

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE POPULAIRE
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE EL-HARRACH
المدرسة الوطنية العليا للعلوم الفلاحية بالحراش

THESE

Présentée pour l'obtention du diplôme de Docteur en Sciences Agronomiques

Option : Santé Végétale et Environnement

Ecologie trophique de la loutre d'Europe

***Lutra lutra* L. 1758, liée à un écosystème aquatique saharien :
le barrage de Djorf Torba (Kenadsa - Béchar).**

Par

Zakia KACI

devant le jury composé de :

Président	M^{me} DAOUDI-HACINI S.	Professeure	ENSA
Directeur de thèse	M. SELLAMI M.	Professeur	ENSA
Co-Directeur	M. BICHE M.	Professeur	ENSA
Examineurs	M. SIBACHIR A.	Professeur	Univ Batna
	M. DJAZOULI Z.	Professeur	ESSAIA
	M^{me} BEHIDJ N.	Professeure	Univ Boumerdes

Dédicace

A la mémoire de mon cher Père. A ma très chère Mère. A mes chers Sœurs et Frères. A mes chers Nièces et Neveux. A ma très chère nièce MALEK, A ma belle-sœur. A tous les membres de ma famille. Je dédie ce modeste travail

A vous tous qui avez marqué ces années de ma vie et mon aventure de par votre aide, votre présence ou simplement votre bienveillance, je vous remercie infiniment et vous dédie ce manuscrit

ZAKIA KACI

Remerciements

Avant tout, je remercie le bon Dieu tout puissant, de m'avoir accordé la force, le courage, la volonté les moyens et beaucoup plus de la Santé pour la réalisation de ce travail.

Un remerciement spécial à ma chère et adoré mère pour son aide, son soutien, sa perception, sa disponibilité, ses encouragements et son oreille attentive qui me fait toujours prendre du recul et tellement de choses encore durant toutes les étapes de ma vie, qu'elle trouve ici l'expression de mes chaleureux remerciements « je t'aime Ayih ».

Que Madame Daoudi-Hacini, Professeure à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach soit assurée de ma respectueuse reconnaissance d'avoir fait l'honneur de présider le jury.

Je présente ici ma plus grande profonde reconnaissance à mon Directeur de thèse Monsieur Sellami Mahdi, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, pour avoir accepté de diriger cette thèse. Je le remercie aussi pour la confiance qu'il m'a témoignée et l'autonomie qu'il m'a accordée tout au long de la réalisation de ce travail.

Je tiens particulièrement à exprimer ma grande reconnaissance à Monsieur Biche. Mohamed, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, pour avoir accepté de co-encadrer ma thèse, a suivi avec beaucoup d'intérêt le déroulement de ce travail, malgré ses diverses occupations et sa lourde responsabilité. Je le remercie également pour tous les conseils constructifs qu'il m'a prodigué tout au long de mon travail, pour le temps qu'il m'a toujours consacré et pour avoir eu la patience de m'écouter dans les moments les plus difficiles et surtout pour sa constante disponibilité. Je lui adresse mon profond respect.

Je suis très redevable envers Monsieur Si Bachir. A, Professeur à l'Université de Batna. Merci d'avoir accepté de siéger parmi les membres du Jury et d'examiner ce travail.

Que Monsieur Djazouli Zahr-Eddine, Professeure à l'Ecole Supérieure des Sciences de l'Aliment et des Industries Agroalimentaires soit profondément remercié d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Je remercie vivement Madame Behidj-Benyounes Nassima, Professeure à l'Université de Boumerdes d'avoir acceptée d'examiner ce travail.

Je tiens à exprimer ma grande reconnaissance à Madame Denis. F, Maitre de Conférences à l'Université Le Mans (France), de m'avoir autorisé à effectuer un stage à la Station de la Biologie Marine de Concarneau (France) sur la biologie moléculaire. Pour ses conseils, ses remarques et ses encouragements.

J'exprime ma gratitude reconnaissance également aux personnels de l'Université Djilali Bounaama particulièrement Messieurs Bousalhih B., Karahacane T., Mokabli et Madame Baouche F Z, pour leurs encouragements.

Mes remerciements et ma reconnaissance vont également aux enseignants du département de Zoologie Agricole et Forestière de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique, plus particulièrement à Madame la Professeure Doumandji-Mitiche Bahia, à Monsieur le Professeur Doumandji S.E., au Docteur Chebli A. et le Professeur Chakali G. pour leurs encouragements incessants et leur soutien moral.

Je tiens également à remercier toutes les personnes du département de Zoologie Agricole et Forestière de l'ENSA pour leur aide dans l'acquisition du matériel nécessaire pour la réalisation de cette thèse en particulier Mesdames Hamida Fatima. Deni Aicha, OuldCherchali Soraya et Benzehra Faiza.

J'exprime ma profonde gratitude et mes remerciements à Monsieur Saadaoui Mohamed, Maitre de Conférences à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique pour avoir accepté de me réaliser l'étude statistique.

Ma gratitude va aussi à Monsieur le Directeur de l'Agence Nationale des Barrages et de Transfert qui m'a toujours accordé les autorisations d'accès au barrage de Djorf Torba. Je remercie également Madame Aguenini S, ingénieur au niveau de l'Agence des Barrages pour son aide précieux.

Mes remerciements vont également à Monsieur le Directeur de la pêche de la Wilaya de Béchar et Monsieur le Directeur du Barrage de Djorf Torba et son staff pour leur aide.

Je tiens à adresser mes remerciements les plus sincères à Monsieur, Salah Sahabi Abed, Directeur du Centre Climatologique National, qui m'a permis l'acquisition des données climatiques.

Les travaux sur le terrain n'auraient pu être réalisés sans la disponibilité du personnel technique du barrage en particulier Monsieur Abdennour Mohamed qui m'a toujours aidé dans le prélèvement des échantillons et sa disponibilité durant toutes les sorties.

J'adresse mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à Monsieur Kim Mohamed, Monsieur Bouakel Bachir pour leur aides indéniables lors de mes sorties sur le terrain.

Je ne saurais oublier aussi de témoigner toute ma reconnaissance et ma gratitude pour les personnes qui ont participé à ma formation lors mon passage à la Station de la Biologie Marine de Concarneau France en particulier la directrice de la station, Madame Ameziane N, sans oublier de remercier toute l'équipe de recherche : Madame Badou Aicha, Monsieur Robinet T, George M...

Mes vifs remerciements vont à tous les amis, et collègues qui m'ont soutenu et encouragé pour l'achèvement de ce travail.

Je remercie toute ma famille, mes ami(e)s, Afrah, Amina, Fazia, Imene, Karima, Kenza, Khalida, Khaoula Latifa, Nadjia, Nawel, Nazli, Sabrina, Sihem, Souhila, Thoraya, Wissem, Yamina et Zoubida.

Liste des figures

	Pages
Figure 1 : La Loutre d'Europe <i>Lutra lutra</i> dan le barrage de Dojrf Torba.....	6
Figure 2 : Empreinte de la loutre <i>L. lutra</i> déposé sur un rocher.....	12
Figure 3 : Quelques empreintes de la loutre <i>L. lutra</i> au niveau du barrage de Djorf Torba.....	12
Figure 4 : Eau usée au niveau du barrage de Djorf Torba.....	20
Figure 5 : Le public au niveau du barrage de Djorf Torba.....	20
Figure 6 : Cadavre d'une loutre <i>L. lutra</i> .au niveau du barrage de Djorf Toba.....	20
Figure 7 : Situation géographique de la wilaya de Béchar.....	24
Figure 8 : Variations des précipitations mensuelles moyennes de la région de Béchar (1990-2019).....	29
Figure 9 : Variations des températures moyennes, maximales et minimales de la région de Béchar (1990-2019).....	29
Figure 10 : L'humidité moyenne mensuelle de la région de Béchar (1990-2019).....	29
Figure 11 : Evolution de l'évapotranspiration de la région de Béchar (1990-2019).....	29
Figure 12 : Vitesse moyenne mensuelle du vent de la région de Béchar (1990-2019).....	29
Figure 13 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussens de la région de Béchar (1990-2019).....	29
Figure 14 : Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région d'étude, Béchar (1990-2019).....	30
Figure 15 : Localisation du barrage de Djorf Torba à Béchar.....	44
Figure 16 : Dépôt du filet maillant au niveau de l'amont du barrage.....	46
Figure 17 : Différentes étapes de préparation des os crâniens.....	46
Figure 18 : Quelques empreintes de la loutre <i>L. lutra</i> au niveau du barrage de Djorf Torba.....	49
Figure 19 : Partie amont et aval du barrage de Djorf Torba.....	49
Figure 20 : Prélèvement des empreintes au niveau du barrage.....	50
Figure 21 : Lot d'échantillonnage prélevé en amont du barrage.....	50
Figure 22 : Différentes étapes d'analyse du contenu des empreintes.....	50
Figure 23 : Espèces de poissons de la famille des Cyprinidae.....	58
Figure 24 : Espèces de poissons de la famille des Cichlidae.....	59
Figure 25 : Espèce de poissons de la famille des Centrarchidae.....	59
Figure 26 : Espèce de poissons de la famille des Percidae.....	59
Figure 27 : Espèce de poissons de la famille des Poeciliidae.....	59
Figure 28 : Os caractéristiques de Cyprinidae : a : complexe urophore, b : préoperculaire droit et gauche (face interne et externe), c : operculaire droit et gauche (face interne et externe).....	61
Figure 29 : Os pharyngien de Cyprinidé : m.a : marge ascendante, m.p : marge postérieure, m.d : massive dentaire.....	63
Figure 30 : Os pharyngiens de Cyprinidae à une rangée de dents pharyngiennes : a : <i>A. brama</i> , b : <i>C. carassius</i> , c : <i>P. parva</i> , d : <i>H. nobilis</i> , e : <i>H. molitrix</i>	63
Figure 31 : Os pharyngiens de Cyprinidae à deux rangées de dents pharyngiennes <i>A. alburnus</i>	63
Figure 32 : Os pharyngiens droit de Cyprinidae à trois rangées de dents pharyngiennes a : <i>L. pallaryi</i> , b : <i>C. carpio</i>	63
Figure 33 : Os d'un dentaire (face interne) de Cyprinidae : m a : marge antérieure, p c : processus coronoïde. a: foramen antéro-latérale, p s : pores sensorielles, i p : incisura postérieure, c : crête.....	66
Figure 34 : Os d'un dentaire des Cyprinidae: a : <i>A. brama</i> , b : <i>C. carassius</i> , c : <i>P. parva</i> , d : <i>A. alburnus</i> , e : <i>L. pallaryi</i> , f : <i>C. carpio</i> , g : <i>H. nobilis</i> , h : <i>H. molitrix</i>	66
Figure 35 : Os d'un maxillaire (face interne) de Cyprinidae : c.d : crête dorsale, p.p : processus postérieur, m.i : marge inférieure, p.a.a : processus ascendant antérieur.....	69
Figure 36 : Os d'un maxillaire des Cyprinidae (face interne) : a : <i>A. brama</i> , b : <i>C. carassius</i> , c : <i>P. parva</i> , d : <i>A. alburnus</i> , e : <i>L. pallaryi</i> , f : <i>C. carpio</i> , g : <i>H. molitrix</i> , h : <i>H. nobilis</i>	69
Figure 37 : Ecaille cténoïde de Percidae a : <i>S. lucioperca</i> , Centrarchidae b : <i>M. salmoides</i> , Cichlidae, c : <i>O. aureus</i>	71
Figure 38 : Opercule gauche et droit (face interne et externe) a : <i>M. salmoides</i> b : <i>S. lucioperca</i> , c : <i>O. aureus</i> d : <i>O. niloticus</i>	71
Figure 39 : Os pré-operculaire des Perciformes, a : <i>M. salmoides</i> , b : <i>S. lucioperca</i> , c : <i>L. gibbosus</i> , d : <i>O. niloticus</i> , e : <i>O. aureus</i>	71
Figure 40 : Os dentaire de Perciforme : f : foramens, p s : processus supérieur, p i : processus inférieur m a : marge antérieur.....	73
Figure 41 : Os dentaire droit de Cichlidae, a : <i>O. aureus</i> , b : <i>O. niloticus</i>	73
Figure 42 : Os dentaire gauche de Centrarchidae, a : <i>M. salmoides</i> , b : <i>L. gibbosus</i>	73
Figure 43 : Os dentaire droit de Percidae : <i>S. lucioperca</i>	74
Figure 44 : Os prémaxillaire d'un Perciforme.....	76

Figure 45 : Os prémaxillaire droit de Cichlidae, a : <i>O. niloticus</i> , b : <i>O. aureus</i>	76
Figure 46 : Os prémaxillaire droit de Centrarchidae, a : <i>M. salmoides</i> , b : <i>L. gibbissus</i>	76
Figure 47 : Os prémaxillaire droit de Percidae : <i>S. lucioperca</i>	76
Figure 48 : Os Préoperculaire droit de Poeciliidae de <i>G. affinis</i>	77
Figure 49 : Os dentaire gauche de Poeciliidae de <i>G. affinis</i>	77
Figure 50 : Evolution des proportions des proies dans un régime de la loutre (année 2015).....	86
Figure 51 : Evolution des proportions des proies dans un régime de la loutre (année 2019).....	87
Figure 52 : Evolution des proportions des proies dans un régime de la loutre (amont du barrage année 2019)	88
Figure 53 : Evolution des proportions des proies dans un régime de la loutre (aval du barrage année 2019)...	89
Figure 54 : Fréquence d'occurrence et abondance relative des taxons identifiés dans le régime alimentaire de la loutre durant l'année 2015 et 2019.....	91
Figure 55 : Occurrence relative du régime alimentaire de la loutre durant l'année 2015.....	93
Figure 56 : Abondance relative du régime alimentaire de la loutre durant l'année 2015.....	93
Figure 57 : Occurrence relative du régime alimentaire de la loutre durant l'année 2019.....	95
Figure 58 : Abondance relative du régime alimentaire de la loutre durant l'année 2019.....	95
Figure 59 : Occurrences et abondance relatives mensuelles du régime alimentaire de la loutre durant l'année 2015.....	100
Figure 60 : Occurrences et abondance relative mensuelles du régime alimentaire de la loutre durant l'année 2019.....	102
Figure 61 : Régime alimentaire de la loutre dans le barrage de Djorf Torba en occurrence relative et en abondance relative durant les quatre saisons (Année 2015).....	110
Figure 62 : Régime alimentaire de la loutre dans le barrage de Djorf Torba en occurrence relative et en abondance relative durant les quatre saisons (Année 2019).....	114
Figure 63 : Distribution des proies en terme de fréquence d'occurrence et d'abondance selon les saisons durant l'année 2015 et 2019.....	120
Figure 64 : Distribution des proies dans le régime de la loutre selon les saisons en fréquence d'occurrence (n=20).....	121
Figure 65 : Distribution des proies dans le régime de la loutre selon les saisons en abondance (n=20).....	122
Figure 66 : Occurrence relative et abondance relative du régime de la loutre entre l'amont et l'aval durant quatre saisons (Année 2019).....	128
Figure 67 : Distribution des proies dans le régime de la loutre selon les saisons entre l'amont et l'aval en fréquence d'occurrence.....	132
Figure 68 : Distribution des proies dans le régime de la loutre selon les saisons entre l'amont et l'aval en abondance.....	132
Figure 69 : Fluctuation mensuelles de la richesse spécifique dans le régime alimentaire de la loutre.....	137
Figure 70 : Fluctuations saisonnière de la richesse spécifique dans le régime alimentaire de la loutre.....	137
Figure 71 : Fluctuation mensuelles de l'indice de diversité de Shannon H' du régime alimentaire de la loutre.....	137
Figure 72 : Fluctuation saisonnières de l'indice de diversité de Shannon H' du régime alimentaire de la loutre.....	137
Figure 73 : Fluctuation mensuelle de l'indice d'équitabilité du régime alimentaire de la loutre.....	137
Figure 74 : Fluctuation saisonnière de l'indice d'équitabilité du régime alimentaire de la loutre.....	137
Figure 75 : Variation mensuelle du nombre total de proie durant l'année 2015.....	139
Figure 76 : Variation mensuelle du nombre moyen de proies par épreinte durant l'année 2015.....	139
Figure 77 : Variation mensuelle du nombre moyen de taxon par épreinte durant l'année 2015.....	139
Figure 78 : Variation mensuelle du nombre total de proies durant l'année 2019.....	139
Figure 79 : Variation mensuelle du nombre moyen de proies par épreinte durant l'année 2019.....	139
Figure 80 : Variation mensuelle du nombre moyen de taxon par épreinte durant l'année 2019.....	139

Liste des Tableaux

	Page
Tableau 1 : Dimension et poids de la loutre selon les auteurs.....	6
Tableau 2 : Nombre d'éprouette de la loutre prélevées mensuellement dans le barrage de Djorf Torba (2015 et 2019).....	48
Tableau 3 : Nombre total du peuplement piscicoles capturés dans le barrage durant l'année 2015 et 2019.....	57
Tableau 4 : Temps d'effort (en minutes) fourni pour le ramassage des éprouettes dans l'amont et l'aval du barrage durant l'année 2015 et 2019.....	80
Tableau 5 : Classement des proies dans les éprouettes de la loutre en amont et en aval du barrage durant l'année 2019.....	85
Tableau 6 : Régime global de la loutre dans le barrage de Djorf Torba.....	91
Tableau 7 : Analyse de variance pour la variable « proie ».....	115
Tableau 8 : Analyse de variance pour la variable « saison ».....	115
Tableau 9 : Classement des groupes homogènes de la fréquence d'occurrence pour la variable proie entre les quatre saisons (Test deTukey, année 2015).....	116
Tableau 10 : Classement des groupes homogènes de l'abondance pour la variable proie pour les quatre saisons (Test deTukey, année 2015).....	117
Tableau 11 : Classement des groupes homogènes de la fréquence d'occurrence pour la variable proie entre les quatre saisons (Test deTukey, année 2019).....	118
Tableau 12 : Classement des groupes homogènes de l'abondance du régime alimentaire pour la variable proie entre les quatre saisons (Test deTukey, année 2019).....	119
Tableau 13 : Résultats des paramètres statistique de position et dispersion.....	119
Tableau 14 : Résultats du test multivarié (Manova) durant l'année 2015 et 2019.....	125
Tableau 15 : Analyse de la variance de la variation saisonnière du régime entre sites.....	129
Tableau 16 : Classement des groupes homogène de la fréquence d'occurrence pour la variable proies durant les quatre saisons (Test de Tukey, amont et aval du barrage).....	130
Tableau 17 : Classement des groupes homogène de l'abondance pour la variable proies durant les quatre saisons (Test de Tukey, amont et aval du barrage).....	131
Tableau 18 : Résultats du test multivarié (Manova) entre l'Amont et l'Aval.....	133
Tableau 19 : Indices écologiques relatifs au régime alimentaire de la loutre d'Europe.....	134
Tableau 20 : Indice de similarité entre l'amont et l'aval du barrage durant l'année 2019.....	136
Tableau 21 : Variations mensuelles du nombre total et moyen de proies ingérées et du nombre moyen de taxon par éprouette.....	138

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I

PRESENTATION DE LA LOUTRE D'EUROPE *Lutra lutra* (L. 1758)

1 - Présentation de l'espèce.....	5
1.1 - Systématique.....	5
1.2 - Description.....	5
1.3 - Poids et mensuration.....	6
1.4 - Caractéristique anatomique.....	7
1.4.1 - Appareil digestif.....	7
1.4.2.- Appareil cardiorespiratoire.....	7
1.5 - Dimorphisme sexuel.....	7
1.6 - Répartition géographique.....	8
1.6.1 - Dans le monde.....	8
1.6.2 - En Europe.....	8
1.6.3 - En Afrique.....	9
2 - Ecologie.....	11
2.1 - Indices de présence.....	11
2.1.1 - Les épreintes.....	11
2.1.2 - Les empreintes.....	12
2.2 - Habitat et comportement territorial.....	13
2.2.1 - Habitat.....	13
2.2.2 - Comportement territorial.....	14
2.3 - Reproduction.....	14
2.4 - Régime alimentaire.....	16
3 - Cause de disparition.....	17
3.1 - La qualité de l'eau.....	17
3.2 - Le dérangement dû aux usagers de la nature.....	19
3.3 - L'altération physique des habitats.....	19
3.4 - La mortalité.....	19
4 - Statut de protection et de conservation.....	20
4.1 - Statut de protection.....	20
4.2 - Statut de conservation.....	21

Chapitre II

LE MILIEU D'ETUDE, BARRAGE DE DJORF TORBA

1 - Historique.....	23
2 - Situation géographique.....	23
3 - Caractérisation du climat.....	24
3.1 - Traitement des données climatiques.....	24
3.1.1 - Diagramme pluviothermique.....	25
3.1.2 - Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger.....	25
3.1.3 - Le climat de la région.....	25
3.1.3.1.- Les précipitations.....	26
3.1.3.2.- Les températures.....	26
3.1.3.3 - Facteurs climatiques secondaires.....	27
3.1.4 - Synthèse climatiques.....	28

4 - Le peuplement piscicole et les disponibilités alimentaires.....	31
4.1 - La famille des cyprinidés.....	33
4.1.1 - Le Barbeau <i>Luciobarbus pallaryi</i> (Pellegrin, 1919).....	33
4.1.2 - La Carpe commune <i>Cyprinus carpio</i> (Linné, 1758).....	34
4.1.3 - La Carpe argentée <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844).....	35
4.1.4 - La Carpe à grande bouche <i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Valenciennes, 1844).....	35
4.1.5 - La Brème commune <i>Abramis brama</i> (L. 1758).....	36
4.1.6 - Le Pseudorasbora <i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schelgel, 1846).....	37
4.1.7 - L'Ablette commune <i>Alburnus alburnus</i> (L. 1758).....	38
4.1.8 - Le Carassin <i>Carassius carassius</i> (L, 1758).....	38
4.2 - La famille des Cichlidés.....	39
4.2.1 - Le Tilapia du Nil <i>Oreochromis niloticus</i> (L. 1758).....	39
4.3 - La famille des Percidés (L. 1758).....	40
4.3.1 - Le sandre <i>Sander lucioperca</i> (L. 1758) ou perche brochet.....	40
4.4 - La famille des Centrarchidés.....	41
4.4.1 - Le Black bass <i>Micropterus salmoides</i> (Lacépède, 1802).....	41
4.4.2 - La perche soleil <i>Lepomis gibbosus</i> (L,1758).....	42
4.5 - La famille des Siluridés.....	43
4.5.1 - Le Silure glane : <i>Silurus glanis</i> (L, 1758).....	43

Chapitre III

METHODOLOGIE DE TRAVAIL

1 - Site d'étude.....	44
2 - Préparation de la collection de référence.....	44
2.1 - Etude des disponibilités alimentaires.....	44
2.1.1 - Techniques de pêche.....	45
2.2 - Etude ostéologique.....	45
2.2.1 - Dissection des poissons.....	45
2.2.2 - Techniques de préparations des os crâniens.....	45
3 - Régime alimentaire de la loutre.....	47
3.1 - Identification des épreintes de la loutre.....	47
3.2 - Méthode de prélèvement des épreintes.....	47
3.3 - Méthodes d'analyse du contenu des épreintes.....	48
3.4 - Identification et dénombrement des proies.....	51
4 - Qualité d'échantillonnage.....	52
5 - Effort échantillonnage.....	53
6 - Analyse du régime alimentaire par des indices écologiques.....	53
6.1 - Indice écologique de composition.....	53
6.1.1 - Abondance relative.....	53
6.1.2 - Fréquence d'occurrence.....	53
6.1.3 - Occurrence relative.....	54
6.2 - Analyse statistique du régime alimentaire de la loutre.....	54
6.3 - Indices écologiques de structure.....	54
6.3.1 - Richesse totale.....	54
6.3.2 - Indice de diversité de Shannon.....	54
6.3.3 - Indice d'équirépartition ou d'équitabilité.....	55
6.3.4 - Indice de Sørensen.....	55

Chapitre IV

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Partie 1 : Peuplement piscicole du barrage de Djorf Torba et descriptions des os crâniens

1 - Peuplement piscicole du barrage de Djorf Torba.....	57
2 - Description des os crâniens (Etude ostéologique).....	60
2.1 - Les Cypriniformes.....	60
2.1.1 - Les Cyprinidés.....	60
2.1.1.1 - Description des os pharyngiens.....	61
2.1.1.1.1 - Espèces à une rangée de dents pharyngiennes.....	61
2.1.1.1.2 - Espèces à deux rangées de dents pharyngiennes.....	62
2.1.1.1.3 - Espèces à trois rangées de dents pharyngiennes.....	62
2.1.1.2 - Description des dentaires.....	64
2.1.1.3 - Description des maxillaires.....	67
2.2 - Les Perciformes.....	70
2.2.1 - Les Cichlidae, Percidae et Centrarchidae.....	70
2.2.1.1 - Description de l'os pré-operculaire.....	70
2.2.1.2 - Description des dentaires.....	72
2.2.1.3 - Description des pré-maxillaires.....	74
2.3 - Les Cyprinodontiformes.....	77
2.3.1 - Les Poeciliidae.....	77

Partie 2 : Ecologie Trophique de la loutre *Lutra lutra*

1 - Résultats de prélèvement des épreintes.....	78
2 - Effort d'échantillonnage.....	79
3 - Qualité d'échantillonnage.....	79
4 - Expression des résultats du régime alimentaire par les indices écologiques de composition.....	90
4.1 - Régime alimentaire global de la loutre.....	90
4.2 - Régime alimentaire mensuelle.....	96
4.2.1 - Variation mensuelle du régime entre site amont et aval (année 2019).....	103
4.3 - Régime alimentaire de la loutre selon les saisons.....	107
4.3.1 - Résultats de l'analyse statistique de la variation saisonnière du régime.....	115
4.3.1.1 - Résultats de l'analyse de la variance (Anova) à un seul facteur.....	115
4.3.1.2 - Résultats du test de comparaison multiple.....	116
4.3.1.3 - Résultats de l'analyse statistique descriptive des variables.....	119
4.3.1.4 - Résultats de l'analyse de la variance multivariée (Manova).....	123
4.4 - Variation saisonnière du régime alimentaire de la loutre entre site (amont-aval) du barrage.....	126
4.4.1 - Résultats de l'analyse statistique de la variation saisonnière du régime entre site (amont-aval).....	129
4.4.1.1 - Résultats de l'analyse de la variance.....	129
4.4.1.2 - Résultats du test de comparaison multiple pour la variable proie entre l'amont et l'aval.....	129
4.4.1.3 - Résultats de l'analyse statistique descriptive des variables.....	131
4.4.1.4 - Résultats de l'analyse de la variance mutivariée (Manova).....	133
5 - Expression des résultats par des indices écologiques de structure.....	134
5.1 - Richesse totale.....	133
5.2 - Indice de diversité de Shannon.....	135
5.3 - Indice d'Equitabilité.....	136
5.4 - Indice de similarité.....	136
6 - Stratégie de chasse et alimentaire.....	138
Discussion.....	140
Conclusion.....	148

INTRODUCTION

Par sa situation géographique, au carrefour entre l'Europe, l'Afrique sub-saharienne et le Moyen Orient, le Maghreb est soumis à différentes influences climatiques et océaniques et constitue une zone de biodiversité remarquable pour la planète (Cosson *et al.*, 2005 in Denys *et al.*, 2015). Actuellement, la région méditerranéenne abrite 197 espèces de mammifères dont 52 (soit 25%) sont endémiques avec un tiers qui vit au Maghreb (Cheylan, 1990). La dernière synthèse pour les mammifères d'Algérie remonte à la synthèse de Le Berre (1991) et Kowalski et Rzebik-Kowaska (1991). Ces auteurs décrivent 107 espèces de mammifères recensées en Algérie. Plusieurs nouvelles espèces ont été rajoutées ou réhabilitées depuis, grâce aux analyses génétiques. Ainsi, Gaubert *et al.*, (2012) et Nicolas *et al.*, (2014a, b) montrent l'existence d'espèces non encore signalées en Algérie comme *Canis lupus lupaster*, *Crocidura pachyura* et *Gerbillus latastei*. Selon le dernier rapport sur la mise en œuvre de la convention sur la diversité biologique au niveau national (décembre 2014), la faune algérienne est constituée de 108 espèces de mammifères. Malheureusement, cette diversité biologique est perturbée et menacée par les actions anthropiques, comme l'expansion démographique et l'urbanisation croissante, la déstabilisation du littoral par les prélèvements accrus de sable pour la construction, les défrichements, l'industrialisation et la fréquence des feux de forêt. Cette fragmentation des habitats aboutit à l'isolement et/ou la disparition de populations animales.

Après l'indépendance sur le plan national, l'absence de lois, de textes d'application et de structures de gestion des ressources naturelles n'a fait qu'aggraver la situation. A ce titre l'Algérie a affiché une volonté politique de protection de l'environnement et de prendre en charge l'ensemble des aspects devant conduire à rétablir la situation et permettre à la flore et à la faune un développement en assurant leur pérennité. La mise en place d'une législation et réglementation a permis d'engager progressivement les bases de la gestion, de l'exploitation raisonnée et de la conservation de ces ressources. Ainsi, de nombreuses conventions internationales ont été signées. Citons à titre d'exemple la convention internationale pour la prévention de la pollution des eaux de mer par les hydrocarbures (1964), la convention pour la protection de la mer méditerranée contre la pollution (1981), la convention internationale sur la diversité biologique (1995).

La Loutre d'Europe, *Lutra lutra*, est un mammifère semi-aquatique qui utilise de manière complémentaire les habitats aquatiques et terrestres. Elle possède l'une des distributions des populations les plus importantes dans le monde (Kruuk 2006 ; Hung et Law, 2016). Elle est largement répandue en Europe (Lanszki *et al.*, 2016), dans une partie de l'Afrique du Nord et en Asie et déborde vers la Chine du sud et jusqu'à l'île de Sumatra (Iariviere et Jennings, 2009). On peut la rencontrer dans les hauts plateaux, les lacs, les rivières et ruisseaux, les marais, les forêts marécageuses et les zones côtières.

Pour la première fois la loutre a été signalée dans les années 30 par Heim De Balsac cité par Kowalski et Rzebik-Kowalski en 1991. Depuis, la loutre a recolonisé d'autres endroits à titre d'exemple, le barrage de Djorf-Torba dans la région de Kenadsa à Béchar. Le barrage est situé en milieu aride, en empruntant l'oued Guir qui est l'un des têtes de l'oued Saoura et qui vient du Haut Atlas marocain. Bien qu'elle est répandue depuis la côte atlantique du Maroc, jusqu'en Tunisie, sa répartition n'est pas bien connue. En Algérie, Klaa (1993) a dénombré 52 sites ayant reçu la visite du mustélidé. Le même auteur rapporte que des populations de loutre sont surtout inféodées aux zones côtières (El Kala, Jijel, Beni Belaid etc...). Dans le centre du pays, des épreintes (fèces) à l'odeur caractéristique ont été décelées sur les berges du Hamiz, aux abords de l'oued Mazafran et dans l'Oued Cheliff. Un individu a été rejeté par la mer à Bordj el Kiffan (Piquet, 1960). LeBerre (1990) rapporte que la loutre existe dans la vallée de la Saoura, à Igli, dans l'Atlas Saharien (Tiout, Djebel Amour) et Beni Abbès. Il considère que l'animal a été entraîné plus au sud au cours d'une crue.

Au cours du XX^e siècle, les populations de loutre d'Europe (*Lutra lutra*) ont subi un net déclin dans la plupart des pays européens (Mason et Macdonald, 1986 ; Loy *et al.*, 2010). L'Algérie n'a pas échappé à ce phénomène de régression généralisé sur l'ensemble de son aire de répartition où elle a disparu totalement de certains sites : cas de la région de Bordj El-Kiffan (Piquet, 1960). Les causes de raréfaction de l'espèce étant essentiellement liées à l'action de l'homme : piégeage, chasse au fusil, braconnage, pollution des eaux de surface, destruction des habitats, augmentation du trafic routier et perte d'habitat...(Prigioni *et al.*, 2007), c'est incontestablement sa protection légale¹ et l'interdiction d'usage des pièges à qui l'ont sauvée de l'extinction et, par-delà, lui ont permis de reconstituer progressivement ses effectifs sur certains réseaux hydrographiques (Rosoux, 1998 ; Lemarchand et Bouchardy, 2011 ; Balestrieri *et al.*, 2016).

