à 18 ans en majorité), très rares étaient ceux qui savaient que l'utilisation d'engrais chimiques et de pesticides pouvait avoir des effets nocifs sur l'environnement en particulier sur la qualité des eaux et sur la faune sauvage et aquatique.

Des observations faites sur le terrain et des résultats d'analyse d'échantillons d'eau, de sédiments, de sols et de tissus vivants il ressort les constats ci-après :

- Des taux de nitrates par endroits au-delà du seuil de 44 mg/L admissible pour l'eau de boisson ou d'abreuvement : entre 4,0 et 130 mg/L avec une moyenne de 59,42 mg/L dans la Réserve de biosphère du parc W d'une part, et 4,34 et 53,60 mg/L pour une moyenne de 22,15 mg/L dans celle de la Pendjari ;
- L'endosulfan est présent dans la quasi-totalité des échantillons d'eau (23-460 ng/L dans le complexe du W et 46-430 ng/L dans celui de la Pendjari) ;

- Du point de vue de l'abondance et de l'ubiquité, les DDTs viennent après l'endosulfan, tête de pont, suivis de l'heptachlore ;
- Si de forts taux de nitrate sont observés dans certains sols (tels que PEN7M par exemple avec 44,5mg/L en moyenne et W8M avec 40mg/L), il est cependant difficile d'attribuer certaines déformations foliaires observées au niveau de certains végétaux à l'utilisation d'engrais chimiques et de pesticides dont les teneurs sont relativement faibles dans les tissus vivants.
- Il est apparu un accroissement continu des taux de pesticides dans les systèmes naturels, en particulier dans les sédiments, entre 1996 et 2002, période où des études ont été conduites par différents auteurs sur le devenir des engrais chimiques et des pesticides utilisés dans les régions de production cotonnière.

CHAPITRE 6 : **STRATEGIES DE REDUCTION ET DE SUIVI DE LA POLLUTION CHIMIQUE DANS LES RESERVES DE BIOSPHERE DU W ET DE LA PENDJARI**

Il s'agit d'élaborer une stratégie de surveillance continue de la pollution chimique dans les écosystèmes des aires protégées (plan de surveillance, renforcement des capacités de mise en œuvre du plan de surveillance).

6.1. Stratégie de Réduction

La pollution azotée et la pollution due aux pesticides dans les écosystèmes de faune des réserves de biosphère du W et de la Pendjari proviennent de différentes sources :

- La technique culturale (itinérante sur brûlis) détruisant la matière organique du sol et favorisant le ruissellement du fait de la réduction de la perméabilité de ce sol, entraînant les sels nutritifs et les résidus de pesticides vers les zones basses ;
- L'utilisation abusive, par ignorance sans doute, de très fortes quantités d'engrais chimiques par la plupart des paysans avec le souci de pouvoir augmenter la productivité de leurs terres quelle que soit la culture pratiquée;
- L'utilisation des engrais non adaptés aux sols entraînant souvent la lixiviation de certains éléments en excès vers les zones basses ;
- Parfois le mode d'application des engrais, comme par exemple l'épandage à même le sol, peut favoriser l'entraînement de certains éléments notamment l'azote ;
- L'utilisation de pesticides prohibés tels que l'Endosulfan et le DDT pour les activités agricoles et parfois l'Heptachlore à des fins de pêche ;

- L'utilisation incontrôlée de pesticides avec pour objectifs d'accroître à tout prix l'activité insecticide des formulations chimiques et le rendement agricole ;
- Et les activités agricoles et de pêche menées sur les bassins versants du Burkina-Faso situés au voisinage des réserves de biosphère du W et de la Pendjari et utilisant probablement des engrais chimiques et des pesticides.

Pour réduire les effets de cette pollution organique et inorganique d'origine anthropique sur les écosystèmes de flore et de faune, des actions à court, moyen et long termes sont à envisager :

A court terme :

- Renforcer les capacités d'intervention des services d'écologie et des AVIGREF en terme de contrôle et de suivi de l'utilisation d'engrais chimiques et de pesticides dans les zones de tolérance agricole et sur les plans d'eau;
- Renforcer les capacités des populations riveraines en vue d'une gestion participative des réserves de faune ;
- Impliquer les USPP dans les actions d'IEC en faveur de la réduction ou de l'élimination des importations frauduleuses de pesticides prohibés (DDT, Heptachlore, lindane, ...);
- Interdire la culture de coton dans la Zone Cynégétique.

A moyen et long termes :

- Mettre en place un programme d'IEC au profit des populations riveraines sur les risques liés à une mauvaise utilisation des engrais chimiques et des pesticides, en impliquant les ONGs intervenant dans le secteur de l'environnement ainsi que les importateurs d'intrants agricoles agréés qui devront prendre une part active dans le financement des opérations;

- Renforcer les capacités nationales en matière de contrôle de la qualité chimique des pesticides officiellement et/ou frauduleusement utilisés dans les zones de tolérance agricole adjacentes aux réserves de biosphère ;
- Aménager les bassins versants en pratiquant des techniques de lutte anti-érosive qui limitent sensiblement le ruissellement et les pertes en terre (billonnages isohypse et cloisonné) ;
- Promouvoir l'agriculture biologique dans les bassins versants concernés par l'utilisation de fertilisants organiques (engrais vert, compost, fumier, ordures ménagères, boues de vidange et cultures en couloirs) ; dans ce cadre, apporter des appuis techniques et financiers aux structures nationales développant des recherches appliquées dans le domaine de la valorisation des déchets domestiques et des résidus post-récolte ;
- Développer une coopération inter-Etats de lutte contre l'utilisation d'engrais chimiques et de pesticides dans les bassins versants des réserves.

6.2. Programme de surveillance et stratégie de mise en œuvre du programme de surveillance

Il s'agira de :

- former une équipe de surveillance de la pollution chimique au niveau de chaque réserve, et ce par un laboratoire ou un centre de formation qualifiée;
- l'équiper en matériel de terrain pour le suivi continu des mesures physico-chimiques classiques (T°C, pH, conductivité, turbidité, sels azotés et phosphatés,...) ;

- Etablir un contrat de surveillance continue de la pollution chimique (sur une période de cinq ans) avec un laboratoire spécialisé dans l'étude des polluants organiques (pesticides organochlorés et organophosphorés) et inorganiques (éléments azotés, arsenic) et de suivi des impacts sur la diversité biologique, et ce en vue d'établir une carte de risques toxicité de chacune des réserves; il s'agira surtout de mener une surveillance des effets des pesticides sur la faune sauvage (aviaire et non aviaire) et la faune aquatique dans les deux réserves de biosphère (identification des indicateurs biologiques, évaluation des résidus chimiques en vue d'estimer la distribution des pesticides dans l'environnement et de contribuer à la surveillance de l'exposition de la faune et de la flore : bio-surveillance) ;
- Aider le laboratoire spécialisé à l'acquisition d'équipements d'analyses de terrain et de laboratoire (non disponibles sur le territoire national) pour le suivi des pesticides organophosphorés qui, malgré leur très faible demi-vie dans l'environnement, peuvent avoir des effets toxicochimiques nocifs immédiats sur les animaux ;
- Effectuer par trimestre des campagnes de mesures sur le terrain (par l'équipe de surveillance) ;
- Organiser des campagnes d'échantillonnages d'eau, sol, végétaux et de tissus animaux pour les études écotoxicologiques (deux fois par an) ;
- Organiser chaque année un atelier de restitution des résultats des études écotoxicologiques ;
- Etablir des cartes de risques des données recueillies.

Chapitre 7 :

DIFFICULTES RENCONTREES AU COURS DE L'ETUDE

Cette étude n'a pas été entièrement réalisée sans difficulté. Les principaux problèmes rencontrés sont les suivants :

- La réticence des populations à fournir les informations au sujet de la provenance et de l'utilisation des organochlorés ;
- Des difficultés d'accès à certains sites de prélèvement du fait de l'impraticabilité des voies ou des problèmes d'inondation (période de crue) ;
- Des difficultés voire l'impossibilité d'avoir certains échantillons tels que les échantillons de lait, de graisses et de foie d'animaux, du fait de la non organisation de campagne d'immobilisation ou de chasse pendant la période d'étude; ce qui n'a pas permis de recueillir suffisamment d'échantillons de tissus animaux dont l'analyse chimique devrait fournir des données utiles à l'appréciation et l'évaluation approfondies de l'impact toxicochimique de l'utilisation des pesticides organochlorés sur la faune sauvage ;
- L'appartenance de certains points d'eau à plusieurs Etats tels que ceux de la rivière Pendjari et de ses affluents dont l'accès est quasiment impossible ; ce qui limite les possibilités d'identification précise des sources possibles de pollution dans les réserves de biosphère.

La prohibition de l'utilisation des pesticides organochlorés alliée à leur toxicité et leur persistance dans l'environnement impose leur surveillance dans les écosystèmes naturels (eau, sols, tissus vivants,...) prioritairement par rapport aux pesticides organophosphorés dont la demi-vie n'est que de quelques heures dans les milieux aquatiques. Cependant, eu-égard à la forte toxicité de certains pesticides organophosphorés, il serait nécessaire de les analyser dans les plans

d'eau et les tissus vivants dès leur utilisation dans les champs ; ceci permettrait d'évaluer leurs effets toxicologiques immédiats sur la faune aquatique et les animaux sauvages. Pour des raisons d'ordre technique (manque d'équipements de terrain et de laboratoire ajouté aux difficultés de conservation des échantillons depuis le terrain jusqu'au laboratoire pour l'analyse de cette catégorie de pesticides), les investigations n'ont pu être poussées au-delà des organochlorés afin d'évaluer les menaces que constituerait aussi l'utilisation des pesticides organophosphorés pour les équilibres écologiques dans les Réserves de Biosphère de la Pendjari et du W du Niger.

CONCLUSION GENERALE

L'étude de l'impact des engrais et pesticides sur l'environnement des réserves de biosphère du W et de la Pendjari a consisté à faire des observations et des prélèvements au niveau des eaux de surface, des sédiments, des sols et des plantes pour des analyses en laboratoire. Des investigations il ressort ce qui suit :

- de grandes quantités d'engrais chimiques et de pesticides sont utilisées par les populations riveraines des réserves, en l'occurrence la réserve du W;
- les pesticides organochlorés, bien qu'interdits ou d'usage très réglementé au Bénin, continuent d'être largement utilisés surtout en milieux ruraux pour les traitements phytosanitaires ;
- des pesticides organochlorés sont détectés dans les écosystèmes aquatiques, en l'occurrence dans les rivières où, dans l'ordre décroissant, l'endosulfan et le DDT sont les matières actives les plus dominantes ;
- Les POCs sont plus présents dans les rivières que les eaux des mares ;
- Cependant les teneurs relevées sont en deçà des valeurs guides OMS pour les ressources en eau en distribution (valeur guides : 30 ng/l pour l'heptachlore, 2000 ng/l pour le DDT et le lindane) ;
- Des taux élevés de nitrate sont observés dans les eaux de surface et les sols au niveau de nombre de sites dans les réserves ;
- Les analyses des plantes affichent des taux assez élevés en calcium, magnésium et potassium au niveau des sites à fort taux de nitrate ;
- Aucune concentration de nitrate n'est décelée dans les bas-versants des sols dégradés pauvres tandis que cet élément est à

une teneur assez élevée dans les zones basses des bassins versants assez pourvus en matière organique et en azote avec une capacité d'échange et un taux élevé en bases échangeables ;

- Les constats réalisés au cours des observations des sols et des plantes de la couverture pédologique au niveau des bassins- versants sont conformes à ceux qui résultent des analyses de sol aussi bien dans le parc W que dans la Pendjari.

De tout ce qui précède, il ressort que les engrais chimiques et les pesticides utilisés dans les abords immédiats sont susceptibles d'affecter les écosystèmes aquatiques et de faune des réserves. La présence sélective de certains POCs dans les mares (endosulfan) et l'absence de d'autres POCs (lindane, dieldrine) laisseraient supposer l'existence d'autres sources d'utilisations de pesticides organochlorés en dehors des activités agricoles menées dans les zones périphériques des réserves.

L'ubiquité de l'endosulfan et du DDT ferait de ces deux composés des indicateurs de suivi clefs de l'impact de l'utilisation des pesticides sur les réserves de faune.

Une autre question qui se pose est celle relative à l'origine du nitrate. Il peut aussi bien être d'origine endogène qu'exogène ; endogène, il est formé dans le sol du bas-versant bien pourvu en azote dans des conditions argilo-limoneux hydromorphes, et ce sont là les conditions idéales de formation du nitrate. Mais il n'est pas exclu que des apports se réalisent à partir des eaux de ruissellement superficiel et des eaux de drainage latéral du sol depuis le haut jusqu'au bas-versant surtout que ces bassins-versants faiblement dégradés sont assez cultivés pour le coton qui demande l'utilisation des engrais NPK et l'urée et l'utilisation des pesticides.

Enfin, l'étude des pesticides organophosphorés, bien que ceux-ci ne persistent pas dans l'environnement, permettrait d'évaluer leur contribution dans la dégradation des écosystèmes de faune compte de leur forte toxicité et leur rapide activité insecticide vis-à-vis des hôtes du cotonnier et de certaines autres cultures.

RECOMMANDATIONS

Compte tenu des résultats de la présente étude qui révèlent des impacts négatifs évidents de l'utilisation d'intrants agricoles sur la qualité des écosystèmes de faune dans les deux réserves de biosphères, il importe de formuler les recommandations suivantes :

- Promouvoir la culture du coton biologique en valorisant les fertilisants organiques (composts, fumier et engrais verts) et les insecticides à base de plantes ;

- Mettre en place un programme d'IEC en faveur des populations riveraines des réserves de biosphère ;

- Renforcer les capacités nationales en matière de contrôle de la qualité chimique des pesticides officiellement et/ou frauduleusement utilisés dans les zones de tolérance agricole adjacentes aux réserves de biosphère ; dans ce cadre, aider les laboratoires spécialisés dans l'analyse des pesticides à l'acquisition d'équipements pour le dosage et le suivi des pesticides organophosphorés dans les écosystèmes de faune et de flore ;

- Aménager les bassins versants en pratiquant des techniques de lutte anti-érosive qui limitent sensiblement le ruissellement et les pertes en terre (billonnages isohypse et cloisonné).

Références bibliographiques

- 1- **Adjakpa, J. (1997)**. Etude ornithologique de la Zone Cynégétique de la Pendjari et des régions environnantes. *Cotonou, 1997; 11p + annexe.*
- 2- **Affokpon, A. (1998)**. Influence des traitements insecticides sur le rendement de quelques variétés de niébé et détermination de leurs valeurs résiduelles dans les graines par CPG/ECD. *Mémoire de fin de formation en APE/CPU/UNB ; Cotonou, 1998.*
- 3- **Ayégnon D. Th. D. (2002)**. Contribution à l'étude préliminaire de l'écologie alimentaire de quelques ongulés dans la zone de chasse de la Mékrou et de la partie Sud-Ouest du parc du W.- *Mémoire de fin de formation d'Ingénieur des Travaux en Techniques d'Aménagement et Protection de l'Environnement, APE/CPU.*
- 4- **Agbossou, K. E. (2000)**. Réalisation des études hydrologiques et d'aménagement de la réserve de biosphère du complexe de la Pendjari. Tome 1 ; 43 p. Cotonou, Décembre 2000.
- 5- **Agbossou, K. E. (2001)**. Réalisation des études hydrologiques et d'aménagement de la réserve de biosphère du complexe de la Pendjari. Tome 2 ; 42 p. Cotonou, Juin 2001.
- 6- **Andrew, D., E. and al. (1995)**: Standard methods: for the Examination of water and wastewater

- 7- **Assongba, M. (1996).** Recherche de résidus de pesticides organochlorés et de PCBs dans les exploitations agricoles de Banikoara. Analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à une détection à capture d'électron (CPG/ECD). - *Mémoire de fin de formation d'Ingénieur des Travaux en Techniques d'Aménagement et Protection de l'Environnement, APE/CPU.*
- 8- **Bousquet, B. (1992).** Guide des parcs nationaux d'Afrique de l'Ouest. Paris. 361p.
- 9- **Djibril, B. R. (2002).** Contribution à l'étude d'impacts de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides sur la qualité des eaux de surface dans la réserve de biosphère de la Pendjari.- *Mémoire de fin de formation d'Ingénieur des Travaux en Techniques d'Aménagement et Protection de l'Environnement, APE/CPU.*
- 10- **Gaujous, D. (1995).** La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. ISBN : 2-7430-0021-x 2^e édition, revue et augmentée (ISBN : 2-85206-917-2 1^{re} édition).
- 11- **Lafia, E. (1996)** : Facteurs de risques et taux d'acétylcholinestérase chez les utilisateurs de pesticides dans la sous-préfecture de Banikoara
Thèse de Docteur en Médecine, FSS/UNB 93P
- 12- **Rodier, J. (1978)** : L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer.
Dunod technique,
Paris 1978.