L. lutra est listée comme « espèce vulnérable » dans la liste rouge de l'Union Mondiale de la Nature (UICN) signifiant qu'elle est soumise à un risque élevé d'extinction. Depuis, qu'elle est protégée depuis 1983, elle a commencé à recoloniser certains milieux aquatiques en raison de la qualité de l'eau et des disponibilités alimentaires qui se sont fortement améliorées. Le mustélidé est un super prédateur remarquable à plusieurs titres son régime alimentaire est très variable (temporellement et géographiquement) et peut inclure une grande variété d'animaux aquatiques. Son régime alimentaire est l'un des aspects les plus étudiés en Europe, pratiquement sur toute son aire de répartition. Les proies les plus représentées dans son régime sont les poissons (Clavero *et al.*, 2003 ; Lanszki et Sallai 2006, Prigioni *et al.*, 2006 ; Gorgadze, 2013 ; Krawczyk *et al.*, 2016 ; Bouros and Murariu, 2017), capturés près des berges ou du fond plutôt qu'en pleine eau. Les autres taxons tels que les amphibiens, les reptiles, les écrevisses, les crustacés, les insectes, les oiseaux et les mammifères complètent le régime avec des proportions variables, parfois très importantes (Clavero *et al.*, 2005 ; Smiroldo *et al.*, 2019). Si le régime alimentaire est assez bien connu en Europe, il l'est, à notre avis, beaucoup moins en Algérie surtout en zone aride.

Dans le contexte du réchauffement climatique, l'Algérie risque d'être touché agressivement par une aridité croissante dans les années à venir. Étant donné que la faible pluviométrie a fait que l'Algérie est classée sur la liste des pays pauvres en eaux, et le danger de pénurie, risquant de provoquer une sécheresse qui pourrait menacer l'équilibre écologique du barrage de Djorf Torba (Benaichata *et al.*, 2016). A cet effet, la gestion et le traitement des ressources en eaux superficielles doivent être un souci majeur. Dans le cadre d'une augmentation de l'aridité, il est possible que la loutre régresse rapidement. Connaître ses ressources alimentaires dans des oueds en stress hydrique nous paraît judicieux et indispensable pour comprendre la stratégie de l'animal face à ce problème.

Afin de mieux répondre aux enjeux de la conservation et de l'utilisation durable du milieu et de la biodiversité, nous avons mené une étude sur l'écologie trophique de la loutre dans un environnement saharien : le barrage de Djorf Torba se trouvant dans la région de Kenadsa dans la wilaya de Béchar. Il faut signaler qu'une seule étude renfermant des données ayant environ 18 années, réalisée dans le Parc National d'El-Kala (Algérie) qui a fait l'objet d'une publication (Libois *et al.*, 2015a). Toutefois, le but primordial de ce travail étant de déterminer quel type de stratégie alimentaire est développé par la loutre dans un écosystème saharien. Mais avant cela, une clé d'identification des ossements des différentes espèces de

poissons peuplant le barrage est indispensable dans la compréhension du régime alimentaire de la loutre.

De ce fait, la présente thèse a portée sur l'écologie trophique de la loutre dans un écosystème saharien et gravite autour de quatre chapitres. Le premier chapitre sera consacré à la description de l'animal, avec les différentes caractéristiques de son mode de vie, son statut de conservation. Le second situera le contexte géographique de nos prospections. Le matériel utilisé et la méthodologie appliquée sont mis en évidence dans le troisième chapitre. Le dernier chapitre est consacré à l'étude des disponibilités alimentaires par le biais d'un inventaire du peuplement piscicole inféodé au barrage dans le but de déterminer l'alimentation du mustélide en tant que seul prédateur du peuplement piscicole d'une part et d'analyser les variations mensuelle et saisonnière du régime durant deux cycles en fonction de deux sites, l'amont et l'aval du barrage de Djorf Torba. Enfin, nous achèverons cette étude par une comparaison de nos résultats avec des travaux antérieurs suivis de quelques recommandations.

CHAPITRE 1

PRESENTATION DE LA LOUTRE D'EUROPE
***Lutra lutra* (L. 1758)**

1 - Présentation de l'espèce

1.1 - Systématique

La Loutre d'Eurasie ou loutre d'Europe, (*Lutra lutra*) (L., 1758) est appelée également loutre commune dans les pays d'Europe, appartient à la classe des Mammifères, à l'ordre des Carnivores, du sous-ordre des Fissipèdes (Fissipeda), de la superfamille des Canoïdea, de la famille des Mustélidés (Mustelidae) (Grassé, 1955). Cette famille est la plus importante avec 67 espèces connues à l'échelle mondiale (Larivière et Jennings 2009). Les loutres peuplant la planète sont réunies au sein de la sous famille des Lutrinés, dont la classification a été quelque peu controversée. Récemment l'utilisation des outils moléculaires a permis d'améliorer les connaissances de la phylogénie des loutres qui sont réunies en 5 genres et 13 espèces (Fernandez-Maran *et al.*, 2001 ; La Fontaine, 2005 ; Lemarchand, 2007 ; Yoxon et Yoxon, 2019), parmi lesquelles on peut citer la loutre de mer (*Enhydra lutris*), la loutre géante du Brésil (*Pteronura brasiliensis*), la loutre de rivière (*Lontra canadensis*) et la loutre à joues blanches (*Aonyx capensis*).

1.2 - Description

La Loutre d'Europe est une espèce dotée d'un corps long et fuselé et d'une anatomie particulièrement bien adaptée au milieu aquatique, de forme allongée et fusiforme avec des pattes courtes et palmées lui permettant un déplacement rapide dans l'eau. La queue qui représente le tiers de la longueur totale du corps, longue et forte à la base, puis conique et pointue lui servant de propulseur et de gouvernail pendant la nage (LaFontaine, 2005; Lemarchand, 2007). La tête est petite, carrée, aplatie dorso-ventralement, ses oreilles sont petites et arrondies, les yeux sont écartés et petits (Alyre, 2006).

La Loutre possède plusieurs éléments de thermorégulation. La couche de graisse qui ne représente que 3% du poids du corps ne joue qu'un rôle secondaire. L'atout principal pour la lutte contre le froid est la fourrure qui varie de couleur brun foncé à la couleur chamois claire, et parfois elle présente une couleur plus claire, marquée également de taches blanches sur le ventre, le menton et le cou. Celle-ci est très dense avec une densité moyenne de 50 000 poils par cm² (Rosoux et Jacques, 2000), constituée de poils de bourre et de jarre. Les poils de

bourre sont très fins, courts, denses et laineux qui isolent la peau en emprisonnant de l'air et les poils de jarre, longs, brillants et lisses sur lesquels l'eau glisse (Jacques, 2006 ; Lemarchand, 2007) (Fig. 1). Sur terre, la Loutre utilise surtout l'odorat et l'ouïe. Sa vue est assez mauvaise et ne permet de percevoir que les mouvements. Sous l'eau, elle se sert de sa vue, mais surtout du sens extraordinaire du toucher que lui confèrent ses vibrisses, mesurant jusqu'à 25 cm et réparties sur le museau, la lèvre supérieure, la partie supérieure de la gorge et le pourtour des yeux.



Figure 1 : La Loutre d'Europe *Lutra lutra* dans le barrage de Djorf Torb

1.3 - Poids et mensuration

Selon LeClercq et Schmidt (2007), le poids moyen d'une loutre varie de 7 à 9 kg, mais elle peut atteindre 12 kg et mesurer 1,2 à 1,3 m de longue queue comprise. Sa morphologie fait d'elle le carnivore et le mustélide le plus adapté au milieu aquatique (Bouchardy *et al.*, 2008). Le tableau n°1 récapitule des dimensions données par certains auteurs.

Tableau 1 : Dimension et poids de la loutre selon les auteurs.

Dimensions	Longueur totale (cm)	Queue (cm)	Poids (Kg)
Bouchardy (1986)	Mâle 118,5 Femelle 104.3	30-40	Mâle 8,6 Femelle 6,8
Le Berre (1990)	65-75	45	5 - 10
Gaisler et Zejda (1995)	60-95	35-55	5 - 10
Rosoux et Jacques (2000)	Mâle 120	-	Mâle 8
Rosoux et Green (2004)	Femelle 100	-	Femelle 6
Kruuk (2006)	80 - 140	40-45	5 - 12
Richard-Mazet (2005)	Mâle 100-130 Femelle 90-120	Mâle 35-45 Femelle 35-40	Mâle 7 - 12 Femelle 5 - 8

1.4 - Caractéristiques anatomiques

1.4.1 - Appareil digestif

La denture de la loutre est typique des carnivores, organisée en incisives, canines, prémolaires et molaires avec 36 dents (Larivière et Jennings 2009), sa formule dentaire :

$\frac{1}{2}$ maxillaire : I : 3, C : 1, PM : 4, M : 1

$\frac{1}{2}$ maxillaire : I : 3, C : 1, PM : 3, M : 2

Le comptage des stries d'accroissement du cément des dents permet d'estimer l'âge des animaux. En pratique, leur aspect (nombre, usure générale, présence de tartre) permet de discerner les classes d'âge en jeunes, âgés ou d'âge intermédiaire (Alyre, 2006). Le tube digestif est de type monogastrique (œsophage, estomac, intestin grêle et côlon), mesure environ 3 mètres. Le temps de transit est court avec une moyenne de 3 heures (Kruuk, 1995, 2006). Le foie et le rein sont polylobes, fait unique chez les mustélidés pour ce dernier organe. Cette particularité prédispose l'espèce aux lithiases rénales (Lemarchand, 2007).

1.4.2 - Appareil cardiorespiratoire

La loutre d'Europe possède quatre lobes au poumon droit et deux au poumon gauche. Possédant un lobe supplémentaire au poumon droit par rapport aux autres mammifères, cette particularité constitue peut-être une adaptation à l'apnée (Lemarchand, 2007). L'animal ne dépasse pas la plupart de temps 45 secondes durant la plongée à une profondeur excédant rarement une dizaine de mètres (Jacques, 2006). Le cœur présente un aspect globuleux, presque sphérique avec des parois épaisses. Pendant toute la phase de plongée, le rythme cardiaque est ralenti (Lemarchand, 2007).

1.5 - Dimorphisme sexuel

Les mâles des loutres sont plus grands et plus lourds que les femelles, on retrouve cette particularité chez tous les mustélidés. Par contre les femelles ont un poids inférieur à celui des mâles d'environ 28% (Robin, 1991 in Capber, 2006). Pour expliquer ce dimorphisme,

Moors (1980) présente deux hypothèses. La première hypothèse serait une réduction de la concurrence alimentaire. En effet ce dimorphisme pourrait être une stratégie pour éviter la compétition entre individus de sexe opposé. Ceux-ci se nourrissent de proies de tailles différentes, les femelles ayant tendance à manger les proies de petite taille. Cependant ceci, n'a jamais été réellement prouvé.

La seconde hypothèse repose sur l'économie d'énergie. Les femelles présentant de petite taille dépenseraient moins d'énergie pour se déplacer ou chasser, énergie qui serait utilisée pour la reproduction. Ce dimorphisme serait étroitement lié à une stratégie de reproduction (Richard-Mazet, 2005). Les loutres ne vivant pas longtemps, il faut que chaque chance de reproduction soit un succès. De plus, seuls les mâles les plus grands et les plus forts gagnent les combats pour les femelles. Ce sont eux qui sont sélectionnés naturellement pour assurer la reproduction avec des chances de réussites beaucoup plus grandes. Le dimorphisme sexuel et la stratégie de reproduction sont intimement liés.

1.6 - Répartition géographique

1.6.1 - Dans le Monde

La loutre est l'espèce la plus répandue dans tous les continents du monde (Kruuk 2006 ; Hung and Law, 2016). Elle s'étend dans toute l'Europe et l'Asie, de l'Irlande à l'ouest jusqu'à l'est de la Russie, la Chine et la Corée du Sud. On les trouve également en petit nombre en Afrique du Nord (Maroc, Algérie et Tunisie) et au Moyen-Orient (Jo *et al.*, 2017 ; Ozkazanc *et al.*, 2019 ; Yoxon et Yoxon, 2019). Son aire de répartition s'étale des régions biogéographiques boréale, atlantique, alpine, continentale, annonienne, anatolienne, de la mer noire et de la Méditerranée (Lanszki *et al.*, 2016). L'espèce ne connaît donc aucune limitation écologique en Eurasie (Lemarchand *et al.*, 2012).

1.6.2 - En Europe

La loutre d'Europe, jusqu'à la fin du 19^{ème} siècle, est encore omniprésente et relativement abondante sur la majorité des réseaux hydrographiques et dans la plupart des zones humides d'Europe (Lignon *et al.*, 2006). Cette dernière a connu un sérieux déclin en

Europe occidentale entre 1960 et 1970. La loutre a disparue de l'ouest de l'Allemagne, de Suisse et du nord de l'Italie (Elmeros *et al.*, 2006).

Les côtes atlantiques, depuis le nord de la Norvège au sud du Portugal, hébergent encore des populations viables. Tandis qu'à l'Est, des populations sont prospères de la Finlande à la Grèce, en passant par les pays Baltes. C'est en périphérie de l'Europe que se trouve l'essentiel des populations lutrines (Mac Donald, 1993).

En France, la loutre présente sur l'ensemble du territoire. Durant les années 30 l'espèce a subi un important déclin, disparaissant d'abord du Nord et de l'Est du pays, puis du Centre et du Sud-Est. A la fin des années 80, l'espèce étend son aire de répartition le long de la façade atlantique et dans le Massif Central particulièrement sur les têtes de bassin de la Dordogne, de l'Allier et de leurs affluents pour ce secteur. En dehors de ces deux zones, les autres régions n'hébergent que quelques individus séparés des populations principales (Varanguin et Sirugue, 2008). A partir des années 90, des mouvements de recolonisation se sont amorcés avec notamment une progression en Bretagne et en Loire-Atlantique et une reconnexion des populations du littoral atlantique et du Massif central. Elle est aussi signalée de Belgique et au Luxembourg.

1.6.3 - En Afrique

Selon Jacques (2006), seulement quatre espèces de loutres hébergent l'Afrique ; la loutre d'Europe *L. lutra* (Algérie, Maroc et Tunisie), loutre à cou tacheté *Hydrictis maculicollis* :syn. *L. maculicollis* (Afrique sub-saharienne), la loutre à joues blanches *Aonyx capensis* (zones humides d'Afrique sub-saharienne, à l'exception dans les forêts tropicales d'Afrique centrale) et *Aonyx congicus* (Forêt tropicale d'Afrique centrale).

- Au Maroc

La Loutre d'Europe est partout même dans les régions désertiques en suivant les courts des oueds vers le sud jusqu'à ce que l'eau disparaisse par infiltration ou évaporation, le manque d'eau constitue le principal facteur limitant (Broyer *et al.*, 1988). Une baisse de la population a été marquée d'au moins 20% en trois générations, environ 18 ans (Cuzin, 1996).

Les grandes plaines cultivées ont été touchées par une régression de la loutre qui, en effet, est encore bien représentée dans les zones de moyenne altitude du Rif, surtout du moyen Atlas et du Haut Atlas. Au sud de ce massif, elle est présente dans des conditions souvent précaires à proximité des oueds, les plus importants : Ziz, Guir, Draa, Massa (Aulagnier et Thévenot, 1986. De même, elle occupe des zones littorales atlantiques (oued Asif Âit Aneur (Tamri), oued Oum-er-Rbia, oued Bou-regreg, près de Rabat, la lagune Moulay Bouselham) et méditerranéennes (Tétouan, oued Ouringa, oued Moulouya) (Libois *et al.*, 2015b) jusqu'à des lacs d'altitudes extrêmes situés à près de 2500 m, comme par exemple le lac d'Ifni (haut Atlas occidentale (Cuzin, 2003).

- En Tunisie

L'espèce est répandue au nord de la Tunisie et l'oued Medjerda qui constitue la limite sud de la loutre, la distribution de cette dernière semble coïncidée avec la densité de laurier rose (*Nerium oleander*). Les rivières du sud de l'oued Medjerda offre des habitats restreints pour ce mustélidé (Mac Donald et Masson, 1983).

- En Algérie

En Algérie, Klaa (1993) a dénombré 52 sites ayant reçu la visite du mustélidé ou l'abrite encore de nos jours. Le même auteur rapporte que des populations de loutre sont surtout inféodées aux zones côtières (El Kala et Jijel à Beni Belaid etc...). Dans le centre du pays, des empreintes ont été décelées sur les berges du Hamiz, aux abords de l'oued Mazafran et dans l'Oued Cheliff. En 1960, Piquet a rapporté qu'un individu a été rejeté par la mer à Bordj el Kiffan (ex Fort de l'eau). LeBerre (1990) rapporte que le mustélidé existe dans la vallée de la Saoura, à Igli, dans l'Atlas Saharien (Tiout, Djebel Amour) et Beni Abbès. Il considère que l'animal a été entraîné plus au sud au cours des crues.

Signalée dans les années 30 par Heim De Balsac cité par Kowalski et Rzebik-Kowalska en 1991, la loutre a recolonisé le barrage de Djorf-Torba dans la région de Kenadsa à Béchar, situé en milieu aride, en empruntant l'oued Guir qui est l'un des têtes de l'oued Saoura et qui vient du Haut Atlas marocain.

2 - Ecologie

2.1 - Indices de présence

Dans le milieu naturel, la loutre est très difficile à observer (Remy, 2006). L'animal étant fort et discret, la détection de sa présence repose sur deux principaux indices les épreintes et les empreintes.

2.1.1 - Les épreintes

Ce terme désigne les crottes de marquage territorial de la loutre et ce sont elles qui permettent le plus souvent de déceler avec certitude sa présence et constituent bien souvent pour l'observateur la seule preuve tangible de la présence de l'animal (Kruuk *et al.*, 1986). Elles sont très caractéristiques, un aspect relativement informe et variable selon l'alimentation. Ses dimensions sont également très variables, de l'ordre de quelques centimètres (2 à 5 cm), de couleur vertes quand elles sont fraîches et noires une fois sèches (Fig. 2).

Les épreintes contiennent également des restes des proies ingérés par la loutre, des écailles et des ossements de poissons légèrement musqués (LeClercq et Schmidt, 2007). Elle les dépose régulièrement sur tous les endroits représentant un point visuel au bord du cours d'eau, souvent sur une roche, au pied d'un arbre, au niveau d'une confluent de rivières ou d'un pont, l'entrée est souvent située sous l'eau (Richard-Mazet, 2005).

Le fumet très caractéristique de l'épreinte, assez douce et non désagréable qui rappelle l'odeur de poisson légèrement musqué constitue un critère indiscutable et plus fiable. Porteuses de signaux olfactifs, elles jouent un rôle dans la communication interindividuelle et dans l'organisation sociale de l'espèce (Rosoux et Jacques, 2000). Il est à noter que la plupart des épreintes sont abandonnées dans l'eau (Lignon *et al.*, 2006).

2.1.2 - Les empreintes

Bien reconnaissable, l'empreinte d'une loutre est constituée des pattes présentent quatre ou cinq doigts avec des pelotes digitales parfaitement ovales, de fortes et courtes griffes non rétractiles (Thiriet et Mercier, 2006). La palmure et les griffes marquent rarement (Rosoux et Jacques, 2000). Les traces des pattes sont nettes sur neige ou terre molle (Bang et Dahlstron, 1999). Les empreintes de la patte avant est plus profonde, les dimensions varient pour le pied antérieur de 5,2 à 6,5 cm de long sur 5,5 à 6,5 cm de large et pour le pied postérieur, lorsque le talon marque de 6,9 à 8,9 cm de long sur 5,8 à 8,8 cm de large (Chazel et Da Ros, 2002) (Fig. 3).



Figure 2 : Empreinte de la loutre *L. lutra* déposée sur un rocher



Figure 3 : Quelques empreintes de la loutre *L. lutra* au niveau du barrage de Djorf Torba

2.2 - Habitat et comportement territorial

2.2.1 - Habitat

La Loutre est un carnivore semi-aquatique, ubiquiste et opportuniste. Ceci signifie qu'elle peut, quelques soient les facteurs climatiques et environnementaux, fréquenter tous les milieux aquatiques et palustres, pourvu qu'elle puisse y trouver de la nourriture en suffisance, de l'eau douce et des zones de quiétude pour ses gîtes de repos dans son domaine vital.

L'ensemble des milieux aquatiques et des zones humides sont des habitats potentiels pour l'espèce. La Loutre fréquente différents biotopes, des eaux douces, jusqu'aux milieux marins. Elle a besoin d'eau toute l'année (Jacquet, 2007). La Loutre préfère les rivières larges à débit lent et riches en poissons, la présence d'une ripisylve abondante offrant plusieurs gîtes est essentielle (Varanguin et Sirugue, 2008). Comparativement aux ruisseaux et torrents de montagne qui sont peu exploités, les lacs, étangs et marais abritent de grandes densités de loutre en raison de l'abondance de la nourriture ((Erlinge, 1969 et Bouchardy, 1986). Les côtes marines peuvent héberger également des loutres (Shilling *et al.*, 1986).

Si le mustélidé n'est pas exigeant pour ce qui est dans le choix des habitats et lieux d'alimentation, il l'est par contre dans le choix des gîtes. D'après Lemarchand *et al.*, (2012), la loutre est active tout au long de l'année, utilise plusieurs types de gîtes au cours de son cycle vital et de l'exploitation de son territoire. Pour se reposer, entretenir son pelage, et bien sûr pour élever ses jeunes, la loutre doit disposer, au sein de son territoire, de sites parfaitement sécurisés bien à l'abri du dérangement ou d'éventuels prédateurs (Mason et Mac Donald, 1993 ; Rosoux, 1995 ; Rosoux et Green, 2004 ; Kruuk, 2006). On en distingue trois grandes catégories. :

Les couches sont de simples lieux de repos, à même le sol et à ciel ouvert où la loutre sèche et entretient sa fourrure, et où elle doit entre deux périodes de chasse, la nuit, ou au cours de la journée si la quiétude des lieux le permet.

Les abris sont utilisés par la loutre pour le repos diurnes et ou nocturnes, mais situées sous l'abri d'un rocher ou d'un éboulis, des racines etc... La loutre en marque généralement l'entrée et le chemin qui y mène à l'aide de ses épreintes.

Les catiches peuvent être comparées à un terrier (la loutre ne le creuse pas). Ce type de gîte peut se rencontrer sous les racines d'un gros arbre de la berge, dans un arbre creux, dans les éboulis rocheux. Ce sont les couches et les abris qui sont nombreux dispersés le long du territoire d'une loutre. Les catiches sont en nombre inférieur.

2.2.2 - Comportement territorial

Comme la plupart des Mustélidés européens, la Loutre est un animal territorial du type individualiste mis à part le groupe familial qui peut constituer d'une femelle et des jeunes (Bouchardy, 1986; Rosoux et Jacques, 2000). Les mâles disposent d'un domaine vital nettement plus grand que celui des femelles, le domaine vital du mâle peut atteindre 40 km et peut englober ou chevaucher le territoire d'une ou plusieurs femelles (Green *et al.*, 1984; Rosoux et Green, 2004 Lemarchand, 2007). Le territoire peut atteindre 20 à 50 km de linéaire de rivière, et éventuellement recouper ainsi plusieurs territoires de femelles reproductrices, dont la taille n'excède guère 5 à 20 km de linéaire (Rosoux, 1998 ; Rosoux et Green, 2004), il est de taille variable en fonction de la richesse du milieu en proies, n'effectuant aucune migration ou hibernation.

2.3 - Reproduction

La maturité sexuelle est atteinte vers l'âge de deux à trois ans (Mason et Macdonald 2009), ce qui est tardif pour un petit carnivore. De plus, il est rare que les femelles donnent naissance à des jeunes avant d'avoir atteint l'âge de quatre à cinq ans (Hauer *et al.*, 2002).

Le mâle ne rencontre la femelle sur son territoire qu'en période de rut au cours duquel les deux individus se livrent à des jeux aquatiques (Gaisler et Zejda, 1995; Rosoux, 1998; Lemarchand et Bouchardy, 2010). C'est l'unique moment où les couples se forment pour quelques jours (Le Berre, 1990). La reproduction peut avoir lieu à n'importe quelle période de l'année ce qui est unique dans la grande famille des mustélidés. C'est la disponibilité d'un site

de mise-bas et d'une ressource alimentaire suffisante qui influent sur la probabilité de reproduction d'avantage d'un caractère saisonnier (Lemarchand *et al.*, 2012). L'accouplement a lieu principalement dans l'eau et dure 10 à 50 mn (Capber, 2006) et une fois le rut terminé, la femelle repousse le mâle qui regagnera son propre domaine vital.

La phase de gestation est de 60 à 63 jours (Schilling et Singer, 1983; Rosoux et Green, 2004), pendant cette phase la femelle se cantonne à un territoire plus restreint où elle choisira une catiche, proche de l'eau, à l'abri des prédateurs et du dérangement. La portée est en moyenne de deux petits, parfois trois et exceptionnellement quatre (Ruiz-Olmo *et al.*, 2002; Alyer, 2006).

À la naissance, les loutrons sont nus et aveugles, leur fourrure n'est qu'un fin duvet gris-clair, et ils sont très dépendants de leur mère, mesurent environ 12 cm et pèsent chacun à peine 100-120 g (Wayre 1979; Heggberget et Christensen 1994; Mason and Macdonald 2009). La femelle ne s'absente que très brièvement pour chasser, et consacre beaucoup de temps à les allaiter et les réchauffer. Après environ un mois, leurs yeux s'ouvrent et les dents de lait apparaissent. Les petits resteront dans la catiche environ deux mois et seront sevrés vers quatre mois et deviendront réellement autonomes vers l'âge de huit mois en général (LeClerq et Schmidt, 2007). Ils resteront dans l'espace vital maternel quelques mois supplémentaires, puis en disparaîtront progressivement. Durant cette période d'apprentissage essentielle, les petits apprendront à nager et chasser, tout d'abord sur des proies étourdiées par leur mère (Bouchardy, 1986 ; Rosoux et Green, 2004).

La première mise-bas a lieu souvent entre deux et trois ans. Les femelles sont souvent accompagnées de petits de l'année voire de l'année précédente, les jeunes migrent à la conquête de nouveaux territoires. La longévité est de 16 ans en captivité. Cependant, rares sont les individus qui dépassent l'âge de dix ans (Ansorge *et al.*, 1997). L'espérance de vie n'excède pas quatre à cinq ans in natura (Rosoux et Green, 2004; Kruuk, 2006).

2.4 - Régime alimentaire

Espèce super prédatrice, qui s'adapte à la diversité et à la production des milieux aquatiques (Mason et Macdonald, 1986 ; Rosoux et Jacques, 2000; Lanszki et Molnar, 2003). La loutre a besoin d'une ration quotidienne de 10 à 15 % de son poids corporel, soit environ 600 à 1200 gr par jour (Wayre, 1979 ; Lemarchand *et al.*, 2012).

La loutre est principalement consommatrice de poissons, qui constituent 50 à 90 % de son régime alimentaire (Erlinge, 1969 ; Webb, 1975 ; Bouchardy, 1986 ; Ruiz-Olmo et Palazon, 1997 ; Clavero *et al.*, 2003, Lanszki et Sallai 2006, Prigioni *et al.*, 2006, Gorgadze 2013 ; Krawczyk *et al.*, 2016, Bouros et Murariu, 2017). La loutre est capable de varier son régime, lorsque la biomasse piscicole est insuffisante, elle chasse les micromammifères (rats musqués, jeunes ragondins), les oiseaux (canards, poules d'eau), les batraciens (crapauds et grenouilles), de reptiles (couleuvres aquatiques), de crustacés (écrevisses), d'autres invertébrés (insectes, mollusques).

La sélection des proies dépend de leur abondance et de leur comportement. La Loutre chasse essentiellement dans l'eau, elle choisit les espèces faciles à capturer (Lignon *et al.*, 2006). Les petits poissons dominent largement le régime et sont consommés dans l'eau (Libois, 1995) alors que les grosses proies sont ramenées sur la berge et étêtées (Richard-Mazet, 2005). Le régime de la loutre est donc très diversifié et il varie dans l'espace et le temps. Certaines proies comme les batraciens étant d'avantage consommées à la fin de l'hiver lors des rassemblements de ces espèces pour la reproduction (Bouchardy, 1986; Kruuk, 2006).

La loutre est donc une espèce opportuniste, presque toutes les espèces présentes dans son milieu peuvent figurer à son menu (Wise *et al.*, 1981). Elle ne montre pas de préférence particulière pour une espèce ou une autre, c'est la plus abondante ou l'individu le plus facile à capturer que la loutre choisira : c'est ce que l'on appelle la « *loi du moindre effort* ».

En Algérie, des travaux sur le régime alimentaire de la loutre ont été menés, celui de Ghalmi (1997) qui a eu lieu à El Kala. L'auteur note une dominance des poissons appartenant à la famille des cyprinidés. Trois d'autres études ont été effectuées dans le barrage de Djorf

Torba à Béchar par respectivement Khetar (2009), Nait Larbi (2011) et Kaci (2014). Les trois auteurs ont montré qu'une espèce de Barbeau (*Luciobarbus antinorii*) d'après Bouhadad (1993) occupe la première place dans le menu du mustélidé.

3 - Causes de disparition

La maturité sexuelle relativement tardive, le faible nombre de jeunes à la naissance, la faible longévité, la forte mortalité juvénile et une longue période d'apprentissage des jeunes sont plusieurs paramètres qui expliquent que les loutres d'Europe ont généralement très peu de descendants et que le recrutement est très faible. Au vue de leurs vastes domaines vitaux, les loutres n'atteignent jamais des densités très élevées pour un secteur donné (Lemarchand *et al.*, 2011).

Deux facteurs principaux sont responsables du déclin de la loutre : le piégeage et la chasse (Lodé, 1993 ; Beslagic et Delaigue 2017). Elle est persécutée pour la qualité de sa fourrure et sa prédation sur la faune piscicole (Kranz, 1998; Richard-Mazet, 2005 ; Rasooli *et al.*, 2007) qui en faisait une concurrente de l'homme. Cette deuxième raison a conduit à l'organisation d'une lutte intensive à partir de 1929, dans le but de l'éradiquer grâce à des campagnes de piégeage (loutrerie). Cette destruction intentionnelle conjuguée à la dégradation de son habitat à partir des années 1950 explique la forte régression qu'elle a connue au cours du XXème siècle (Mac Donald et Mason, 1994 ; Rosoux et Green, 2004).

A partir de la moitié du 20ème siècle, l'animal est considéré comme étant en danger (Ruiz-Olmo, 2006). En dehors de sa destruction directe, d'autres facteurs peuvent être la cause de la disparition ou la raréfaction de la loutre.

3.1 - La qualité de l'eau

Selon Lemarchand *et al.*, (2012) une des conditions pour que la loutre puisse se conserver dans un secteur donné, il faut que les eaux doivent être plus ou moins de bonne qualité.

Les polluants retrouvés dans les eaux de surfaces sont potentiellement très néfastes aux loutres. Bien qu'il soit difficile de mesurer leurs effets sur les organismes et sur les populations et de connaître leur rôle respectif, il semble qu'ils aient joué un rôle important dans le déclin de l'espèce, particulièrement pendant la seconde moitié du XX^{ème} siècle (Weber, 1990 et 1993 ; Mason, 1997 ; Kruuk, 1997 ; Kruuk, 2006 ; Loy *et al.*, 2010).

Comme cause majeure responsable du déclin de la population et de la réduction de la répartition des loutres, c'est la pollution de l'eau (Fig. 4) (Mason et Macdonald 1987a, 1987b; Conroy et Chanin, 2000; Kruuk 2006; Loy *et al.*, 2010; Koelewijn *et al.*, 2010), dus aux pesticides organochlorés, aux PCBs, aux métaux lourds, aux hydrocarbures, aux rejets domestiques (Mac Donald, 1993; Aroos *et al.*, 2001 Roos *et al.*, 2001, 2010, 2012).

Ces derniers sont liés aux activités humaines qui contaminent les loutres par phénomène de bioaccumulation (concentrations dans les proies se cumulant jusqu'au prédateur). Des études éco-toxicologiques, telle que celle réalisée par (Jônson *et al.*, 1993 ; Kruuk et Conroy 1996 ; Ruiz-Olmo *et al.*, 1998 et Lemarchand *et al.*, 2007) ont montré le rôle important des métaux lourds ainsi que des contaminants organiques, plus particulièrement des composés organochlorés (PCBs), dans la détérioration des populations de loutres en Europe occidentale. En ce qui concerne le Dichloro diphényle trichloroéthane (DDT) à des concentrations de 2 à 3,3 ppm en poids frais de poisson entraînent des insuffisances de la reproduction chez les mustélidés (Ruiz - Olmo et Delibes, 1993).

Les métaux lourds ont également un effet néfaste sur la reproduction de la loutre avec inhibition de la formation des spermatozoïdes (Plomb et Cadmium) Les nitrates à une concentration supérieure à 170 kg/ha semblent incompatibles avec la survie de la loutre. Les hydrocarbures particulièrement à proximité des routes, détruisent le pelage et causent une toxicité supplémentaire en cas d'ingestion lors de la toilette (Alyre, 2006).

Ces substances toxiques peuvent provoquer des troubles du comportement, la stérilité voire même la mort des loutres ou agir de manière indirecte, en appauvrissant la faune aquatique dont elles se nourrissent (Varray, 2011).