13- **Soclo, H., H. (1986)** : Etude de la distribution des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) dans les sédiments récents, identification des sources.

Thèse de Docteur à l'Université de Bordeaux I, 158P

14- **Tchogou, G., B. (1995)** : Contribution aux études préliminaires en vue de l'aménagement des points d'eau dans les aires protégées du Bénin : cas de la mare 24 dans la zone cynégétique de la Djona et de la mare Bori dans la zone cynégétique de la Pendjari.

Mémoire de fin de formation en APE/CPU/UNB.

15- **Wayne, G., L., and Ming-ho yu (1995)**: Introduction to environment toxicology.

Lewis publishers

ANNEXES

Annexe 1 : Termes de Référence relatifs à l'impact de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides par les populations riveraines sur les écosystèmes, les eaux de surface et les substrats des réserves de faune

Contexte général

Le Centre National de Gestion des Réserves de Faunes (CENAGREF) a été créé en 1996 par le gouvernement du Bénin. Il est chargé de :

- gérer les réserves de faune au mieux des intérêts des populations riveraines et de la communauté nationale,
- soutenir la conservation de la nature dans les réserves de faune,
- valoriser les ressources naturelles, notamment la faune et la flore dans les aires protégées et promouvoir leur utilisation durable.

Pour ce faire, l'une des tâches prioritaires de ce centre est une gestion et le suivi continu de l'évolution et du fonctionnement des écosystèmes et de l'épidémiologie-surveillance de la faune sauvage.

En effet, le problème de la pollution des eaux se pose de plus en plus et risque de s'accroître à un rythme inquiétant dans les aires protégées de la Pendjari et du W. L'utilisation des nitrates et des phosphates employés comme engrais chimiques et les pesticides pour parvenir à une intensification des pratiques culturales dans l'agroécosystème entourant les aires protégées pourrait conduire assez rapidement à une contamination des eaux de surface, des sols et même des nappes phréatiques de l'ensemble de la région et particulièrement des eaux de surface utilisées par la faune à l'intérieur des réserves de faune. Le CENAGREF qui a à charge la gestion des aires protégées se doit de disposer en temps réel d'indications détaillées sur les informations et données écologiques et environnementales utiles à la prise de décision.

Objectifs

L'objectif du mandat est de disposer de données fiables pour la banque de données du centre. Ces données porteront sur :

- les différents polluants biologiques et les substances organiques de synthèse utilisées dans l'agriculture autour des aires protégées,
- l'inventaire des sources de pollution biologiques et chimiques des eaux de surface des réserves de faune,
- l'identification des différents polluants biologiques et chimiques des eaux de surface des réserves de faune,
- l'évaluation des taux de contamination des différents polluants identifiés,
- l'élaboration d'un programme de renforcement des capacités par la mise en œuvre du plan de monitoring,
- le degré de pollution des différents plans d'eau de la zone d'étude

Mandat

En étroite collaboration avec les services de la Direction Technique du CENAGREF, l'Expert devra collecter des informations auprès des populations, des acteurs de la filière des intrants agricoles, collecter des échantillons d'eau et de substrats et les analyser en laboratoire. Il devra ensuite analyser les résultats des sondages et travaux en laboratoire et proposer un mécanisme souple de suivi et de traitement des données collectées.

A titre indicatif, l'expert devra s'inspirer de tous les éléments contenus dans les rapports d'études disponibles au niveau du CENAGREF,

Résultats attendus

Les produits suivants sont attendus :

- . les documents de référence de toutes les substances polluantes d'origine organique de synthèse, et biologique,
- . les conséquences écologiques de la pollution des eaux dues à l'utilisation de ses substances,
- . la carte de l'ensemble des zones montrant les régions à grand risque à l'intérieur et à la périphérie ;
- . toute la base de données collectées de terrain,
- . une proposition de plan de développement des capacités du CENAGREF et de celles des populations utilisatrices des substances polluantes

- . une proposition de mécanisme d'intégration au réseau SISEI de l'ABE,
- . un rapport final de mission en cinq exemplaires et sur disquette saisi en word décrivant tout ce qui précède et rendant compte du déroulement de la mission ;

Aspects méthodologiques

L'expert choisi devra proposer dans son offre technique la méthodologie qui sera développée dans l'accomplissement de sa mission.

Profil de l'expertise

L'expert qui sera retenu devra avoir le profil suivant :

- .avoir une formation académique de niveau universitaire en biologie et/ou écotoxicologie, en hydrobiologie etc.
- . justifier d'une spécialisation et d'une bonne expérience dans le domaine des polluants des eaux, la conceptualisation, le développement et la gestion de mécanisme de suivi et d'évaluation environnementale
- . justifier de solides expériences dans la mise en place et le développement des systèmes d'information d'aide à la décision et dans la mise en œuvre de programme de formation y relatifs ;
- . avoir une bonne connaissance des données relatives aux substances polluantes des eaux continentales, des sols et des conséquences de la pollution biologique et chimiques des eaux ;
- . justifier d'une bonne expérience en matière d'analyse de situation et de synthèse dans le domaine de l'évaluation environnementale, du renforcement et du développement des capacités institutionnelles et techniques relatives à la gestion de la pollution des eaux ;
- . prouver une expérience dans la coordination d'équipes et posséder des aptitudes pour la communication écrite et orale.

Par ailleurs, le consultant pourra faire appel à d'autres compétences utiles pour la réussite de l'étude.

Durée de la mission

La durée de la mission est estimée à quatre vingt dix homme/jour (90h/j). Le consultant devra proposer dans son offre un planning de travail comprenant :

- . le détail des activités ;
- . les échéances pour la réalisation des activités clés ;
- . les échéances pour la remise des produits du mandat ;
- . les principales bases et approbations à obtenir du CENAGREF, le cas échéant.

Annexe 2 : Qualité physico-chimique des eaux et sédiments

Tableau i : Caractéristiques physico-chimiques des eaux prélevées dans les mares et rivières de la réserve du W et de ses zones cynégétiques. 1^{ère} campagne.

Sites	Date	Heure	T°C	pH	Cond. (µS/cm)	TDS (ppm)
W1R	28.10.02	12H47	29,9	7,50	83,5	40,7
			29,7	7,65	90,6	51,2
			29,9	7,60	90,7	38,5
			30,0	7,40	85,2	39,1
			30,0	7,70	86,1	47,0
			29,9	7,57	87,2	43,3
W2M	28.10.02	13H15	26,3	7,20	72,1	154,0
			26,4	7,19	73,5	156,6
			26,3	7,19	74,0	158,4
			26,2	7,19	73,2	155,9
			26,3	7,19	73,2	155,8
			26,3	7,19	73,2	156,0
W3M	28.10.02	16H20	27,4	6,93	78,0	101,4
			27,5	6,95	77,8	101,2
			27,5	6,95	78,2	102,0
			27,5	6,96	78,1	101,5
			27,5	6,95	78,3	104,8
			27,5	6,95	78,1	102,0
W4M	28.10.02	17H11	25,5	6,09	173,9	87,8
			25,5	6,11	175,5	87,3
			25,6	6,11	176,2	87,5
			25,5	6,08	174,9	87,2
			25,5	6,10	175,8	87,6
			25,5	6,10	175,3	87,5
W5R	28.10.02	19H00	28,6	7,20	80,4	39,2
			28,5	7,11	79,5	39,7
			28,5	7,12	78,3	39,2
			28,5	7,15	82,1	41,6
			28,5	7,15	81,2	41,3
			28,5	7,15	80,3	40,2
W6R	29.10.02	11H55	25,7	7,08	74,6	36,75
			25,7	7,07	74,5	36,50
			25,6	7,07	73,9	36,21
			25,7	7,07	74,8	36,59
			25,7	7,07	75,6	37,95
			25,7	7,07	74,7	36,80

**Impact de l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides sur les écosystèmes de faune et de flore
des réserves de biosphère du Wet de la Pendjari**

Sites	Date	Heure	T°C	pH	Cond. (µS/cm)	TDS (ppm)
W7R	29.10 02	13H00	28,8	7,31	46,7	23,3
			28,8	7,25	47,5	23,8
			28,8	7,25	47,2	23,7
			28,8	7,26	45,6	22,8
			28,8	7,28	42,8	23,4
			28,8	7,27	46,8	23,4
W8M	29.10 02	17H12	29,4	6,80	81,1	40,4
			29,3	6,84	80,9	40,2
			29,3	6,84	80,9	40,3
			29,4	6,85	80,9	40,4
			29,4	6,83	81,1	40,2
			29,4	6,83	81,0	40,30

Tableau i : Les caractéristiques physico-chimiques des eaux prélevées dans les mares et rivières de la réserve du W et de ses zones cynégétiques (suite) – 1^{ère} campagne.

Sites	Concentrations (en mg/l)							
	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	DCO	Fe ³⁺ /Fe ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
W1R	0,17	11,90	0,735	0,245	290	7,80	8,60	3,56
	0,23	16,30	1,007	0,334	280	7,95	9,20	3,81
	0,15	10,58	0,654	0,218	288	8,25	8,71	3,61
	0,25	17,50	1,081	0,360	272	8,30	9,81	3,60
	0,20	14,22	0,878	0,293	300	8,35	8,78	3,67
	0,20	14,10	0,871	0,290	286	8,13	8,82	3,65
W2M	0,60	30,13	5,47	0,744	298	18,50	17,45	5,01
	0,61	30,80	5,80	0,789	309	23,67	14,66	4,21
	0,61	31,20	5,50	0,748	315	15,89	13,97	4,04
	0,57	28,63	6,32	0,860	296	20,20	13,03	3,74
	0,56	27,39	4,81	0,659	317	21,04	17,00	4,90
	0,59	29,63	5,58	0,760	307	19,86	15,23	4,38
W3M	0,14	11,23	0,79	0,15	265	2,18	17,00	5,30
	0,16	9,08	0,82	0,17	270	2,86	16,32	4,91
	0,10	10,06	0,88	0,18	311	2,09	19,41	4,70
	0,13	10,40	0,91	0,14	298	2,03	21,07	5,22
	0,16	9,28	0,88	0,14	306	2,09	16,40	4,17
	0,14	10,01	0,84	0,16	290	2,25	18,04	4,86
W4M	0,083	15,08	0,59	1,67	326	2,07	26,11	6,36
	0,075	16,11	0,75	1,73	270	2,10	22,03	8,11
	0,071	17,86	0,66	2,04	311	1,82	27,10	6,59
	0,080	17,42	0,71	2,11	298	1,85	25,07	7,23
	0,086	14,42	0,69	1,75	306	2,31	21,94	6,96
	0,079	16,24	0,68	1,86	344	2,03	24,45	7,05
W5R	0,070	10,30	2,01	0,25	243	7,86	11,79	3,46
	0,085	9,97	1,96	0,31	260	7,98	16,24	3,29
	0,080	11,48	1,64	0,27	317	8,14	10,66	3,69
	0,074	12,22	1,89	0,31	310	8,53	17,03	3,85
	0,090	11,38	1,69	0,26	220	8,74	14,43	3,98
	0,080	11,07	1,83	0,28	270	8,25	14,03	3,65
W6R	0,071	8,81	7,87	0,89	183	-	14,35	1,09
	0,080	8,04	9,16	0,84	192	-	15,98	1,46
	0,065	7,96	8,49	0,73	215	-	12,01	1,23
	0,066	9,22	8,95	0,68	215	-	16,15	1,12
	0,068	9,52	8,92	0,82	251	-	11,66	1,20
	0,070	8,72	8,67	0,79	200	-	14,03	1,22
W7R	0,25	1,00	9,05	0,94	261	-	7,88	2,49
	0,18	0,78	7,92	0,87	265	-	8,13	2,27
	0,20	0,83	8,29	1,43	249	-	7,95	2,08
	0,17	0,96	8,64	1,06	238	-	8,10	2,54
	0,35	0,98	8,35	1,25	259	-	8,04	2,77
	0,23	0,91	8,45	1,11	254	-	8,02	2,43
W8M	0,026	10,90	0,15	0,12	212	0,70	8,01	2,38
	0,030	10,83	0,10	0,12	198	0,65	5,57	2,93
	0,030	11,42	0,16	0,15	179	0,59	4,63	2,11
	0,029	12,36	0,13	0,14	173	0,62	7,31	2,24
	0,020	10,54	0,16	0,17	193	0,44	6,53	2,49
	0,0270	11,21	0,14	0,14	191	0,60	6,41	2,43

Tableau ii : Caractéristiques physico-chimiques des eaux prélevées dans les mares et rivières de la réserve du W et de ses zones cynégétiques - 2^{ème} campagne.

Sites	Dates de prélèv.	Heure	T°C	PH	Cond. (µS/cm)	TDS (ppm)
W1R	2 ^è camp.	13H15	28,3	6,85	68,55	69,25
			28,7	7,70	68,70	76
			28,9	7,6	69	73,85
			28,6	7,55	71,15	74,9
			29	7,40	70	76
			28,7	7,42	69,48	74
W2M	2 ^è camp.	15H06	27,8	6,86	71,45	63
			28	7,29	68,9	69
			27,9	7,30	70	67
			28,6	7,15	73	65
			28,2	7,20	68,15	71
			28,1	7,16	70,30	67
W3M	2 ^è camp.	09H10	MNE	MNE	MNE	MNE
W4M	2 ^è camp.	08H30	28,7	6,62	97,10	91,56
			29,1	6,93	97,00	96,44
			29,3	6,85	94,90	97,00
			30	6,90	96	94,85
			29,4	7,00	100	96
			29,3	6,86	97	95,17
W5R	2 ^è camp.	11H20	29,6	7,55	83,5	72,44
			29,7	6,87	84,6	78,76
			29,9	6,91	83,5	79,6
			30,2	7,42	82,9	83
			31	7,30	85	81
			30,08	7,21	83,9	79
W6R	2 ^è camp.	18H10	MNE	MNE	MNE	MNE
W7R	2 ^è camp.	21H45	30,6	6,93	62	56,3
			29,3	6,87	57,9	55,8
			30	6,90	58,9	57,9
			30,4	7,15	63	59
			30,2	7,00	61	60
			30,1	6,97	60,56	57,8
W8M	2 ^è camp.	08H35	28,7	7,00	55,3	50,9
			29,6	7,28	56,3	55,10
			29,7	7,32	59	54,30
			31	7,55	57,6	56
			30	7,40	58	53,7
			29,8	7,31	57,24	54

MNE : Mesure non effectuée (car plans d'eau à sec)

Tableau ii : Caractéristiques physico-chimiques des eaux prélevées dans les mares et rivières de la réserve du W et de ses zones cynégétiques- 2^{ème} campagne (suite).