3.2 - Le dérangement dû aux usagers de la nature

La Loutre est souvent considérée comme une espèce ayant besoin d'une grande tranquillité. Cependant, le dérangement se traduit par une perte d'énergie pouvant mettre en péril la survie, il peut également entraîner le décantonnement des individus. Ainsi, il est important de prendre en compte sa sensibilité au dérangement en période de reproduction (Ménage *et al.*, 2015). Les femelles semblent plus sensibles que les mâles car elles ont besoin de tranquillité lorsqu'elles mettent bas ou bien surtout quand elles élèvent leurs loutrons.

Le public, principalement ceux qui pratiquent des activités récréatives, peuvent constituer une source de dérangement : les randonneurs, les pêcheurs etc...(Fig. 5). En revanche, la loutre tolère un minimum de dérangement. En cas de dérangement majeur, l'animal peut désertier le site (Bouchardy, 1986).

3.3 - L'altération physique des habitats

La perte d'habitats des berges comme l'assèchement des marais et la suppression des ripisylves affecte les loutres (Delibes, 1993 et Alyre, 2006). Le manque d'eau peut être néfaste pour le mustélide : cas des cours d'eau que subissent de fortes réductions de débit voire l'assèchement total en été en Afrique du Nord (Jimenez et Lacomba, 1991).

3.4 - La mortalité

Les causes de mortalité directe due à l'Homme sont multiples particulièrement les voyages accidentels dans les engins de pêche. Ghalmi (1997) a noté que, dans le parc d'El Kala, les loutres se font prendre facilement dans les nasses où elles meurent, en s'attaquant aux anguilles. Par ailleurs, la mortalité par noyade : comme système de protection dans certains pays, comme la Grande Bretagne ou le Danemark, des grilles sont placées à l'entrée des pièges pour faciliter le passage qu'aux poissons mais pas aux loutres (Richard-Mazet, 2005).

Egalement, comme autre facteur de mortalité, nous avons la mortalité routière qui est considérée la première source de mortalité (Körbel, 1995 ; Kruuk, 2006). Selon Rosoux et

Tournebize, (1993), la mortalité attribuée aux collisions varie entre 77,45 % et 80 % (Lemarchand, 2007). En France par exemple, plus de 300 loutres ont été écrasées par les voitures depuis le début des années 1980 (Lemarchand *et al.*, 2012) (Fig. 6)



Figure 4: Eau usée au niveau du barrage de Djorf Torba



Figure 05 : Le public au niveau du barrage de Djorf Torba



Figure 6 : Cadavre d'une loutre *L. lutra* au niveau du barrage de Djorf Torba



4 - Statuts de protection et de conservation

4.1 - Statut de protection

La protection de la loutre d'Europe est régie par divers traités et lois tant au niveau international que national:

Au niveau mondial, la loutre fait partie de l'annexe I de la convention de Washington (CITES) de 1973 qui régle le commerce international des espèces de la faune et de la flore sauvages menacées d'extinction, ce qui implique que le commerce international (importation, exportation et réexportation) des spécimens de loutre d'Europe est interdit sauf si l'importation est faite à des fins de recherche scientifique.

Au niveau européen, la loutre est inscrite à l'annexe II des espèces de faune strictement protégées de la convention de Berne (1979) qui a pour but d'assurer la conservation de la vie, sauvage et du milieu naturel de l'Europe par une coopération entre les états. La loutre est inscrite également dans l'annexe II des espèces d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation des zones spéciales de conservation et à l'annexe IV des espèces d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte de la Directive Habitat Faune Flore 92/43 CEE du conseil de l'Europe du 2 mai 1992 qui a pour objectif de maintenir ou de rétablir la biodiversité dans l'Union européenne.

Sur la liste mondiale de l'UICN (2009) la loutre d'Europe est inscrite dans la catégorie «espèce quasi menacée» (nearth reaterred) c'est-à-dire espèce proche du seuil des espèces menacées et qui pourrait être menacée en l'absence de mesures de conservation spécifiques.

En Algérie, la protection intégrale de l'espèce n'est intervenue que tardivement. Elle est protégée par le décret n° 85 50 du 20 Août 1983 et par arrêté du 17 janvier 1995.

4.2 - Statuts de conservation

Le statut de conservation de la loutre a été évalué à quatre échelles géographiques dans les listes rouges de l'UICN :

- Dans la liste rouge mondiale des espèces menacées (l'UICN, 2017) : la loutre est inscrite dans la catégorie « Espèce quasi menacée » (NT : Near Threatened), ou sont classées les espèces proches du seuil des espèces menacées ou qui pourraient être menacées en l'absence de mesures de conservation spécifiques. La tendance de population est considérée à la baisse.

- Dans la liste rouge européenne des espèces menacées (Temple et Terry, 2007)
- Dans la liste rouge des espèces menacées de mammifères méditerranéens (Temple et Cuttelod, 2009).

La loutre est inscrite dans la catégorie « Espèce quasi menacée » (NT : Near Threatened), ou sont classées les espèces proches du seuil des espèces menacées ou qui

pourraient être menacées en l'absence de mesures de conservation spécifiques. Aucune mention sur la tendance des populations n'est faite.

- Dans la liste rouge de France métropolitaine des espèces menacées dressée par l'UICN, le MNHN, la SFEPM et l'ONCFS, le mustélide est classé dans la catégorie « Préoccupation mineure » (LC : Least Concerned). La tendance globale des populations est estimée à la hausse. Cependant, dans plusieurs régions de son ancienne aire de répartition, elle est classée dans les catégories « En danger » (Bourgogne), « En danger critique d'extinction » (Rhone-Alpes), ou considérée comme « Eteinte régionalement » (Picardie, Haute-Normandie).

CHAPITRE 2

LE MILIEU D'ETUDE «BARRAGE DE DJORF TORBA»

1 - Historique

Le Barrage de Djorf Torba est localisé dans la wilaya de Béchar, construit en 1969 sur l'Oued Guir, il contrôle un vaste bassin versant de 22000 km² avec une capacité de 360 millions de m³. Depuis 1985, sa mise en service avait pour but l'alimentation en eau potable des trois villes de Béchar, Kenadssa et Abadla et d'autre part pour l'irrigation d'environ 6000 ha pour le périmètre agricole d'Abadla. (Kabour *et al.*, 2010 et 2016). Il est le seul milieu aquatique implanté en région saharienne.

2 - Situation géographique

La wilaya de Béchar se situe au sud-ouest de l'Algérie à 980 Km de la capitale Alger d'une superficie approximative de 161.400 Km², soit 6,77% environ du territoire national, la Wilaya de Béchar occupe le 5ème rang par rapport à l'ensemble des wilayats du pays. Elle est limitée au Nord par la Wilaya de Naâma, à l'Est par la wilaya d'El Bayadh, à l'Ouest par le Royaume du Maroc, et au Sud par les Wilayas d'Adrar et Tindouf. Elle comprend 21 communes (Bendida, 2012).

La commune de Bechar s'étend sur une superficie de 5050 km² (Kabour *et al.*, 2010). La population de la ville est de 194204 habitants en 2015, dont 80 % sont approvisionnés en eau potable à partir du barrage Djorf Torba et 20% le sont à partir des eaux souterraines (Kendouci, 2018).

L'Algérie dispose actuellement de soixante-douze barrages hydrauliques en exploitation pour une capacité de stockage de sept milliards m³. Le barrage occupe le quatrième rang en Algérie. Il est considéré comme étant parmi les plus grands barrages d'Algérie avec une hauteur de 37 mètres, sa longueur est environ de 500 km (Fig. 7). Il est le seul milieu aquatique implanté en région saharienne.

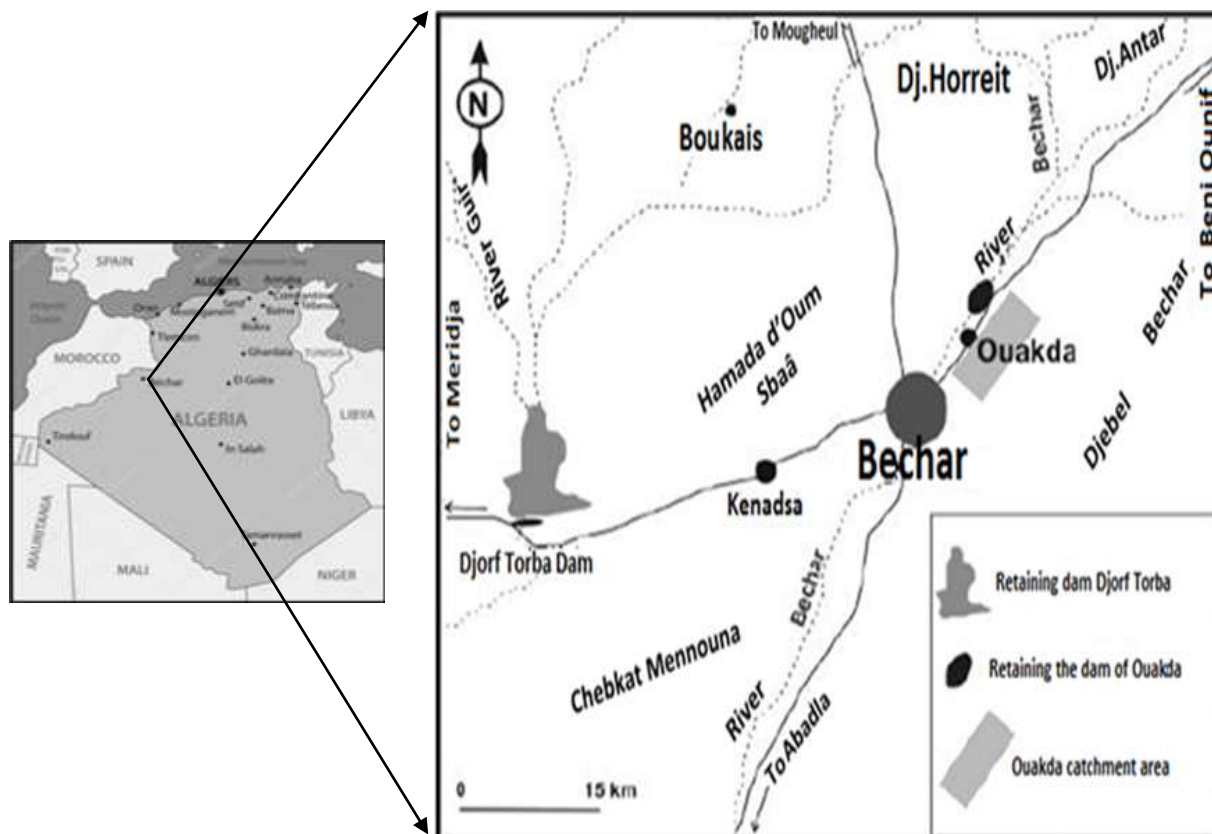


Figure 7 : Situation géographique de la wilaya de Béchar (Kabour, 2010).

3 - Caractérisation du climat

Le climat de la région d'étude est de type désertique. Du moment qu'il n'existe pas de stations météorologiques aussi bien au sein du barrage, qu'au niveau de la ville de Kenadsa nous nous sommes basés sur les données de l'Office National de la Météorologie de Dar El Beida dans la wilaya d'Alger pour une période de 30 ans (1990-2019), les données sont complètes et concernent tous les paramètres climatiques (précipitations, températures moyennes annuelles, maximales, minimales, l'humidité, le vent et l'évapotranspiration).

3.1 - Traitement des données climatiques

Plusieurs paramètres ont été utilisés pour caractériser le climat de cette région.

3.1.1 - Diagramme pluviothermique

Le diagramme pluviothermique de Gaussen et Bagnouls permet de visualiser la position et de quantifier la durée de la période sèche de l'année. Cette dernière est l'ensemble où le total mensuel des précipitations exprimé en mm est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle exprimée en °C : $P \leq 2 T$ (Bagnouls et Gaussen, 1953).

3.1.2 - Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

Pour le climat méditerranéen, Emberger (1955) a proposé un quotient pluviothermique (rapport entre les précipitations et les températures moyennes annuelles) et un climatogramme qui permettent de distinguer les différents étages climatiques méditerranéens aussi que les variantes de chaque étage. Il combine graphiquement entre le quotient pluviothermique (Q_2) et la température moyenne du mois le plus froid (m), dont la formule est la suivante.

$$Q_2 = \frac{2000 P}{M_2 - m_2}$$

Où

- P : Précipitations moyennes annuelles en mm
- M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud
- M : Température moyenne minimale du mois le plus froid en degré Kelvin

3.1.3 - Le climat de la région

Le climat méditerranéen est souvent caractérisé par une longue saison sèche estivale, des températures hivernales relativement clémentes et une pluviométrie faible et extrêmement variable. Son originalité est affirmée par l'existence d'une période sèche axée sur la saison chaude, de durée variable. L'existence d'étés chaud et sec constitue un critère déterminant pour individualiser ce type de climat (Quézel et Médail, 2003 ; Dajoz, 1996 ; Lionello *et al.*, 2006). En fait, ces traits généraux cachent une grande disparité marquée par des grandes variations dans l'espace et des contrastes saisonniers extrêmement prononcés (Skouri, 1994). Ce qui est dû au fait que les régions méditerranéennes sont parcourues en hiver par les cyclones du front polaire et envahies en été par les hautes pressions subtropicales (Demangeot, 1986). Les cyclones du front polaire apportent froid et humidité alors que les

pressions subtropicales font remonter de l'air chaud et sec. Il en résulte que les climats méditerranéens, sont des climats instables du fait des effets marquants et contrastés de ces deux types de masse d'air ; la mer Méditerranée n'exerce en définitive qu'un rôle régulateur assez limité. Cette variabilité et cette instabilité se manifestent aussi bien au niveau des températures et de la pluviométrie qu'au niveau des vents (Skouri, 1994).

3.1.3.1 - Les précipitations

Les précipitations constituent un facteur climatique primordial pour déterminer le climat d'une région donnée (Seltzer, 1946). La répartition des précipitations moyennes mensuelles exprimées en mm allant de 1990-2019 est illustrée dans la figure n°8.

La figure n°8 montre une faiblesse et une irrégularité des pluies dans la région de Béchar. Cette dernière est caractérisée par une allure typiquement méditerranéenne de l'évolution intra-annuelle des précipitations, avec un minimum en période estivale centré sur juillet et août. Cependant, le mois le plus arrosé est représenté par le mois d'octobre avec un taux de 16,67 mm, apparaissant souvent sous forme d'averses ou de pluies orageuses violentes. La moyenne enregistrée durant cette période est de 100,75 mm avec un maximum de 238,4 mm en 2008 et un minimum de 13 mm en 2001 (Annexe n°01).

3.1.3.2 - Les températures

La température représente un facteur limitant de toute première importance à l'échelle du bassin méditerranéen, elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne la répartition des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 2003).

La figure n°9 illustre les données de températures moyennes mensuelles, les températures moyennes mensuelles maximales et les températures moyennes mensuelles minimales de la région de Béchar durant la période 1990-2019.

L'examen des résultats des températures moyennes mensuelles reportés dans la figure n°9 font ressortir que la température varie entre 9,79°C et 34,59°C. Les mois de juillet et aout sont les mois les plus chauds de l'année et les mois les plus froids sont décembre et janvier. La moyenne mensuelle des températures maximales sont les plus élevées entre le mois de juin et de septembre où température varie entre 34,12°C (septembre) et 40,22°C (juillet). Les températures minimales extrêmes du mois le plus froid se situent au cours des mois de décembre (4,6°C), janvier (3,52°C) et février (5,65°C).

3.1.3.3 - Facteurs climatiques secondaires

En plus des précipitations et des températures qui ont un impact direct sur les éléments qui composent un écosystème, d'autres paramètres du climat sont susceptibles d'intervenir sur la croissance par une relation directe ou indirecte.

- **La neige** : Dans les régions de l'Atlas saharien, la neige reste très rares ceci n'empêche pas qu'elle peut faire son apparition mais ne dure que de 5 à 10 jours par an. La période des neiges est nettement moins que celle des Hautes Plaines sud-algéroises.

- **L'humidité** : Les données de la série ONM (1990-2019) sont regroupées dans la figure n°10, indiquent qu'à Bechar, les valeurs d'humidité les plus élevées s'observent pendant les mois frais et pluvieux de l'année (Décembre). La moyenne observée est de 54,47 % avec un maximum enregistré pour l'année 2011(43 %) et un minimum pour l'année 2019 (27 %) (Annexe n°01).

- **L'évapotranspiration** : Élément important du climat (Fig. 11). Les données fournies par l'ONM s'étalent sur une durée de 28 ans allant de 1990 à 2019.

La lecture de la figure n°11 montre que la moyenne annuelle est de 3443,64 mm d'eau par an, la valeur la plus élevée coïncide avec le mois le plus chaud (aout) avec 530,96 mm et la plus faible est enregistrée au mois de décembre (106,25). Notons aussi que l'année 1996 enregistre un maximum de 4499 mm et le minimum est enregistré en 2010 (1986 mm) (Annexe n°01)

- **Les vents :** Ce sont les vents du Sud-Est et du Nord-Ouest qui sont les plus violents. Ceux qui le sont moins soufflent du nord, le Nord-Est, le Sud-Ouest. Les calculs de la période 1990 à 2019 (Fig. 12) montrent que la vitesse moyenne mensuelle varie entre 2.6 m/s (Décembre) et 4,9 m/s (Mai) avec une moyenne annuelle de 3,9 m/s (Annexe n°1)

3.1.4 - Synthèse climatique

L'examen du diagramme pluviothermique de la station de Béchar met en évidence une période de sécheresse de douze mois. Selon ce diagramme et pour la période allant du 1990 au 2019, le mois le plus sec est juillet et le mois le plus arrosé est octobre (Fig. 13).

Le calcul du quotient pluviothermique d'Emberger et la projection sur le climagramme pluviothermique d'Emberger montre que la station de Béchar se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver tempéré (Fig 14) avec Q_2 est de 9,31 et m égale à 3,52 °C.

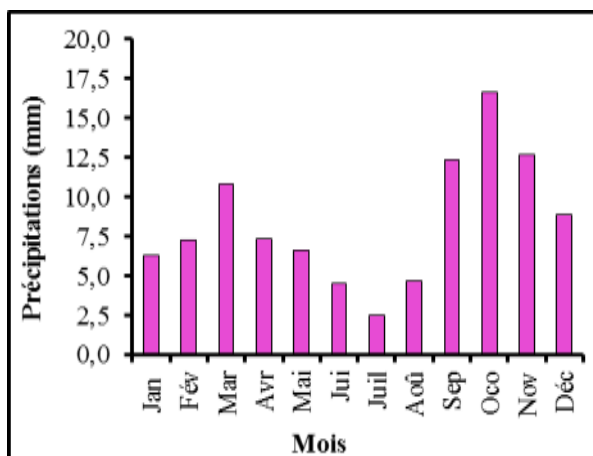


Figure 8 : Variations des précipitations mensuelles moyennes de la région de Béchar (1990-2019).

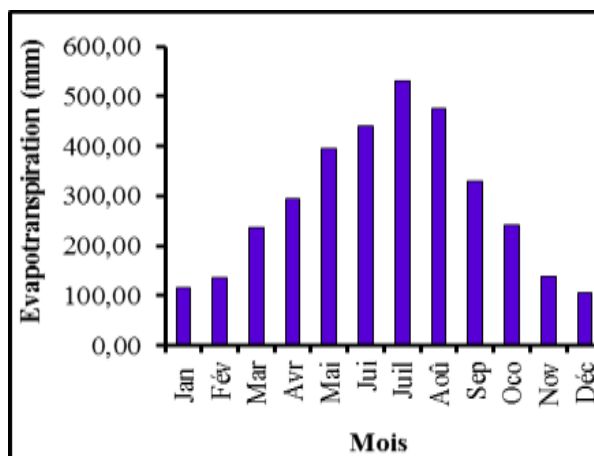


Figure 11 : Evolution de l'évapotranspiration dans la région de la région de Béchar (1993-2019).

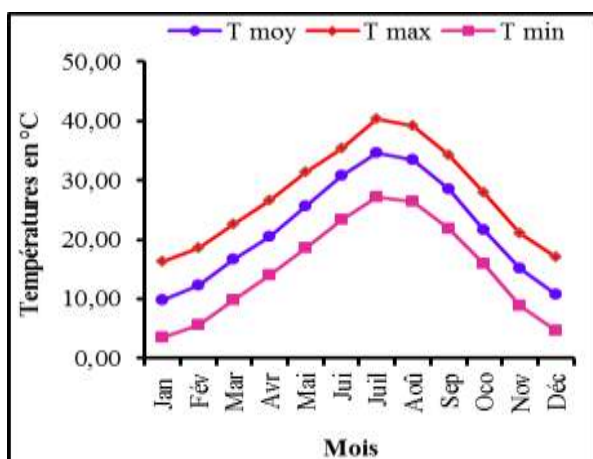


Figure 9 : Variations des températures moyennes, maximales et minimales de la région de Béchar (1990-2019).

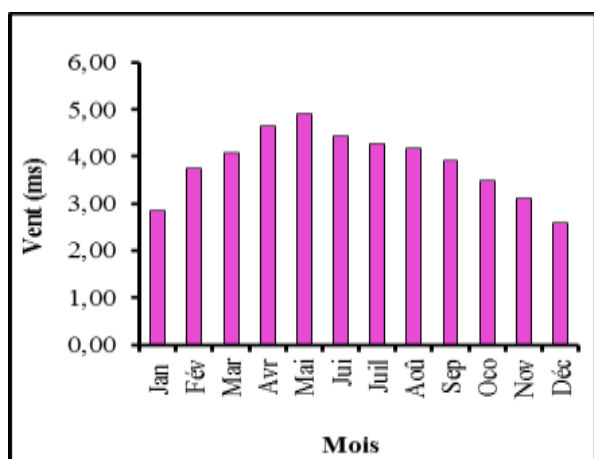


Figure 12 : Vitesse moyenne mensuelle du vent de la région de Béchar (1990-2019).

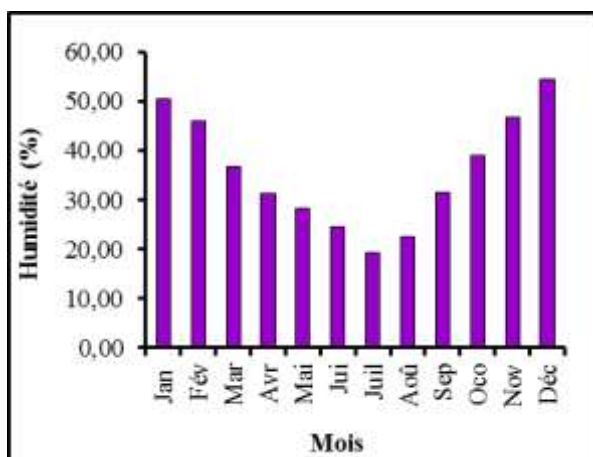


Figure 10 : L'humidité moyenne mensuelle de la région de Béchar (1990-2019).

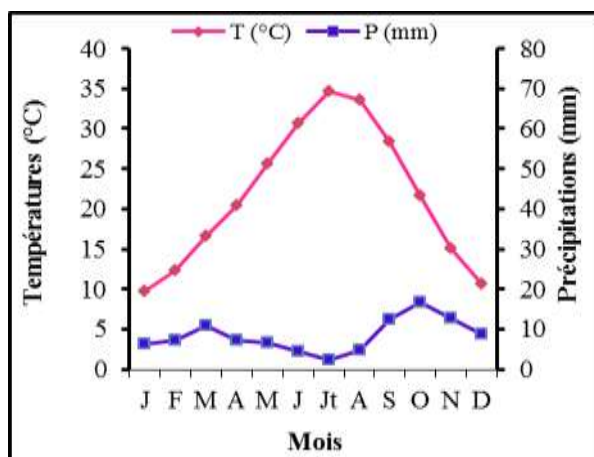


Figure 13: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussem de la région de Béchar (1990-2019).

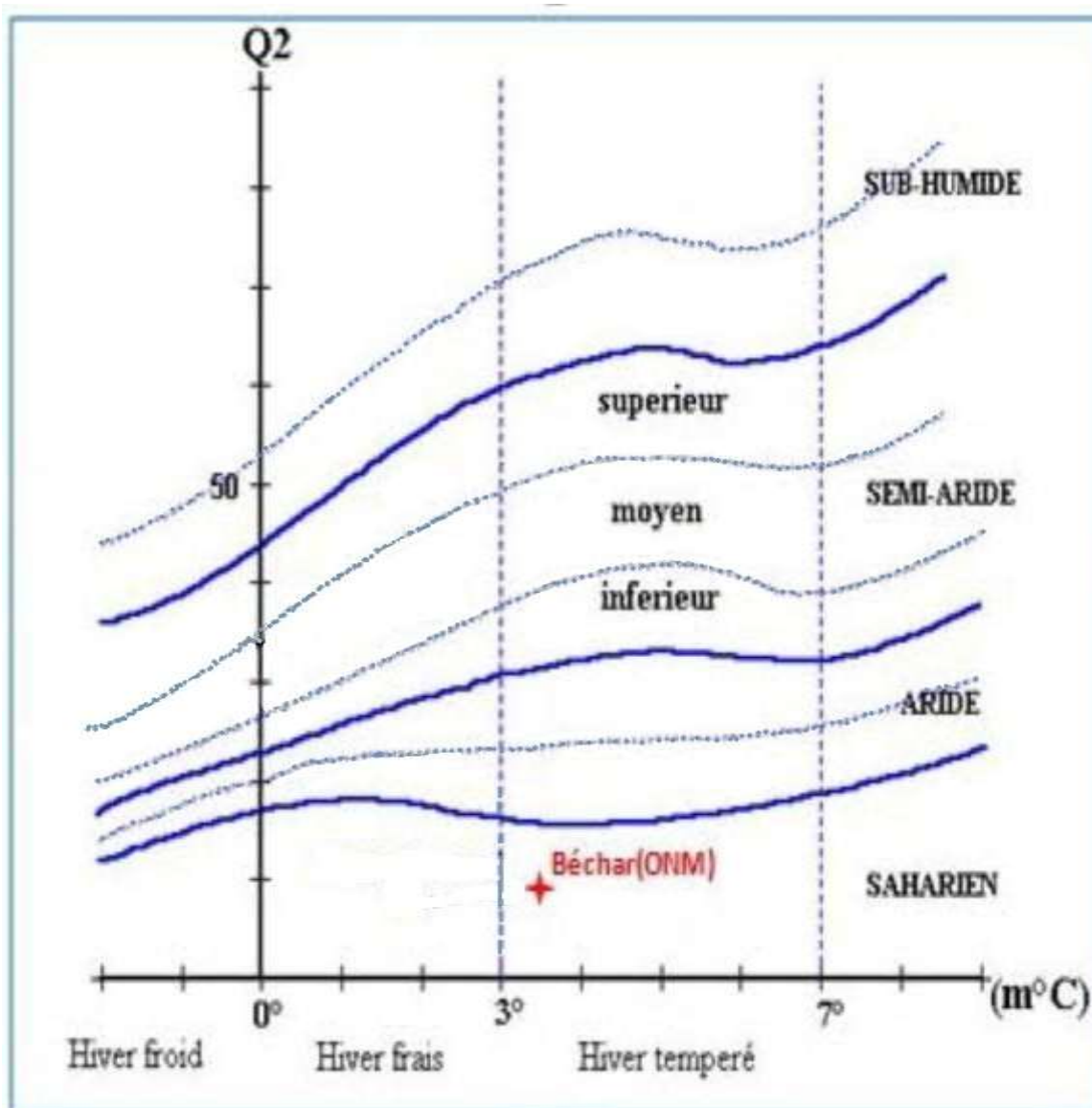


Figure 14 : Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région d'étude, Béchar (1990-2019)

4 - Le peuplement piscicole et les disponibilités alimentaires

Les études sur l'ichtyofaune des eaux continentales de l'Afrique du Nord en général et de l'Algérie en particulier restent rares et ou partielles, comme c'est le cas pour les poissons marins. Il s'agit souvent d'études anciennes telles que celles de Cuvier et Valenciennes (1842), Guichenot (1850) Gervais (1853), Playfair et Letourneux (1871), Boulenger (1909, 1911), Cauvet (1913, 1915). Depuis la publication de la monographie de Pellegrin (1921) sur les poissons des eaux douces de l'Afrique du Nord, peu de travaux ont été publiés sur l'ichtyofaune des eaux continentales algériennes. On peut citer les travaux de Dieuzeide (1927, 1932), Dieuzeide et Champagne (1950), Dieuzeide et Roland (1951), Almaça (1969, 1970, 1990), Dumont (1981), Arab (1989) et Bouhadad et Asselah (1998) sur la systématique, ceux de Zouakh *et al.*, (2004) sur l'ichtyofaune des hydrosystèmes du Hoggar et du Tassili, ou encore ceux de Bouhadad (1993), Doadrio (1994), Doadrio *et al.* (1998), Attal et Arab (2013), Djoudad (2014), Mimeche *et al.*, (2015), Sahtout (2018), Khelifi *et al.*, (2018) et Tolba *et al.* (2018) sur les barbeaux, les carpes... etc.

Récemment, des études moléculaires et taxonomiques ont mis en évidence la richesse de la diversité des espèces de poissons d'eau douce, ce qui a permis de mieux comprendre leur occurrence et leur répartition, (Doadrio *et al.*, 2015, 2016a, b; Brahimi. *et al.*, 2016, 2017, 2018; Touil *et al.*, 2019).

En Algérie, l'ichtyofaune des eaux continentales est composée de 67 espèces appartenant à 22 familles et 46 genres parmi lesquelles 37 sont autochtones et 28 sont des espèces introduites (Lounaci *et al.*, 2016). L'ichtyofaune est caractérisée par la prédominance des Cyprinidae (33,3%) (Kraiem, 1983; Elvira, 1990; Bianco, 1995; Azeroual *et al.*, 2000), Cichlidae (16,6%) et des Cyprinodontidae (8,3%) et. Parmi les espèces autochtones, trois figurent sur la liste rouge des espèces en danger ou quasi-menacées de l'UICN (*Aphanius iberus*, *Aphanius saourensis* and *Haplochromis desfontainii*). Concernant les espèces introduites on peut distinguer trois grandes étapes d'introduction :

Au cours de la période 1858-1931, l'Algérie a connu essentiellement l'introduction de la carpe commune *Cyprinus carpio* (kara, 2012), le poisson rouge *Carassius auratus* (Seurat, 1930), la tanche *Tinca tinca* (Cauvet, 1930 in Kara, 2012) et les gambusies (*Gambusia affinis* et *G. holbrooki*) (Playfair et Letourneux, 1871 ; Pellegrin, 1921 ; Seurat, 1930).

Une seconde opération de repeuplement (1935-1961) est surtout marquée par de nombreuses introductions de la truite arc-en-ciel et de la truite *macrostigma* (*Salmo trutta macrostigma*) au nord du pays et de *Oreochromis macrochirr* et *Tilapia zillii* au Sud (Zouakh et Bouhadad, 2002).

La troisième opération (1985-2009) a été caractérisée d'une part par l'introduction de la carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*), la carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*), la carpe marbrée (*Aristichthys nobilis*), le sandre (*Sander lucioperca*), le silure glane (*Silurus glanis*), le brochet (*Esox lucius*) et, d'autre part, par l'introduction involontaire de *Pseudorasbora parva* (Perdices et Doadrio, 1992 ; Chalabi, 2000 ; Zouakh et Bouhadad, 2002). La majorité des espèces introduites sont considérées comme potentiellement nuisibles (IUCN, 2006).

Un premier inventaire a été réalisé au niveau du barrage de Djorf Torba (Kaci, 2014 et 2019) renferme huit espèces réparties en deux familles à savoir le Barbeau : *Luciobarbus pallaryi* (Pellegrin, 1919), le Pseudorasbora : *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schelgel, 1846), le Carassin : *Carassius carassius* (L. 1758), la Carpe commune : *Cyprinus carpio* (L. 1758), la Carpe argentée : *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844), la carpe à grande bouche : *Aristichthys nobilis* (Richardson, 1845), l'Ablette commune : *Alburnus alburnus* (L, 1758) et le Tilapia du Nil : *Oreochromis niloticus* (L, 1758). Certains poissons comme la Perche soleil *Lepomis gibbosus* (L, 1758), le Black bass *Micropterus salmoides* (Lacépède, 1802), la Brème commune *Abramis brama* (L, 1758) et le Silure glane *Silurus glanis* (L, 1758) sont déclarés par la Direction de la Pêche de la Wilaya de Béchar.

4.1 - La famille des Cyprinidés

4.1.1 - Le Barbeau : *Luciobarbus pallaryi* (Pellegrin, 1919)

Description : Le barbeau est caractérisé par Un corps fusiforme, plus au moins comprimé, recouvert d'écailles cycloïdes. Un œil petit, une bouche bordée d'épaisses lèvres mobiles et munies de deux paires de barbillons, Une ligne latérale habituellement présente et complète. Une nageoire dorsale à dernier rayon simple osseux denticulé ou non. Une nageoire dorsale à dernier rayon simple osseux denticulé ou non, dont la forme et les dimensions servent à la diagnose. Des os pharyngiens bien développés et pourvus de dents. *Luciobarbus* possède une couleur brune jaunâtre à éclat métallique, le ventre argenté, les jeunes sont souvent mouchetés de noir, les écailles sont moyennes, la ligne latérale est complète et compte 43 ± 3 écailles La nageoire dorsale porte 4 rayons osseux simples, dont le dernier est épineux et denticulé dans sa partie inférieure. Sa longueur totale est de 25 cm en moyenne et elle peut atteindre 40 cm (Kraïem, 1983).

Habitat: Le barbeau est fréquent dans les cours d'eau permanents ou même temporaires, où il se réfugie, lors de l'assèchement estival. Le barbeau préfère notamment les rivières à fond caillouteux, aux eaux courantes bien oxygénées, mais tolère aussi la vie dans les cours d'eau à fond vaseux, plus profonds Le barbeau s'est bien adapté à la vie dans les retenues des barrages et dans les lacs collinaires, où il a connu une grande prolifération (Brahmia, 2016).

Régime alimentaire : C'est un poisson benthique, se nourrit principalement de proies animales qu'il découvre en fouillant le substrat. Il cherche sa nourriture au crépuscule et pendant la nuit. Durant la journée, il est surtout actif après un orage, lorsque les eaux tumultueuses apportent sur leurs passages de petits organismes. Il se nourrit principalement avec des larves d'insectes, des algues et quelques débris de végétaux pour les tailles les plus petites. Par contre, les adultes peuvent en plus consommer des crustacés. Il s'agit donc d'un régime alimentaire essentiellement omnivore et phyto-macrobenthophage (Kraïem, 1994).

Reproduction : La maturité sexuelle est atteinte chez les mâles vers 4 à 5 ans et chez les femelles à 6 ans. Il fraie du printemps jusqu'à l'été suivant la région ; la ponte se déroule en général sur un fond de graviers ou de cailloux. L'éclosion des œufs se produit deux semaines après la fécondation (Poncin *et al.*, 1987).

4.1.2 - La Carpe commune *Cyprinus carpio* (Linné, 1758), carpe commune à écaille, carpe à écaille complète

Description : La carpe commune possède un corps allongé et trapu, peu comprimé latéralement, entièrement recouvert d'écailles sauf la tête, réparties le long de la ligne latérale. La bouche est terminale et protractile munie de deux paires de barbillons. Sa nageoire dorsale est longue et tronquée, dépourvue de rayons épineux, la caudale est bien échancrée. Elle possède des dents pharyngiennes très puissantes. Le dos est sombre brun-vert, les flancs ont des reflets dorés et le ventre est blanc à jaunâtre. (Keith et Allardi, 2001, Brusle et Quignard, 2001). La taille des individus adultes est de 25 à 75 cm mais peuvent atteindre exceptionnellement jusqu'à 120 cm.

Habitat : La carpe commune fréquente les eaux tièdes, stagnantes (étangs, lacs, réservoirs) et lentes, bien pourvus de végétation (Keith et Allardi, 2001). C'est une espèce grégaire, se tient également près du fond. Elle n'est active qu'au crépuscule. Elles affectionnent les eaux chaudes de 27 à 32°C. Elle supporte les eaux saumâtres, une faible concentration en oxygène et tolère une température élevée. Le poisson préfère des habitats à faible intensité lumineuse (Martin *et al.*, 1998)

Régime alimentaire : C'est une espèce omnivore, sa nourriture se compose de petits animaux benthiques et des rives (vers, petits mollusques, larves d'insectes etc...) et de plantes (Billard, 1997 ; Keith et Allardi, 2001), les adultes chassent les petits poissons et les tritons.

Reproduction : Les mâles atteignent la maturité sexuelle à l'âge de 2 ans et 3 ans pour les femelles. La période de reproduction se déroule entre mars et août à l'aube et un peu au crépuscule (Brusle et Quignard, 2001). La fécondité moyenne est de 100.000 œufs/Kg, les œufs sont collés grâce à leur mucus sur la végétation aquatique

4.1.3 - La Carpe argentée *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844), l'amour argenté, carpe chinoise argentée ou carpe herbivore

Description : La carpe argenté possède un corps allongé latéralement comprimé et profond, recouvert de très nombreuses petites écailles fines. Sa tête, grosse et large, ses yeux sont situés au-dessous de la ligne médiane. Le dos est sombre de couleur gris-vert, avec des flancs et un ventre argenté

Habitat : La carpe argentée préfère vivre dans les eaux calmes et tièdes (Bruslé et Quignard, 2001), des rivières, lacs, étangs et réservoirs, elle peut vivre également dans les eaux saumâtres (Kolar *et al.*, 2005), c'est une espèce thermophile, peu exigeante en oxygène, où elle tolère à de faibles taux d'oxygène (Bruslé et Quignard, 2013 ; Teletchea et Le Doré, 2011).

Régime alimentaire : La carpe argentée est planctonophage se nourrit principalement de phytoplancton, de zooplancton, de cyanobactéries (Billard, 1997, Bruslet et Guillard, 2013)

Reproduction : la maturité sexuelle se situe entre 4 et 5 ans (Kolar *et al.*, 2005). La ponte se situe à fond de rivières à fort courant à une température environ de 25°C (Bruslet et Guillard, 2001). La fécondité peut atteindre plus de 5 millions d'œufs (Kolar *et al.*, 2005). L'éclosion se produit après une incubation qui dure entre 14 et 17 heures à une température de 28 à 30°C.

4.1.4 - La Carpe à grande bouche : *Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson, 1845)

Description : La carpe à grande bouche possède une silhouette allongée et comprimée latéralement, recouvert de très nombreuses petites écailles avec une tête très large et pointue, une bouche assez grande. L'œil est petit et positionné en bas La ligne latérale est complète et nettement infléchie dans sa partie antérieure. Les nageoires pectorales sont larges et longues, sont placées très bas. Les nageoires pelviennes sont implantées en position abdominale, juste en avant de la dorsale. La nageoire dorsale est courte, alors que la nageoire anale est nettement plus longue. Le dos est foncé, les flancs sont argentés marqués de nombreuses taches sombres, le ventre est jaunâtre (Teletchea1 et Le Doré, 2001).

Habitat : la carpe à grosse tête fréquente les eaux peu profondes et chaudes plus de 24°C des eaux calmes des fleuves, lacs et de régions inondées avec des courants faibles (Kottelat et Freyhof, 2007).

Régime alimentaire : Ce poisson est un prédateur vorace qui consomme diverses espèces zooplancton et de petits invertébrés, mais aussi ingérer des grandes quantités de détritiques, incluant des substances organiques et particules minérales (Kolar *et al.*, 2005).

Reproduction : La maturité sexuelle est atteinte vers 3 ou 4 ans, mais peut aussi être atteinte vers 2 ou 6 ans en fonction des conditions climatiques et environnementales. La fécondité est élevée varie entre 280 000 et 1 000 000 œufs (Kolar *et al.*, 2005). La ponte a lieu d'avril à juin.

4.1.5 - La Brème commune *Abramis brama* (L. 1758) ou grande brème

Description : La brème est caractérisée par un corps très haut et fort, comprimé latéralement, ce qui lui confère une grande rapidité de mouvement, aux écailles bien visibles (Bresle et Quinard, 2001). La nageoire caudale est très échancrée avec un lobe inférieur plus long que le lobe supérieur. La nageoire dorsale est assez courte et tronquée très obliquement d'avant en arrière. La couleur de son dos oscille entre le brunâtre et le grisâtre, ses flancs sont argentés. La tête est petite, par rapport au corps.

Habitat-: La brème préfère les eaux chaudes, calmes et tranquilles des étangs, des lacs, des réservoirs, des canaux ou des rivières lentes. C'est un poisson grégaire qui peut former des bancs impressionnants.

Régime alimentaire : La brème est un poisson benthophage, elle fouille des fonds vaseux à la recherche des proies animales. Elle peut également être une consommatrice de débris de plantes aquatiques (algues filamenteuses et macrophytes), parfois mélangés à des particules de sédiment (vase, sable). Durant ses 3 premières années de vie, elle est zooplanctonophage et consomme surtout des Crustacés zooplanctoniques : Copépodes et Cladocères. (Bruslé et Quignard, 2001).

Reproduction : La période de reproduction est entre mai et juin (Diamond, 1985 ; Philippart, 1989). La ponte débute quand la température de l'eau atteint 14-15 °C. Elle se poursuit avec des températures plus élevées (19-20°C). Les sites de ponte sont situés en rive concave. La végétation est plus abondante. La femelle projette ses ovules sur la végétation. Ceux-ci sont immédiatement fécondés par ses partenaires. Les œufs, ainsi collés à un substrat, mettront 3-4 jours à 16-20°C pour se développer (Poncin, 1993)

4.1.6 - Le *Pseudorasbora Pseudorasbora parva* (Temminck et Schelgel, 1846), le goujon asiatique

Description : Petit poisson à corps allongé et à grandes écailles dont le bord postérieur est souligné de points noirs avec une mâchoire inférieure très proéminente et une fente buccale orientée vers le haut et presque verticale lorsque la bouche est fermée. Sa bouche est dépourvue de barbillons, les nageoires dorsale et anale sont courtes. Il est de couleur gris argenté à verdâtre (Allardi et Chancerel, 1988).

Habitat : Le pseudorasbora fréquente les eaux douces et saumâtres. Se rencontre en rivière, en lac, dans les lagunes et dans divers bassins (Brusle et Quignard, 2001). Bien qu'il préfère les eaux lenticules ou stagnantes, on peut le trouver en eau courante (Keith et Alardi, 2001).

Régime alimentaire : Se nourrit de mollusque, de larves d'insectes, de petits crustacés et de débris végétaux, présente un large spectre alimentaire (euryphagie).

Reproduction : La maturité sexuelle est atteinte à l'âge d'un an. Le mâle nettoie la surface d'un ou plusieurs cailloux de 130 à 310 mm de diamètre. Il y attire plusieurs femelles qui collent leurs œufs sur le substrat dur. La fécondité est de 610 à 4 200 ovocytes, cette ponte a lieu, d'avril à juillet sous forme de pontes multiples. C'est le mâle qui garde les pontes. L'incubation dure 12 jours à 15-21°C, 5-7 jours à 21-23°C, 6 à 8 jours à 20°C (Bruslé et Quignard, 2001).

4.1.7 - L'Ablette commune *Alburnus alburnus* (L. 1758)

Description : Poisson élégant à corps allongé, finement profilé et très comprimé latéralement, ce qui lui permet de avoir une grande vitesse de mouvement. La mâchoire inférieure est fragile, orientée vers le haut et débordant la mâchoire supérieure (adaptée à la quête de nourriture en surface) ; recouvert de grandes écailles brillantes et fragiles ; la nageoire dorsale est insérée en arrière des pelviennes et l'anale assez longue ; la ligne latérale est bien marquée ; possède un aspect brillant à reflets métalliques. Son dos est plus sombre de couleur bleu-verdâtre, les flancs sont blancs-argentés ; les nageoires sont grisâtres et pâles (Brusle et Quignard, 2013).

Habitat: L'ablette commune recherche les eaux courantes des rivières et des fleuves de plaines, elle se rencontre aussi en milieu lacustre, (Brusle et Quignard, 2013).

Régime alimentaire : L'ablette est omnivore et opportuniste, elle se nourrit de larves d'insectes aquatiques et d'insectes adultes aquatiques et aériens, de phytoplancton et zooplancton (Politou *et al.*, 1993).

Reproduction : Les ablettes atteignent la maturité sexuelle à l'âge de 2 ans, plus rarement 3 ans Les mâles matures sexuellement sont pourvus de boutons nuptiaux sur le dos (Richard et Kestement, 1996) La ponte s'étend d'avril-mai-juin dans des eaux de 12 à 15°C (maximum 28°C). La femelle dépose ses œufs sur une végétation aquatique immergée, sur des fonds sablonneux peu profonds ou sur le gravier. L'ablette peut pondre entre 5 000 à 7 000 œufs subdivisée en trois pontes (Bresle et Quignard, 2013).

4.1.8 - Le Carassin *Carassius carassius* (L, 1758)

Description : Le corps est haut, trapu et comprimé latéralement. La nageoire caudale est bien développée et fourchue, la nageoire dorsale haute et convexe. Les écailles sont grandes (31 à 36 le long de la ligne latérale). Le dos est brun-vert, les flancs brun-jaune à reflets mordorés et le ventre est de couleur blanc-jaunâtre (Bresle et Quignard, 2013).

Habitat : Le carassin est un poisson spécifiquement lacustre (Bruslet et Quinard, 2001), vivant dans toutes sortes de plans d'eau. Il est plus fréquent dans les petits lacs et étangs, Il peut supporter une large gamme de conditions environnementales (Khelifi *et al.*, 2018. Il est sensible aux eaux froides et, en raison de son caractère thermophile, il recherche les eaux chaudes (15-20°C), supporte jusqu'à 30°C et plus, présente une grande résistance au manque d'oxygène, à l'acidité des eaux (pH = 4,5) et aux pollutions (Kottelat et Freyhof, 2007), il supporte également des eaux saumâtres de salinités maximum de 10mg/l (Bruslet et Quinard, 2001)

Régime alimentaire : Le carassin est omnivore, se nourrit de plantes aquatiques et de petits animaux benthiques (Kullander *et al.*, 2012 in Olsén et Lundh, 2016).

Reproduction : Le carassin devient mature entre 2 à 4 ans, La maturité sexuelle des femelles est conditionnée par des températures chaudes en photopériode longue. La ponte se déroule en mai-juin, de préférence le matin à une température de 15 à 19°C. La fécondité est élevée de 15 000 à 24 000 ovocytes/100 g de poids frais (Bruslet et Quinard, 2001).

4.2 - La famille des Cichlidés

4.2.1 - Le Tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (L. 1758)

Description : Le corps de forme variable, mais jamais très allongé, est plus ou moins comprimé et recouvert d'écailles cycloïdes ou cténoïdes. *O. niloticus* est facilement reconnaissable grâce aux rayures verticales régulières noires qui existent sur la nageoire caudale. Sa nageoire dorsale, grisâtre et formée d'une seule pièce et comprend une partie épineuse présentant 15 à 18 épines et une partie molle comptant 12 à 14 rayons souples. La ligne latérale, qui est un organe sensoriel, est discontinue chez cette espèce, donnant ainsi une ligne latérale supérieure avec 21 à 24 écailles et une ligne latérale inférieure avec 10 écailles. Ces écailles sont cycloïdes. Le dos est vert-olive; les flancs sont plus pâles avec six à neuf bandes transversales peu apparentes. Les nageoires dorsale et anale sont grisâtres, parfois avec un liseré rouge très mince. Les nageoires pelviennes sont grises (Amoussou *et al.*, 2016).

Habitat : Tilapia du Nil préfère les eaux peu profondes et calmes sur le bord des lacs et les rivières larges avec une végétation suffisante, ainsi que les eaux fraîches d'une profondeur de 0 - 6 m.

Régime alimentaire : L'alimentation de *O niloticus* est essentiellement constituée de phytoplancton. L'espèce peut aussi ingérer des sédiments riches en bactéries et diatomées surtout à l'étape d'alevin (0 à 5 g) (Amoussou *et al.*, 2016)

Reproduction : les femelles commencent à se reproduire vers l'âge de 5 à 10 mois (Duponchelle et Panfili, 1998). La reproduction lorsque la température est comprise entre 28 et 32°C. Pour se reproduire, les mâles se réunissent sur une zone de nidification à faible profondeur et sur un substrat meuble (gravier, sable, argile, etc.). La femelle dépose un lot d'ovules qui sont fécondés immédiatement par le mâle. La fécondité peut atteindre 1 000 à 1 500 œufs /kg de poids. Après incubation, les œufs vont éclore dans la bouche de la femelle 4 à 5 jours après la fécondation (Amoussou *et al.*, 2016).

4.3 - La famille des Percidés

4.3.1 - Le sandre *Sander lucioperca* (L. 1758), ou perche brochet

Description : Le sandre possède un corps allongé, cylindrique et fusiforme permettant une nage rapide, petite écailles sur la ligne latérale. Sa tête est allongée à museau pointu. La bouche est largement fendue, jusqu'au bord postérieur de l'œil. Œil grand, globuleux et vitreux. Deux nageoires dorsales séparées par un mince intervalle, les nageoires pectorales sont de couleur jaune pâle. Elle possède des mâchoires puissamment dentées, deux dents à chaque mâchoire dont certaines en forme de canines, disposées sur le prémaxillaire, le vomer et le platin pas sur la langue (Bruslé et Guinard, 2001 et 2013).

Habitat : le sandre fréquente des eaux calmes et profondes et des eaux courantes à cours plutôt lent et présentant des zones profondes (Bruslé et Guinard, 2013). Sa préférence va pour des lacs de superficie moyenne ou grande (Linde, 1977) et il supporte également des eaux turbides (Jepsen *et al.*, 1999)

Régime alimentaire : Espèce presque ichtyophage dès la taille de 7 à 8 cm, le sandre est une espèce capturant les proies de plus petite taille 6 à 12 cm (l'ablette commune, la brème, petit gardon, le barbeau) (Bruslé et Guinard, 2013).

Reproduction : Les mâles atteignent la maturité sexuelle à l'âge de 2-3 ans et 4-5 ans chez les femelles, soit respectivement 35 cm et 40 cm. La ponte a lieu d'avril à juin (température de 11-16°C) et se déroule la nuit. La femelle est très prolifique (200 000 ovocytes. Kg⁻¹) soit un million d'œufs (Brusle et Guinard, 2013). La fécondité est corrélée à la taille, au poids et à l'âge (Zivkov et Petrova, 1993).

4.4 - La famille des Centrarchidés

4.4.1 - Le Black bass *Micropterus salmoides* (Lacépède, 1802), Black bass à grande bouche, perche truite ou perche noire

Description : Il possède un corps aplati latéralement. Aspect trapu. Sa tête représente presque 1/3 de sa longueur, à gueule énorme, fendue jusqu'à l'arrière de l'œil. Les mâchoires sont pourvues de dents peu développées, la mâchoire inférieure est plus développée que la mâchoire supérieure. Opercule se termine par une pointe à l'arrière. Ecailles rugueuses sur l'opercule. Des nageoires dorsales en deux parties séparées par une nette échancrure, la partie antérieure est plus basse que la partie postérieure. Le dos de couleur vert bronzé sombre, flans vert olive à reflets argentés et ventre blanc-jaune, une large bande noire s'étend le long des flancs (Bruslé et Guinard, 2001).

Habitat : le Black basse fréquente les eaux mésotrophes du cours inférieur des fleuves (Bruslet et Guinard, 2013) et des rivières aux eaux calmes (Wheeler et Allen 2003). Il fuit les eaux très rapides, recherche des eaux pures et supporte des eaux saumâtres.

Régime alimentaire : Le Black bass est très éclectique, il se nourrit de toutes sortes de proies, poissons divers, insectes, escargot d'eau, écrevisses, serpents, grenouilles (Bruslet et Guinard, 2013). Son régime varie en fonction de la localisation de son habitat.

Reproduction : La maturité sexuelle est atteinte à 2-5 ans (22cm chez les mâles et 25 cm chez les femelles). La ponte se produit par couple en avril-mai ou juin. Elle dépend de la température, étant plus précoce de 7-8 semaines en plaine qu'en montagne, soit respectivement fin mai et mi-juillet (Martin *et al.*, 1997). La femelle dépose ses œufs dans plusieurs nids, sous forme de pontes fractionnées pouvant contenir 5 000 à 40 000 œufs visqueux. La fécondité relative est de 4 400-6 000 ovocytes.kg⁻¹ de poids vif (Goubier *et al.*, 1997).

4.4.2 - La Perche soleil *Lepomis gibbosus* (L, 1758), La Crapet soleil

Description : Se reconnaît par une forme haute et discoïdale. Le corps est comprimé latéralement. La bouche est petite et oblique. Elle ne possède qu'une seule dorsale longue avec une partie antérieure à rayons épineux et une partie postérieure à rayons mous. La nageoire caudale est peu fourchue et les pectorales sont longues et en pointe. Les branchiospines sont courtes et arrondies. Ses couleurs sont vives : dos vert-olive, flancs plus clairs avec des points rouges ou orangés et des reflets dorés. La face ventrale est orange. Des rayures bleues et orange sont disposées sur le côté de la tête (Bruslé et Quignard, 2001).

Habitat : La Perche soleil affectionne les rivières de plaines eutrophes, aux eaux stagnantes et eaux calmes à courant lent. Elle préfère les eaux tièdes ou chaudes et fortement végétalisées (Bruslé et Quignard, 2001).

Régime alimentaire : Ce poisson consomme diverses larves d'insectes, des crustacés, des vers et des petits mollusques mais aussi des œufs et alevins de poissons (Bruslé et Quignard, 2001).

Reproduction : Ce poisson devient mature vers 3 ou 4 ans selon le sexe. La ponte se déroule de mai à août à une température de 15-30°C dans les eaux peu profondes, dans un nid circulaire construit sur n'importe quel substrat. La femelle pond de 600 à 5000 œufs (Bruslé et Quignard, 2001).

4.5 - La famille des Siluridés

4.5.1 – Le Silure glane *Silurus glanis* (L, 1758)

Description : Corps allongé, dans sa partie antérieure large et trapu, aminci et comprimé latéralement dans sa partie postérieure. Il est dépourvu d'écailles, sa peau est recouverte d'un abondant mucus. La tête plate et large, grande bouche avec trois paires de barbillons, nombreuses dents de très petite taille, Œil petite. Nageoire dorsale réduite, anale très longue, soit la moitié postérieure du corps. De couleur sombre avec un dos noirâtre à brunâtre - verdâtre, des flans marbrés de sombre et un ventre plus clair (Bruslet et Guinard, 2001).

Habitat : Le silure affectionne les eaux calmes, troubles, sombres et profondes. Il supporte les eaux saumâtres (Valadou, 2007).

Régime alimentaire : grand carnivore, c'est un prédateur opportuniste qui chasse sans distinction à toutes les espèces de poissons (gardon *Rutilus rutilus*, la Brème *Abramis brama*, poisson chat *Ictalurus melas...*), des grenouilles, oiseaux, des mammifères (Bruslet et Guinard, 2001).

Reproduction : La maturité sexuelle se situe entre 3 à 4 ans chez les mâles et 4 à 5 ans chez les femelles. La ponte se pratique par couple de mai à juin (température minimale 20°C, température optimale de (22-25°C). La fécondité est de 20 000 à 30 000 ovocytes/kg. La femelle dépose ses œufs la nuit puis gardés par le mâle.

CHAPITRE 3

METHODOLOGIE DE TRAVAIL

1 - Site d'étude

Le Barrage de Djorf Torba se situe à 60 km à l'ouest du chef-lieu de la wilaya de Béchar et à 25 km de la commune de Kenadsa ($31^{\circ}33'32''$ Nord, $2^{\circ}25'24''$ Ouest), avec en moyenne de 800 m d'altitude. Il est limité au Nord par les massifs septentrionaux (Djebel Antar 1960 m) et Djebel Horriet (1461 m), et la hamada d'Oum Sbaâ. Au Sud par Chabket Mennouna, à l'Est par Djebel Bechar (1500 m) et à l'Ouest par la région de Kenadsa. Il prend sa source dans l'Est marocain, puis se prolonge dans le sud-ouest algérien où il rejoint l'oued Zouzfana pour former l'oued Saoura. Le barrage contrôle un bassin versant de 22000 km² et sa capacité réservoir est de 360 Hm³ (Kabour *et al.*, 2016) (Fig. 15).

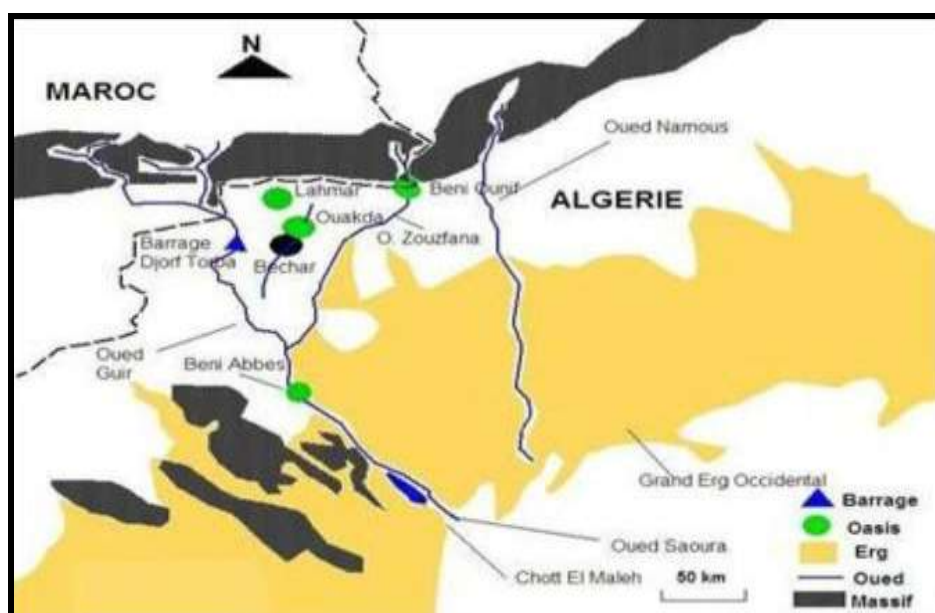


Figure 15 : Localisation du barrage de Djorf Torba à Béchar (Remini *et al.*, 2017).

2 - Préparation de la collection de référence

2.1 - Etude des disponibilités alimentaires

Avant d'entamer l'étude du régime alimentaire de la loutre dans le barrage de Djorf Torba, nous étions amenés à étudier les disponibilités alimentaires en procédant à un recensement du peuplement piscicole lié au barrage dans le but de déterminer les proies consommées par la loutre.

2.1.1 - Techniques de pêche

Les pêches sont réalisées de mars à mai de l'année 2015 et de chaque sortie pendant l'année 2019. Des barques et des filets maillants ont été mis à notre disposition par le service de l'agence des barrages de Kenadsa autorisés pour l'exploitation de la faune piscicole dans le but d'établir notre collection de référence. D'autres échantillons de poissons proviennent des captures de pêcheurs professionnels (Fig. 16).

2.2 - Etude ostéologique

2.2.1 - Dissection des poissons

Les individus prélevés dans le milieu d'étude sont identifiés. La longueur totale est mesurée en mm, la masse totale est pesée à 0,01 gr sur place, sacrifiées et conservées dans des sacs en plastique. Ce matériel biologique est ensuite rassemblé dans un sachet pour être traité en laboratoire, où chaque espèce est conservée séparément.

2.2.2 - Technique de préparation des os crâniens

L'identification des espèces de poissons à partir des restes crâniens est employée en archéologie et en paléontologie (Rosello', 1989 in : Masson *et al.*, 2011) ainsi qu'en écologie pour évaluer l'alimentation des prédateurs (Mann et Beaumont, 1980 ; Hansel *et al.*, 1988; Copp et Roche, 2003 ; Cardona *et al.*, 2015).

Afin de récupérer les os crâniens de différents poissons prélevés au niveau du barrage, ces derniers ont été étêtés et bouillés pendant quelques minutes. Ensuite, à l'aide d'une pince fine, les os caractéristiques pour chaque famille, les dentaires, les maxillaires, les prémaxillaires, l'os pharyngien, etc... ont été retirés et trempés pendant deux minutes dans de l'eau contenant quelques gouttes d'hypochlorite de sodium (NaOCl). Les pièces sont retirées et rincées abondamment à l'eau pour éviter l'effritement postérieur. Après leur séchage sur du papier absorbant, elles sont conservées dans des boîtes de Pétri comprenant les informations suivantes : la date, le site, l'espèce etc... (Fig. 17).

Des clés de détermination des os caractéristiques des poissons sont été établies. Ces clés et la terminologie appliquée sont essentiellement inspirées de Libois *et al.*, (1987b) ; Libois et Hallet-Libois (1988) ; Watte *et al.*, (1997) ; Beyer *et al.*, (2006) ; Masson *et al.*, (2011) ; Nasasagare et Libois (2012) ; Abdullah, (2016) ; Vatandoust *et al.*, (2016) ; Kumari *et al.*, (2018).

D’après une étude menée par Erlinge, (1968), la presque totalité des poissons consommés par la loutre se retrouvent à l’état de restes osseux dans les épreintes. Les os ne subissent aucune attaque chimique lors du transit intestinal (Libois *et al.*, 1991 ; Libois, 1995).



Figure 16 : Dépôt du filet maillant au niveau de l’amont du barrage



Figure 17 : Différentes étapes de préparation des os crâniens

3 - Régime alimentaire de la loutre

3.1 - Identification des épreintes de la loutre

Le matériel d'étude consiste à prélever les épreintes de la loutre dans le milieu d'étude. Leur identification est relativement simple et les risques de confusion avec les laissées d'autres mammifères sont très faibles.

Les épreintes de la loutre sont de formes variées, dans le barrage de Djorf Torba, elles sont retrouvées généralement sur des roches proéminentes, sur les plantes, très rares sur les troncs d'arbre, le sol ou les ponts. Elles sont retrouvées habituellement isolées, mais peuvent être déposées par paires ou très occasionnellement, dans un amas de trois ou quatre épreintes. De plus leurs caractéristiques quand elles sont fraîches sont d'une petite masse de 1 à 2 cm de long et 1 cm de diamètre, non gluante de couleur verdâtre qui noircit en séchant progressivement avec le temps jusqu'à ce que les éléments qui la composaient se détachent. L'odeur musquée d'huile de lin ou de miel est invariable et persiste avec le temps (Bendélé, 2001). Elles contiennent souvent des fragments d'os, des écailles et des arêtes de poissons, parfois accompagnées de dépôt d'urine visibles sur la roche pendant quelques jours (Fig. 18).

3.2 - Méthode de prélèvement des épreintes

La recherche et la collecte des épreintes sont effectuées dans deux sites d'étude. Elles ont été prélevées mensuellement de janvier à décembre durant deux cycles annuels (2015 et 2019). Le premier site (A) correspond à l'amont du barrage et le deuxième (B) à son aval (Fig. 19).

La collecte est réalisée en longeant les lieux fréquemment empruntés par l'animal lorsqu'il sort de l'eau sur des transects de 10 mètres. Chaque épreinte est pesée et mesurée, mise dans un pilulier étiqueté avec date et le lieu de récolte que nous rassemblons par la suite par un lot d'épreintes prélevé par site et par mois. Le lot est ensuite mis au congélateur jusqu'à son analyse (Fig. 20). Le tableau n°2 renseigne le nombre d'épreinte récoltés au niveau du barrage de Djorf Torba durant l'année 2015 et 2019.

Tableau 2 : Nombre d'épreinte de la loutre prélevées mensuellement dans le barrage de Djorf Torba (2015 et 2019).

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
2015	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120
Amont 2019	20	13	24	32	13	20	17	4	3	8	5	8	167
Aval 2019	31	40	28	30	24	25	19	26	12	22	18	14	289
Total 2015	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120
Total 2019	51	53	52	62	37	45	36	30	15	30	23	22	456

3.3 - Méthodes d'analyse du contenu des épreintes

En laboratoire, chaque épreinte est mise dans un flacon, codé par des chiffres indiquant le numéro de l'épreinte, le mois et le site (Fig. 21).

L'analyse du contenu comporte quatre phases : la désagrégation, le rinçage, le séchage et le tri (Fig. 22). La première étape consiste à faire baigner les épreintes dans de l'eau claire pendant 48 à 72 heures pour les débarrasser des restes de matière organique.

La deuxième étape consiste à rincer les échantillons à l'eau claire dans un tamis à mailles fines (0,6 mm) qui permet de récupérer tout le matériel osseux ainsi que les éventuels restes chitineux notamment ceux des invertébrés. Ensuite, faire sécher sur un papier filtre (Libois *et al.*, 1987a ; Mercier, 2000 ; Weber, 2008) afin de recueillir les éléments identifiables. Après leur séchage, elles sont conservées dans des boîtes de Pétri comprenant toujours toutes les informations.

Le tri des épreintes se fait comme suit : le matériel biologique est réparti par petits tas sur un papier noir ou directement sur une loupe binoculaire, et les pièces caractéristiques des différentes proies sont prélevées pour identification et comptage. Les pièces osseuses caractéristiques (poissons, batraciens...) ou d'autres structures (plumes, écailles de poissons ou de reptiles, poils ou cuticules d'arthropodes) sont connus. Comme nous avons à faire à une espèce piscivore, les pièces retenues sont l'os operculaire, préoperculaire, complexe urophore, pharyngien, maxillaire, prémaxillaire et le dentaire., le cas échéant, des vertèbres (Libois *et al.*, 1987a), les différents fragments sont placés dans une autre boîte de Pétri.