Sites	Dates / prélèv.	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	E (mV)	O ₂ dis. (mg/l)	DCO (mg/l)	Fe ³⁺ /Fe ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)
W1R	2 ^{ème} camp	33,98	0,34	0,43	0,18	19	3,76	197	7,34	7,48	3,42
		51,11	0,42	1,09	0,11	17	2,63	210	8,60	7,22	3,90
		39,78	0,28	1,31	0,09	21	2,59	208	7,90	6,89	3,86
		50,66	0,45	0,85	0,11	13	3,18	235	7,96	6,96	3,97
		48,37	0,46	0,97	0,26	11	3,34	225	7,10	7,15	4,00
		44,78	0,39	0,93	0,15	016	3,1	215	6,98	7,14	4,75
W2M	2 ^{ème} camp	119,60	0,91	6,29	0,63	14	2,50	258	18,20	13,41	4,75
		139,80	0,75	6,32	0,76	09	1,55	240	15,91	12,79	4,26
		136,20	0,81	5,81	0,98	08	2,45	270	15,83	12,38	3,77
		153,11	0,68	5,68	0,90	09	2,50	250	17,06	12,49	4,17
		160,09	0,70	6,00	1,03	15	3,0	262	16,70	11,63	3,80
		141,76	0,77	6,02	0,86	11	2,4	256	16,74	12,54	4,15
W3M	2 ^{ème} camp	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE
W4M	2 ^{ème} camp	82,98	0,52	0,79	1,69	22	2,92	259	1,40	26,87	7,59
		77,91	0,60	0,86	0,79	18	2,86	270	1,80	25,16	5,96
		65,83	0,70	1,22	0,88	19	2,90	265	1,64	21,90	6,87
		74,32	0,66	1,08	0,94	19	2,97	276	2,06	24,97	6,90
		80,16	0,57	0,90	1,00	12	3,0	270	2,00	26,00	7,03
		76,24	0,61	0,97	1,06	18	2,93	268	1,98	24,98	6,87
W5R	2 ^{ème} camp	50,94	0,012	1,24	0,12	06	2,89	289	7,39	12,52	2,44
		50,26	0,097	1,95	0,20	05	2,35	295	8,04	13,67	3,60
		44,80	0,1	1,66	0,30	07	2,50	287	8,11	14,06	2,90
		58,20	0,076	1,80	0,10	08	2,48	298	6,98	12,90	2,96
		49,60	0,13	2,00	0,23	04	2,63	301	7,83	13,00	3,00
		50,76	0,083	1,73	0,19	06	2,57	294	7,67	13,23	2,98
W6R	2 ^{ème} camp	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE
W7R	2 ^{ème} camp	4,31	0,33	8,23	0,94	09	1,67	198	6,79	7,36	2,00
		1,98	0,47	7,50	0,76	10	2,45	190	6,40	8,17	2,35
		2,42	0,50	8,24	1,09	19	2,30	195	6,62	6,90	2,40
		3,06	0,60	7,96	0,97	15	1,98	206	5,88	7,82	1,67
		1,93	0,64	8,12	0,86	17	2,10	201	6,56	8,04	1,99
		2,74	0,52	8,01	0,91	14	2,1	198	6,45	7,68	2,1
W8M	2 ^{ème} camp	71,01	0,054	0,27	0,16	13	1,94	187	0,83	6,20	2,14
		49,18	0,033	0,56	0,19	20	2,00	200	0,89	5,96	2,28
		67,27	0,037	0,48	0,30	20	1,90	198	0,97	6,00	2,31
		53,74	0,051	0,64	0,27	19	1,96	225	0,87	6,14	2,42
		60,30	0,040	0,60	0,18	23	2,10	215	0,94	6,10	2,35
		64,36	0,043	0,51	0,22	019	1,98	205	0,90	6,08	2,30

MNE : Mesure non effectuée (car plans d'eau à sec)

Tableau iii : Les caractéristiques physico-chimiques des eaux prélevées dans les mares et rivières de la réserve de la Pendjari et de ses zones cynégétiques – 1^{ère} campagne.

Sites	Date/prél.	Heure	T°C	pH	Cond. (µS/cm)	TDS (ppm)
PEN1R	1 ^e Camp.	10H35	27,3	6,57	54,70	25,23
			27,8	6,44	56,90	19,37
			27,5	6,49	57,10	20,9
			27,3	6,50	58,3	21,0
			28,1	6,55	60,0	23,0
			27,6	6,51	57,4	21,9
PEN2R	1 ^e Camp.	09.55	27,0	6,95	110,2	51,16
			26,9	7,15	101	53,8
			27,1	7,30	99,8	55,6
			26,7	7,28	108	55,0
			26,3	7,22	197	57,0
			26,8	7,18	105,2	54,6
PEN3M	1 ^e Camp.	09H02	27,5	6,63	52,2	28,4
			27,3	6,90	53,8	24,7
			27,2	6,75	52,9	23,9
			26,9	6,86	54,6	25,0
			27,1	6,81	55,0	28,0
			27,2	6,79	53,7	26,0
PEN4R	1 ^e Camp.	13H23	27,0	7,56	45,1	30,0
			27,2	7,54	47,0	18,0
			26,8	7,95	45,9	19,0
			26,9	7,70	44,7	21,0
			26,6	7,75	46,3	27,0
			26,9	7,70	45,8	23,0
PEN5R	1 ^e Camp.	10 H03	27,6	6,85	43,9	32,0
			27,5	6,70	45,9	18,7
			26,7	7,15	46,0	18,3
			26,9	7,05	46,0	21,0
			28,3	6,80	47,2	25,0
			27,4	6,90	45,8	23,0
PEN6R	1 ^e Camp.	11H00	29,2	6,22	42,0	18,4
			29,0	6,31	41,0	20,4
			28,9	6,22	37,0	20,7
			28,3	6,32	38,0	20,0
			28,6	6,28	42,0	21,0
			28,8	6,27	40,0	20,1
PEN7M	1 ^e Camp.	13H30	32,3	6,90	115,5	54,3
			31,9	6,83	111	59,0
			31,8	6,75	109	57,3
			32,3	6,70	122	56,9
			32,2	6,52	119	58,0
			32,1	6,74	115,3	57,1
PEN8R	1 ^e Camp.	14H49	30,4	6,80	90	46,5
			29,7	6,75	91	45,7
			29,9	7,10	90,8	47,0
			30,8	7,00	92,7	44,0
			30,7	6,85	93	46,3
			30,3	6,90	91,5	45,9
PEN9M	1 ^e Camp.	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI

SNI : Site non investigué au cours de la première campagne

Tableau iii : Les caractéristiques physico-chimiques des eaux prélevées dans les mares et rivières de la réserve de la Pendjari et de ses zones cynégétiques – 1^{ère} campagne (suite).

Sites	Date/ prél.	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	E (mV)	O ₂ dis. (mg/l)	DCO (mg/l)	Fe ³⁺ /Fe ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)
PEN1R	1 ^è camp.	18,30	0,24	2,00	0,84	-	1,98	191	5,654	7,55	3,17
		16,98	0,28	1,95	1,19		1,27	188	5,093	7,49	3,14
		18,04	0,25	2,00	1,31		1,33	200	4,99	7,66	3,17
		17,96	0,33	1,75	1,26		1,65	192	4,937	7,53	3,20
		18,05	0,30	1,80	1,16		2,00	159	5,201	7,82	3,12
		17,85	0,28	1,90	1,20		1,90	186	5,175	7,61	3,16
PEN2R	1 ^è camp.	36,39	0,08	1,50	0,77			222	0,80	2,42	0,26
		35,86	0,09	1,19	0,88			210	0,70	2,50	0,29
		36,65	0,11	1,22	0,85			219	0,57	2,44	0,26
		36,90	0,09	1,35	0,83	-	-	215	0,60	2,29	0,19
		37,20	0,13	1,44	0,92			214	0,83	2,35	0,20
		36,60	0,10	1,34	0,85			216	0,70	2,40	0,24
PEN3M	1 ^è camp.	5,44	0,06	0,19	0,8			299	0,405	21,03	1,90
		5,22	0,07	0,22	0,86			296	0,58	20,83	1,93
		5,30	0,10	0,29	0,82			289	0,49	20,97	1,96
		4,98	0,09	0,20	0,79			290	0,54	21,00	2,00
		5,41	0,08	0,35	0,88	-	-	296	0,61	20,37	1,91
		5,27	0,08	0,25	0,83			294	0,525	20,84	1,94
PEN4R	1 ^è camp.	37,67	0,06	0,87	0,83		1,43	319	0,385	3,29	1,29
		41,00	0,12	0,66	0,76		0,90	299	0,66	3,21	1,20
		40,26	0,09	0,63	0,80		0,97	306	0,63	3,20	1,26
		39,87	0,08	0,76	0,79	-	1,00	303	0,60	3,16	1,16
		42,10	0,10	0,80	0,87		1,20	308	0,60	3,19	1,19
		40,18	0,09	0,744	0,81		1,1	307	0,575	3,21	1,22
PEN5R	1 ^è camp.	5,28	0,026	1,23	0,60		1,90	259	6,58	5,72	2,94
		6,00	0,023	1,72	1,00		1,89	290	6,76	5,44	2,78
		6,11	0,025	1,97	1,00		1,94	300	6,70	5,66	2,89
		5,60	0,031	1,83	0,93	-	1,97	288	6,91	5,63	2,94
		6,21	0,040	2,00	0,97		2,30	293	6,80	5,60	3,00
		5,84	0,029	1,75	0,90		2,0	286	6,75	5,61	2,91
PEN6R	1 ^è camp.	7,00	0,08	1,30	0,05		2,71	198	4,435	4,21	2,26
		6,02	0,09	1,58	0,1		2,98	186	5,80	4,30	2,15
		6,18	0,12	1,60	0,06	-	2,96	191	5,78	4,62	2,09
		6,47	0,11	1,77	0,04		3,11	187	6,11	4,56	2,22
		7,53	0,10	1,80	0,05		3,24	195	6,00	4,36	2,23
		6,64	0,10	1,61	0,06		3,0	192	5,625	4,41	2,19
PEN7M	1 ^è camp.	52,93	0,15	1,27	0,99		1,90	307	2,385	12,40	5,21
		54,00	0,14	1,30	1,00	-	1,80	300	2,67	12,00	5,19
		52,97	0,11	0,98	1,09		2,09	290	2,70	11,80	5,14
		53,10	0,14	1,22	1,10		2,00	286	2,86	11,94	5,09
		55,00	0,16	1,20	0,87		1,71	292	3,01	11,96	4,92
		53,60	0,14	1,20	1,01		1,9	295	2,725	12,02	5,11

Tableau iii : Les caractéristiques physico-chimiques des eaux prélevées dans les mares et rivières de la réserve de la Pendjari et de ses zones cynégétiques – 1^{ère} campagne (suite et fin).

PEN8R	1 ^è camp.	5,37	0,10	0,24	0,95			308	3,16	9,03	4,10
		5,71	0,13	0,21	0,74			307	3,49	9,83	4,22
		6,03	0,16	0,20	0,80		-	298	3,50	9,66	4,18
		6,11	0,09	0,19	0,79			297	3,41	9,58	4,15
		5,98	0,17	0,26	0,87			300	3,315	10,00	4,00
		5,84	0,13	0,22	0,83			302	3,375	9,62	4,13
PEN9M	1 ^è camp.	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI

ND : Non déterminé

MNE : Mesure non effectuée (car plans d'eau à sec)

SNI : Site non investigué au cours de la première campagne

Tableau iv : Les caractéristiques physico-chimiques des eaux prélevées dans les mares et rivières de la réserve de la Pendjari et de ses zones cynégétiques – 2ème campagne.

Sites	Date/prél.	Heure	T°C	pH	Cond. (µS/cm)	TDS (ppm)
PEN1R	2 ^e Camp.	08H35	25,75	6,84	73,65	77,2
			26,06	6,72	72,95	77,0
			26,40	6,66	73,50	76,9
			26,05	6,68	70,90	78,9
			25,75	6,70	75,00	80,0
			26,0	6,72	73,2	78
PEN2R	2 ^e Camp.	22H08	27,7	6,82	37,15	39,59
			26,9	6,77	39,00	39,50
			27,0	6,80	36,85	40,11
			27,9	6,86	37,00	39,80
			28,0	6,90	38,00	41,00
			22,5	6,83	37,6	40
PEN3M	2 ^e Camp.	08H56	27,1	6,22	94,8	112,4
			27,0	6,33	98,9	110,7
			26,9	6,31	101,3	111,9
			26,8	6,29	100	114,0
			25,2	6,35	103	116,0
			20,6	6,30	99,6	113
PEN4R	2 ^e Camp.	21H18	27,33	7,08	54,4	51,10
			28,35	7,18	52,0	50,00
			28,50	7,13	49,6	47,90
			27,82	7,16	50,0	49,00
			28,0	7,20	54,0	52,00
			28,0	7,15	52	50,00
PEN5R	2 ^e Camp.	11H23	28,45	8,47	93,57	97,2
			28,0	8,61	95,08	98,0
			28,3	8,49	94,00	97,8
			27,85	8,53	92,9	101,0
			27,9	8,60	95,00	96,0
			28,1	8,54	94,11	98
PEN6R	2 ^e Camp.	12H00	28,3	7,58	64,04	59,4
			28,3	7,42	62,9	63,7
			28,6	7,46	63,0	64,0
			28,2	7,44	64,56	62,9
			28,6	7,40	64,00	65,0
			28,4	7,46	63,7	63
PEN7M	2 ^e Camp.	13H30	MNE	MNE	MNE	MNE
PEN8R	2 ^e Camp.	15H09	MNE	MNE	MNE	MNE
PEN9M	2 ^e Camp.	18H45	29,3	6,47	189,1	191
			29	6,79	193	197
			28,5	6,83	188,9	194
			28,7	6,96	190	192
			29,0	7,00	191	196
			28,9	6,81	190,4	194

SNI : Site non investigué au cours de la première campagne

Tableau iv : Les caractéristiques physico-chimiques des eaux prélevées dans les mares et rivières de la réserve de la Pendjari et de ses zones cynégétiques – 2^{ème} campagne (suite et fin).