Epreinte sur le sol accompagnée d'urine



Epreinte sur une roche



Epreinte sur un tronc d'arbre



Epreinte déposée en trois amas

Figure 18 : Quelques épreintes de loutre *L. lutra* au niveau du barrage de Djorf Torba



Amont du barrage



Aval du barrage



Figure 19 : Partie amont et aval du barrage de Djorf Torba



Figure 20 : Prélèvement des épreintes au niveau du barrage



Figure 21 : Lot d'échantillonnage prélevé en amont du barrage



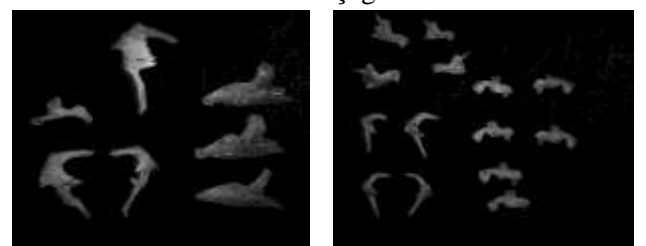
1. Désagrégation



2. Rinçage



3. Séchage



4. Tri



Figure 22 : Différentes étapes d'analyse du contenu des épreintes

3.4 - Identification et dénombrement des proies

Toujours sous la loupe binoculaire, nous procédons à la détermination de la famille, du genre, voire même de l'espèce. Pour cela l'identification des téléostéens (poissons osseux) consommés par la loutre ont été identifiés grâce aux pièces osseuses caractéristiques de chaque espèce, en se basant sur des collections de référence à l'aide d'atlas ostéologiques et des travaux antérieurs de Libois *et al.*, (1987b) ; Libois et Hallet-Libois, (1988) ; Desse et Desse-Berset, (1990) et notre propre collection de références.

Les pièces osseuses spécifiques étant symétriques pour la plupart, les gauches et les droites sont classées par paire et puis par ordre décroissant de leur taille. Par espèce et pour chaque épreinte, le nombre de poissons consommés correspond au nombre le plus élevé des pièces caractéristiques trouvées, ce qui permet d'estimer plus précisément dans l'échantillon le nombre d'individus de l'espèce considérée.

Dans le cas où les pièces osseuses de la tête seraient absentes de l'épreinte, l'analyse est complétée à l'aide des vertèbres, des écailles et des épines. Si ces dernières sont les seuls éléments présents, il n'existe pas de corrélation directe entre la quantité de ces restes et le nombre de poissons de l'échantillon. L'espèce ou le groupe taxonomique étant de même déterminé, nous considérons qu'il n'y a qu'un seul individu dans l'épreinte (Mercier, 2003).

Cependant certains poissons (cas des différentes espèces de carpes à savoir la carpe argentée la carpe à grande bouche, le Pseudorasbora, le Tilapia du Nil, le Tilapia rouge et le Barbeau) inféodés au barrage de Djorf Torba ne figurent pas dans les atlas ostéologiques, établis surtout pour les poissons d'Europe. Nous étions alors dans l'obligation de préparer une collection de référence des pièces céphaliques des poissons capturés dans le barrage.

D'autres proies comme les restes d'oiseaux, ils ont été reconnus grâce aux fragments de plumes, tandis que les reptiles ont été déterminés à partir d'écailles et les arthropodes l'ont été par les restes d'élytres Les mammifères par les poils.

4 - Qualité d'échantillonnage

L'exhaustivité et la représentativité sont les deux qualités indispensables d'un bon échantillonnage. Pour satisfaire à ces deux conditions, il est important de définir en premier lieu le nombre minimal de proies à reconnaître ce qui permet d'une part d'obtenir une idée exacte des proportions respectives de chaque espèce dans le menu du mustélide et d'autre part de rencontrer au moins un individu de chaque espèce potentiellement capturable par la loutre. Vu que la plupart des épreintes de la loutre sont abandonnées dans l'eau et lorsqu'on se trouve dans un milieu aussi grand que le barrage de Djorf Torba, la question qui se pose comment procéder pour obtenir un échantillonnage satisfaisant qui reflète le mieux possible le régime alimentaire de cet piscivore ?.

Gleason (1922) a mis en évidence la nature semi logarithmique de la relation entre la richesse spécifique cumulée et la surface des relevés. Il constate également que plus l'association végétale est uniforme, plus la courbe atteint rapidement un plateau. Il découle de ces observations qu'il est possible de prévoir la surface minimale à échantillonner pour avoir une idée précise de la richesse spécifique totale d'une association.

Blondel (1975) utilise une technique similaire pour l'avifaune : c'est le point d'écoute. La courbe de la richesse cumulée qu'il obtient pour différents milieux à des caractéristiques fort semblables à celles de la courbe aire-espèces des botanistes : accroissement initial suivi d'une inflexion marquée puis d'un plateau.

Nous avons donc établi une relation entre le nombre d'épreintes à prélever mensuellement et le nombre de taxons (qui ne sont pas toujours des espèces) qu'elles renfermaient. Nous avons noté lors de la découverte d'un nouveau taxon, le nombre de proies (items) précédemment identifiées dans tout le lot d'épreintes analysées et ce durant deux années 2015 et 2019. Nous avons ainsi établi des courbes de la richesse spécifique cumulée de l'échantillon en fonction du nombre d'items identifiés et comptés.

5 - Effort d'échantillonnage

Pour la récolte des épreintes au niveau de chaque site, nous avons estimé le temps par chronomètre. Le rythme de marche est en moyenne de deux mètres par minutes (Biche, 2003).

6 - Analyse du régime alimentaire par des indices écologiques

6.1 - Indices écologiques de compositions

Pour exprimer les résultats relatifs au régime alimentaire de la loutre et pour pouvoir les interpréter, trois méthodes ont été utilisés, l'occurrence relative et l'abondance relative (Libois *et al.*, 1987a ; Libois et Rosoux 1989 et 1991 ; Libois, 1995 et 1997 ; Cassens *et al.*, 2000 ; Mercier, 2003 ; Polednik *et al.*, 2004 ; Sales-Luis *et al.*, 2007 ; Carss et Parkinson, 2009).

6.1.1 - Abondance relative (A.R. %)

L'abondance relative révèle le nombre de proies d'une espèce par rapport au nombre total de proies.

$$A R = \frac{\text{Nombre de proies d'une espèce}}{\text{Nombre total des proies}} \times 100$$

6.1.2 - Fréquence d'occurrence (F.O.)

Elle exprime le nombre d'épreintes contenant une espèce proie par rapport au nombre total d'épreintes.

$$F O = \frac{\text{Nombre d'épreintes contenant une espèce proie}}{\text{Nombre total d'épreintes}} \times 100$$

6.1.3 - Occurrence relative (O.R. %)

L'occurrence relative d'une espèce de proie de la loutre est le rapport du nombre d'épreintes renfermant une espèce proie à la somme des occurrences de toutes les espèces.

$$O R = \frac{\text{Nombre d'épreintes contenant une espèce proie}}{\text{Nombre total d'occurrence}} \times 100$$

6.2 - Analyses statistiques du régime alimentaire de la loutre

Pour donner une signification statistique aux résultats obtenus à travers les différents paramètres étudiés, nous avons utilisé l'analyse de la variance avec plusieurs tests (ANOVA à un seul facteur, Test de comparaison multiple Tuckey-LSD et le test de comparaison multiple MANOVA).

Selon Dagnelie (1975), l'analyse de la variance est définie comme étant une méthode de comparaison de moyenne. Elle permet de déterminer l'influence des facteurs étudiés ou des interactions entre les facteurs.

Le traitement des données a été effectué à l'aide du logiciel STARTA version 15-2020 et celui du SPSS version 25-2018.

6.3 - Indices écologiques de structure

6.3.1 - Richesse totale

La richesse totale (S) ou spécifique correspond à la totalité des espèces qui la composent (Ramade, 1984).

6.3.2 - Indice de diversité de Shannon

L'indice de diversité de Shannon est considéré comme l'un des meilleurs moyens d'exprimer la diversité du régime alimentaire d'une espèce donnée (Blondel *et al.*, 1973).

Selon (Barbault, 1974 ; Ramade, 2008) l'indice de diversité de Shannon est calculé par la formule suivante :

$$H' = - \sum q_i \log_2 q_i$$

$$q_i = \frac{n_i}{N}$$

H' : l'indice de diversité exprimé en bits

q_i : représente la probabilité de rencontres l'espèce proie i

log₂ : est le logarithme à base 2

n_i : nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon;

N : nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon.

D'après Barbault, (1981), cet indice appliqué pour le comportement trophique d'une espèce donnée, renseigne sur l'importance de la diversité des éléments consommés. Il faut rappeler que l'indice de diversité (H') est maximale lorsque toutes les espèces présentes ont la même abondance, nous pouvons dire que le consommateur est généraliste et que le régime trophique renferme des espèces très diverses. S'il est faible dans ce cas l'espèce a une alimentation spécialisée. Sa valeur peut être moyenne dans le cas du menu opportuniste dont l'espèce consomme régulièrement diverses proies. Cet indice appliqué pour le comportement trophique de la loutre.

6.3.3 - Indice d'équirépartition ou d'équitabilité

Nous calculons l'indice d'équirépartition E en rapportant la diversité observée (H') à la diversité maximale H'max, avec (H'max) égale à log₂ S exprimée en bits (Blondel, 1979). L'équirépartition varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une seule espèce. Elle se rapproche de 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance (Barbault, 1981).

Selon le même auteur, l'intérêt des divers indices H' et E, est de permettre des comparaisons globales de peuplements différents ou des états d'un même peuplement saisi à

des moments différents. Dans le cas de l'étude du régime alimentaire, lorsque E tend vers 0, il y a une espèce qui est plus consommée que les autres, l'animal étudié est qualifié de spécialiste. Si E tend vers 1, on qualifie le prédateur d'opportuniste.

6.3.4 - Indice de Sørensen

L'indice est connu sous divers autres noms : le plus souvent reviennent **indice de Sørensen** ou **coefficient de Dice**. L'indice mesure la présence ou l'absence d'espèces et il permet de calculer le degré de Similarité de deux sites ou de deux échantillons. On peut étendre l'expression à la mesure de l'abondance au sens écologique du terme. La formule utilisée est la suivante :

$$IS = \frac{2C}{A+B}$$

Où

A : nombre total des taxons du site 1

B : nombre total des taxons du site 2

C : nombre total de taxons communs entre les 2 sites

Si l'indice (S) est égale à 0, les deux sites sont dissimilaires et ils n'ont pas d'espèces en commun. S'il est égal à l'unité (1), la similarité est complète et nous informe que les deux sites renferment les mêmes espèces. Plus S tend vers 1, plus les deux se ressemblent.

CHAPITRE 4

RESULTATS ET DISCUSSION

Partie 1

PEUPLEMENT PISCICOLE DU BARRAGE DE DJORF TORBA ET
DESCRIPTION DES OS CRANIENS

Partie 1

Peuplement piscicole du barrage de Djorf Torba et description des os crâniens.

1 - Peuplement piscicole du barrage de Djorf Torba

Le peuplement ichthyologique recensé au niveau du barrage de Djorf Torba durant l'année 2015 est composé essentiellement de deux familles (Les Cyprinidés et les Cichlidés). La famille des Cyprinidés renferme sept espèces. *L. pallaryi*, *P. parva*, *H. molitrix*, *H. nobilis*, *C. carpio*, *A. alburnus* et le *C. carassius*. Une seule espèce appartenant à la famille des Cichlidés, il s'agit de *O. niloticus*. Par contre en 2019, nous avons recensé cinq familles (Tab. 3), englobant treize espèces avec une nette dominance des Cyprinidae (8 espèces) (Fig. 23). La famille des Cichlidae comptent deux espèces (Fig. 24), Pour les Centrarchidae (Fig. 25), les Percidae (Fig. 26), les Poeciliidae (Fig. 27) sont représentées par une seule espèce chacune.

Tableau 3 : Nombre total du peuplement piscicole capturé durant l'année 2015 et 2019

Ordre	Familles	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Nbr ind	Nbr Spé
Cypriniformes	Cyprinidae	Le Barbeau	<i>Luciobarbus pallaryi</i> (Pellegrin, 1919)	29	174
		Le Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck et Schelgel, 1846)	12	72
		Le Carassin	<i>Carassius carassius</i> (L, 1758)	18	108
		La Carpe commune	<i>Ciprinus carpio</i> (L, 1758)	17	102
		La Carpe argentée	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	7	42
		La Carpe à grande bouche	<i>Hypophthalmichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	9	54
		L' Ablette commune	<i>Alburnus alburnus</i> (L, 1758)	12	72
		La Brème	<i>Abramis brama</i> (L, 1758)	3	18
Total				107	642
Perciformes	Cichlidae	Tilapie du Nil	<i>Oreochromis niloticus</i> (L, 1758)	8	48
		Tilapia rouge	<i>Oreochromis aureus</i>	5	30
	Centrarchidae	Black-bass	<i>Micropterus salmoides</i> (Lacépède, 1802)	3	18
		La Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i> (L, 1758)	*	*
	Percidae	Le Sandre	<i>Sander lucioperca</i> (L, 1758)	4	24
Total				20	120
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	La Gambusie	<i>Gambusia affinis</i> (Baird et Girard, 1853)	6	24
		Total			
Total global				133	786

Nbr ind : Nombre d'individu, Nbr spé : Nombre de spécimens des pièces céphaliques analysées.



Le Barbeau : *L. pallaryi*



Le Pseudorasbora *P. parva*



Le Carassin : *C. carassius*



La Carpe commune : *C. carpio*



La Carpe argentée *H. molitrix*



La Carpe à grande bouche *H. nobilis*



L' Ablette commune *A. alburnus*



La Brême : *A. brama*

Figure 23 : Espèces de poissons de la famille des Cyprinidae



Le Tilapia du Nil : *O. niloticus*



Le Tilapia rouge : *O. aureus*

Figure 24 : Espèces de poissons de la famille des Cichlidae



Le Black bass : *M. salmoides*



Le Sandre : *S. lucioperca*

Figure 25 : Espèce de poissons de la famille des Centrarchidae

Figure 26 : Espèce de poissons de la famille des Percidae



La Gambusie : *G. affinis*

Figure 27 : Espèce de poissons de la famille des Poeciliidae

2 - Descriptions des os crâniens (Etude ostéologique)

La collection de référence réalisée est composée principalement de poissons, dont la majorité a été récoltée au niveau du barrage exception faite pour la Perche soleil.

Les pièces présentées dans les épreintes sont principalement des os du crâne des poissons consommés par la loutre au niveau du barrage de Djorf Torba. Pour une détermination spécifique, les pièces les plus caractéristiques sont : les dents pharyngiennes, le dentaire et le maxillaire pour les Cyprinidés, l'os préoperculaire, le dentaire et le prémaxillaire pour les Percidés et les Centrarchidés et le pré-operculaire et le dentaire pour les Poeciliidés. D'autres pièces peuvent également être utilisées pour l'identification de certaines familles, comme les vertèbres ou les écailles. A partir des différences remarquées au niveau des os, on arrive à trouver des différences entre les espèces de poissons. Elles constituent donc une bonne amorce pour l'étude de régimes alimentaires des espèces piscivores. Un total de 786 spécimens ont été analysé répartis comme suit : 642 (Cypriniformes), 120 (Perciformes) et 24 (Cyprinodontiformes).

2.1 - Les Cypriniformes

2.1.1 - Les Cyprinidés

La famille des Cyprinidés étant la mieux représentées dans le barrage de Djorf Torba. La présence de cette famille dans les épreintes échantillonnées est repérée grâce à la présence de quelques os typiques : l'operculaire, de forme quadrangulaire, le préoperculaire aux bords lisses et aux branches subégales, les vertèbres formant le complexe urophore (Fig. 28, a,b et c). Aucun de ces os ne peut être utilisé pour effectuer une identification spécifique des espèces consommées par la loutre. Par conséquent, pour une identification caractéristique, d'autres pièces sont indispensables. Au niveau du crâne de chaque Cyprinidé, nous avons pris en considération les dents pharyngiennes, le dentaire et le maxillaire.



Figure 28 : Os caractéristiques de Cyprinidae : **a** : complexe urophore, **b** : préoperculaire droit et gauche (face interne et externe), **c** : operculaire droit et gauche (face interne et externe)

2.1.1.1 - Description des os pharyngiens

L'identification est basée sur le nombre et la disposition en rangées des dents. Les dents pharyngiennes sont implantées sur la face antéro-interne des os pharyngiens en une, deux ou trois rangées. Pour différencier entre les espèces, nous nous sommes basé sur des critères bien distinctifs : la forme de la marge (partie) ascendante postérieure, Les différents termes techniques utilisés dans cette clé sont illustrés dans la figure n°29. Sur les huit espèces répertoriées dans le barrage, elles se distinguent comme suit :

2.1.1.1.1 - Espèces à une rangée de dents pharyngiennes

La Brème, le Carassin, le Pseudorasbora la Carpe argentée et la Carpe à grande bouche renferment quelques caractères communs sur l'os pharyngien. Celui-ci possède une rangée de dents mais sa forme est assez distinctive entre les cinq espèces.

La Brème est identifiée par son os pharyngien très mince, d'apparence fragile avec des dents très regroupées et fines, légèrement arrondi dans leur partie ascendante, il est doté au niveau du massif dentaire d'une excroissance externe bien marquée (Fig. 30a).

Le Carassin a un os pharyngien épais, la partie ascendante est pratiquement courte et recourbée à son extrémité, ce qui donne à l'os un aspect de crochet, les dents sont molariformes (Fig. 30b).

L'os pharyngien du *Pseudorasbora* est très robuste, les dents sont regroupées et épais, la partie ascendante est très courte par rapport à la partie postérieure (Fig. 30c).

L'os pharyngien de la Carpe à grande bouche est très allongé et très mince dans sa partie postérieure, d'apparence frêle, la branche ascendante de l'os est partiellement recourbé et linéaire à son extrémité. Les dents sont toutes semblables placées sur une ligne droite et orientées dans la même direction, rattachées par un os rectiligne à la branche ascendante et présence de pores de part et d'autre de la partie ascendante (Fig. 30d).

La Carpe argentée présente un os pharyngien qui ressemble parfaitement à celui de la carpe à grande bouche. Cet os, dans les deux parties postérieures et ascendantes, sont très allongées, très mince et d'apparence épais. Les dents sont toutes semblables placées sur une direction linéaire, de même dimension et orientées vers l'intérieur dans la même direction (Fig. 30e).

2.1.1.1.2 - Espèces à deux rangées de dents pharyngiennes

Une seule espèce appartient à ce groupe. Il s'agit de l'Ablette commune où l'os pharyngien est plus long que large et mince dans sa partie postérieure. La branche ascendante possède une marge antérieure anguleuse, aplatie, linéaire et épaisse dans sa partie antérieure. Les dents sont relativement semblables, leur couronne est mince et très allongée (Fig. 31).

2.1.1.1.3 - Espèces à trois rangées de dents pharyngiennes

Deux espèces appartiennent à ce groupe, *L pallaryi* et *C carpio*. Leurs os pharyngiens se distinguent facilement.

Le Barbeau possède un os relativement épais sur la partie ascendante. La partie postérieure, élancée, pointue à son extrémité. IL est pourvu de dents plus nombreuses et plus fines (Fig. 32a).

L'os de la Carpe commune par contre est très dense sur les deux parties (postérieure et ascendante), muni de trois dents massives, molariformes sur la première rangée. Les deux autres rangées ont de 2 à 1 dents, assez frêles et de petite taille, particulièrement la dent isolée (Fig. 32b).



Figure 29 : Os pharyngien de Cyprinidé :
m.a : marge ascendante, **m.p** : marge postérieure,
m.d : massive dentaire



Figure 30 : Os pharyngiens de Cyprinidae à une rangée de dents pharyngiennes :
a : *A. brama*, **b** : *C. carassius*, **c** : *P. parva*, **d** : *H. nobilis*, **e** : *H. molitrix*



Figure 31 : Os pharyngiens de Cyprinidae à deux rangées de dents pharyngiennes
A. alburnus

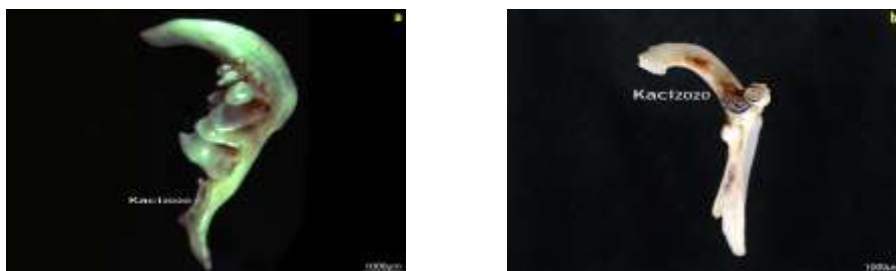


Figure 32 : Os pharyngiens droit de Cyprinidae à trois rangées de dents pharyngiennes :
a : *L. pallaryi*, **b** : *C. carpio*

2.1.1.2 - Description des dentaires

D'une manière générale les dentaires des Cyprinidés sont caractérisés par l'absence des dents et la présence d'un processus coronoïde (apophyse supérieure aborale) bien développée pour la majorité des espèces étudiées au niveau du barrage à l'exception de la carpe à grande bouche et la carpe argentée. Le dentaire fait un bord épais qui se fixe avec l'os de l'autre côté de la mâchoire inférieure. Pour une différenciation précise sur l'ensemble des espèces, nous sommes basé sur des critères bien déterminés : La présence ou l'absence de pores sensoriels sur la partie ventro-latérale (ligne latérale), la présence ou l'absence du foramen antéro-latéral, la forme de la marge antérieure et sur l'aspect et la position du processus coronoïde. Les différents termes techniques utilisés dans cette clé sont illustrés dans la figure n°33.

La Brême possède cinq pores sensoriels sur la ligne latérale ; incisura postérieur très régulièrement concave, la marge antérieure bilobée ou convexe à profit droit ou légèrement incliné vers l'arrière (Fig. 34a).

Le processus coronoïde du Carassin est nettement pédonculée, son bord antérieur est clairement concave, la marge antérieure apparait verticale, rectiligne ou légèrement bilobée, présence du foramen bien développé et de quatre pores sensoriels sur la ligne latérale (Fig. 34b).

Les dentaires chez le Pseudorasbora sont légèrement courbés, le processus coronoïde est de forme triangulaire avec un bord postérieur lobé; le canal de la ligne latérale mandibulaire ne présente aucun pore sensoriel; la marge antérieure est large et concave (Fig. 34c).

Le processus coronoïde de l'Ablette commune est bien développé, de forme arrondie, le foramen situé en avant du sommet de la crête arrondie, son bord est soudé vers l'arrière, la marge antérieure très carrée, pourvue d'un épaississement avec un crochet, possède 5 à 6 pores sensoriels sur la ligne latérale (Fig. 34d).

Le Barbeau possède un processus coronoïde supérieur, de forme rectangulaire, la marge antérieure de l'os est nettement bilobée et inclinée vers le bas. Le corps du dentaire très étroit, possédant quatre pores sensoriels sur la ligne latérale (Fig. 34e).

La Carpe commune est identifiée par un processus coronoïde de forme relativement trapézoïdale, à bords pratiquement subparallèles, à la base, celle-ci est très élargie, conférant au dentaire une forme trapue, le foramen est bien marqué, crête arrondie à forte courbure, cinq pores sensoriels sur la ligne latérale (Fig. 34f).

Le dentaire de la Carpe à grande bouche vu de dessus est de forme relativement triangulaire et épais avec le processus coronoïde un peu développé, non pédonculé avec la marge antérieure rectiligne, légèrement courbée vers le bas, donnant l'aspect bombé au dentaire. Présence de pores sensoriels sur la ligne latérale (Fig. 34g).

La Carpe argenté présente un dentaire qui ressemble à celui de la Carpe à grande bouche, la forme est relativement triangulaire, le processus coronoïde est peu développé, non pédonculé avec la marge antérieure de l'os bien inclinée vers le bas qui donne un aspect bombé à l'os et possède quatre pores sensoriels sur la ligne latérale (Fig. 34h).

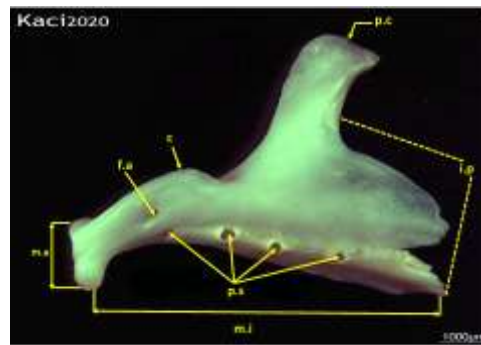


Figure 33 : Os d'un dentaire (face interne) de Cyprinidae : **m.a** : marge antérieure, **p.c** : processus coronoïde, **f.a**: foramen antéro-latérale, **ps** : pores sensorielles, **i.p** : incisura postérieure, **c** : crête

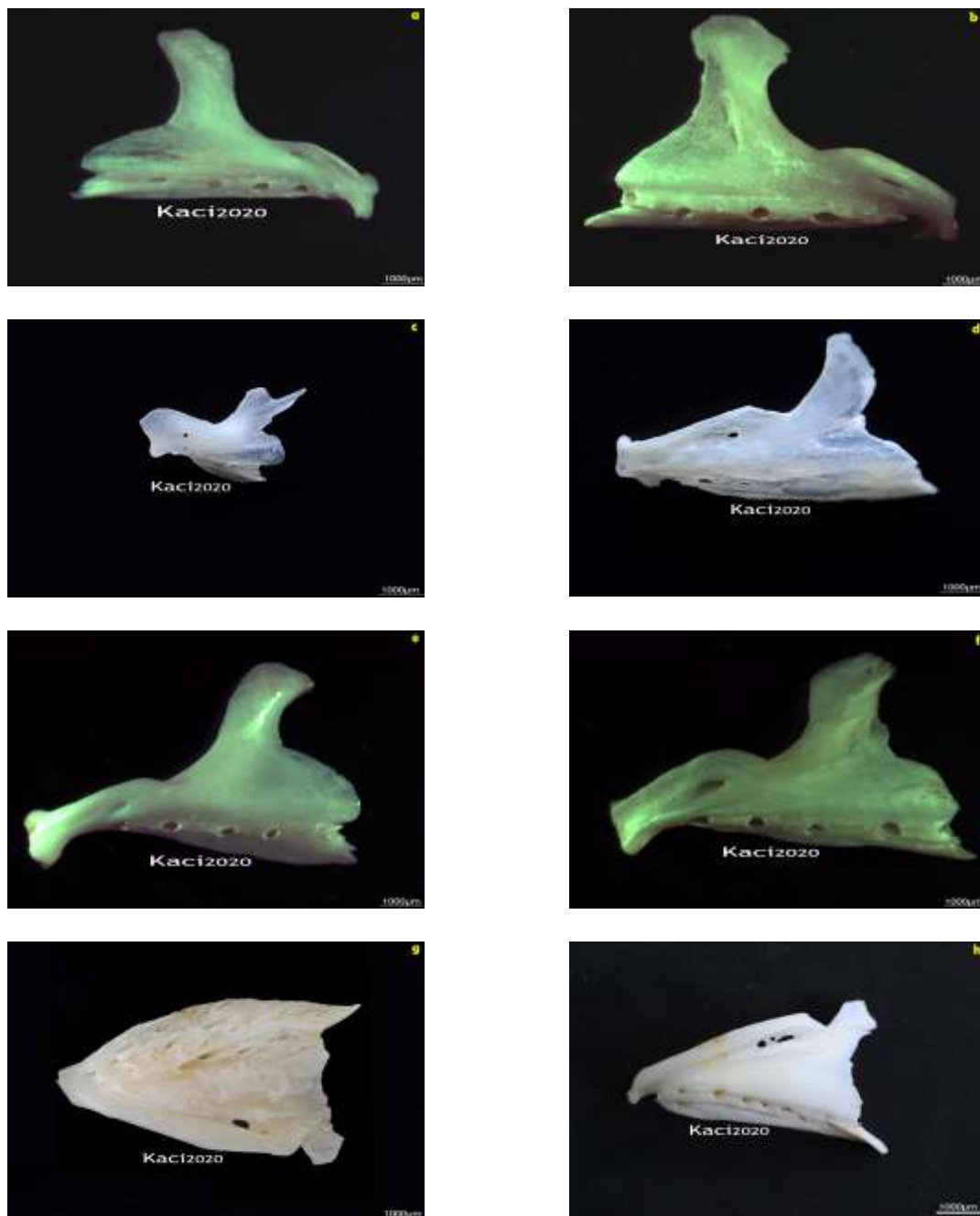


Figure 34 : Os d'un dentaire des Cyprinidae: **a** : *A. brama*, **b** : *C. carassius*, **c** : *P. parva*, **d** : *A. alburnus* **e** : *L. pallaryi*, **f** : *C. carpio*, **g** : *H. nobilis*, **h** : *H. molitrix*,

2.1.1.3 - Description des maxillaires

Le maxillaire de toutes les espèces représentées dans le milieu d'étude diffère par la taille et la forme de ses os. En vue d'ensemble, le maxillaire est convexe dorsalement. C'est la raison pour laquelle, nous avons tenté de développer une clé d'identification pour chaque os afin de différencier entre les espèces. Des termes techniques sont utilisés dans cette clé, présentés dans la figure n°35. L'identification est basée sur plusieurs critères dont les plus importants sont :

- Crête dorsale développé ou peu développé
- Marge inférieure à bord régulier ou irrégulier
- La forme de processus postérieur
- La position et la forme du processus ascendant antérieur

La Brême est identifiée par une régularité de la marge inférieure, pratiquement rectiligne, le processus ascendant est implanté sur une saillie très étroite. Le prolongement osseux est important à l'avant du processus postérieur qui est court avec son extrémité verticale (Fig. 36a).

Le maxillaire du Carassin présente une marge inférieure irrégulière, processus postérieure est clairement pédonculé. Une concavité marquée à l'arrière de la marge inférieure, le bord postérieur de la crête dorsale est concave (Fig. 36b).

Les maxillaires du Pseudorasbora sont courts et épais avec un processus ascendant relativement courbé avec le processus postérieur de forme triangulaire. L'apophyse aborale, la crête dorsale est de forme faiblement courbée (Fig. 36c).

Chez l'Ablette commune, la partie latérale des maxillaires, est large et la marge inférieure est régulière. La crête dorsale est dirigée vers le haut formant un trapèze rectangulaire et le processus postérieur pédonculé (Fig. 36d).

Le maxillaire du Barbeau est caractérisé par une marge inférieure régulière formant une cavité large vers l'arrière. La largeur maximale du processus postérieure se trouve à son extrémité avec présence d'un pore à la base du massif antérieur (Fig. 36e).

La marge inférieure du maxillaire de la Carpe commune, montre à l'arrière un sinus profond déterminant un pédoncule net au processus postérieur de forme rectangulaire avec une expansion. Le bord de la crête dorsale est de forme de plaque et légèrement convexe (Fig. 36f).

Le maxillaire de la Carpe argentée pourvu d'une large surface latérale sur le côté et sa face interne, est partiellement perforé. La marge inférieure est à bord relativement régulière. L'os est aplati dans son côté interne et courbé en vue externe. La crête dorsale est pédonculé, aplati dans la direction antéro-postérieur, légèrement bombé à son extrémité et nervurée. Le processus postérieur en forme de pelle, son extrémité est arrondie à la base, alors que le processus antérieur ascendant en forme de tige avec le bord de forme triangulaire (Fig. 36g).

Le maxillaire de la Carpe à grande bouche ressemble à celui de la carpe argentée. Il est large sur le côté, sa face interne est partiellement perforée avec la marge inférieure à bord irrégulier. L'os est courbé en vue externe, la crête dorsale est aplatie, formant un trapèze rectangle, pointue à son extrémité sous forme d'un bec. Le processus postérieur en forme de pelle avec son extrémité arrondie à la base, alors que le processus antérieur ascendant en forme de tige semblable à celui de la Carpe argentée (avec le bord de forme triangulaire) (Fig. 36h).



Figure 35 : Os d'un maxillaire (face interne) de Cyprinidae : **c.d** : crête dorsale, **p.p** : processus postérieur, **m.i** : marge inférieure, **p.a.a** : processus ascendant antérieur



Figure 36 : Os d'un maxillaire de Cyprinidae (face interne): **a** : *A. brama*, **b** : *C. carassius*, **c** : *P. parva*, **d** : *A. alburnus*, **e** : *L. pallaryi*, **f** : *C. carpio*, **g** : *H. molitrix*, **h** : *H. nobilis*.

2.2 - Les Perciformes

2.2.1 - Les Cichlidae, Percidae et Centrarchidae

Ces trois familles sont considérées comme homologues, où elles partagent de très nombreux caractères morphologiques. La présence de nombreuses écailles cténoïdes (Fig. 37) et l'os operculaire en voile latine (Fig. 38) renforcés d'une épine ou d'un épaississement bien visible, facilement observable. Pour une identification spécifique, nous avons retenu l'os préoperculaire, le dentaire et le prémaxillaire.

2.2.1.1 - Description de l'os pré-operculaire

La forme de pré-operculaire, montre beaucoup de variations entre les différentes espèces étudiées. Les percidés sont caractérisés par un pré-operculaire dentelé, ceux des Centrarchidés sont presque lisses et lisses chez les Cichlidés. Sa branche ascendante est nettement plus longue que sa partie horizontale et forme avec celle-ci un angle pratiquement droit.