Sites	Date/prél.	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	PO ₄ ³⁻ (mg/l)	E (mV)	O ₂ dis. (mg/l)	DCO (mg/l)	Fe ³⁺ /Fe ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)
PEN1R	2 ^{ème} camp.	23,48	0,40	2,16	1,41	-5	2,01	201	ND	ND	ND
		20,86	0,34	1,95	1,27	-9	2,33	197			
		21,76	0,37	2,00	1,30	-8	2,15	211			
		22,15	0,51	2,11	1,38	-11	1,98	206			
		20,90	0,48	2,08	1,44	-1	2,18	210			
		21,83	0,42	2,06	1,36	-9	2,13	205			
PEN2R	2 ^{ème} camp.	33,03	0,043	1,32	1,31	-7	1,92	197,5	ND	ND	ND
		33,30	0,14	1,70	1,26	-12	2,19	196			
		33,25	0,12	1,68	1,15	-7	2,16	198			
		32,96	0,095	1,75	1,17	-8	2,24	202			
		34,01	0,087	1,55	1,11	-10	2,19	199			
		33,31	0,097	1,60	1,20	-9	2,14	198,5			
PEN3M	2 ^{ème} camp.	5,34	0,08	0,07	1,03	17	2,38	235	ND	ND	ND
		7,04	0,15	0,66	0,89	20	3,45	236			
		5,94	0,10	0,62	0,95	30	2,74	265			
		6,14	0,09	0,44	1,01	28	2,60	256			
		6,09	0,13	0,50	0,97	30	2,48	258			
		6,11	0,11	0,43	0,97	25	2,53	250			
PEN4R	2 ^{ème} camp.	38,18	0,07	0,14	1,36	29	3,64	146	ND	ND	ND
		38,83	0,10	0,26	1,35	27	2,98	138			
		36,98	0,12	0,28	1,26	38	2,97	140			
		39,11	0,067	0,31	1,30	21	3,11	153			
		40,00	0,08	0,26	1,28	35	3,20	148			
		38,62	0,10	0,25	1,31	030	3,18	145			
PEN5R	2 ^{ème} camp.	7,17	0,28	1,84	0,64	-113	3,08	245	ND	ND	ND
		6,99	0,17	1,92	0,73	-117	3,55	284			
		7,13	0,28	1,98	0,81	-113	3,41	293			
		7,00	0,23	2,06	0,78	-122	3,35	278			
		7,11	0,19	2,00	0,84	-120	3,61	280			
		7,08	0,23	1,96	0,76	-117	3,40	276			
PEN6R	2 ^{ème} camp.	3,90	0,40	11,28	0,090	-68	4,04	230	ND	ND	ND
		4,25	0,35	10,97	0,11	-40	4,10	234			
		4,85	0,43	11,62	0,099	-46	3,87	228			
		4,40	0,50	11,25	0,092	-38	4,09	233			
		4,30	0,37	11,33	0,089	-53	3,95	235			
		4,34	0,41	11,29	0,096	-049	4,01	232			
PEN7M	2 ^{ème} camp.	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE
PEN8R	2 ^{ème} camp.	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE
PEN9M	2 ^{ème} camp.	51,09	0,44	9,51	1,28	-14	1,15	292,1	ND	ND	ND
		44,70	0,47	8,77	1,32	-13	1,20	294			
		46,60	0,74	8,99	1,30	-15	1,17	286,9			
		53,00	0,55	8,93	1,35	-18	1,26	300			
		50,01	0,60	9,00	1,40	-20	1,22	296			
		49,08	0,56	9,04	1,33	-016	1,20	293,8			

ND : Non déterminé MNE : Mesure non effectuée (car plans d'eau à sec)

SNI : Site non investigué au cours de la première campagne

Tableau v : Les caractéristiques physico-chimiques des échantillons d'eau analysés par type de plan d'eau

Complexe	Point d'eau	Paramètres	Nb. de mesures	Minim	Maxim.	Moyenne	Médiane
W	Rivières	Température	40	28,4	30,1	29,21	29,3
		pH	40	6,97	7,42	7,18	6,98
		Conductivité	40	39,13	83,9	46,63	56,11
		TDS	40	26	79	49	52
		O ₂ dissous	40	1,6	3	2,11	1,47
		DCO	40	185	294	238	227
		NO ₃ ⁻	40	2,74	62,46	27,18	23,54
		NO ₂ ⁻	40	0,03	0,52	0,37	0,28
		NH ₄ ⁺	40	0,87	8,85	5,04	4,16
	PO ₄ ³⁻	40	0,15	1,11	0,78	0,61	
	Mares	Température	40	27,6	30,08	29,15	28,96
		pH	40	6,59	7,30	7,22	6,95
		Conductivité	40	57,24	97	89	67,2
		TDS	40	54	95,17	77,45	83
		O ₂ dissous	40	2,1	3,2	2,59	1,98
		DCO	40	191	344	257	265
		NO ₃ ⁻	40	44,34	141,76	76,14	78,11
		NO ₂ ⁻	40	0,027	0,77	0,61	0,85
NH ₄ ⁺		40	0,14	6,02	4,10	6,03	
PO ₄ ³⁻	40	0,14	1,86	0,69	0,69		

Tableau vi : Les caractéristiques physico-chimiques des échantillons d'eau analysés par type de plan d'eau

a)

Complexe	Point d'eau	Paramètres	Nb. de mesures	Minim	Maxim.	Moyenne	Médiane
W	Rivières	Température	40	28,4	30,1	29,21	29,3
		pH	40	6,97	7,42	7,18	6,98
		Conductivité	40	39,13	83,9	46,63	56,11
		TDS	40	26	79	49	52
		O ₂ dissous	40	1,6	3	2,11	1,47
		DCO	40	185	294	238	227
		NO ₃ ⁻	40	2,74	62,46	27,18	23,54
		NO ₂ ⁻	40	0,03	0,52	0,37	0,28
		NH ₄ ⁺	40	0,87	8,85	5,04	4,16
	PO ₄ ³⁻	40	0,15	1,11	0,78	0,61	
	Mares	Température	40	27,6	30,08	29,15	28,96
		pH	40	6,59	7,30	7,22	6,95
		Conductivité	40	57,24	97	89	67,2
		TDS	40	54	95,17	77,45	83
		O ₂ dissous	40	2,1	3,2	2,59	1,98
		DCO	40	191	344	257	265
		NO ₃ ⁻	40	44,34	141,76	76,14	78,11
		NO ₂ ⁻	40	0,027	0,77	0,61	0,85
NH ₄ ⁺		40	0,14	6,02	4,10	6,03	
PO ₄ ³⁻	40	0,14	1,86	0,69	0,69		

b)

Complexe	Point d'eau	Paramètres	Nb. de mesures	Minim.	Maxim.	Moyenne	Médiane
Pendjari	Rivières	Température	40	26,8	30,3	29,5	28,97
		pH	40	6,27	8,54	7,41	6,90
		Conductivité	40	40	105,2	68,33	64
		TDS	40	20,1	98	57,04	56,47
		DCO	40	145	302	255	167
		NO ₃ ⁻	40	4,34	40,18	26,14	28,3
		NO ₂ ⁻	40	0,029	0,40	0,38	0,44
		NH ₄ ⁺	40	0,22	11,29	8,26	7,96
		PO ₄ ³⁻	40	0,06	1,31	0,47	0,51
		O ₂ dissous	40	1,1	4,01	2,22	2,06
	Mares	Température	40	27,2	32,1	29,44	29,25
		pH	40	6,30	6,81	7,36	6,93
		Conductivité	40	53,7	190,4	132	127
		TDS	40	21,9	194	97	93
		DCO	40	186	295	218	205
		O ₂ dissous	40	1,20	2,53	2,17	1,67
		NO ₃ ⁻	40	5,27	53,60	36,11	37,22
		NO ₂ ⁻	40	0,08	0,56	0,47	0,42
		NH ₄ ⁺	40	0,25	9,04	5,14	5,32
PO ₄ ³⁻	40	0,83	1,36	1,78	1,43		

Tableau vii : Teneurs des échantillons d'eau en POCs (en ng/l) dans la réserve de biosphère du W-1^{ère} campagne.

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/L)							
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs totaux
W1R	148	8,9	ND	465	61	40	14,50	737,40
	154	10	ND	454	57	34	13,90	722,90
	147	9,7	ND	521	64	39	12,75	793,45
	152	8,6	ND	493	53	42	15,25	763,85
	149	8,8	ND	367	59	30	12,19	625,90
	150	9,2	ND	460	58,8	37,0	13,70	728,70
W2M	ND	ND	ND	172	ND	ND	10,50	182,50
	ND	ND	ND	167	ND	ND	8,76	175,76
	ND	ND	ND	159	ND	ND	10,00	169
	ND	ND	ND	169	ND	ND	9,00	178
	ND	ND	ND	178	ND	ND	8,24	186,24
	ND	ND	ND	169	ND	ND	9,30	178,30
W3M	ND	ND	9	340	ND	ND	ND	349
	ND	ND	6,5	356	ND	ND	ND	362,50
	ND	ND	8	298	ND	ND	ND	306
	ND	ND	7,7	319	ND	ND	ND	326,7
	ND	ND	8,8	367	ND	ND	ND	375,8
	ND	ND	8	336	ND	ND	ND	344
W4M	ND	ND	ND	36	ND	ND	ND	36
	ND	ND	ND	29	ND	ND	ND	29
	ND	ND	ND	33	ND	ND	ND	33
	ND	ND	ND	37	ND	ND	ND	37
	ND	ND	ND	35	ND	ND	ND	35
	ND	ND	ND	34	ND	ND	ND	34
W5R	20	ND	ND	155	ND	ND	ND	175
	18	ND	ND	165	ND	ND	ND	183
	17,9	ND	ND	169	ND	ND	ND	186,9
	18,1	ND	ND	157	ND	ND	ND	175,10
	16	ND	ND	164	ND	ND	ND	180
	18	ND	ND	162	ND	ND	ND	180

Tableau vii : Teneurs des échantillons d'eau en POCs (en ng/l) dans la réserve de biosphère du W - 1^{ère} campagne (suite et fin).

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/L)							POCs totaux
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	
W6R	78	19	ND	144	32	1,98	ND	274,78
	70	18	ND	135	27	3,2	ND	253,20
	66	16,9	ND	129	30	2,9	ND	244,80
	69	17,1	ND	136	35	1,85	ND	258,95
	77	21	ND	136	25	4,07	ND	263,07
	72	18,4	ND	136	29,8	2,8	ND	259
W7R	73	24	ND	311	ND	ND	9	417
	51	16	ND	279	ND	ND	8,4	354,4
	60	15	ND	297	ND	ND	5,9	377,9
	58	16	ND	265	ND	ND	7,2	346,2
	76	19	ND	278	ND	ND	7,5	380,5
	63,6	18	ND	286	ND	ND	7,6	375,2
W8M	ND	ND	ND	172	ND	ND	ND	148
	ND	ND	ND	163	ND	ND	ND	170
	ND	ND	ND	141	ND	ND	ND	153
	ND	ND	ND	159	ND	ND	ND	160
	ND	ND	ND	145	ND	ND	ND	149
	ND	ND	ND	156	ND	ND	ND	156

Tableau viii : Teneurs des échantillons d'eau en POCs (en ng/l) dans la réserve de biosphère du W - 2^{ème} campagne.

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/L)							POCs totaux
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	
W1R	126	8,8	ND	94	ND	ND	10	238,8
	98	6,0	ND	107	ND	ND	9,3	220,3
	95	5,92	ND	90	ND	ND	11	201,92
	106	4,18	ND	101	ND	ND	8,7	219,88
	85	7,6	ND	73	ND	ND	7,5	173,1
	102	6,5	ND	93	ND	ND	9,3	178,3
W2M	ND	ND	ND	9	ND	ND	ND	9
	ND	ND	ND	16	ND	ND	ND	16
	ND	ND	ND	12	ND	ND	ND	12
	ND	ND	ND	13	ND	ND	ND	13
	ND	ND	ND	10	ND	ND	ND	10
	ND	ND	ND	12	ND	ND	ND	12
W3M	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE
W4M	ND	ND	ND	30	ND	ND	ND	30
	ND	ND	ND	27	ND	ND	ND	27
	ND	ND	ND	34	ND	ND	ND	34
	ND	ND	ND	36	ND	ND	ND	36
	ND	ND	ND	43	ND	ND	ND	43
	ND	ND	ND	34	ND	ND	ND	34
W5R	84	ND	ND	30	ND	ND	19	133
	81	ND	ND	42	ND	ND	21	144
	70	ND	ND	36	ND	ND	23	129
	67	ND	ND	40	ND	ND	22	129
	88	ND	ND	27	ND	ND	30	145
	78	ND	ND	35	ND	ND	23	136
W6R	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE	MNE
W7R	83	1,5	ND	43	ND	ND	36	163,5
	79	2,6	ND	50	ND	ND	48	179,6
	65	3,4	ND	48	ND	ND	51	167,4
	68	6,0	ND	36	ND	ND	39	149
	60	6,5	ND	48	ND	ND	46	160,5
	71	4	ND	45	ND	ND	44	164
W8M	ND	ND	ND	19	ND	ND	ND	19
	ND	ND	ND	27	ND	ND	ND	27
	ND	ND	ND	21	ND	ND	ND	21
	ND	ND	ND	20	ND	ND	ND	20
	ND	ND	ND	28	ND	ND	ND	28
	ND	ND	ND	23	ND	ND	ND	23

Tableau ix : Teneurs des échantillons de sédiments en POCs (en ng/g) dans la réserve de biosphère du W- 1^{ère} campagne.

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/L)							POCs totaux
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	
W1R	802	60	23	4629	132	243	173	6082
	768	58	19	3842	119	224	148	5178
	673	73	13,5	2170	125	195	164	3413,5
	675	67	14	951	127	189	157	3180
	682	47	10,5	1583	117	239	178	2855,5
	720	61	16	2835	124	218	164	4138
W2M	PES	PES	PES	PES	PES	PES	PES	PES
W3M	PES	PES	PES	PES	PES	PES	PES	PES
W4M	ND	ND	ND	296	ND	ND	ND	296
	ND	ND	ND	373	ND	ND	ND	373
	ND	ND	ND	305	ND	ND	ND	305
	ND	ND	ND	333	ND	ND	ND	333
	ND	ND	ND	318	ND	ND	ND	318
	ND	ND	ND	325	ND	ND	ND	325
W5R	136	39	2,5	1702	136	ND	107	2122,5
	87	26	3,0	1438	118	ND	122	1794
	103	34	6,7	1621	98,6	ND	86	1949,3
	95	30	3,3	1894	104	ND	98	2224,3
	74	26	9,5	1445	108,4	ND	77	1739,9
	99	31	5	1620	113	ND	98	1966
W6R	206	23	13	1302	100	ND	72	1716
	198	15	8	1248	87	ND	64	1620
	164	20	8,7	1025	104	ND	59	1380,7
	173	18	10,3	1097	83	ND	66	1447,3
	174	14	10	1128	66	ND	64	1456
	183	18	10	1160	88	ND	65	1524
W7R	547	27	40	1122	51	ND	11	1798
	526	23	43	859	39	ND	11	1501
	498	26	49	776	42	ND	9	1400
	469	36	67	921	55	ND	21	1569
	640	28	56	807	48	ND	8	1587
	536	28	51	897	47	ND	12	1524
W8M	120	42	ND	544	ND	ND	ND	706
	97	39	ND	531	ND	ND	ND	667
	85	29	ND	489	ND	ND	ND	603
	78	34	ND	486	ND	ND	ND	598
	70	36	ND	590	ND	ND	ND	696
	90	36	ND	528	ND	ND	ND	654

Tableau x : Teneurs des échantillons de sédiments en POCs (en ng/g) dans la réserve de biosphère du W- 2^{ème} campagne.

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/L)							POCs totaux
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	
W1R	839	91	29	3611	203	297	215	5285
	769	86	30	3497	178	280	191	5031
	811	78	18	3015	158	265	201	4546
	821	83	22	2986	163	209	188	4472
	855	82	16	3966	123	319	155	5516
	819	84	23	3415	165	274	190	4970
W2M	ND	ND	ND	140	ND	ND	ND	140
	ND	ND	ND	126	ND	ND	ND	126
	ND	ND	ND	109	ND	ND	ND	109
	ND	ND	ND	116	ND	ND	ND	116
	ND	ND	ND	124	ND	ND	ND	124
	ND	ND	ND	123	ND	ND	ND	123
W3M	ND	ND	ND	85	ND	ND	ND	85
	ND	ND	ND	79	ND	ND	ND	79
	ND	ND	ND	69	ND	ND	ND	69
	ND	ND	ND	74	ND	ND	ND	74
	ND	ND	ND	83	ND	ND	ND	83
	ND	ND	ND	78	ND	ND	ND	78
W4M	ND	ND	ND	382	ND	ND	ND	382
	ND	ND	ND	299	ND	ND	ND	299
	ND	ND	ND	311	ND	ND	ND	311
	ND	ND	ND	280	ND	ND	ND	280
	ND	ND	ND	233	ND	ND	ND	233
	ND	ND	ND	301	ND	ND	ND	301
W5R	122	53	7	1968	166	ND	160	2476
	113	36	13	2006	138	ND	135	2441
	109	42	10	1697	142	ND	143	2143
	98	38	8	1729	151	ND	149	2153
	143	31	7	1865	133	ND	103	2262
	117	40	9	1845	146	ND	138	2295
W6R	138	ND	ND	698	71	ND	29	936
	127	ND	ND	704	64	ND	29	924
	111	ND	ND	663	67	ND	34	875
	116	ND	ND	659	60	ND	35	870
	124	ND	ND	711	58	ND	43	936
	123	ND	ND	687	64	ND	34	908
W7R	633	41	49	982	73	ND	51	1829
	587	38	53	976	62	ND	48	1764
	609	36	38	874	60	ND	31	1648
	592	33	35	907	59	ND	27	1653
	599	27	45	1041	71	ND	38	1821
	604	35	44	956	65	ND	39	1713
W8M	136	49	ND	723	ND	ND	ND	908
	121	46	ND	708	ND	ND	ND	875
	101	29	ND	657	ND	ND	ND	787
	98	34	ND	644	ND	ND	ND	776
	119	32	ND	703	ND	ND	ND	854
	115	38	ND	687	ND	ND	ND	840

Tableau xi : Teneurs des échantillons d'eau en POCs (en ng/l) dans la réserve de biosphère de la Pendjari- 1^{ère} campagne.