L'os pré-operculaire du Black bass est dépourvu totalement d'indentation, ses bords sont tout à fait entiers, la branche ascendante est légèrement incurvée vers l'arrière (Fig 39a). Par contre, les indentations du Sandre sont irrégulières et moins prononcées, la partie ascendante de l'os est légèrement incurvée vers l'arrière (Fig. 39b). La perche soleil est déterminée par un pré-operculaire à bords entiers sauf dans la partie coudée où se trouvent quelques denticulations (Fig. 39c). Le Tilapia du Nil ne présente aucune indentation, ses bords sont lisses, la branche ascendante longue et plus large dans sa partie horizontale de l'os (Fig. 39d). Le Tilapia rouge est dépourvu également d'indentation, ses bords sont lisses, la branche ascendante longue et bien élançé (Fig. 39e).



Figure 37 : Ecaille cténoïde de Percidae **a** : *S. lucioperca*, Centrarchidae **b** : *M. salmoides*, Cichlidae
c : *O. aureus*



Figure 38 : Opercule gauche et droit (face interne et externe) **a** : *M. salmoides* **b** : *S. lucioperca*,
c : *O. aureus* **d** : *O. niloticus*

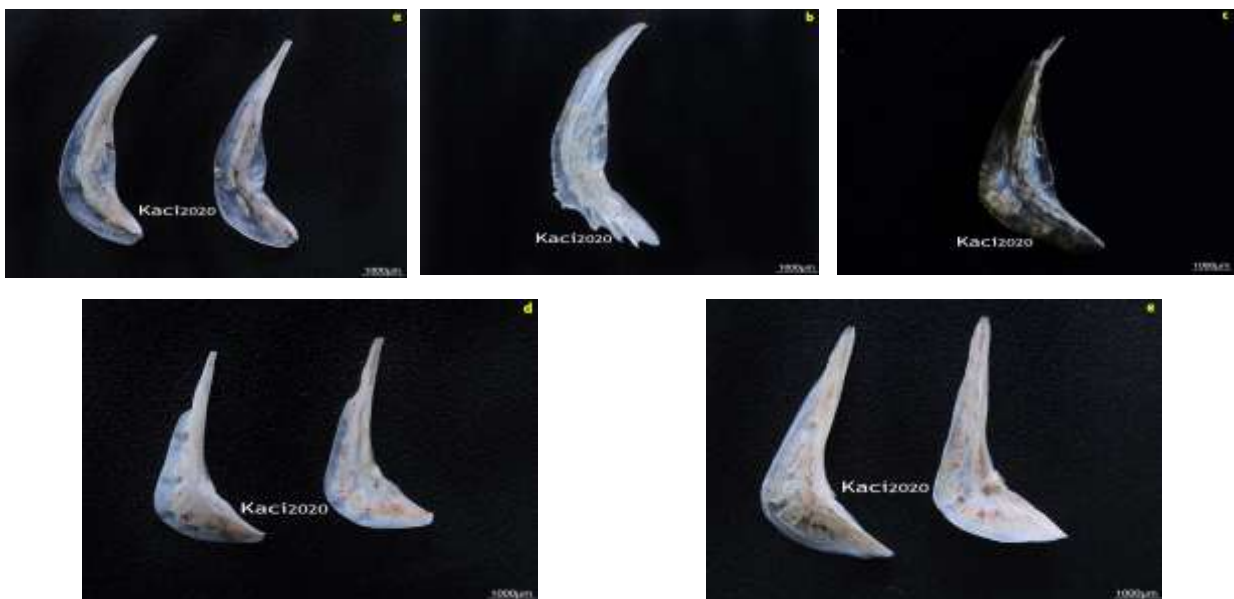


Figure 39 : Os pré-operculaire des Perciformes, **a** : *M. salmoides*, **b** : *S. lucioperca*, **c** : *L. gibbosus* ;
d : *O. niloticus*, **e** : *O. aureus*

2.2.1.2 - Description des dentaires

Le dentaire des quatre espèces étudiées (Tilapia du Nil, Tilapia rouge, Black bass, la Perche soleil et le Sandre) présentent un os pratiquement robuste et épais, présentant des denticules. Ces derniers se détachent pratiquement des os lors de la préparation des pièces ou lors de leur transit dans un tractus digestif du prédateur.

Le dentaire possède deux processus postérieurs : le processus supérieur et le processus inférieur qui s'articulent avec le processus antérieur de l'articulaire. Les dentaires des quatre espèces examinées, possèdent plusieurs foramen dans la surface ventro-latérale. Leur identification est basée sur des critères comme la forme des processus postérieurs et également sur la forme de la marge antérieure. La figure n°40 représente les termes techniques utilisés dans la clé de détermination des dentaires. Les deux espèces des Cichlidés *O. niloticus* et *O. aureus* collectées au niveau du barrage de Djorf Torba sont caractérisés par un degré de similitude très élevé.

Le dentaire du Tilapia rouge est identifié par le processus inférieur qui est nettement plus développé et plus long que le processus supérieur. La symphyse (marge antérieure) est étroite avec une présence de foramen sur la face latérale du processus inférieur au nombre de quatre. De plus, il possède un à deux foramen supplémentaires sur la partie antérieure du processus supérieur (Fig. 41a).

La marge antérieure de Tilapia du Nil est large avec une présence trois foramen sur la face latérale du processus inférieur. Le processus inférieur est clairement plus large que le processus supérieur avec une longueur sensiblement égale (Fig. 41b).

Le processus supérieure du dentaire de Black bass est relativement droit et pointu à son extrémité, la marge antérieure est linéaire, le processus inférieur est beaucoup plus large que le processus supérieur et présence de trois foramen sur la face latérale du processus supérieur (Fig. 42a).

Chez la Perche soleil, le processus supérieur du dentaire est incurvé vers le haut et largement arrondi à son extrémité postérieure. La branche inférieure est dotée de foramen bien visible, de taille moyenne sur la face externe et la marge inférieure est large et rectiligne (Fig. 42b).

Le dentaire du Sandre est facilement identifiable, typique, identifié par des dents permanentes de taille variable. Le processus supérieur est plus long que le processus inférieur. Présence de foramen uniquement sur le processus inférieur, la marge antérieure est épaisse (Fig. 43).

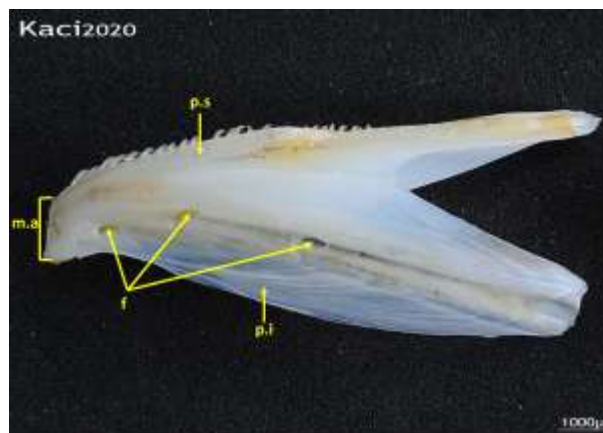


Figure 40 : Os dentaire de Perciforme : **f** : foramens, **p s** : processus supérieur, **p i** : processus inférieur **m a** : marge antérieure



Figure 41: Os dentaire droit de Cichlidae, **a** : *O. aureus*, **b** : *O. niloticus*



Figure 42 : Os dentaire gauche de Centrarchidae, **a** : *M. salmoides*, **b** : *L. gibbosus*



Figure 43: Os dentaire droit de Percidae : *S lucioperca*

2.2.1.3 - Description des pré-maxillaires

Le pré-maxillaire des Cichlidés, Percidés et des Centrarchidés est pourvu d'un nombre important de petites protubérances creuses sur lesquelles s'implantent des denticules à l'exception du Sandre. Le prémaxillaire comprend trois processus: le processus ascendant, le processus articulaire, et le processus post maxillaire. La figure n°44 regroupe la terminologie utilisée pour cette clé.

Le prémaxillaire en forme de la lettre L en vue latérale est l'un des critères majeurs pour l'identification des espèces appartenant à ce groupe. La partie verticale est divisée en deux parties : une partie antérieure pourvue d'une barre pointue et fine (processus ascendant), une partie postérieure suivant d'une excroissance globuleuse (processus articulaire), tandis que le processus post prémaxillaire, il est situé à la marge supérieure de la barre horizontale qui est garnie d'une expansion osseuse plus ou moins importante. Cette dernière est observée uniquement chez les Percidés et les Centrarchidés

Le prémaxillaire de Tilapia du Nil présente un os robuste et court. Le processus ascendant est incliné vers l'avant. Son processus articulaire est épais à sa base. L'indentation entre le processus antérieur et le processus articulaire est bien marquée. La transition entre le processus articulaire et le processus post prémaxillaire est graduelle mais ce dernier montre une légère courbe descendante à son extrémité postérieure (Fig. 45a)

Le prémaxillaire du Tilapia rouge ressemble parfaitement à celui du Tilapia du Nil. Son processus articulaire est légèrement recourbé et creusé horizontalement à sa base, l'indentation entre le processus antérieur et articulaire est petit, le passage entre le processus

articulaire et le processus post prémaxillaire est plus graduel qui montre une importante courbe descendante à son extrémité postérieure (Fig. 45b).

Le prémaxillaire du Black bass quant à lui est très allongé avec le processus ascendant de taille plus grande que le processus articulaire et l'expansion postérieur de l'os est bien développé (Fig. 46a).

La Perche soleil possède un os assez court s'inscrivant pratiquement dans un triangle rectangle isocèle, le processus articulaire est renflé et le processus post prémaxillaire est peu développé (Fig. 46b).

L'os du Sandre est très allongé est pourvu de dents de taille différente, le processus ascendant nettement allongé vers l'arrière, le processus articulaire est incliné légèrement vers l'avant, l'élargissement de l'os est bien observé (Fig. 47).

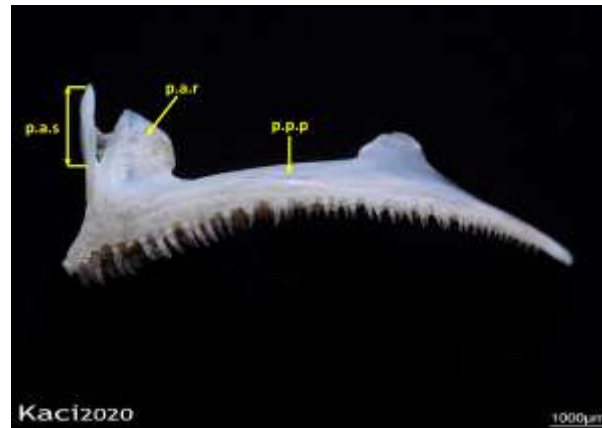


Figure 44 : Os prémaxillaire d'un Perciforme



Figure 45: Os prémaxillaire droit de Cichlidae, a : *O. niloticus*, b : *O. aureus*



Figure 46: Os prémaxillaire droit de Centrarchidae, a : *M. salmoides*, b : *L. gibbissus*



Figure 47: Os prémaxillaire droit de Percidae : *S. lucioperca*.

2.3 - Les Cyprinodontiformes

2.3.1 - Les Poeciliidae

La seule espèce Poecilidé présente dans le barrage pour combattre les moustiques, est *Gambusia affinis*. Ce poisson du fait de sa très petite taille, ne laisse que très peu d'os identifiables dans les épreintes de la loutre. Son dentaire et son pré-operculaire sont facilement identifiables à condition de bien le repérer. Le pré-operculaire est sous forme d'un triangle rectangle isocèle, avec des bords lisses et parfaitement réguliers (Fig. 48). Le dentaire est pourvu d'une apophyse postérieure assez anguleuse et une apophyse antérieure aux bords plus réguliers portant des dents (Fig. 49).



Figure 48 : Os préoperculaire droit de *G. affinis*



Figure 49 : Os dentaire gauche de *G. affinis*

Partie 2

ECOLOGIE TROPHIQUE DE LA LOUTRE *Lutra lutra*

Partie 2

Ecologie trophique de la loutre *Lutra lutra*.

Un animal qui témoigne d'une préférence alimentaire pour un type particulier de nourriture, lorsque la proportion de ce type est plus abondante dans son alimentation que dans son environnement. Pour mesurer la préférence alimentaire dans la nature, il est indispensable d'étudier la composition de l'alimentation, mais aussi l'accessibilité aux différents types de proies.

1 - Prélèvement des épreintes

La prospection systématique du réseau hydrographique, dans le but de déterminer l'écologie trophique de la loutre dans un écosystème saharien, a permis de collecter régulièrement un certain nombre d'épreintes. Au total, 576 ont été prélevées durant l'année 2015 et 2019. Vu la rareté des épreintes en 2015, le nombre d'épreintes analysées mensuellement est de 10 (seulement dans la partie Aval du barrage). Par contre, en Amont, les épreintes de la loutre étaient presque introuvables malgré nos prospections intensives. Ceci est probablement dû à différents facteurs du milieu, notamment le dérangement de la quiétude de l'animal, à la rareté des disponibilités alimentaires, à la qualité et la profondeur de l'eau, etc... Par ailleurs, nous avons effectué une sortie au cours du mois d'octobre 2018 au niveau du barrage pour la pêche des poissons dans le but de préparer la collection de référence des poissons et des ossements. Au cours de cette sortie, on a constaté l'abondance des épreintes de la loutre dans les deux sites (Amont et Aval), ce qui signifie la présence du mustélidé dans le milieu. Pour cela, nous avons décidé d'étudier le régime alimentaire de la loutre sur un autre cycle annuelle. Pour plus de précautions méthodologiques nous avons éliminé toutes les épreintes antérieures durant l'automne 2018 pour avoir des échantillons frais de l'année en cours 2019. Par contre, pour mieux comprendre le comportement de l'animal dans le barrage, nous avons divisé ce dernier en 2 sites : Amont et Aval. Nous avons suivi la même méthodologie pour le prélèvement des épreintes. De ce fait, le nombre des épreintes prélevées dans les sites est de 456.

2 - Effort d'échantillonnage

L'effort d'échantillonnage fourni pour la collecte des épreintes dans le site d'étude sont répertoriés dans le tableau ci-dessous. Nous remarquons immédiatement à partir des résultats que le temps d'effort fourni pour la collecte des épreintes varie d'un mois à un autre, d'une saison à une autre et d'un site à un autre

Ainsi en amont du barrage le temps mis pour la collecte du lot d'épreintes varie entre 16 et 29 minutes durant l'hiver et de 11 à 33 minutes au printemps sur une distance moyenne variant entre 23 et 66 m. Nous remarquons aussi que le temps d'effort est plus faible du mois d'août au mois de décembre. Il varie entre 1,54 et 8,37 (période été-automne). Durant cette période, la recherche des épreintes est arrêtée après un déplacement de 60 mn et 120 mn. Cela explique par la rareté des épreintes d'une part et par la structure paysage de ce site qui ne semble pas être attractive pour la loutre pour différentes raisons.

En aval du barrage, c'est surtout en hiver que le temps d'effort est le plus élevé variant entre 26 et 80 minutes sur une distance entre 46 et 161 m. Ce site demeure l'endroit où les épreintes sont les plus rencontrées.

3 - Qualité d'échantillonnage

Différentes méthodes sont disponibles pour étudier le régime alimentaire des animaux. Leur choix dépend notamment des objectifs à atteindre et surtout de leur facilité d'emploi pour l'espèce considérée. Une méthode bien adaptée à une espèce pourra s'avérer complètement inutile pour une autre. En tout état de cause, deux points doivent retenir une attention particulière : il s'agit d'une part de la manière dont l'échantillonnage est effectué et, d'autre part, de la façon dont les résultats sont exprimés.

Seules les proies principales élevées au rang d'espèces ont été considérées car le régime comportait d'autres catégories de proies, en l'occurrence les arthropodes, les reptiles, etc... Elles intervenaient cependant en proportion « négligeable », de moins de 1 %. Les figures n° 50, 51, 52 et 53 et celles mises en annexe n°2, illustrent l'évolution mensuelle de la proportion des différentes catégories alimentaires en fonction du nombre d'épreintes analysées durant l'année 2015 et 2019. Nous ne présenterons ci-dessous que les figures des

mois représentatifs de chaque saison qui illustrent l'évolution de la proportion des différentes catégories alimentaires en fonction de l'effort d'échantillonnage représenté (en abscisse) par le nombre d'épreintes analysées

Tableau 4: Temps d'effort (en minutes) fourni pour le ramassage des épreintes dans l'amont et l'aval du barrage durant l'année 2015 et 2019

Sites	Saisons	Mois	Durée total (mn)	Durée moyenne (mn)	Distance parcourue (m)	Distance moyenne (m)
Année 2015	Hiver (n=30)	Janvier	/	/	/	/
		Février	/	/	/	/
		Mars	/	/	/	/
	Printemps (n=30)	Avril	/	/	/	/
		Mai	/	/	/	/
		Juin	/	/	/	/
	Eté (n=30)	Juillet	/	/	/	/
		Aout	/	/	/	/
		Septembre	/	/	/	/
	Automne (n=30)	Octobre	/	/	/	/
		Novembre	/	/	/	/
		Décembre	/	/	/	/
Amont 2019 n = 167	Hiver (n=57)	Janvier	16,78		33,56	
		Février	29,20	20,69	58,40	41,39
		Mars	16,10		32,20	
	Printemps (n=65)	Avril	18,84		37,68	
		Mai	11,50	21,20	23,00	42,40
		Juin	33,26		66,52	
	Eté (n=24)	Juillet	40,56		81,12	
		Aout	8,37	16,82	16,74	33,65
		Septembre	1,54		03,08	
	Automne (n=21)	Octobre	6,27		12,54	
		Novembre	2,55	4,79	5,10	9,59
		Décembre	5,56		11,12	
Aval 2019 n = 289	Hiver (n=99)	Janvier	38,56		77,12	
		Février	80,57	48,53	161,14	97,06
		Mars	26,46		52,92	
	Printemps (n=79)	Avril	23,74		47,48	
		Mai	22,81	35,03	45,62	70,07
		Juin	58,55		117,10	
	Eté (n=57)	Juillet	32,66		65,32	
		Aout	40,99	33,56	81,98	67,11
		Septembre	27,02		54,04	
	Automne (n=54)	Octobre	26,00		52,00	
		Novembre	18,97	27,39	37,94	54,77
		Décembre	37,19		74,38	

Année 2015

En février 2015 (n = 10), la proportion de *P. parva* reste la proie la plus importante dans le régime de la loutre. Elle marque un maximum dans les épreintes 6-7 (0,67-0,68) et régresse par la suite jusqu'à l'épreinte 10 (0,57). *A. alburnus* affiche la plus grande proportion entre l'épreinte 2 (0,23) et 5 (0,25). *L. pallaryi* enregistre une proportion maximale dans l'épreinte 1 (0,25) mais régresse par la suite jusqu'à l'épreinte 3 (0,13), pour réapparaître à

son plus haut niveau 0,16-0,19 (4-5). Ensuite, l'espèce diminue avec des proportions variant entre 0,08 et 0,09 (6-7) et augmente de nouveau à 0,15 au niveau de l'épreinte 10. Les **Cyprinidés** apparaissent dans le régime à partir de la deuxième épreinte, ils enregistrent un maximum dans les épreintes 2-3 (0,13-0,14) et chutent par la suite jusqu'au niveau de l'épreinte 10 (0,05). *C. carassius* enregistre un maximum au niveau de l'épreinte 1 (0,13), régresse par la suite et se stabilise à un niveau compris entre 0,03 et 0,04. *O. niloticus* n'apparaît qu'à partir de la quatrième épreinte où elle affiche des proportions faibles dans le régime entre 0,02 et 0,05. Les autres espèces (*C. carpio* et *H. molitrix*) ne sont apparus qu'à partir de la dernière épreinte avec une proportion n'excède guère 0,01. **Les Arthropodes** apparaissent qu'après l'analyse de la huitième épreinte, leur proportion reste négligeable dans l'alimentation de la loutre, varie entre 0,02 et 0,03.

En mai 2015 (n = 10), la proportion de *P. parva* reste également la plus importante dans l'alimentation de la loutre où elle marque un maximum dès les épreintes 1 et 2 (0,50), régresse par la suite jusqu'au niveau de l'épreinte 7 (0,21) et augmente à un niveau plus élevé pour se stabiliser au niveau des épreintes 9-10 (0,41-0,42). **Les Cyprinidés**, deuxième catégorie de proie en importance, apparaissent dès la première épreinte où leur proportion est identique dans l'épreinte 1 et 2 (0,25). Ils régressent par la suite jusqu'à l'épreinte 4 (0,15), pour passer à un niveau plus élevée dans l'épreinte 5 (0,25). Ensuite, leur proportion chute jusqu'au niveau de l'épreinte 10 (0,09). D'un autre côté, nous remarquons que la proportion de *A. alburnus* augmente dans l'épreinte 2 (0,13) et 3 (0,29), chute par la suite et se stabilise à un niveau compris entre 0,08 et 0,09. **Les Batraciens**, apparaissent dès la première épreinte 1 (0,25) pour se stabiliser à 0,06 à partir de l'épreinte 9. *P. pallaryi* enregistre une proportion assez faible (0,07) dès son apparition au niveau de l'épreinte 3, elle régresse jusqu'au niveau de l'épreinte 5 (0,04), et augmente à un niveau plus élevé 0,13-0,21 au niveau des épreintes 6-7 et se stabilise entre 0,18 et 0,19. **Les Oiseaux** ne sont apparus dans les épreintes de la loutre qu'à partir de la troisième épreinte, leur proportion reste faible dans le régime varie entre 0,03 et 0,07. En ce qui concerne **les Arthropodes**, apparaissent qu'à partir de la quatrième épreinte mais leur proportion reste faible et relativement stable dans le menu de l'animal entre 0,03 et 0,05. Les autres espèces (*L. gibbosus*, *C. carassius* et *C. carpio*) n'apparaissent qu'à partir de la 6^{ème} et 7^{ème} épreinte. Leur proportion reste très marginale dans l'alimentation de la loutre, variant entre 0,03 et 0,05.

En aout 2015 (n = 10), la proportion de *P. parva* reste là aussi la plus importante dans le régime. Elle augmente d'une manière régulière de l'épreinte 1 (0,56) à 6 (0,65), régresse par la suite à 0,63 au niveau de l'épreinte 7. Elle passe par la suite à un niveau plus élevé entre 0,65 et 0,67 au niveau des épreintes.8-10. *L. pallaryi*, deuxième proie en importance, enregistre des proportions relativement stable tout au long du lot analysé et varie entre 0,09 et 0,13. Les proportions des **Batraciens** et les **Reptiles** varient entre 0,05 et 0,07 tout au long du lot des épreintes analysées, alors que les **Arthropodes** enregistrent des proportions variant entre 0,03 et 0,06. Les autres poissons *A. alburnus*, *C. carpio* et *C. carassius* leurs proportions restent négligeables dans l'alimentation de la loutre où elles enregistrent des proportions variant entre 0,02 et 0,07.

Le mois de Novembre 2015 (n = 10), la proportion de *L. pallaryi* affiche dès la première épreinte une proportion maximale de 1, régresse par la suite brutalement à 0,22 au niveau de l'épreinte 3, puis elle augmente 0,27 et 0,31 (4-7) et régresse entre 0,22 et 0,25 (9-10). *P. parva* apparait dès la deuxième épreinte, elle augmente en proportion pour dépasser *L. pallaryi* de l'épreinte 2 (0,50) à 3 (0,56), puis elle régresse jusqu'au niveau de l'épreinte 6 (0,38) pour reprendre par la suite à 0,47 au niveau de l'épreinte 7, et se stabilise pratiquement entre 0,40 et 0,44. La proportion de *L. gibbosus* augmente de l'épreinte 2 (0,17) à 3 (0,22), elle chute par la suite et se stabilise entre 0,10 et 0,11 à partir de l'épreinte 9. Les cyprinidés ne sont apparus qu'après l'analyse de la cinquième épreinte, ils augmentent de 0,09 à 0,15 au niveau des épreintes 5-6, régressent par la suite à 0,13 (7-8), ils passent ensuite à un niveau plus élevé entre 0,17-0,20 (9-10). *C. carpio*, apparait dans le régime qu'après l'analyse de la huitième épreinte, elle affiche des proportions stable entre 0,05 et 0,06.

➤ **Année 2019** (proportion globale amont+aval)

En Février 2019 (n = 53), la proportion de *P. parva* reste largement plus importante dans le régime de la loutre. Elle passe par un maximum dans les épreintes 3, 10 et 15 (0,72-0,76) pour régresser par la suite à 0,46 à partir de l'épreinte 51. *O. aureus*, deuxième catégorie de proie en importance, apparait qu'à partir de la quatorzième épreinte, ne cesse d'augmenter graduellement de l'épreinte 14 (0,03) pour se stabiliser à (0,33) à partir de l'épreinte 53. *C. carassius* enregistre une proportion maximale 0,67 dès la première épreinte, ensuite elle régresse brutalement pour se stabiliser aux environs à 0,02-0,03 à partir de l'épreinte 16. Les **Cyprinidés** sont observés dans le régime à partir de la 4^{ème} épreinte. Ils passent par un

maximum (0,11) au niveau des épreintes 7, 9 et 13 et se stabilisent par la suite dans les épreintes (18-53) avec des proportions variant entre 0,03 et 0,05. La proportion de *L. pallaryi* reste relativement stable dans le régime où elle enregistre des proportions variant entre 0,03 et 0,05, exception pour l'épreinte 2 où l'on enregistre 0,07. Les **Percidés** apparaissent dès la première épreinte où ils affichent une proportion maximale 0,33. Par la suite, leur proportion diminue brutalement pour se stabiliser aux environs 0,01 à partir de l'épreinte 14. *O. niloticus* n'apparaît qu'à partir de la 14^{ème} épreinte. Elle enregistre des proportions pratiquement stables dans le régime, variant entre 0,03 et 0,05 à l'exception dans l'épreinte 17 où on enregistre 0,06. Les autres espèces de poissons (*M. salmoides*, *A. alburnus*, *L. gibbosus*, et *C. carpio*) n'apparaissent qu'à partir de la 5^{ème}, 8^{ème}, 10^{ème} et 32^{ème} épreinte et leur proportion reste très négligeable dans l'alimentation de la loutre variant entre 0,01 et 0,04. Les autres catégories de proies (reptiles, oiseaux arthropodes et batraciens), apparaissent entre la 13^{ème} et la 16^{ème} épreinte et ils restent très marginales dans le menu de l'animal où leur proportion n'excède guère 0,02.

Au mois de Mai 2019 (n = 37), *L. pallaryi* occupe le premier rang en importance dans le régime de l'épreinte 2 à 37 Elle passe par un maximum de 0,59 dans les épreintes 2 et 3. Elle régresse par la suite entre 0,33 et 0,30 de l'épreinte 3 à 14. Par la suite, sa présence varie de 0,20 à 0,26 de la 15^{ème} à la 37^{ème} épreinte. La présence d'*A. alburnus* n'apparaît qu'à partir de la 4^{ème} épreinte avec une proportion de 0,37. Elle, diminue par la suite de la 6^{ème} à la 12^{ème} épreinte (0,22 à 0,30). Ensuite, sa présence redevient importante de la 13^{ème} à la 37^{ème} épreinte (0,38 – 0,52). La proportion de *P. parva* varie de 0,07 à 0,13 tout au long du lot des épreintes analysées. *L. gibbosus*, enregistre une proportion maximale 0,29 dès la première épreinte, elle régresse par la suite jusqu'à l'épreinte 5 (0,06), elle passe à un niveau plus élevé variant entre 0,08 et 0,09 de l'épreinte 6 à 15, elle chute pour se stabiliser à 0,06 à partir de l'épreinte 25. Les autres catégories de proies telles que les **Arthropodes** et les **Batraciens**, ils apparaissent dès la première épreinte mais affichent leur maximum de 0,14 au niveau de l'épreinte 1 uniquement et régresse par la suite pour stabiliser aux environs 0,04-0,05 à partir de l'épreinte 15. Les **Reptiles** apparaissent qu'à partir de la 5^{ème} épreinte mais leur proportion reste faible 0,01 - 0,02. La proportion de *O. niloticus* reste stable et faible varie entre 0,01 et 0,02, exception faite pour les épreintes 2 et 3 où l'on enregistre 0,04 - 0,05. *G. affinis* présente dans le menu de la loutre à partir de la 4^{ème} épreinte, elle enregistre des proportions faible et stable varie entre 0,01 et 0,02. *S. lucioperca* reste très négligeable dans le régime, elle apparaît qu'au niveau des épreintes 12 - 14 avec une proportion de 0,01.

En aout 2019 (n = 30), la proportion de *P. parva* reste largement la plus importante dans l'alimentation de la loutre puisque elle est présente de l'épreinte 1 à l'épreinte 30. Elle passe par un maximum 0,40 et 0,42 et au niveau des épreintes 1-3 et se stabilise ensuite entre 0,31 et 0,39 dans les épreintes 4 jusqu'à l'épreinte 26 où sa présence varie 0,31 et 0,39. *G. affinis* deuxième catégorie de proie en importance elle enregistre un maximum dans l'épreinte 1 et 2 (0,17), elle diminue par la suite à 0,11 jusqu'à l'épreinte 11 pour reprendre à un niveau plus élevée et se stabilise de nouveau à 0,11 à partir de l'épreinte 25. Les **Oiseaux** augmentent en proportion de l'épreinte 1 (0,04) à 9 (0,12), régressent par la suite pour se stabiliser entre 0,04 et 0,05 à partir de l'épreinte 19. Les **Batraciens** apparaissent dès la première épreinte et leur proportion reste relativement stable varie entre 0,06 et 0,09, exception faite au niveau de l'épreinte 1 où l'enregistre 0,02. Les **Reptiles** sont relativement stables dans le régime où leur proportion varie entre 0,02 et 0,05 à partir de la première épreinte analysée. *C. carpio*, *L. gibbosus* et *S. lucioperca* apparaissent aussi dès la première épreinte où elles enregistrent des proportions variant entre 0,01 et 0,04 tout au long du lot analysé. Les **Cyprinidés** ne sont apparus qu'à partir de la troisième épreinte, ils affichent des proportions variant entre 0,02 et 0,06. La proportion des **Arthropodes** varie entre 0,02 et 0,05 de l'épreinte 1 à 13, ensuite ils augmentent en proportion et se stabilisent à 0,06. *C. carassius* et *A. brama* apparaissent à partir de la 6^{ème} et 7^{ème} épreinte, leur proportion varie entre 0,01 et 0,03. La proportion des **Percidés** reste très faible dans le régime. Ils apparaissent à partir de la 6^{ème} épreinte et leur proportion n'excède guère 0,02. *O. aureus* et *O. niloticus* ne sont apparues qu'à partir du 28^{ème} et 29^{ème} épreinte Leur proportion reste très négligeable (0,01). Les **Mammifères** présentent dans le régime à partir de la 15^{ème} épreinte, leur proportion n'excède guère 0,01.

En novembre 2019 (n = 23), la proportion de *P. parva* reste toujours la plus importante dans le régime. Elle affiche un maximum de 0,64 au niveau de l'épreinte 1. Par la suite, elle régresse jusqu'au niveau de l'épreinte 10 (0,44), pour enregistrer une valeur plus élevée au niveau de l'épreinte 11 (0,50). Puis elle se stabilise relativement à un niveau compris entre 0,46-0,48 pour le reste des épreintes analysées. *L. pallaryi* affiche une proportion de 0,05 de l'épreinte 1 à l'épreinte 8 (0,17), pour régresser et se stabiliser à 0,10 à partir de l'épreinte 22. La proportion de *A. alburnus* affiche 0,18 dans l'épreinte 1 pour se stabiliser à 0,04 - 0,05 à partir de la deuxième épreinte. La proportion de *O. aureus* régresse de l'épreinte 2 (0,05) à 9 (0,01), à partir de la 18^{ème} épreinte elle se stabilise à un niveau plus élevé (0,09-0,10). *O. niloticus* diminue de l'épreinte 2 (0,05) à 7 (0,02), pour reprendre à un niveau plus élevé et relativement stable entre 0,05 et 0,06 à partir de l'épreinte 12. *L. gibbosus*

reste pratiquement stable dans le régime, elle enregistre des proportions variant entre 0,05 et 0,06, à l'exception au niveau de l'épreinte 2 on enregistre 0,02. Les **Cyprinidés** et les **Percidés** apparaissent dès la première épreinte, ils enregistrent une proportion similaire (0,09), ils régressent par la suite pour se stabiliser à 0,02 à partir de l'épreinte 21. Les **Arthropodes** apparaissent à partir de la deuxième épreinte (0,05), ils régressent par la suite à 0,02 jusqu'au niveau de l'épreinte 7, puis leur proportion augmente pour se stabiliser 0,06 et 0,07 à partir de la quatorzième épreinte. Les **Reptiles** et les **Batraciens** ne sont apparus qu'à partir de la 5^{ème} et 6^{ème} épreinte où leur proportion varie entre 0,02 et 0,05, à l'exception au niveau de l'épreinte 6 on l'enregistre 0,06 pour les reptiles. *A. brama*, présente qu'à partir de la 10^{ème} épreinte de la loutre et elle enregistre des proportions très faibles variant entre 0,01 et 0,03. *G. affinis* présente dans le régime qu'à partir de la 15^{ème} épreinte, leur proportion reste très marginale dans l'alimentation de la loutre, n'excède pas 0,01.

Année 2019 par site amont et aval du barrage

Le tableau n°5 englobe le classement des proies dans les épreintes de la loutre en amont et en aval du barrage (année 2019)

Tableau 5 : Classement des proies dans les épreintes de la loutre en amont et en aval du barrage durant l'année 2019

	Amont			Aval		
	1 ^{ère} Cat	2 ^{ème} Cat	3 ^{ème} Cat	1 ^{ère} Cat	2 ^{ème} Cat	3 ^{ème} Cat
Février	<i>P.parva</i>	<i>C.carassius</i>	Cyprinidés	<i>P.parva</i>	<i>O.aureus</i>	<i>O. niloticus</i>
Mai	<i>L.pallaryi</i>	<i>A. alburnus</i>	<i>P.parva</i>	<i>A. alburnus</i>	<i>L.pallaryi</i>	<i>P.parva</i>
Aout	<i>P. parva</i>	<i>G. affinis</i>	<i>A. alburnus</i>	<i>P. parva</i>	<i>G. affinis</i>	<i>L.pallaryi</i>
Novembre	<i>P. parva</i>	<i>A. alburnus</i>	<i>L.pallaryi</i>	<i>P. parva</i>	<i>O.aureus</i>	<i>L.pallaryi</i>

En conclusion et après l'analyse des 289 épreintes en Aval et 167 en Amont durant l'année 2019, nous pouvons estimer que l'effort d'échantillonnage à consentir pour une bonne représentativité est de l'ordre de 20 épreintes par sorties. Il apparait également que quel que soit le site, le menu de la loutre est presque identique.

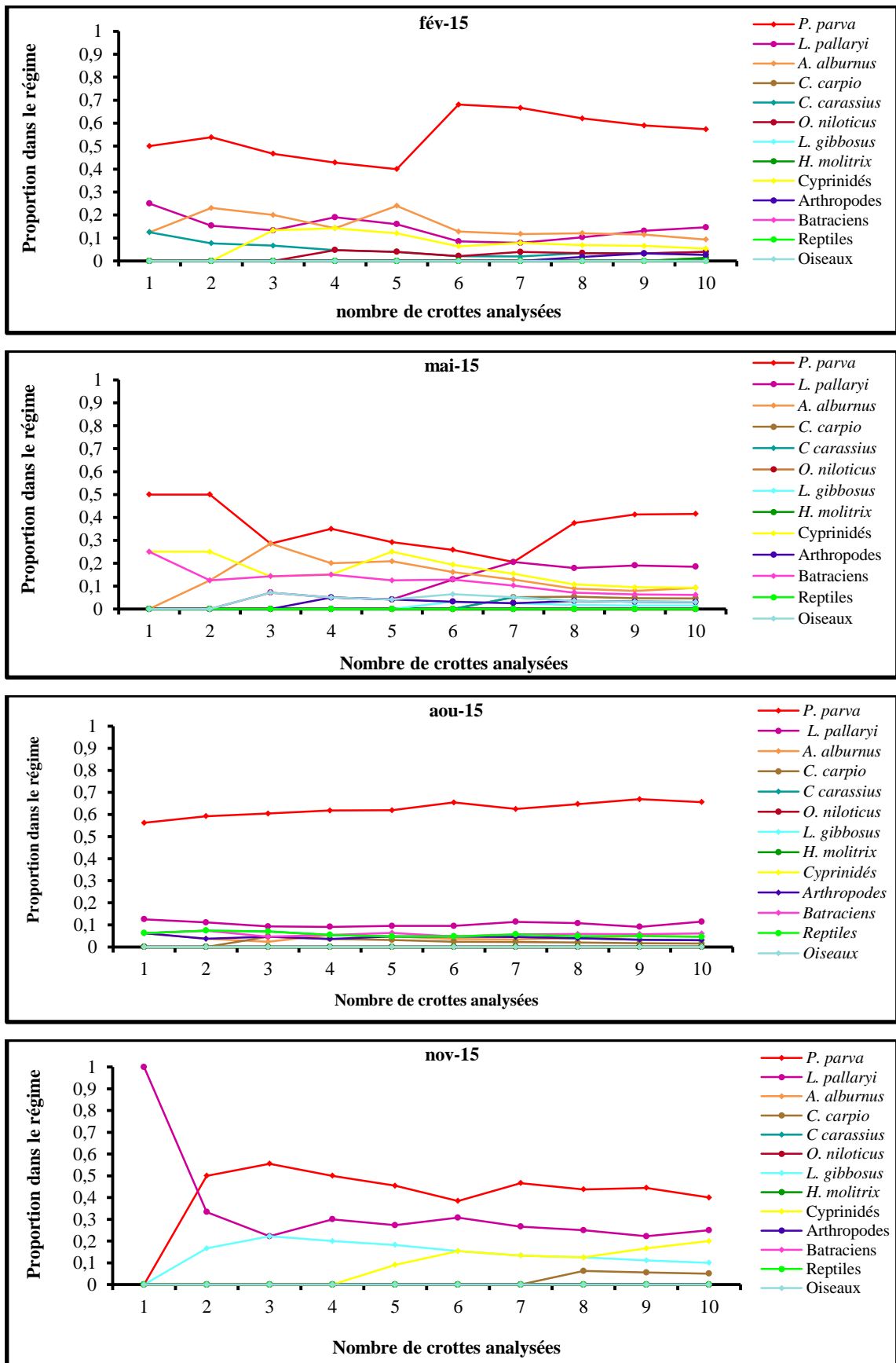


Figure 50 : Evolution des proportions des proies dans un régime de la loutre (année 2015).

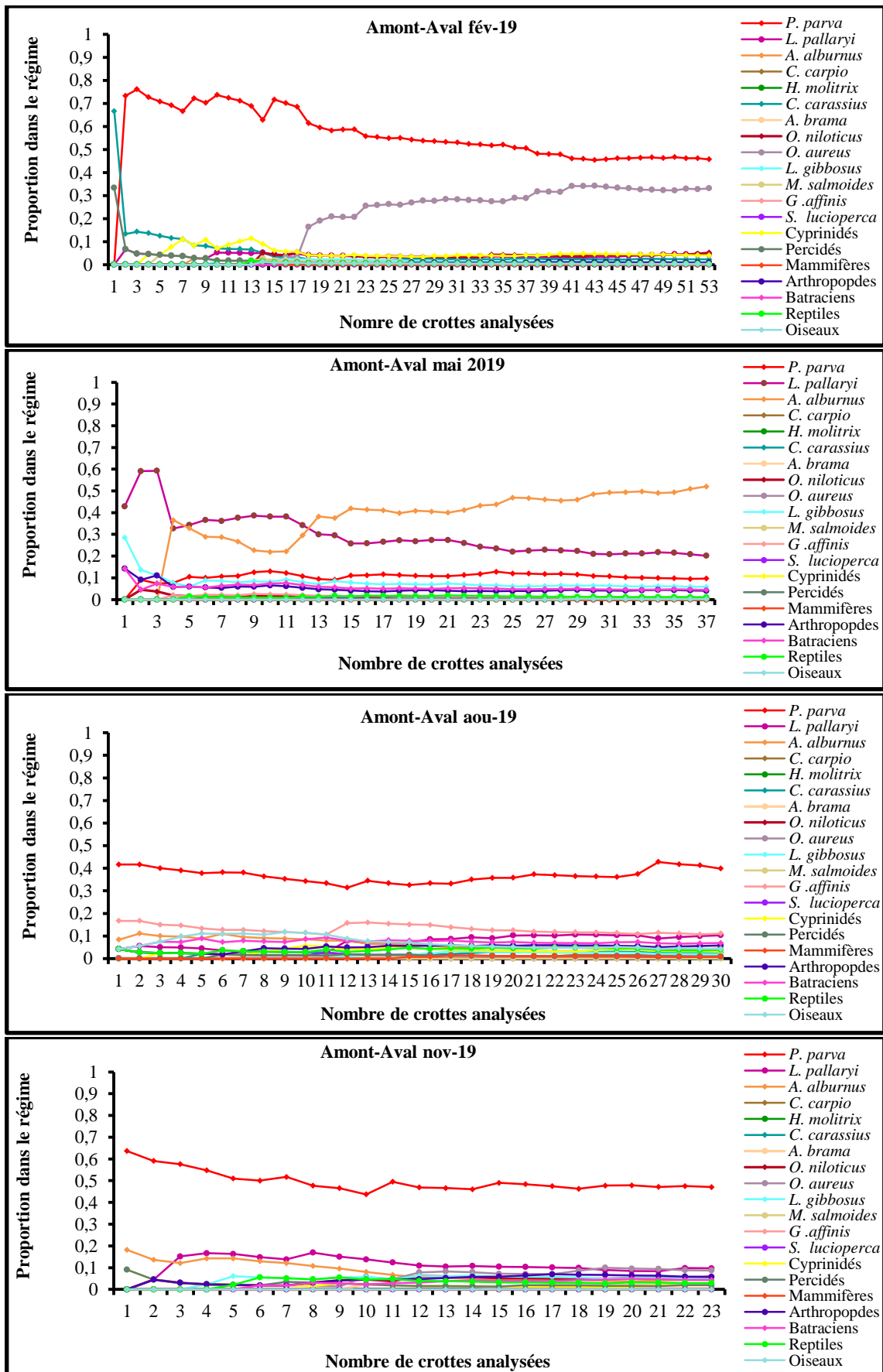


Figure 51 : Evolution des proportions des proies dans un régime de la loutre (année 2019).

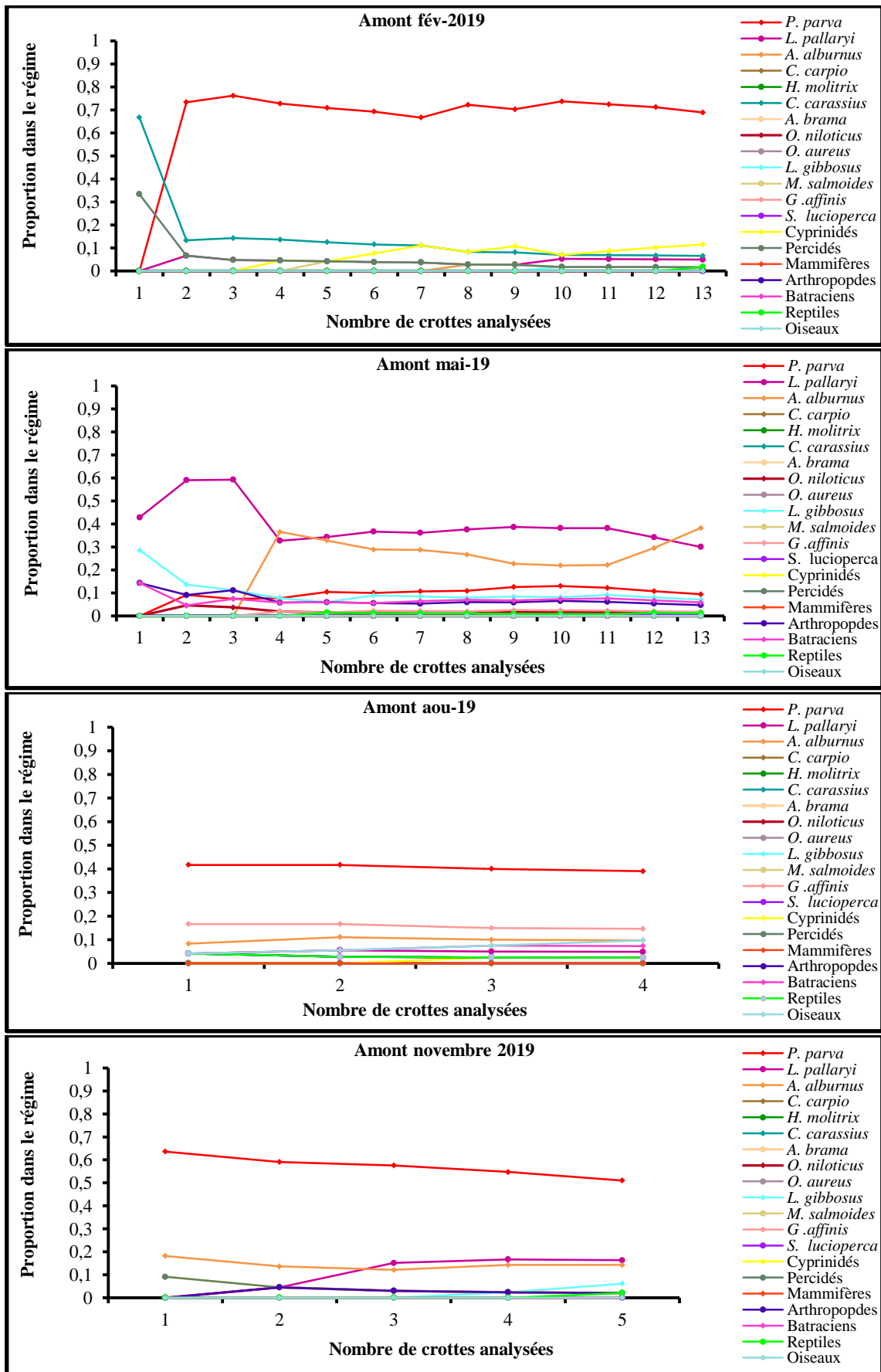


Figure 52 : Evolution des proportions des proies dans un régime de la loutre (amont du barrage année 2019).

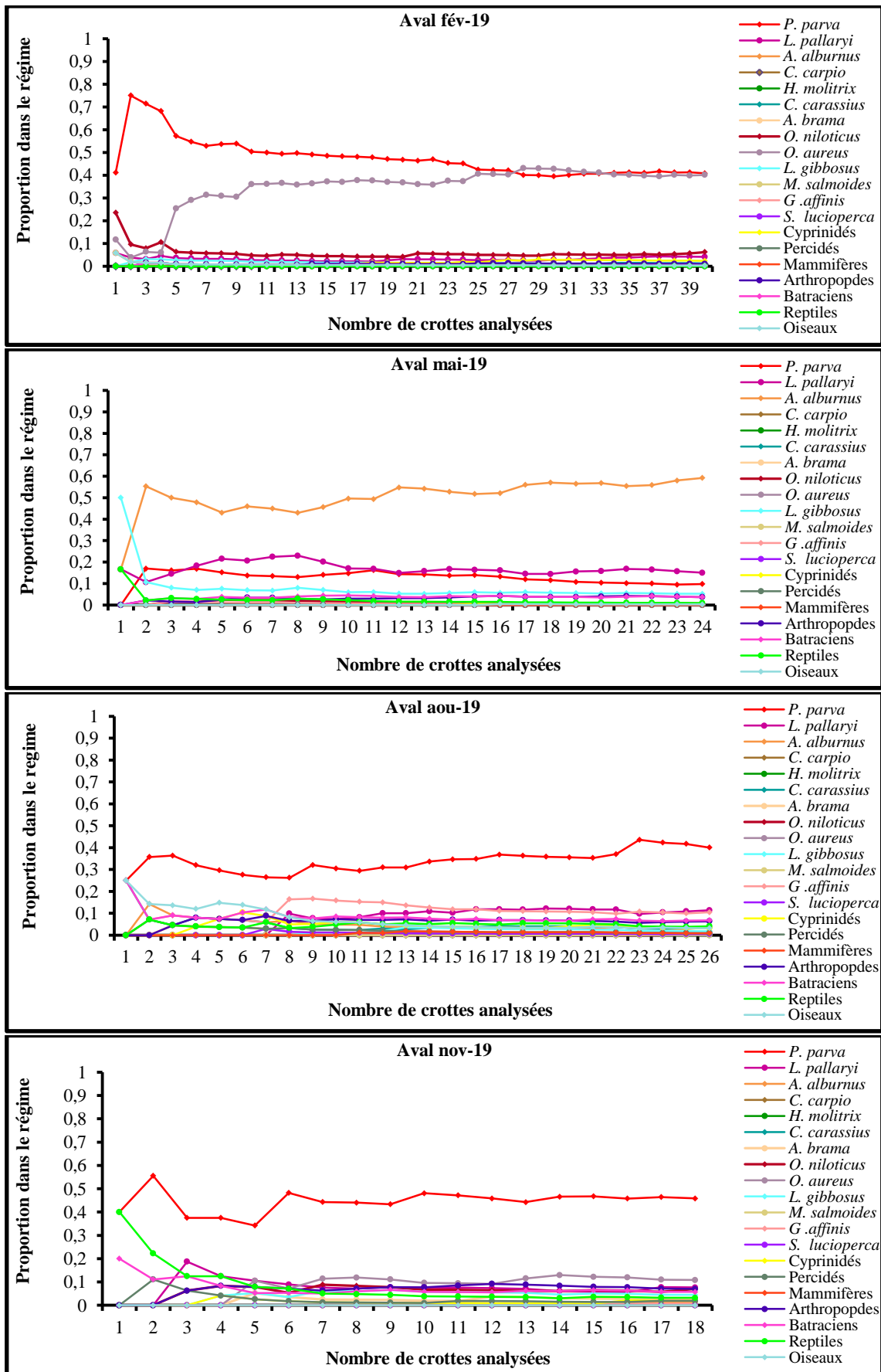


Figure 53 : Evolution des proportions des proies dans un régime de la loutre (aval du barrage année 2019)

4 - Expression des résultats du régime alimentaire par les indices écologiques de composition

4.1 - Régime alimentaire global de la loutre

L'étude du régime alimentaire globale de la loutre *L. lutra* a été réalisée de janvier à décembre durant deux années (2015 et 2019). Cette période nous a permis de récolter 576 épreintes au niveau du barrage de Djorf Torba. L'analyse nous a permis de recenser 5134 proies (697 en 2015 et 4437 en 2019) avec une richesse de six catégories de proies.

Le peuplement de poissons du barrage de Djorf Torba est particulièrement pauvre, ce qui se traduit dans la diversité des proies de la loutre, treize espèces de poissons ont été identifiées dans le régime (*P. parva*, *L. pallaryi*, *A. alburnus*, *C. carpio*, *H. molitrix*, *C. carassius*, *A. brama*, *O. niloticus*, *O. aureus*, *L. gibbosus*, *M. salmoides*, *S. lucioperca*, *G. affinis*). Le Pseudorasbora, l'Ablette commune et le Barbeau sont les représentants les plus abondants par rapport aux autres espèces. Malheureusement, même de taille grande, les Cyprinidés et les Percidés n'ont pas pu être identifiés au rang de l'espèce en l'absence de pièces céphaliques déterminantes

Le tableau n°6 présente les résultats obtenus durant toute la période d'étude que ce soit en termes d'occurrence ou en abondance relatives des taxons identifiés. Le régime alimentaire de la loutre dans le barrage de Djof Torba montre son caractère nettement piscivore, puisque les poissons dépassent les 72% en fréquence d'occurrence relative et plus de 87% en abondance relative.

D'une manière globale, la loutre montre un régime très diversifié. Il se compose de poissons, de mammifères, de batraciens, de reptiles, d'oiseaux et d'arthropodes notamment les Coléoptères, les Orthoptères et les Isoptères. En 2015, les poissons constituent la ressource alimentaire principale de la loutre, distribués en trois familles (les Cyprinidés, les Cichlidés et les Centrarchidés) où le nombre de proies consommées est de 608 réparties sur huit espèces. Tandis qu'en 2019, cinq familles ont été identifiées (les Cyprinidés, les Cichlidés, les Centrarchidés, les Percidés et les Poeciliidés) dont le nombre de proies consommées par la loutre est de 3969 réparties sur quatorze espèces. Parmi les poissons, les Cyprinidés est la famille la plus représentée dans le régime ; en terme d'occurrence relative et en abondance

relative respectivement 69,77% - 84,65% en 2015 (Fig. 54a) et 50,29% - 71,82% en 2019 (Fig. 54b).

Tableau 6 : Régime global de la loutre dans le barrage de Djorf Torba

	Année 2015				Année 2019			
	Occ	% Occ	Abo	% Abo	Occ	% Occ	Abon	% Abo
Cyprinidés	205,82	69,77	590	84,65	186,63	50,29	3187	71,82
<i>P. parva</i>	60	20,34	327	46,92	62,72	16,89	1333	30,04
<i>L. pallaryi</i>	53,33	18,08	101	14,49	46,05	12,4	449	10,12
<i>A. alburnus</i>	35	11,86	79	11,33	44,3	11,93	1235	27,83
<i>C. carpio</i>	10	3,39	17	2,44	4,82	1,3	27	0,61
<i>H. molitrix</i>	3,33	1,13	5	0,72	0,88	0,24	4	0,09
<i>C. carassius</i>	13,33	4,52	20	2,87	9,21	2,48	44	0,99
<i>A. brama</i>	/	/	/	/	2,19	0,59	15	0,34
Cyprinidés indé	30,83	10,45	41	5,88	16,45	4,43	80	1,8
Cyhlidés	6,67	2,26	8	1,15	40,35	9,57	462	10,41
<i>O. niloticus</i>	6,67	2,26	8	1,15	17,98	4,84	160	3,61
<i>O. aureus</i>	/	/	/	/	22,37	4,73	302	6,81
Centrarchidés	8,33	2,82	10	1,43	24,34	6,55	170	3,83
<i>L. gibbosus.</i>	8,33	2,82	10	1,43	22,37	6,02	160	3,61
<i>M. salmoides</i>	/	/	/	/	1,97	0,53	10	0,23
Percidés					10,09	2,72	49	1,1
<i>S. lucioperca</i>	/	/	/	/	2,41	0,65	13	0,29
Percidés indé	/	/	/	/	7,68	2,07	36	0,81
Poeciliidés					12,72	3,43	101	2,28
<i>G. affinis</i>	/	/	/	/	12,72	3,43	101	2,28
Total poissons	220,82	74,85	608	87,23	274,13	72,58	3969	89,45
Mammifères	/	/	/	/	1,75	0,47	8	0,18
Arthropodes	20,83	7,06	25	3,59	36,18	9,75	165	3,72
Batraciens	33,33	11,3	40	5,74	38,6	10,4	177	3,99
Reptiles	15	5,08	18	2,58	17,11	4,61	81	1,83
Oiseaux	5	1,69	6	0,86	8,11	2,19	37	0,83

Occ : La fréquence d'occurrence., % Occ : Occurrence relative., Abo : Abondance., % Abo : Abondance relative.,

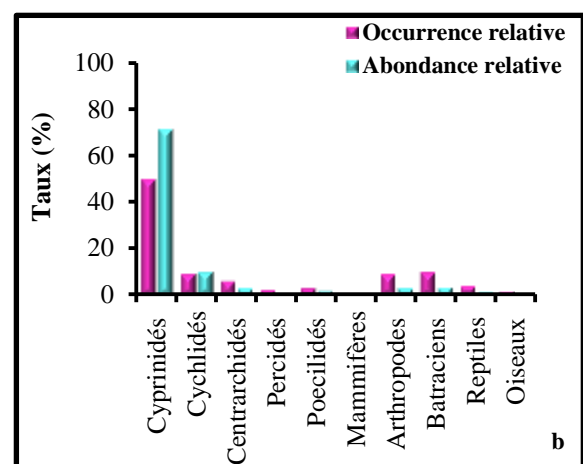
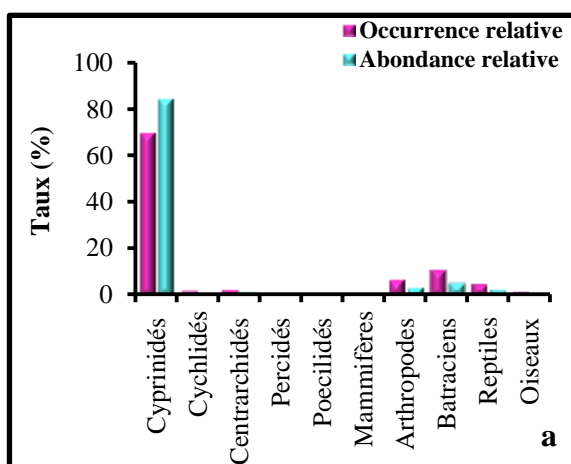


Figure 54 : Fréquence d'occurrence et abondance relative des taxons identifiés dans le régime alimentaire de la loutre durant l'année 2015 (a) et 2019 (b)

Cas de l'année 2015

Parmi les Cyprinidés, *P. parva* et *L. pallaryi* sont les espèces les plus consommées par la loutre. La somme de leurs proportions respectives dans le régime alimentaire atteint plus de 61,41% en abondance relative et environ 38 % en fréquence d'occurrence relative. Pour mieux visualiser ces résultats, nous les avons transformé sous forme de spectre montrant la participation relative des diverses proies dans le régime (Fig. 55 et 56).

En termes d'occurrence relative (Fig. 55), nous remarquons que *P. parva* est le poisson le plus régulier et le plus fréquent dans le menu de la loutre dépassant les taux de 20%. Il est suivi du *L. pallaryi* (18,08%), de *A. alburnus* (11,86%), des Cyprinidés indéterminés (10,45%), de *C. carassius* (4,52%), et de *C. carpio* (3,39%). Les autres poissons tels que *L. gibbosus*, *O. niloticus* et *H. molitrix* sont relativement peu fréquents dans l'alimentation de l'animal (3,01%, 2,11% et 1,2%).

Le dénombrement des pièces symétriques permet d'exprimer les résultats en termes d'abondance relative (Fig. 56). A cet effet, les proies les plus abondamment ingérées appartiennent à *P. parva*. En abondance relative globale, ce poisson domine avec 46,92 %. Il est suivi par *L. pallaryi* avec 14,49%, et de *A. alburnus* avec 11,33%. Les Cyprinidés indéterminées représentent 5,88%, *C. carassius* 3,03%, *C. carpio* 2,46%, *L. gibbosus* 1,45%, *O. niloticus* 1,01% et la *H. molitrix* 0,72%.

En dehors des poissons, les autres proies représentent un peu plus d'un quart (1/4) en occurrence relative et un peu moins en abondance relative avec une prédominance des batraciens qui atteignent 11,30% en occurrence relative et 5,74 % en abondance relative. Les autres proies, telles que les arthropodes, les reptiles et les oiseaux, sont également peu fréquentes et irrégulières. L'ordre d'importance des proies ingérées par la loutre est similaire que ce soit en occurrence ou en abondance relative.

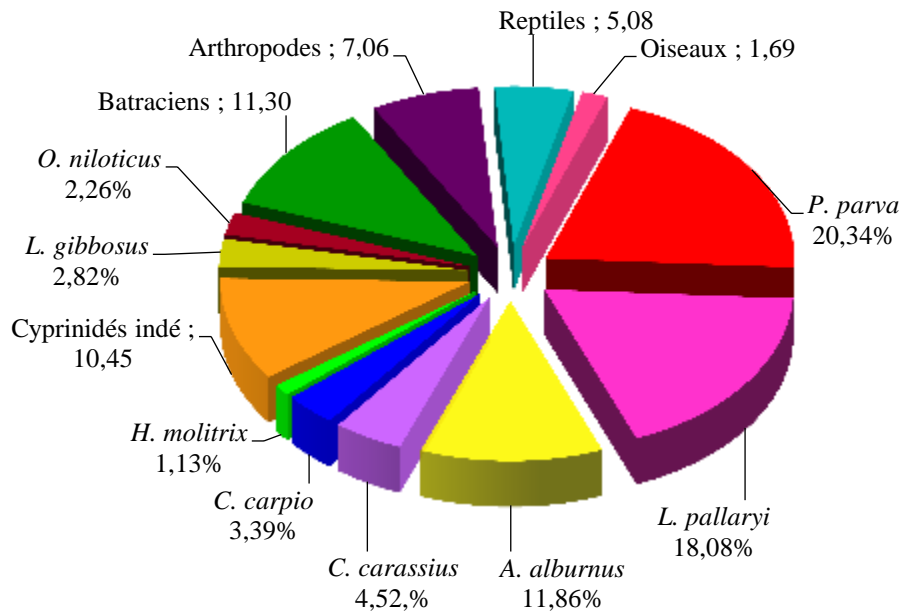


Figure 55 : Occurrence relative du régime alimentaire de la loutre durant l'année 2015

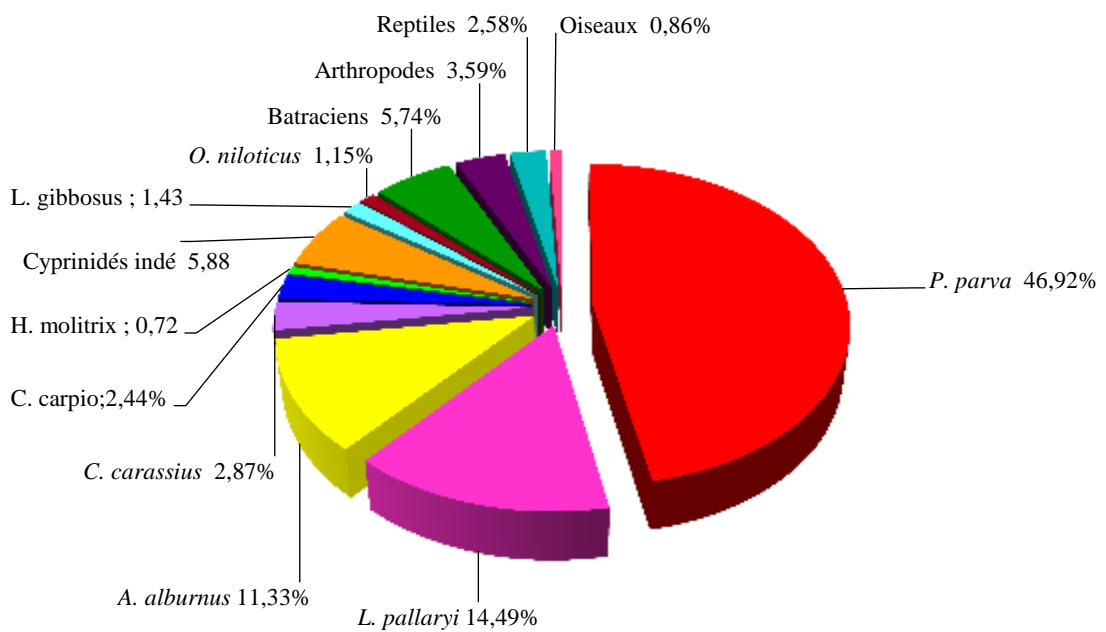


Figure 56 : Abondance relative du régime alimentaire de la loutre durant l'année 2015

Cas de l'année 2019

Durant l'année 2019, parmi les Cyprinidés c'est toujours *P. parva* *L. pallaryi* et *A. alburnus* sont les espèces les plus consommées par la loutre où la somme de leurs proportions respectives dans le régime alimentaire atteint environ 68 % en abondance relative et dépassant les 41% en fréquence d'occurrence relative. Les figures 57 et 58 présentées sous forme de spectres, montrent respectivement le régime alimentaire global de la loutre et les proportions des différentes proies en occurrence relative, en abondance relative et en biomasse relative. En termes d'occurrence relative, nous notons immédiatement de la lecture de la figure n°57 que le Pseudorasbora est la proie la plus fréquente dans le régime avec un taux de 16.90% ; suivi du Barbeau et l'Ablette commune avec une occurrence relative relativement similaire, respectivement de 12,41% et 11,94%. Vient ensuite la perche soleil avec 6,03%, les Cyprinidés indéterminés (4,43%), la Gambusie (3,43%), le Carassin (2,48), les Percidés indéterminés (2,07%) et la Carpe commune (1,30%). Par contre, on remarque une présence relativement faible de la Brème, du Black bass et du Sandre où le taux varie entre 0,53% à 0,65%.

En abondance relative (Fig. 58), c'est toujours Pseudorasbora et l'Ablette commune. Ces derniers dominent en termes d'abondance relative globale avec 30,045% et 27,83%. Le Barbeau arrive en deuxième position avec 10,12 %, suivi du Tilapia rouge (6,81%), ensuite le Tilapia du Nil et la Perche soleil, avec un taux similaire de 3,61% et en dernier la Gambusie (2,28%). Le reste des poissons, comme le carassin, les Percidés indéterminés, la Carpe commune, la Breme, le Sandre, le Black bass et la Carpe argentée ne représentent au total que 3,36%. Les autres catégories de proies représentent un peu plus d'un demi (1/2) en occurrence relative et un beaucoup moins en abondance relative avec une prédominance des batraciens et des arthropodes qui atteignent des taux relativement semblables (10,40 - 9,75%) en occurrence relative et 3,99 - 3,72 % en abondance relative qui demeurent peu fréquentes et peu abondantes. Les autres proies telles que les mammifères, les reptiles, les oiseaux, sont également peu fréquentes et irrégulières, leur taux en abondance 0,18 et 1,83%. L'ordre d'importance des proies ingérées par la loutre est similaire que ce soit en occurrence ou en abondance relative.