Sites	Concentrations de pesticides (en ng/l)							
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulf.	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs totaux
PEN1R	ND	ND	ND	187	ND	ND	ND	187
	ND	ND	ND	201	ND	ND	ND	201
	ND	ND	ND	188	ND	ND	ND	188
	ND	ND	ND	154	ND	ND	ND	154
	ND	ND	ND	110	ND	ND	ND	110
	ND	ND	ND	168	ND	ND	ND	168
PEN2R	39	ND	ND	231	ND	ND	ND	270
	37	ND	ND	200	ND	ND	ND	237
	29	ND	ND	197	ND	ND	ND	225
	35	ND	ND	194	ND	ND	ND	229
	30	ND	ND	193	ND	ND	ND	223
	34	ND	ND	203	ND	ND	ND	237
PEN3M	30	9	ND	351	27	ND	ND	417
	51	4	ND	297	50	ND	ND	402
	36	7	ND	311	34	ND	ND	388
	40	5	ND	288	30	ND	ND	363
	43	5	ND	253	49	ND	ND	350
	40	6	ND	300	38	ND	ND	384
PEN4R	ND	ND	ND	497	ND	ND	ND	497
	ND	ND	ND	463	ND	ND	ND	463
	ND	ND	ND	396	ND	ND	ND	396
	ND	ND	ND	371	ND	ND	ND	371
	ND	ND	ND	343	ND	ND	ND	343
	ND	ND	ND	414	ND	ND	ND	414
PEN5R	43	17	12	456	10	ND	10	548
	39	12	10	422	6	ND	11	500
	40	8	8	438	5	ND	9	508
	51	9	6	419	7	ND	7	499
	47	19	9	415	7	ND	13	510
	44	13	9	430	7	ND	10	513
PEN6R	93	ND	ND	311	25	39	3	471
	87	ND	ND	303	17	26	7	440
	81	ND	ND	271	20	30	4,7	406,7
	74	ND	ND	270	19	23	2,9	388,9
	60	ND	ND	245	15	17	7,4	344,4
	79	ND	ND	280	19	27	5	459
PEN7M	19	ND	ND	146	ND	ND	ND	165
	16	ND	ND	138	ND	ND	ND	144
	13	ND	ND	120	ND	ND	ND	133
	10	ND	ND	127	ND	ND	ND	137
	12	ND	ND	109	ND	ND	ND	122
	14	ND	ND	128	ND	ND	ND	146
PEN8R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PEN9M	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI

Nd : Non détecté SNI : Site non investigué au cours de la première campagne

Tableau xii : Teneurs des échantillons d'eau en POCs (en ng/l) dans la réserve de biosphère de la Pendjari - 2ème campagne.

Sites	Concentrations de pesticides (en ng/l)							POCs totaux
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulf.	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	
PEN1R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PEN2R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PEN3M	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PEN4R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PEN5R	93	8	7	45	21	ND	32	206
	82	12	3	39	13	ND	26	175
	78	6	1	53	11	ND	37	186
	69	5	5	36	18	ND	22	155
	108	4	4	57	12	ND	28	213
	86	7	4	46	15	ND	29	187
PEN6R	142	ND	ND	120	44	23	33	362
	133	ND	ND	109	38	10	45	335
	120	ND	ND	118	50	12	31	331
	114	ND	ND	122	41	20	38	335
	131	ND	ND	106	37	10	38	322
	128	ND	ND	115	42	15	37	337
PEN7M	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Tableau xii : Teneurs des échantillons d'eau en POCs (en ng/l) dans la réserve de biosphère de la Pendjari - 2ème campagne (suite et fin).

Sites	Concentrations de pesticides (en ng/l)							POCs totaux
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulf.	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	
PEN8R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PEN9M	90	ND	ND	ND	28	ND	40	158
	87	ND	ND	ND	41	ND	52	180
	89	ND	ND	ND	30	ND	47	166
	74	ND	ND	ND	36	ND	36	146
	90	ND	ND	ND	27	ND	40	157
	86	ND	ND	ND	32	ND	43	161

ND : Non détecté

SNI : Site non investigué au cours de la première campagne

Tableau xiii : Teneurs des échantillons de sédiments en pesticides (en ng/g)
dans la réserve de biosphère de la Pendjari – 1ère campagne.

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/g)							POCs totaux
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'- DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	
PEN1R	ND	ND	ND	65	ND	ND	ND	65
	ND	ND	ND	74	ND	ND	ND	74
	ND	ND	ND	70	ND	ND	ND	70
	ND	ND	ND	82	ND	ND	ND	82
	ND	ND	ND	54	ND	ND	ND	54
	ND	ND	ND	69	ND	ND	ND	69
PEN2R	ND	ND	ND	279	ND	ND	ND	279
	ND	ND	ND	250	ND	ND	ND	250
	ND	ND	ND	246	ND	ND	ND	246
	ND	ND	ND	264	ND	ND	ND	264
	ND	ND	ND	201	ND	ND	ND	201
	ND	ND	ND	248	ND	ND	ND	248
PEN3M	ND	ND	ND	748	ND	ND	ND	748
	ND	ND	ND	609	ND	ND	ND	609
	ND	ND	ND	532	ND	ND	ND	532
	ND	ND	ND	316	ND	ND	ND	316
	ND	ND	ND	410	ND	ND	ND	410
	ND	ND	ND	523	ND	ND	ND	523
PEN4R	ND	ND	ND	192	ND	ND	ND	192
	ND	ND	ND	176	ND	ND	ND	176
	ND	ND	ND	152	ND	ND	ND	152
	ND	ND	ND	136	ND	ND	ND	136
	ND	ND	ND	164	ND	ND	ND	164
	ND	ND	ND	164	ND	ND	ND	164
PEN5R	456	33	34	1622	122	63	101,4	2431,4
	442	41	25	1507	97	80	94	2286
	397	34	21	1465	89	70	96	2172
	461	26	30	1320	107	61	85	2090
	479	36	20	1401	85	62	106,6	2189,6
	447	34	26	1463	100	68	96,3	2234,3
PEN6R	1064	270	79	6758	263	101	287	8822
	1024	243	71	6481	233	109	259	8420
	987	229	62	5690	204	89	238	7479
	974	215	58	5943	186	75	244	7695
	1016	238	65	3868	284	71	290,5	5832,5
	1013	239	67	5748	2345	89	263,7	7653,7
PEN7M	162	14	ND	803	ND	ND	ND	979
	137	9	ND	749	ND	ND	ND	895
	143	7	ND	716	ND	ND	ND	866
	114	16	ND	688	ND	ND	ND	818
	89	9	ND	619	ND	ND	ND	717
	129	11	ND	715	ND	ND	ND	855
PEN8R	ND	ND	ND	86	ND	ND	ND	86
	ND	ND	ND	94	ND	ND	ND	94
	ND	ND	ND	75	ND	ND	ND	75
	ND	ND	ND	90	ND	ND	ND	90
	ND	ND	ND	95	ND	ND	ND	95
	ND	ND	ND	88	ND	ND	ND	88

Tableau xiv : Teneurs des échantillons de sédiments en pesticides (en ng/g)
dans la réserve de biosphère de la Pendjari – 2ème campagne.

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/g)							POCs totaux
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'- DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	
PEN1R	ND	ND	ND	63	ND	ND	ND	63
	ND	ND	ND	51	ND	ND	ND	51
	ND	ND	ND	39	ND	ND	ND	39
	ND	ND	ND	45	ND	ND	ND	45
	ND	ND	ND	42	ND	ND	ND	42
	ND	ND	ND	48	ND	ND	ND	48
PEN2R	ND	ND	ND	211	ND	ND	ND	211
	ND	ND	ND	203	ND	ND	ND	203
	ND	ND	ND	197	ND	ND	ND	197
	ND	ND	ND	189	ND	ND	ND	189
	ND	ND	ND	215	ND	ND	ND	215
	ND	ND	ND	203	ND	ND	ND	203
PEN3M	ND	ND	ND	402	ND	ND	ND	402
	ND	ND	ND	355	ND	ND	ND	355
	ND	ND	ND	348	ND	ND	ND	348
	ND	ND	ND	400	ND	ND	ND	400
	ND	ND	ND	375	ND	ND	ND	375
	ND	ND	ND	376	ND	ND	ND	376
PEN4R	ND	ND	ND	170	ND	ND	ND	170
	ND	ND	ND	163	ND	ND	ND	163
	ND	ND	ND	108	ND	ND	ND	108
	ND	ND	ND	98	ND	ND	ND	98
	ND	ND	ND	246	ND	ND	ND	246
	ND	ND	ND	157	ND	ND	ND	157
PEN5R	574	43	38	1364	161	93	143	2416
	563	30	30	1109	124	88	109	2053
	496	50	26	1260	146	76	112	2166
	501	32	23	1095	103	160	97	1951
	526	30	28	1347	141	78	149	2299
	532	37	29	1235	135	87	122	2177
PEN6R	1365	301	89	7022	274	100	326	9477
	1245	322	76	6914	246	97	306	9206
	1371	274	68	6007	251	84	271	8326
	1959	242	83	5955	209	107	267	7932
	1180	241	74	4362	270	94	270	6491
	1244	276	78	6054	250	97	288	8287

Tableau xiv : Teneurs des échantillons de sédiments en pesticides (en ng/g) dans la réserve de biosphère de la Pendjari – 2ème campagne (suite et fin).

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/g)							POCs totaux
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	
PEN7M	193	4,8	ND	1001	ND	ND	ND	1199
	158	3,5	ND	935	ND	ND	ND	1097
	124	6	ND	896	ND	ND	ND	1026
	100	11	ND	917	ND	ND	ND	1028
	155	4,7	ND	931	ND	ND	ND	1091
	146	6	ND	936	ND	ND	ND	1088
PEN8R	ND	ND	ND	100	ND	ND	ND	100
	ND	ND	ND	95	ND	ND	ND	95
	ND	ND	ND	109	ND	ND	ND	109
	ND	ND	ND	114	ND	ND	ND	114
	ND	ND	ND	87	ND	ND	ND	87
	ND	ND	ND	102	ND	ND	ND	102
PEN9M	ND	ND	ND	75	ND	ND	ND	75
	ND	ND	ND	93	ND	ND	ND	93
	ND	ND	ND	88	ND	ND	ND	88
	ND	ND	ND	92	ND	ND	ND	92
	ND	ND	ND	92	ND	ND	ND	92
	ND	ND	ND	88	ND	ND	ND	88

Annexe 3: Les données sur la qualité chimique des sols et plantes

Tableau xv : Caractéristiques physico-chimiques des sols prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve du W et de ses zones cynégétiques. 1^{ère} campagne.

Sites	% C	%N	C/N	pH eau	NO ₃ ⁻ mg/kg	CEC méq/100kg	S méq/100kg	Ca méq/100kg	Mg méq/100kg	K méq/100kg	Na méq/100kg
W1R	1,05	0,091	11,5	4,9	13	10,75	8,80	6,05	2,05	0,19	0,06
	1,08	0,093	11,6	5	15	10,70	8,75	6,08	2,08	0,22	0,05
	1,07	0,095	11,3	4,6	10	10,71	8,78	6,07	2,02	0,17	0,07
	1,02	0,085	12	4,7	11	10,80	8,76	6,03	2,07	0,18	0,06
	1,03	0,086	12	4,8	16	10,79	8,81	6,02	2,03	0,19	0,06
	1,05	0,090	11,7	4,8	13	10,75	8,78	6,05	2,05	0,19	0,06
W2M	1,22	0,100	12,2	6,0	22	10,25	9,62	6,70	1,20	0,25	0,12
	1,30	0,095	13,68	6,1	26	10,20	9,60	6,66	1,23	1,20	0,10
	1,25	0,099	12,62	5,9	21	10,21	9,59	6,65	1,18	1,18	0,09
	1,25	0,102	12,25	6,2	20	10,30	9,63	6,66	1,19	1,19	0,10
	1,23	0,104	11,83	6,3	21	10,29	9,61	6,63	1,20	1,18	0,09
	1,25	0,100	12,50	6,1	22	10,25	9,61	6,66	1,20	1,20	0,10
W3M	1,23	0,097	12,6	5,9	16	10,31	9,80	6,72	1,44	0,24	0,05
	1,29	0,099	14,08	6,0	20	10,26	9,78	6,65	1,47	0,20	0,06
	1,24	0,101	13,02	5,8	15	10,27	9,77	6,65	1,42	0,19	0,07
	1,25	0,091	12,65	6,1	14	10,36	9,81	6,65	1,43	0,17	0,06
	1,24	0,092	12,23	6,2	15	10,35	9,79	6,63	1,44	0,20	0,06
	1,25	0,096	12,92	6,0	16	10,31	9,79	6,66	1,44	0,20	0,06
W4M	1,58	0,113	13,98	6,1	21	13,45	12,16	8,10	3,75	0,34	0,11
	1,64	0,108	15,18	6,2	25	13,40	12,14	8,13	3,78	0,30	0,10
	1,59	0,112	14,19	6,2	19	13,41	12,13	8,12	3,72	0,29	0,10
	1,60	0,115	13,91	6,1	19	13,50	12,17	8,08	3,77	0,27	0,10
	1,59	0,117	13,59	6,2	20	13,49	12,15	8,07	3,73	0,30	0,09
	1,60	0,113	14,16	6,2	21	13,45	12,15	8,10	3,75	0,30	0,10
W5R	1,16	0,094	12,34	6,1	20	11,40	8,75	5,70	2,76	0,26	0,06
	1,19	0,096	12,39	6,1	24	11,35	8,70	5,73	2,79	0,22	0,05
	1,18	0,098	12,04	5,9	18	11,36	8,73	5,72	2,73	0,21	0,06
	1,13	0,088	12,84	6,2	18	11,45	8,71	5,68	2,78	0,19	0,06
	1,12	0,089	12,58	6,2	20	11,44	8,76	5,67	2,74	0,22	0,07
	1,16	0,093	12,48	6,1	20	11,40	8,73	5,70	2,76	0,22	0,06

Tableau xv : Caractéristiques physico-chimiques des sols prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve du W et de ses zones cynégétiques. 1^{ère} campagne (suite et fin).

Sites	% C	%N	C/N	pH eau	NO ₃ ⁻ mg/kg	CEC méq/100kg	S méq/100kg	Ca méq/100kg	Mg méq/100kg	K méq/100kg	Na méq/100kg
W6R	1,21	0,098	12,35	6,2	21	10,52	9,95	6,90	2,70	0,29	0,08
	1,27	0,100	12,70	6,3	23	10,47	9,90	6,93	2,73	0,25	0,07
	1,22	0,102	11,96	6,3	19	10,48	9,93	6,92	2,70	0,24	0,08
	1,23	0,092	13,37	6,2	19	10,57	9,91	6,88	2,72	0,22	0,08
	1,22	0,093	13,12	6,3	18	10,56	9,96	6,87	2,68	0,25	0,09
	1,23	0,097	12,7	6,3	20	10,52	9,93	6,70	2,70	0,25	0,08
W7R	1,50	0,112	13,39	5,8	37	12,40	11,58	8,07	2,75	0,68	0,10
	1,56	0,107	14,58	5,9	39	12,35	11,53	8,10	2,78	0,64	0,09
	1,51	0,111	13,60	5,7	35	12,36	11,56	8,09	2,75	0,63	0,10
	1,52	0,114	13,33	6,0	35	12,45	11,54	8,05	2,77	0,61	0,10
	1,51	0,116	13,02	6,1	34	12,44	11,59	8,04	2,73	0,64	0,11
	1,52	0,112	13,6	5,9	36	12,40	11,56	8,07	2,75	0,64	0,10
W8M	1,63	0,120	13,58	5,4	41	12,65	11,70	8,04	2,80	0,73	0,15
	1,69	0,115	14,69	5,5	43	12,60	11,65	8,07	2,83	0,69	0,14
	1,64	0,119	13,78	5,3	39	12,61	11,68	8,06	2,80	0,68	0,15
	1,65	0,122	13,52	5,6	39	12,70	11,66	8,02	2,82	0,66	0,14
	1,64	0,124	13,22	5,7	38	12,69	11,71	8,01	2,78	0,69	0,16
	1,65	0,120	13,8	5,5	40	12,65	11,68	8,04	2,80	0,69	0,15

Tableau xvi : Caractéristiques physico-chimiques des sols prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve du W et de ses zones cynégétiques. 2^{ème} campagne.

Sites	% C	%N	C/N	pH eau	NO ₃ ⁻ mg/kg	CEC méq/100kg	S méq/100kg	Ca méq/100kg	Mg méq/100kg	K méq/100kg	Na méq/100kg
W1	1,06	0,091	11,6	4,9	12	10,75	8,80	6,05	2,05	0,19	0,06
	1,09	0,093	11,7	5	14	10,70	8,75	6,08	2,08	0,22	0,05
	1,08	0,095	11,4	4,6	9	10,71	8,78	6,07	2,02	0,17	0,07
	1,03	0,085	12,1	4,7	10	10,80	8,76	6,03	2,07	0,18	0,06
	1,04	0,086	12,1	4,8	15	10,79	8,81	6,02	2,03	0,19	0,06
	1,06	0,090	11,8	4,8	12	10,75	8,78	6,05	2,05	0,19	0,06
W2	1,23	0,100	12,3	6,0	21	10,25	9,62	6,70	1,20	0,25	0,12
	1,31	0,095	13,79	6,1	25	10,20	9,60	6,66	1,23	0,20	0,10
	1,26	0,099	12,73	5,9	20	10,21	9,59	6,65	1,18	0,18	0,09
	1,26	0,102	12,36	6,2	19	10,30	9,63	6,66	1,19	0,19	0,10
	1,24	0,104	11,94	6,3	20	10,29	9,61	6,63	1,20	0,18	0,09
	1,26	0,100	12,6	6,1	21	10,25	9,61	6,66	1,20	0,20	0,10
W3	1,24	0,097	12,78	5,9	15	10,31	9,80	6,72	1,44	0,24	0,05
	1,30	0,099	13,13	6,0	19	10,26	9,78	6,65	1,47	0,20	0,06
	1,25	0,101	12,38	5,8	14	10,27	9,77	6,65	1,42	0,19	0,07
	1,26	0,091	13,85	6,1	13	10,36	9,81	6,65	1,43	0,17	0,06
	1,25	0,092	13,59	6,2	14	10,35	9,79	6,63	1,44	0,20	0,06
	1,26	0,096	13,12	6,0	15	10,31	9,79	6,66	1,44	0,20	0,06
W4	1,60	0,113	14,16	6,1	20	13,45	12,16	8,10	3,75	0,34	0,11
	1,65	0,108	15,28	6,2	24	13,40	12,14	8,13	3,78	0,30	0,10
	1,60	0,112	14,28	6,2	18	13,41	12,13	8,12	3,72	0,29	0,10
	1,61	0,115	14,00	6,1	18	13,50	12,17	8,08	3,77	0,27	0,10
	1,60	0,117	13,67	6,2	19	13,49	12,15	8,07	3,73	0,30	0,09
	1,61	0,113	14,25	6,2	20	13,45	12,15	8,10	3,75	0,30	0,10
W5	1,17	0,094	12,45		19	11,40	8,75	5,70	2,76	0,26	0,06
	1,20	0,096	12,50	6,1	23	11,35	8,70	5,73	2,79	0,22	0,05
	1,19	0,097	12,14	6,1	17	11,36	8,73	5,72	2,73	0,21	0,06
	1,14	0,088	12,95	5,9	17	11,45	8,71	5,68	2,78	0,19	0,06
	1,13	0,089	12,69	6,2	18	11,44	8,76	5,67	2,74	0,22	0,07
	1,17	0,093	12,58	6,2	19	11,40	8,73	5,70	2,76	0,22	0,06
			6,1								
W6	1,22	0,098	12,45	6,2	20	10,52	9,95	6,90	2,70	0,29	0,08
	1,28	0,100	12,80	6,3	22	10,47	9,90	6,93	2,73	0,25	0,07
	1,23	0,101	12,18	6,3	18	10,48	9,93	6,92	2,70	0,24	0,08
	1,24	0,092	13,48	6,2	18	10,57	9,91	6,88	2,72	0,22	0,08
	1,23	0,093	13,22	6,3	17	10,56	9,96	6,87	2,68	0,25	0,09
	1,24	0,097	12,8	6,3	19	10,52	9,93	6,70	2,70	0,25	0,08

Tableau xvi : Caractéristiques physico-chimiques des sols prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve du W et de ses zones cynégétiques. 2^{ème} campagne (suite et fin).

Sites	% C	%N	C/N	pH eau	NO ₃ ⁻ mg/kg	CEC méq/100kg	S méq/100kg	Ca méq/100kg	Mg méq/100kg	K méq/100kg	Na méq/100kg
W7	1,51	0,113	13,36	5,8	35	12,40	11,58	8,07	2,75	0,68	0,10
	1,57	0,107	14,67	5,9	37	12,35	11,53	8,10	2,78	0,64	0,09
	1,52	0,111	13,69	5,7	33	12,36	11,56	8,09	2,75	0,63	0,10
	1,53	0,114	13,42	6,0	33	12,45	11,54	8,05	2,77	0,61	0,10
	1,52	0,116	13,10	6,1	32	12,44	11,59	8,04	2,73	0,64	0,11
	1,53	0,112	13,6	5,9	34	12,40	11,56	8,07	2,75	0,64	0,10
W8	1,64	0,120	13,67	5,4	40	12,65	11,70	8,04	2,80	0,73	0,15
	1,70	0,116	14,65	5,5	42	12,60	11,65	8,07	2,83	0,69	0,14
	1,65	0,119	13,86	5,3	38	12,61	11,68	8,06	2,80	0,68	0,15
	1,66	0,122	13,61	5,6	38	12,70	11,66	8,02	2,82	0,66	0,14
	1,65	0,124	13,31	5,7	37	12,69	11,71	8,01	2,78	0,69	0,16
	1,66	0,120	13,8	5,5	39	12,65	11,68	8,04	2,80	0,69	0,15

Tableau xvii : Caractéristiques physico-chimiques des sols prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve de la Pendjari et de ses zones cynégétiques 1^{ère} campagne.

Sites	% C	%N	C/N	pH eau	NO ₃ ⁻ mg/kg	CEC méq/100kg	S Méq/100kg	Ca méq/100kg	Mg méq/100kg	K méq/100kg	Na méq/100kg
PEN1	1,08	0,107	10,09	5,9	15,5	11,42	9,77	6,45	2,76	0,22	0,07
	1,11	0,109	10,18	6,0	17,5	11,37	9,72	6,48	2,79	0,25	0,05
	1,10	0,111	9,91	5,8	12,5	11,38	9,75	6,47	2,73	0,20	0,07
	1,05	0,101	10,39	6,1	13,5	11,47	9,73	6,43	2,78	0,21	0,06
	1,06	0,102	10,39	6,2	18,5	11,46	9,78	6,42	2,74	0,22	0,05
	1,08	0,106	10,19	6,0	15,5	11,42	9,75	6,45	2,76	0,22	0,06
PEN2	0,96	0,078	12,31	4,3	14,6	10,85	5,03	5,06	2,95	0,22	0,06
	1,04	0,073	14,25	4,4	16,6	10,80	5,01	5,02	2,98	0,17	0,04
	0,99	0,077	12,86	4,0	13,6	10,81	5,00	5,01	2,93	0,15	0,03
	0,99	0,080	12,37	4,1	12,6	10,90	5,04	5,02	2,94	0,16	0,04
	0,97	0,082	11,83	4,2	17,6	10,89	5,02	4,99	2,95	0,15	0,03
	0,99	0,078	12,7	4,2	14,6	10,85	8,14	5,02	2,95	0,17	0,04
PEN3	1,13	0,100	11,30	5,5	30,4	11,6	10,38	6,79	3,15	0,39	0,13
	1,19	0,095	12,53	5,6	34,4	11,56	10,36	6,72	3,18	0,35	0,14
	1,14	0,099	11,51	5,4	29,4	11,57	10,35	6,72	3,12	0,34	0,15
	1,15	0,102	11,27	5,7	28,4	11,66	10,39	6,72	3,17	0,32	0,14
	1,14	0,104	10,96	5,8	29,4	11,65	10,37	6,70	3,13	0,35	0,14
	1,15	0,100	11,5	5,6	30,4	11,61	10,37	6,73	3,15	0,35	0,14

Tableau xvii : Caractéristiques physico-chimiques des sols prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve de la Pendjari et de ses zones cynégétiques 1^{ère} campagne (suite et fin).

Sites	% C	%N	C/N	pH eau	NO ₃ ⁻ mg/kg	CEC méq/ 100kg	S Méq/ 100kg	Ca méq/ 100kg	Mg méq/ 100kg	K méq/ 100kg	Na méq/ 100kg
PEN4	0,73	0,087	8,39	5,2	20	9,50	6,38	4,45	1,15	0,18	0,59
	0,78	0,082	9,51	5,3	23	9,45	6,36	4,48	1,18	0,19	0,58
	0,73	0,086	8,49	5,1	19	9,46	6,35	4,42	1,12	0,20	0,58
	0,74	0,089	8,31	5,4	18	9,55	6,39	4,47	1,17	0,19	0,58
	0,73	0,081	9,01	5,5	19	9,54	6,37	4,43	1,13	0,19	0,57
	0,74	0,087	8,74	5,3	20	9,50	6,37	4,45	1,15	0,19	0,58
PEN5	0,84	0,064	13,12	5,6	26,7	10,11	9,01	4,65	2,15	0,13	0,10
	0,89	0,066	13,48	5,7	30,7	10,06	8,96	4,68	2,18	0,09	0,09
	0,84	0,067	12,54	5,5	24,7	10,07	8,99	4,67	2,12	0,08	0,10
	0,85	0,058	14,65	5,8	25,7	10,16	8,97	4,63	2,17	0,06	0,10
	0,84	0,059	14,24	5,9	25,7	10,15	8,99	4,62	2,13	0,09	0,11
	0,85	0,063	13,6	5,7	26,7	10,11	8,99	4,65	2,15	0,09	0,10
PEN6	1,29	0,130	9,92	6,2	39,3	13,52	11,27	8,16	1,30	0,39	0,20
	1,35	0,126	10,71	6,3	41,3	13,47	11,22	8,19	1,33	0,35	0,19
	1,30	0,129	10,07	6,3	37,3	13,48	11,25	8,13	1,30	0,34	0,20
	1,31	0,132	9,92	6,2	37,3	13,57	11,23	8,18	1,32	0,32	0,20
	1,30	0,134	9,70	6,3	36,3	13,56	11,28	8,14	1,28	0,35	0,21
	1,31	0,130	10,06	6,3	38,3	13,52	11,25	8,16	1,30	0,35	0,20
PEN7	1,41	0,126	11,19	5,9	46,1	16,40	14,88	9,77	4,60	0,40	0,15
	1,47	0,122	12,05	6,0	48,1	16,35	14,83	9,80	4,63	0,36	0,14
	1,42	0,125	11,36	5,8	44,1	16,36	14,86	9,79	4,62	0,35	0,15
	1,43	0,128	11,17	6,1	44,1	16,45	14,84	9,75	4,58	0,33	0,15
	1,42	0,130	10,92	6,2	43,1	16,44	14,89	9,74	4,57	0,36	0,16
	1,43	0,126	11,3	6,0	45,1	16,40	14,86	9,77	4,60	0,36	0,15
PEN8	0,76	0,062	12,26	5,7	17	7,11	7,01	4,85	1,70	0,19	0,15
	0,80	0,057	14,03	5,8	20	7,06	6,90	4,92	1,73	0,20	0,14
	0,75	0,061	12,29	5,6	16	7,07	6,90	4,91	1,70	0,21	0,15
	0,76	0,064	11,87	5,9	15	7,16	6,90	4,87	1,72	0,20	0,14
	0,75	0,056	13,39	6,0	16	7,15	6,90	4,86	1,78	0,20	0,16
	0,76	0,062	12,8	5,8	17	7,11	6,90	4,89	1,70	0,20	0,15

Tableau xviii : Caractéristiques physico-chimiques des sols prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve de la Pendjari et de ses zones cynégétiques. 2^{ème} campagne.

Sites	% C	%N	C/N	pH eau	NO ₃ ⁻ mg/kg	CEC méq/100kg	S méq/100kg	Ca méq/100kg	Mg méq/100kg	K méq/100kg	Na méq/100kg
PEN1R	1,09	0,107	10,19	5,9	14,5	11,42	9,77	6,45	2,76	0,22	0,07
	1,12	0,109	10,27	6,0	16,5	11,37	9,72	6,48	2,79	0,25	0,05
	1,11	0,111	10,00	5,8	11,5	11,38	9,75	6,47	2,73	0,20	0,07
	1,06	0,101	10,45	6,1	12,5	11,47	9,73	6,43	2,78	0,21	0,06
	1,07	0,102	10,49	6,2	17,5	11,46	9,78	6,42	2,74	0,22	0,05
	1,09	0,106	10,28	6,0	14,5	11,42	9,75	6,45	2,76	0,22	0,06
PEN2R	0,97	0,078	12,43	4,3	13,6	10,85	5,03	5,06	2,95	0,22	0,06
	1,05	0,073	14,38	4,4	15,6	10,80	5,01	5,02	2,98	0,17	0,04
	1,00	0,077	12,99	4,0	12,6	10,81	5,00	5,01	2,93	0,15	0,03
	1,00	0,080	12,50	4,1	11,6	10,90	5,04	5,02	2,94	0,16	0,04
	0,98	0,082	11,95	4,2	16,6	10,89	5,02	4,99	2,95	0,15	0,03
	1,00	0,078	12,8	4,2	13,6	10,85	8,14	5,02	2,95	0,17	0,04
PEN3M	1,14	0,100	11,40	5,5	29,3	11,6	10,38	6,79	3,15	0,39	0,13
	1,20	0,095	12,63	5,6	33,4	11,56	10,36	6,72	3,18	0,35	0,14
	1,15	0,099	11,62	5,4	28,4	11,57	10,35	6,72	3,12	0,34	0,15
	1,16	0,102	11,37	5,7	27,4	11,66	10,39	6,72	3,17	0,32	0,14
	1,15	0,104	11,06	5,8	28,4	11,65	10,37	6,70	3,13	0,35	0,14
	1,16	0,100	11,6	5,6	29,4	11,61	10,37	6,73	3,15	0,35	0,14
PEN4R	0,74	0,087	8,5	5,2	19	9,50	6,38	4,45	1,15	0,18	0,59
	0,79	0,082	9,6	5,3	22	9,45	6,36	4,48	1,18	0,19	0,58
	0,74	0,086	8,6	5,1	18	9,46	6,35	4,42	1,12	0,20	0,58
	0,75	0,089	8,4	5,4	17	9,55	6,39	4,47	1,17	0,19	0,58
	0,74	0,081	9,13	5,5	18	9,54	6,37	4,43	1,13	0,19	0,57
	0,75	0,087	8,8	5,3	19	9,50	6,37	4,45	1,15	0,19	0,58
PEN5R	0,85	0,064	13,28	5,6	25,7	10,11	9,01	4,65	2,15	0,13	0,10
	0,90	0,066	13,64	5,7	29,7	10,06	8,96	4,68	2,18	0,09	0,09
	0,85	0,067	12,68	5,5	23,7	10,07	8,99	4,67	2,12	0,08	0,10
	0,86	0,058	14,83	5,8	24,7	10,16	8,97	4,63	2,17	0,06	0,10
	0,85	0,059	14,41	5,9	24,7	10,15	8,99	4,62	2,13	0,09	0,11
	0,86	0,063	13,8	5,7	25,7	10,11	8,99	4,65	2,15	0,09	0,10
PEN6R	1,30	0,130	10,00	6,2	38,3	13,52	11,27	8,16	1,30	0,39	0,20
	1,36	0,126	10,79	6,3	40,3	13,47	11,22	8,19	1,33	0,35	0,19
	1,31	0,129	10,15	6,3	36,3	13,48	11,25	8,13	1,30	0,34	0,20
	1,32	0,132	10,00	6,2	36,3	13,57	11,23	8,18	1,32	0,32	0,20
	1,31	0,134	9,70	6,3	35,3	13,56	11,28	8,14	1,28	0,35	0,21
	1,32	0,130	10,13	6,3	37,3	13,52	11,25	8,16	1,30	0,35	0,20

Tableau xviii : Caractéristiques physico-chimiques des sols prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve de la Pendjari et de ses zones cynégétiques. 2^{ème} campagne (suite et fin).

Sites	% C	%N	C/N	pH eau	NO ₃ ⁻ mg/kg	CEC méq/100kg	S méq/100kg	Ca méq/100kg	Mg méq/100kg	K méq/100kg	Na méq/100kg
PEN7M	1,42	0,126	11,27	5,9	45,1	16,40	14,88	9,77	4,60	0,40	0,15
	1,48	0,122	12,13	6,0	47,1	16,35	14,83	9,80	4,63	0,36	0,14
	1,43	0,125	11,44	5,8	43,1	16,36	14,86	9,79	4,62	0,35	0,15
	1,44	0,128	11,25	6,1	43,1	16,45	14,84	9,75	4,58	0,33	0,15
	1,43	0,130	11,00	6,2	42,1	16,44	14,89	9,74	4,57	0,36	0,16
	1,44	0,126	11,4	6,0	44,1	16,40	14,86	9,77	4,60	0,36	0,15
PEN8R	0,77	0,062	12,42	5,7	16	7,11	7,01	4,85	1,70	0,19	0,15
	0,81	0,057	14,21	5,8	19	7,06	6,90	4,92	1,73	0,20	0,14
	0,76	0,061	12,46	5,6	15	7,07	6,90	4,91	1,70	0,21	0,15
	0,77	0,064	12,03	5,9	14	7,16	6,90	4,87	1,72	0,20	0,14
	0,77	0,056	13,75	6,0	15	7,15	6,90	4,86	1,78	0,20	0,16
	0,76	0,062	12,9	5,8	16	7,11	6,90	4,89	1,70	0,20	0,15
PEN9M	0,81	0,060	13,4	5,8	18	7,20	6,88	4,79	1,68	0,19	0,15
	0,83	0,060	13,4	5,8	18	7,20	6,89	4,78	1,68	0,19	0,14
	0,83	0,061	13,3	5,8	18,1	7,19	6,88	4,82	1,67	0,21	0,15
	0,81	0,060	13,5	5,7	17,9	7,21	6,87	4,80	1,69	0,21	0,15
	0,81	0,059	13,4	5,9	18	7,20	6,88	4,80	1,68	0,20	0,15
	0,82	0,060	13,4	5,8	18	7,20	6,88	4,80	1,68	0,20	0,15

Tableau xix : Teneurs des échantillons de sols (en ng/g) dans la réserve de biosphère du W – Première campagne.

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/L)							
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs totaux
W1R	ND	ND	ND	436	ND	ND	70	506
	ND	ND	ND	422	ND	ND	66	488
	ND	ND	ND	406	ND	ND	68	474
	ND	ND	ND	450	ND	ND	59	509
	ND	ND	ND	376	ND	ND	52	428
	ND	ND	ND	418	ND	ND	63	481
W2M	PES	PES	PES	PES	PES	PES	PES	PES
W3M	PES	PES	PES	PES	PES	PES	PES	PES
W4M	ND	ND	ND	131	ND	ND	ND	131
	ND	ND	ND	126	ND	ND	ND	126
	ND	ND	ND	109	ND	ND	ND	109
	ND	ND	ND	99	ND	ND	ND	99
	ND	ND	ND	125	ND	ND	ND	125
	ND	ND	ND	118	ND	ND	ND	118
W5R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Tableau xix : Teneurs des échantillons de sols (en ng/g) dans la réserve de biosphère du W – Première campagne (suite et fin).

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/L)							
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs totaux
W6R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
W7R	ND	ND	ND	376	ND	ND	ND	376
	ND	ND	ND	368	ND	ND	ND	368
	ND	ND	ND	370	ND	ND	ND	370
	ND	ND	ND	347	ND	ND	ND	347
	ND	ND	ND	379	ND	ND	ND	379
	ND	ND	ND	368	ND	ND	ND	368
W8M	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Tableau xx : Teneurs des échantillons de sols en pesticides (en ng/g) dans la réserve de biosphère du W – 2^{ème} campagne.

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/g)							
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs totaux
W1R	ND	ND	ND	371	ND	ND	61	432
	ND	ND	ND	358	ND	ND	43	401
	ND	ND	ND	286	ND	ND	38	324
	ND	ND	ND	305	ND	ND	33	338
	ND	ND	ND	395	ND	ND	35	430
	ND	ND	ND	343	ND	ND	42	385
W2M	ND	ND	ND	148	ND	ND	ND	148
	ND	ND	ND	126	ND	ND	ND	126
	ND	ND	ND	131	ND	ND	ND	131
	ND	ND	ND	142	ND	ND	ND	142
	ND	ND	ND	113	ND	ND	ND	113
	ND	ND	ND	132	ND	ND	ND	132
W3M	ND	ND	ND	85	ND	ND	ND	85
	ND	ND	ND	94	ND	ND	ND	94
	ND	ND	ND	87	ND	ND	ND	87
	ND	ND	ND	79	ND	ND	ND	79
	ND	ND	ND	95	ND	ND	ND	95
	ND	ND	ND	88	ND	ND	ND	88
W4M	ND	ND	ND	91	ND	ND	ND	91
	ND	ND	ND	83	ND	ND	ND	83
	ND	ND	ND	76	ND	ND	ND	76
	ND	ND	ND	68	ND	ND	ND	68
	ND	ND	ND	92	ND	ND	ND	92
	ND	ND	ND	82	ND	ND	ND	82

Tableau xx : Teneurs des échantillons de sols en pesticides (en ng/g) dans la réserve de biosphère du W – 2^{ème} campagne (suite et fin).

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/g)							
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs totaux
W5R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
W6R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
W7R	ND	ND	ND	248	ND	ND	ND	248
	ND	ND	ND	224	ND	ND	ND	224
	ND	ND	ND	197	ND	ND	ND	197
	ND	ND	ND	204	ND	ND	ND	204
	ND	ND	ND	202	ND	ND	ND	202
	ND	ND	ND	215	ND	ND	ND	215
W8M	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Tableau xxi : Teneurs des échantillons de sols en pesticides (en ng/g) dans la réserve de biosphère de la Pendjari – 1^{ère} campagne.

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/g)							
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs totaux
PEN1R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PEN2R	ND	ND	ND	78	ND	ND	56	134
	ND	ND	ND	80	ND	ND	49	129
	ND	ND	ND	63	ND	ND	37	100
	ND	ND	ND	60	ND	ND	41	101
	ND	ND	ND	84	ND	ND	57	141
	ND	ND	ND	73	ND	ND	48	121
PEN3M	ND	ND	ND	126	ND	ND	16	142
	ND	ND	ND	103	ND	ND	8	111
	ND	ND	ND	97	ND	ND	8	106
	ND	ND	ND	89	ND	ND	13	102
	ND	ND	ND	90	ND	ND	15	105
	ND	ND	ND	101	ND	ND	12	113

Tableau xxi : Teneurs des échantillons de sols en pesticides (en ng/g) dans la réserve de biosphère de la Pendjari – 1ère campagne (suite et fin).

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/g)							
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'-DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	POCs totaux
PEN4R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PEN5R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PEN6R	136	19	7	637	ND	ND	149	948
	108	22	4,6	608	ND	ND	96	838,6
	105	11	1,9	574	ND	ND	84,6	776,5
	97	9	5	583	ND	ND	133	827
	99	9	6,5	643	ND	ND	87,4	844,9
	109	14	5	609	ND	ND	110	847
PEN7M	83	ND	ND	160	ND	ND	ND	243
	60	ND	ND	131	ND	ND	ND	191
	58	ND	ND	90	ND	ND	ND	148
	96	ND	ND	80	ND	ND	ND	176
	58	ND	ND	64	ND	ND	ND	122
	71	ND	ND	105	ND	ND	ND	176
PEN8R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PEN9M	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI	SNI

Tableau xxii : Teneurs des échantillons de sols en pesticides (en ng/g) dans la réserve de biosphère de la Pendjari – 2ème campagne.

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/g)							POCs totaux
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'- DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	
PEN1R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PEN2R	ND	ND	ND	63	ND	ND	41	104
	ND	ND	ND	48	ND	ND	37	85
	ND	ND	ND	42	ND	ND	26	68
	ND	ND	ND	66	ND	ND	26	92
	ND	ND	ND	51	ND	ND	30	81
	ND	ND	ND	54	ND	ND	32	86
PEN3M	ND	ND	ND	81	ND	ND	5,4	86,4
	ND	ND	ND	77	ND	ND	11	88
	ND	ND	ND	65	ND	ND	6,6	71,6
	ND	ND	ND	58	ND	ND	7	65
	ND	ND	ND	69	ND	ND	5	74
	ND	ND	ND	70	ND	ND	7	77
PEN4R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PEN5R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PEN6R	89	14	1,1	344	ND	ND	89	537,1
	76	10	2,3	306	ND	ND	76	470,3
	83	6	1,8	294	ND	ND	62	446,8
	75	4,9	3,0	311	ND	ND	57	450,9
	92	5,1	1,8	320	ND	ND	91	509,9
	83	8	2	315	ND	ND	75	483

Tableau xxii : Teneurs des échantillons de sols en pesticides (en ng/g) dans la réserve de biosphère de la Pendjari – 2ème campagne (suite et fin).

Sites	Concentrations de pesticides organochlorés (en ng/g)							POCs totaux
	p,p'-DDT	p,p'-DDE	p,p'- DDD	Endosulfan	Lindan	Dieldrin	Heptachlor	
PEN7M	63	ND	ND	81	ND	ND	ND	144
	52	ND	ND	79	ND	ND	ND	131
	43	ND	ND	65	ND	ND	ND	108
	39	ND	ND	68	ND	ND	ND	107
	43	ND	ND	92	ND	ND	ND	135
	48	ND	ND	77	ND	ND	ND	125
PEN8R	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PEN9M	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Annexe 4 : Qualité chimique des végétaux et leurs taux d'accumulation de pesticides

Tableau xxiv : Taux des éléments dans les végétaux de la Pendjari (PEN) prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve et de ses zones cynégétiques. 1^{ère} campagne.

	PEN1R	PEN2R	PEN3M	PEN4 R	PEN5R	PEN6R	PEN7M	PEN8R	PEN9M
% C	32,1	37,8	34,2	55,2	33,6	32,7	58,0	56,9	
	31,5	37,7	34,5	54,7	32,7	31,7	57,6	55,9	
	31,0	37,8	35,0	54,6	32,7	30,8	56,8	54,9	
	31,40	37,6	34,60	54,5	32,6	32,1	57,7	56,4	
	31,6	37,5	33,9	54,5	32,7	31,7	57,5	56,6	
	31,5	37,7	34,4	54,5	32,7	31,8	57,5	56,1	
% N	2,32	1,86	1,68	2,52	1,70	1,80	2,30	2,50	
	2,33	1,84	1,66	2,53	1,70	1,77	2,25	2,50	
	2,34	1,82	1,64	2,54	1,69	1,78	2,20	2,60	
	2,30	1,85	1,65	2,53	1,68	1,79	2,22	2,40	
	2,32	1,87	1,66	2,53	1,74	1,78	2,34	2,60	
	2,32	1,85	1,66	2,53	1,70	1,78	2,26	2,50	
%Ca	0,44	0,99	0,46	1,37	0,92	0,61	1,76	1,90	
	0,43	0,98	0,46	1,37	0,90	0,61	1,74	1,86	
	0,42	0,98	0,45	1,36	0,88	0,61	1,72	1,83	
	0,43	1,00	0,47	1,36	0,89	0,64	1,74	1,86	
	0,42	0,95	0,46	1,38	0,91	0,62	1,75	1,88	
	0,43	0,98	0,46	1,37	0,90	0,62	1,74	1,87	
%Mg	0,42	1,23	0,46	0,67	0,82	0,64	1,33	1,80	
	0,40	1,20	0,50	1,65	0,81	0,66	1,32	1,77	
	0,41	1,18	0,53	1,63	0,80	0,63	1,31	1,79	
	0,36	1,25	0,50	1,66	0,84	0,64	1,32	1,78	
	0,35	1,21	0,51	1,65	0,82	0,63	1,32	1,78	
	0,39	1,21	0,50	1,65	0,82	0,64	1,32	1,78	
%K	0,63	1,16	0,47	1,33	0,80	0,34	1,68	1,80	
	0,62	1,16	0,45	1,32	0,78	0,35	1,63	1,73	
	0,62	1,15	0,44	1,31	0,75	0,36	1,65	1,66	
	0,64	1,17	0,43	1,30	0,79	0,34	1,66	1,70	
	0,63	1,16	0,46	1,32	0,78	0,35	1,65	1,68	
	0,63	1,16	0,45	1,32	0,78	0,35	1,65	1,71	
%Na	0,05	0,06	0,04	0,07	0,05	0,04	0,06	0,07	
	0,04	0,07	0,05	0,07	0,05	0,04	0,06	0,06	
	0,06	0,06	0,06	0,08	0,06	0,05	0,05	0,05	
	0,04	0,06	0,05	0,07	0,05	0,05	0,05	0,06	
	0,05	0,05	0,04	0,07	0,06	0,04	0,05	0,06	
	0,05	0,06	0,05	0,07	0,05	0,04	0,05	0,06	

Tableau xxv : Taux des éléments dans les végétaux de la Pendjari (PEN)
prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve et de
ses zones cynégétiques. 2^{ème} campagne.

Sites	PEN1R	PEN2R	PEN3M	PEN4 R	PEN5R	PEN6R	PEN7M	PEN8R	PEN9M
% C	31,9	37,6	34,2	55,3	33,5	32,8	58,0	56,8	
	31,5	37,7	34,5	54,6	32,7	31,7	57,6	55,9	
	31, 1	37,8	35,1	54,6	32,7	30, 8	56,8	54,9	
	31,5	37,6	34,60	54,5	32,6	32,0	57,7	56,5	
	31,6	37,7	33,8	54,5	32,8	31,7	57,5	56,6	
	31,5	37,7	34,4	54,5	32,7	31,8	57,5	56,1	
% N	2,31	1,86	1,67	2,54	1,71	1,81	2,28	2,50	
	2,33	1,84	1,66	2,53	1,70	1,76	2,25	2,50	
	2,34	1,83	1,65	2,52	1,69	1,78	2,21	2,60	
	2,31	1,85	1,65	2,53	1,68	1,79	2,23	2,40	
	2,32	1,86	1,66	2,53	1,73	1,78	2,34	2,60	
	2,32	1,85	1,66	2,53	1,70	1,78	2,26	2,50	
%Ca	0,42	0,98	0,48	1,37	0,92	0,61	1,74	1,90	
	0,43	0,98	0,46	1,37	0,90	0,61	1,74	1,86	
	0,42	0,98	0,45	1,36	0,89	0,62	1,72	1,83	
	0,43	1,00	0,45	1,36	0,89	0,64	1,74	1,86	
	0,44	0,95	0,46	1,38	0,90	0,62	1,75	1,88	
	0,43	0,98	0,46	1,37	0,90	0,62	1,74	1,87	
%Mg	0,42	1,23	0,46	0,67	0,82	0,64	1,33	1,80	
	0,40	1,20	0,50	1,65	0,81	0,66	1,32	1,77	
	0,41	1,18	0,53	1,63	0,80	0,63	1,31	1,79	
	0,36	1,25	0,50	1,66	0,84	0,64	1,32	1,78	
	0,35	1,21	0,51	1,65	0,82	0,63	1,32	1,78	
	0,39	1,21	0,50	1,65	0,82	0,64	1,32	1,78	
%K	0,63	1,15	0,48	1,33	0,80	0,35	1,67	1,80	
	0,62	1,16	0,45	1,32	0,78	0,35	1,63	1,73	
	0,63	1,18	0,44	1,31	0,75	0,36	1,65	1,66	
	0,64	1,17	0,43	1,30	0,78	0,34	1,66	1,70	
	0,63	1,16	0,45	1,32	0,78	0,35	1,65	1,68	
	0,63	1,16	0,45	1,32	0,78	0,35	1,65	1,71	
%Na	0,05	0,06	0,04	0,07	0,05	0,04	0,06	0,07	
	0,04	0,07	0,05	0,07	0,05	0,04	0,06	0,06	
	0,06	0,06	0,06	0,08	0,06	0,05	0,05	0,05	
	0,05	0,06	0,05	0,07	0,05	0,05	0,05	0,06	
	0,05	0,05	0,04	0,07	0,06	0,04	0,05	0,06	
	0,05	0,06	0,05	0,07	0,05	0,04	0,05	0,06	

Tableau xxvi : Taux des éléments dans les végétaux prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve de biosphère du W (W) et de ses zones cynégétiques. 1^{ère} campagne.

Sites	W1R	W2M	W3M	W4M	W5R	W6R	W7R	W8M
% C	38,6	42,6	38,5	56,7	40,1	40,7	55,5	58,5
	39,3	42,5	38,4	56,6	41,5	40,6	55,3	58,4
	38,7	42,5	38,5	56,5	42,5	40,8	55,2	58,3
	38,5	42,7	38,3	56,5	41,8	40,5	55,5	58,4
	39,8	42,5	38,4	56,4	42,4	40,8	55,5	58,2
	38,8	42,6	38,4	56,5	41,5	40,7	55,4	58,3
% N	1,30	1,53	1,94	1,94	1,92	1,95	1,98	1,91
	1,34	1,57	1,96	1,93	1,90	1,97	1,99	1,90
	1,34	1,55	1,94	1,95	1,88	1,98	2,00	1,91
	1,32	1,56	1,95	1,95	1,93	1,99	1,98	1,89
	1,33	1,54	1,95	1,92	1,89	1,96	2,1	1,90
	1,33	1,55	1,95	1,94	1,90	1,98	1,99	1,90
%Ca	0,28	0,82	0,39	1,07	0,71	0,35	1,41	1,45
	0,27	0,80	0,40	1,05	0,70	0,36	1,40	1,46
	0,28	0,78	0,41	1,04	0,70	0,36	1,40	1,45
	0,29	0,84	0,43	1,06	0,73	0,38	1,40	1,46
	0,27	0,78	0,38	1,05	0,68	0,35	1,41	1,47
	0,28	0,80	0,40	1,05	0,70	1,36	1,40	1,46
%Mg	0,46	0,94	0,53	0,95	0,86	0,68	1,57	1,75
	0,45	0,95	0,54	0,95	0,86	0,67	1,55	1,71
	0,44	0,96	0,55	0,95	0,84	0,69	1,55	1,74
	0,43	0,94	0,54	0,96	0,85	0,68	1,56	1,69
	0,44	0,96	0,55	0,94	0,85	0,68	1,54	1,72
	0,44	0,95	0,54	0,95	0,85	0,68	1,55	1,72
%K	0,70	1,07	0,58	1,23	0,82	0,28	1,35	1,82
	0,71	1,08	0,59	1,20	0,83	0,26	1,36	1,79
	0,68	1,09	0,58	1,18	0,83	0,27	1,36	1,79
	0,66	1,08	0,56	1,22	0,80	0,27	1,37	1,81
	0,71	1,06	0,57	1,17	0,85	0,27	1,36	1,80
	0,70	1,07	0,58	1,20	0,83	0,27	1,36	1,80
%Na	0,05	0,07	0,6	0,08	0,06	0,09	0,05	0,05
	0,07	0,06	0,6	0,07	0,07	0,07	0,04	0,06
	0,06	0,07	0,7	0,06	0,06	0,09	0,04	0,07
	0,06	0,08	0,8	0,08	0,06	0,08	0,06	0,05
	0,06	0,08	0,6	0,06	0,05	0,08	0,05	0,06
	0,06	0,07	0,6	0,07	0,06	0,08	0,05	0,06

Tableau xxvii : Taux des éléments dans les végétaux prélevés aux abords des mares et rivières de la réserve de biosphère du W et de ses zones cynégétiques. 2^{ème} campagne.

Sites	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8
% C	38,6	42,6	38,5	56,7	40,5	40,7	55,5	58,4
	39,5	42,5	38,4	56,6	41,5	40,6	55,5	58,4
	38,7	42,5	38,3	56,5	42,5	40,7	55,2	58,3
	38,5	42,5	38,3	56,5	41,8	40,5	55,5	58,4
	38,4	42,6	38,4	56,7	42,4	40,6	55,5	58,2
	38,5	42,5	38,3	56,6	41,6	40,6	55,4	58,3
% N	1,30	1,54	1,94	1,94	1,92	1,95	1,99	1,91
	1,33	1,57	1,96	1,93	1,90	1,97	1,99	1,90
	1,33	1,55	1,94	1,95	1,88	1,98	2,00	1,91
	1,32	1,56	1,95	1,93	1,93	1,99	1,98	1,89
	1,33	1,54	1,95	1,92	1,90	1,96	2,1	1,91
	1,32	1,55	1,95	1,93	1,90	1,98	1,99	1,90
%Ca	0,28	0,82	0,39	1,06	0,70	0,35	1,40	1,45
	0,27	0,80	0,40	1,05	0,70	0,36	1,40	1,46
	0,28	0,78	0,41	1,04	0,70	0,36	1,40	1,45
	0,27	0,84	0,43	1,06	0,73	0,35	1,40	1,46
	0,26	0,79	0,41	1,05	0,68	0,35	1,41	1,45
	0,27	0,80	0,41	1,05	0,70	1,35	1,40	1,45
%Mg	0,45	0,94	0,53	0,95	0,84	0,68	1,57	1,72
	0,45	0,95	0,54	0,95	0,84	0,67	1,55	1,71
	0,44	0,94	0,55	0,95	0,84	0,69	1,55	1,72
	0,43	0,94	0,55	0,96	0,85	0,68	1,56	1,69
	0,42	0,93	0,55	0,94	0,85	0,68	1,54	1,70
	0,43	0,94	0,54	0,95	0,84	0,68	1,55	1,71
%K	0,71	1,07	0,58	1,23	0,82	0,28	1,35	1,82
	0,71	1,08	0,56	1,20	0,83	0,26	1,36	1,79
	0,68	1,09	0,58	1,18	0,83	0,27	1,36	1,79
	0,67	1,08	0,57	1,22	0,80	0,27	1,37	1,81
	0,72	1,06	0,57	1,17	0,82	0,27	1,36	1,80
	0,70	1,07	0,57	1,20	0,82	0,27	1,36	1,80
%Na	0,05	0,07	0,6	0,08	0,06	0,09	0,05	0,05
	0,05	0,06	0,6	0,07	0,07	0,07	0,05	0,06
	0,06	0,07	0,7	0,06	0,06	0,09	0,04	0,07
	0,06	0,07	0,8	0,08	0,06	0,08	0,06	0,05
	0,04	0,08	0,6	0,06	0,05	0,08	0,05	0,06
	0,05	0,07	0,6	0,07	0,06	0,08	0,05	0,06

**Annexe 5 : Liste des Responsables rencontrés au niveau des directions
régionales du PNW et PNP.**

Personnel d'appui (de la Direction du PNW)

1. El Hadj ISSA Aziz	Directeur
2. SINADOUGOU W. Théophile	Chef Service Ecologie
4. BAH Léman	Chef Service Surveillance
5. YAÏ Yabi Dominique	Chef Section
6. BALLO Martial	CENAGREF/Banikoara
7. SALEY Konsi	Adjudant Chef, C/Secteur
8. GADO Kindo	Alfakoara
	Membre AVIGREF
	Garde Faune

Personnel d'appui (de la Direction du PNP)

1. TEHOU Aristide	Chef Service Ecologie
2. HOUDO Langer	Conseiller Technique
3. ATCHAKPA Amadou	Chef Service Surveillance
4. PAKINDI Denis	Gardien / DPNP

Si oui, lesquels malaises ?

17- Avez-vous déjà connu des cas d'intoxication ou d'épidémies dans le village ? Combien de fois ? et combien de personnes sont affectées ?

18- Est-ce que quelqu'un vous a dit une fois que les pesticides peuvent être dangereux pour la santé de l'homme ? Est-ce que cela peut être vrai ?

19- Pourriez-vous donner quelques noms de ces pesticides que vous utilisez ?

? Endosulfan ? DDTs ? Heptachlore ? Lindane ? Dieldrine ? autres

20- Connaissez-vous les risques liés à la manipulation des pesticides

? OUI

? NON

21- Si oui comment les avez-vous su ?

22- Est-ce que vous avez eu de malaises une fois après avoir bu l'eau de votre rivière ou des mares qui se trouvent dans ou dans les environs de vos champs ?

? OUI

? NON

si oui, quels types de malaises ?

23- Au cours de vos déplacements dans la brousse ou dans les forêts, vous est-il déjà arrivé une fois de trouver des animaux morts ou malades (animaux sauvages, poissons), sans en savoir réellement les causes ?

24- Quelles seraient selon vous certaines causes de mortalité ou de maladies chez certaines espèces animales ?

25- Savez-vous que l'utilisation des pesticides peut causer des problèmes chez les animaux et chez l'homme ?

? OUI

? NON

26- Que pensez-vous de l'utilisation des pesticides ?

Seriez-vous prêts à abandonner l'utilisation des pesticides importés si l'on vous proposait d'autres produits moins dangereux pour les animaux et pour l'homme ?

B

27- Utilisez-vous des engrais chimiques pour vos cultures ?

OUI

NON

28- Si oui, quelle quantité à l'hectare utilisez-vous ?

29- Quelles quantités utilisez-vous à chaque campagne ?

30- Pour quelles cultures ?

31- Pourquoi les utilisez-vous ?

32- A quelle période de la saison des cultures les utilisez-vous ?

33- De quelle manière appliquez-vous pour leur utilisation ?

34- Quels sont les types d'engrais chimiques que vous utilisez ?

35- Qui sont vos principaux fournisseurs ?

36- Utilisez-vous d'autres types d'engrais en dehors de ceux importés ?

OUI

NON

37- Si oui lesquels et pourquoi les utilisez-vous

38- De quel côté de la réserve se trouve vos champs ?

39- Pourquoi ?

40- Que faites-vous des déchets post-récolte et des déchets ménagers ?

41- Lesquels et pourquoi ?

42- Est-ce que vous saviez qu'il est possible de les utiliser comme amendements des sols et
augmenter la production agricole ?

? OUI

? NON

43- Entretenez-vous des commerces d'intrants agricoles avec des pays voisins ?

Formulaire de questionnaire à l'endroit des agents du CARDER

1. Les producteurs utilisent-ils des pesticides dans la lutte contre les insectes nuisibles dans les
champs ?

? OUI

? NON

2. A quelle période de la saison des cultures en utilisent-ils ?

3. Pour quels types de cultures en utilisent-ils ?

? Coton

? Maïs

? Arachide

? Mil

? Sorgho

? Autres

4. Qui sont leurs principaux fournisseurs agréés par l'Etat ?

5. Comment trouvent-ils les prix de vente des pesticides par les fournisseurs agréés ?

6. Ces prix de cession des pesticides, selon eux, ne semblent-ils pas trop chers ?

7. Existe-t-il, selon vous, d'autres marchés en dehors du circuit officiel, où les producteurs vont
s'approvisionner en pesticides ?

? OUI

? NON

Si oui, lesquels ?

12- Quel volume à l'hectare utilisent-ils ?

13- Les utilisez-vous à l'état brut ou dilués dans l'eau ?

? Brut

? Dilué

14- Quelles quantités de pesticides sont utilisées dans votre secteur par campagne ?

15. Quels types de pesticides et quelles quantités de chaque sont utilisés dans le secteur ?

? des organophosphorés

? de l'endosulfan

? des organochlorés

? Autres

16. Que font les paysans ou les habitants de la localité des emballages, une fois les pesticides
utilisés? Les utilisent-ils pour conserver : ? l'eau de boisson ? l'huile de cuisine ? les boissons ?

17. Ne ressentent-ils pas de malaises pendant ou après les opérations de pulvérisation des
cultures aux pesticides ?

? OUI

? NON

Si oui, lesquels malaises ?

17. Avez-vous déjà connu des cas d'intoxication ou d'épidémies dans le village ? Combien de

fois ? et combien de personnes sont affectées ?

18. Est-ce que les pesticides peuvent être dangereux pour la santé de l'homme ?

? OUI

? NON

19. Pourriez-vous donner quelques noms des pesticides qui sont fournis aux producteurs ?

? Endosulfan ? DDTs ? Heptachlore ? Lindane ? Dieldrine ? autres

20. Quelles peuvent être les risques liés à la manipulation des pesticides ?

21. Vous est-il déjà arrivé de sensibiliser les producteurs sur les risques liés à l'utilisation des pesticides ?

22. Au cours de vos déplacements dans les parcs ou dans les zones cynégétiques, vous est-il déjà arrivé une fois de trouver des animaux morts ou malades (animaux sauvages, poissons), sans en savoir réellement les causes ?

23. Quelles seraient selon vous certaines causes de mortalité ou de maladies chez certaines espèces animales ?

24. Savez-vous que l'utilisation des pesticides peut causer des problèmes chez les animaux et chez l'homme ?

? OUI

? NON

25. Que pensez-vous de l'utilisation des pesticides ?

Seriez-vous prêts à proposer l'utilisation des produits naturels en remplacement des pesticides importés, parce que ceux-ci sont dangereux pour l'environnement et pour la santé de l'homme et des animaux ?

26. en savez-vous quelques types à nous proposer ?

27. Quelles stratégies pourrait-on, selon vous, mettre en œuvre pour éviter la pollution des aires réserves de biosphère par les résidus de pesticides et d'engrais chimiques ?

Annexe 7 : Quelques photos montrant les activités agricoles menées dans les zones cynégétiques des deux parcs de la Pendjari et du W du Niger.



Photo 1 : Une plaque montrant la Direction du Parc National de la Pendjari



Photo 2 : Une plaque montrant la sortie du Parc Régional du W à Alfakoara



Photo 3 : Un mirador près de la retenue d'eau des éléphants à Alfakoara (Parc du W).



Photo 4 : Un Champ de riz à Alfakoara dans la zone cynégétique du Parc W du Niger.



Photo 5 : Un Champ de riz et de maïs dans la zone d'occupation contrôlée à Tiélé (Parc National de la Pendjari).



Photo 6 : Un Champ de coton dans la zone d'occupation contrôlée à Batia (Parc National de la Pendjari).



Photo 7 : Pont sur la rivière Pendjari à la frontière bénino-burkinabé



Photo 8 : Pont sur la rivière Alibori à Karigui (Parc du W)