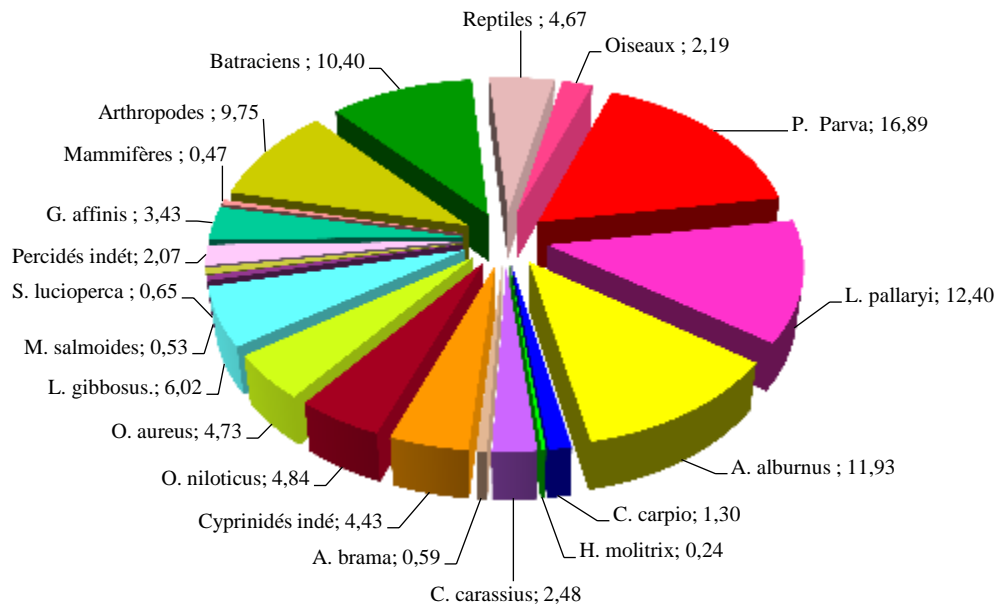


Figure 57 : Occurrence relative du régime alimentaire de la loutre durant l'année 2019

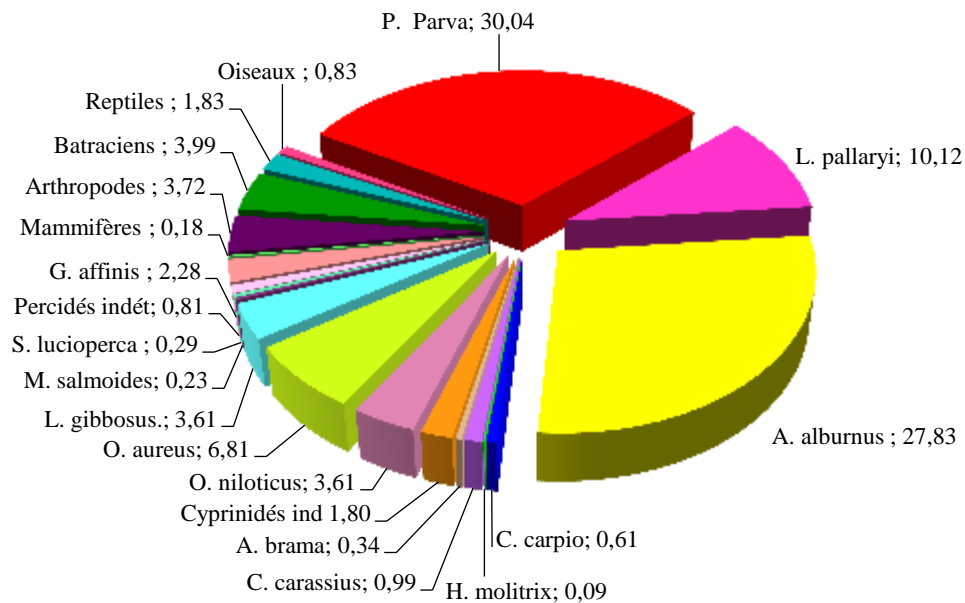


Figure :

Figure 58: Abondance relative du régime alimentaire de la loutre durant l'année 2019

4.2 - Régime alimentaire mensuel

Les proportions en présence et en abondance relative des différentes catégories par rapport à l'ensemble des proies consommées par la loutre de janvier à décembre pour 2015 et 2019 sont répertoriées dans les tableaux de l'annexe n°3 et synthétisées dans les figures n°59 et 60.

Cas de l'année 2015

En terme de présence relative (Fig. 59) des proies consommées par la loutre, nous notons que le *Pseudorasbora* vient le plus fréquemment en tête dans les épreintes du février à août atteignant son maximum en février avec 26,67%. Exceptionnellement pour les mois de septembre, novembre, décembre et janvier où l'on remarque une présence relativement faible où le taux varie entre 15% à 23,53%. Il est remplacé par les Cyprinidés indéterminés durant le mois d'octobre avec un maximum de 41,18%. Durant le mois de décembre, nous notons une présence importante du Barbeau et du Tilapia formant respectivement 29,41% et 17,65%. L'Ablette commune est prépondérante en mars (17,95%), la perche soleil en décembre avec une présence relative de 12,50% et le Carassin en février (10,26 %). En parallèle, nous remarquons que la Carpe argentée et la Carpe commune présentent des taux relativement faibles. Par contre, pour les autres catégories de proies, on enregistre une présence relativement importante des batraciens et des reptiles durant le mois de juillet comparativement avec les autres mois (19,44 % et 13,89%). La présence des arthropodes et les reptiles restent faibles, leur pic d'occurrence relative est enregistré en juin avec 12,90% et 9,68%.

Les résultats des abondances relatives mensuelles (Fig. 59) des diverses proies consommées par la loutre, montrent une très large prédominance du *Pseudorasbora* pour l'ensemble des mois avec un maximum en août (65,65%) et consommation optimale du Barbeau au cours du mois de janvier avec 26,67%. Pour ce qui est de l'Ablette commune, c'est au cours du mois d'avril que sa consommation est maximale (20,75%). Le Tilapia du Nil, la Perche soleil interviennent avec une consommation maximale en décembre avec respectivement 15,97%, et 10,53%. La carpe commune atteint un maximum d'abondance relative en octobre (9,09%) et la carpe argentée durant le mois de février et mars avec des taux d'abondance relative relativement faible (1,33 et 3,60%).

Les batraciens quant à eux sont abondamment capturés par la loutre durant le mois de septembre (20,83%) tandis que les arthropodes en juin (9,09%) et les reptiles en juillet (8,62) en juillet. Enfin, les abondances relatives des oiseaux demeurent faibles où le taux n'excède pas les 7 %. Il est à signaler que le mois de juin est la période de consommation optimale des oiseaux avec un taux de 6,82%.

Cas de l'année 2019

Durant l'année 2019, quel que soit le mois d'étude (Fig. 60), les poissons sont les proies les plus chassés par le mustélidé. En termes d'occurrence relative mensuelle, nous notons que le *P. parva* reste la proie la plus fréquente dans le régime. Elle occupe le premier rang durant les huit mois de l'année (janvier, février, mars, juin juillet, aout, novembre et décembre), atteignant son maximum en février avec plus de 28%. En avril, mai, septembre et octobre, nous avons enregistré un taux variant entre 11,76 et 16,81%. Il est remplacé par *A. alburnus* durant le mois d'avril avec un maximum de 23,45%. *L. pallaryi* est plus présente au cours du mois de mai (19,21%). Le mois de septembre semble être le mois le plus important pour les reptiles où leur fréquence d'occurrence enregistre un maximum de 13,97%. Quant aux batraciens, ils occupent la première place en mai en enregistrant un maximum de 14,57%. *O. aureus* occupe la quatrième place en terme de présence durant le mois de février où elle enregistre 17,95%, suivi par *O. niloticus* et les cyprinidés indéterminés en janvier avec respectivement 17,14% et 13,33%. *G. affinis* affiche 10,00% en décembre et *L. gibbosus* (11,26%) en mai. Les percidés indéterminés sont observés en septembre (6,90%), *C. carassius* (5,98%) en février, *A. brama* (4,44%) en décembre. *M. salmoides* enregistre son maximum en septembre (3,45%), *S. lucioperca* en juillet (3,11%). La présence de *H. molitrix* a été enregistrée que durant les mois de mai et juin avec un taux faible varie entre 0,66% et 1,26%. La présence de *C. carpio* demeure très faible dans le menu de la loutre avec un taux ne dépassant pas les 2,52%.

Comme pour la fréquence d'occurrence, les résultats repris dans la figure n° 60 montre d'une façon très claire que *P. parva* est l'espèce la plus abondante dans le régime durant presque toute l'année, leur taux varie entre 23,85% et 51,76% de janvier à mars et de juillet à décembre avec un maximum en décembre. Les autres mois (avril, mai et juin) sont marqués par l'abondance de *A. alburnus* atteignant son maximum en avril (58,43%), suivi par *O. aureus* avec une consommation maximale en janvier (33,49%). Le mois de mai semble être le mois

de consommation optimale de *L. pallaryi* (20,16%), suivi de *O. niloticus* avec un taux dépassant les 17%. *G. affinis* enregistre une abondance relative maximale durant le mois d'aout 11,11%. Les Cyprinidés indéterminés sont consommés en plus grande quantité que durant le mois de septembre (7,60%). *L. gibbosus* consigne pour sa part 8,29% durant le mois d'octobre. Les autres espèces de poissons, tels que les percidés indéterminés, *A. brama*, *C. carassius*, *C. carpio*, *M. salmoides*, *S. lucioperca*, *C. carpio* et *H. molitrix* demeurent très faibles dans le régime, elles enregistrent respectivement 4,35% en septembre, 2,74% (décembre), 2,68% (aout), 2,43% (octobre) et de 1,82% en juin, 1,46 en octobre et 0,48% en juin.

Quant aux autres groupes de proies, les arthropodes, les batraciens et les reptiles sont moyennement représentées, leur présence dans le régime enregistre des taux relativement semblable. Durant le mois de mai, la présence des arthropodes et les batraciens est assez importante par rapport aux autres mois avec respectivement 13,25% et 14,57%, tandis que les reptiles, ils présentent une occurrence relative maximale en septembre (13,80%). Les mammifères sont peu fréquentes et peu abondantes 1,86% et 0,91%.

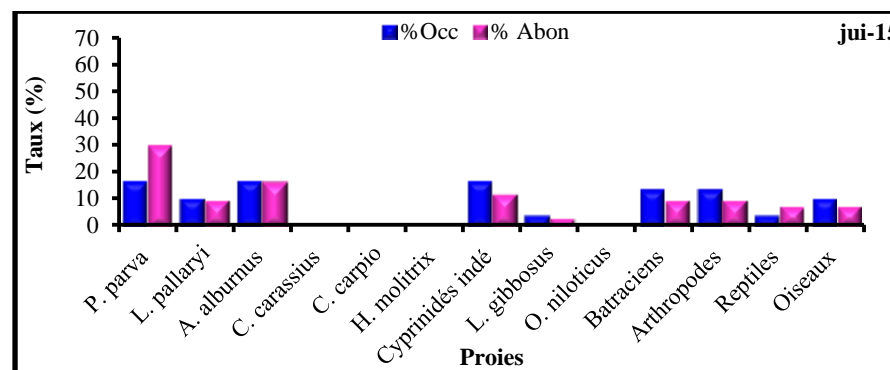
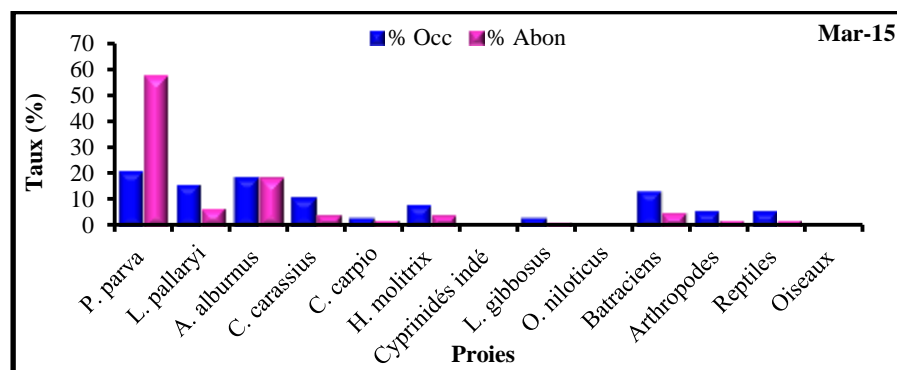
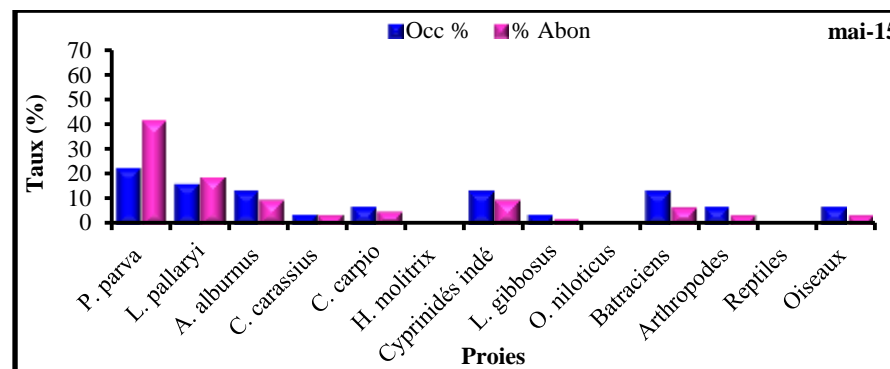
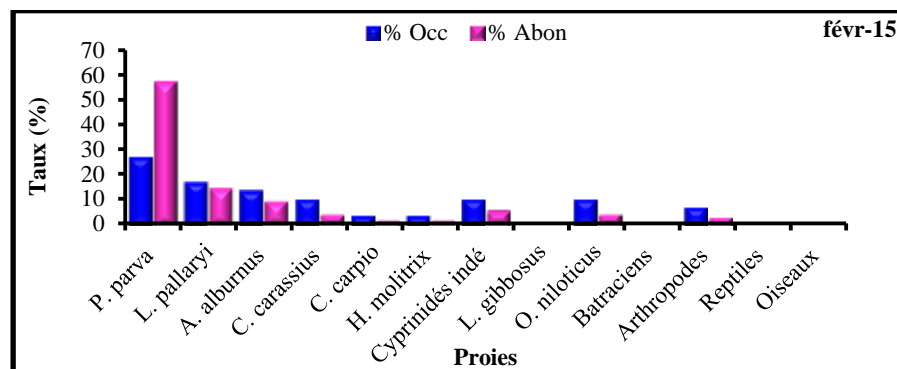
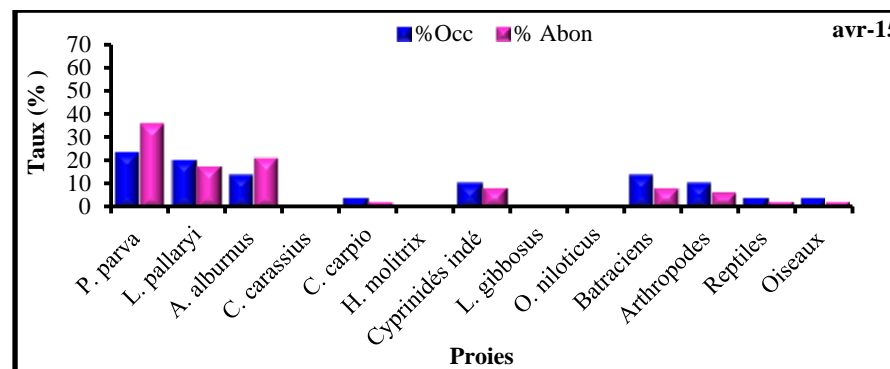
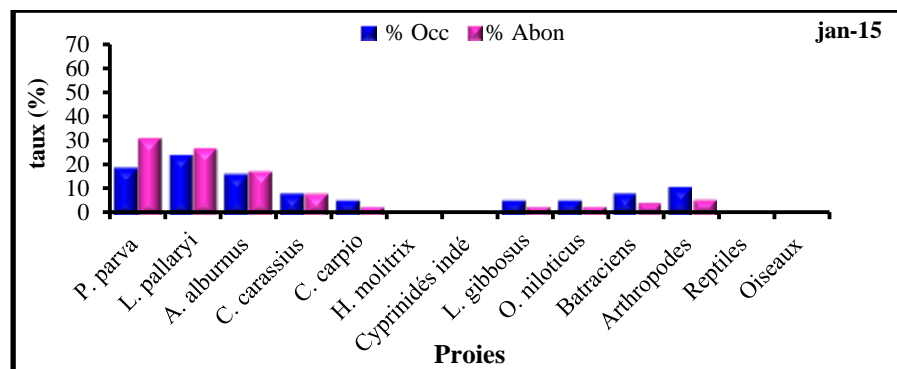


Figure 59 : Occurrences et abondance relative mensuelles du régime alimentaire de la loutre durant l'année 2015

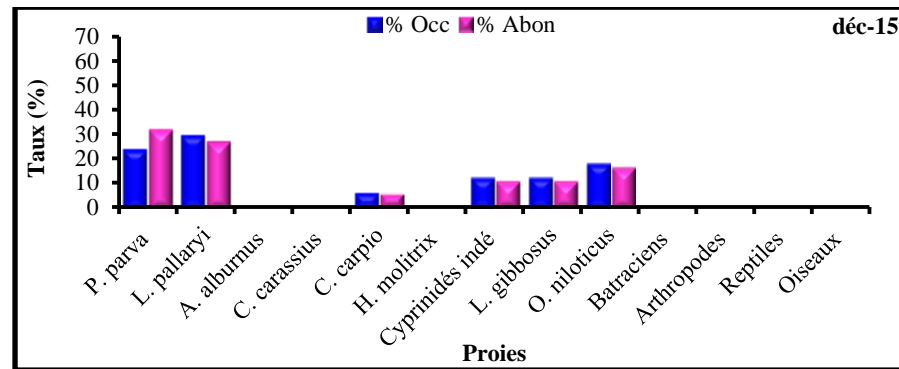
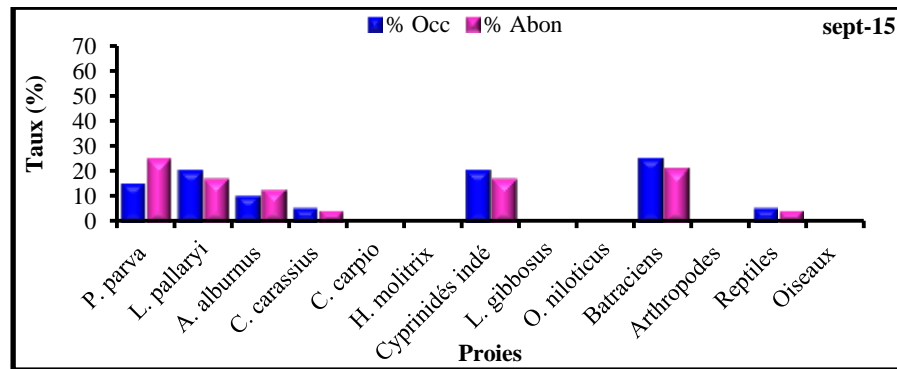
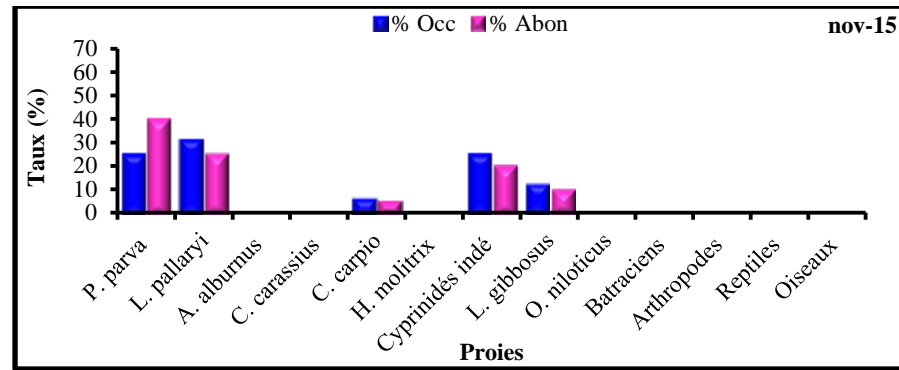
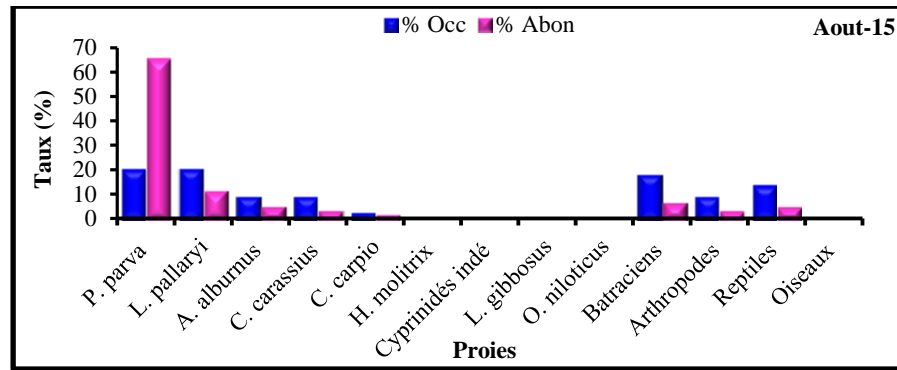
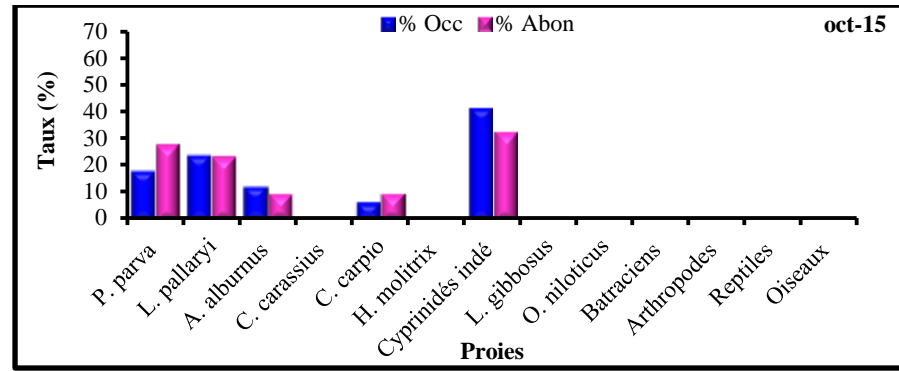
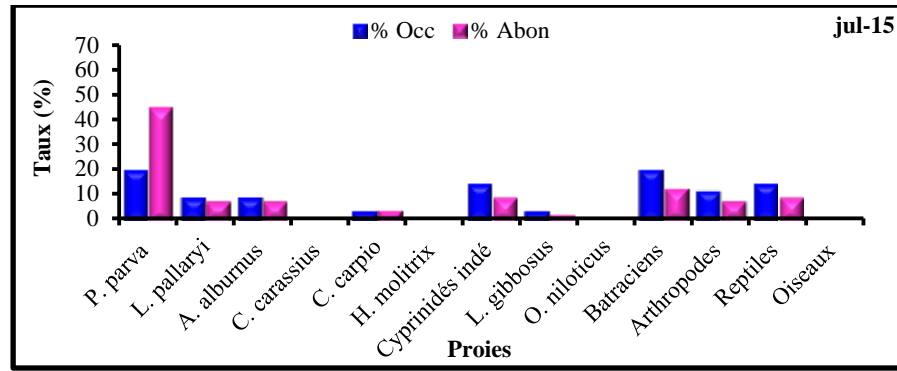


Figure 59 : Occurrences et abondance relative mensuelles du régime alimentaire de la loutre durant l'année 2015

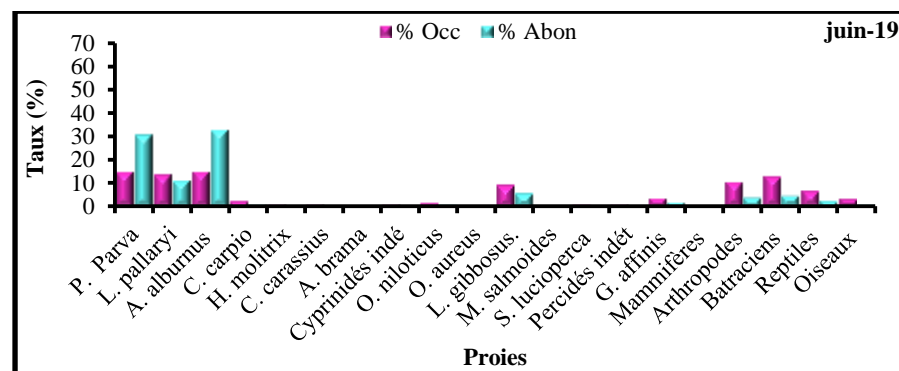
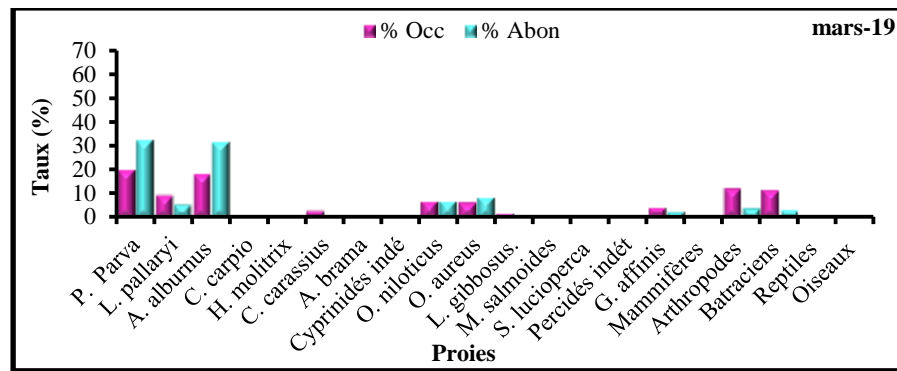
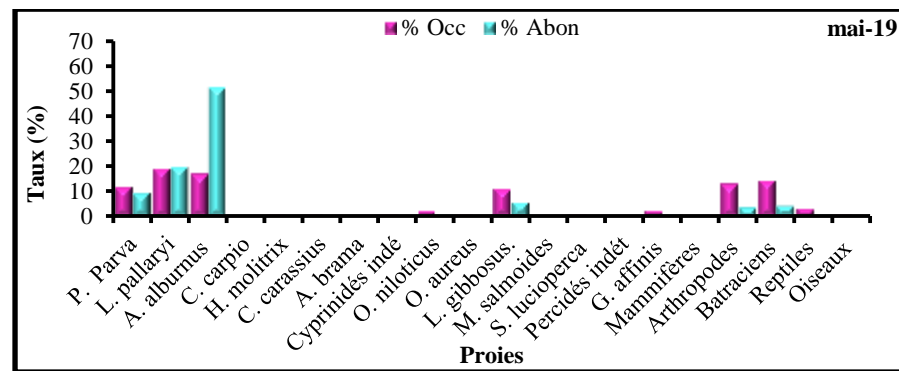
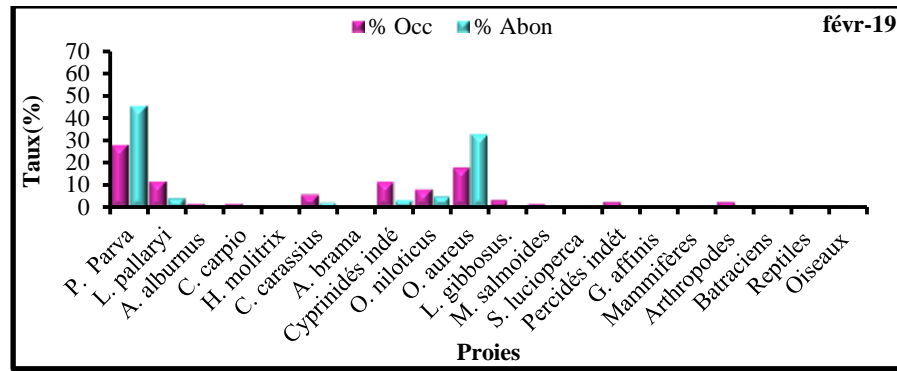
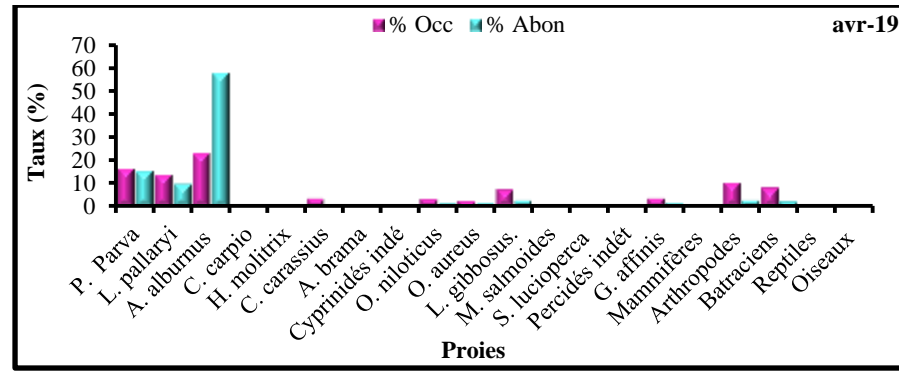
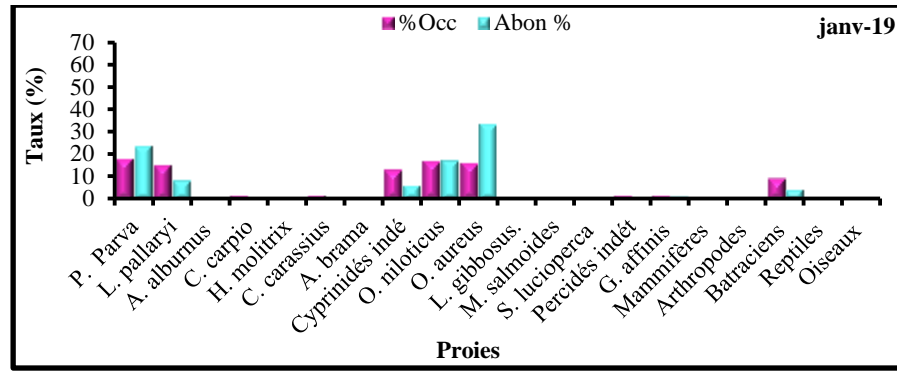


Figure 60 : Occurrences et abondance relative mensuelles du régime alimentaire de la loutre durant l'année 2019

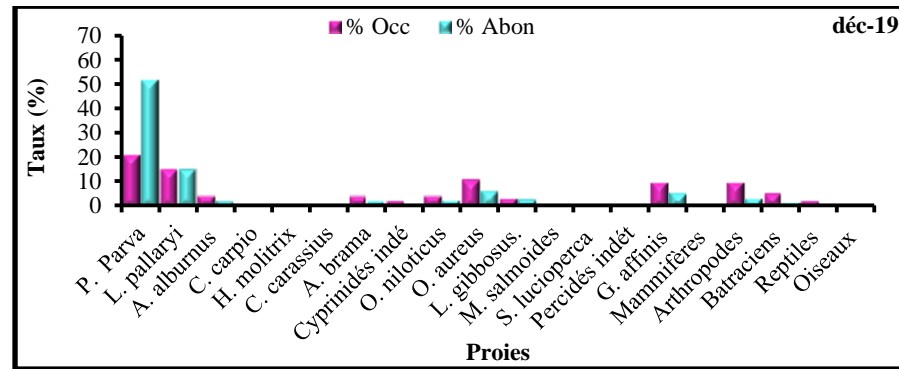
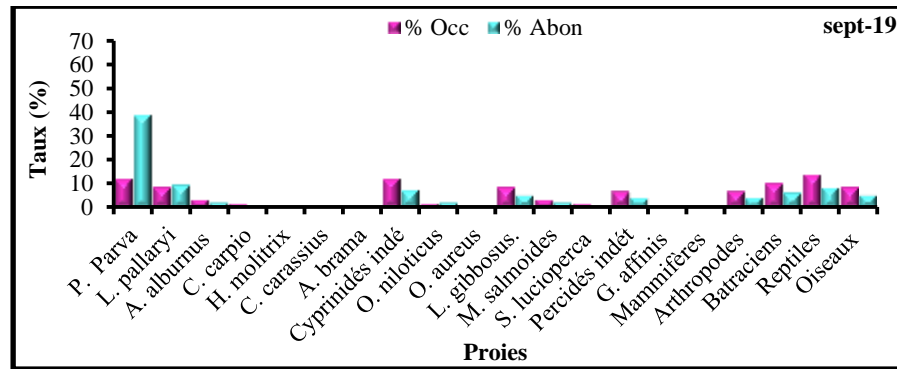
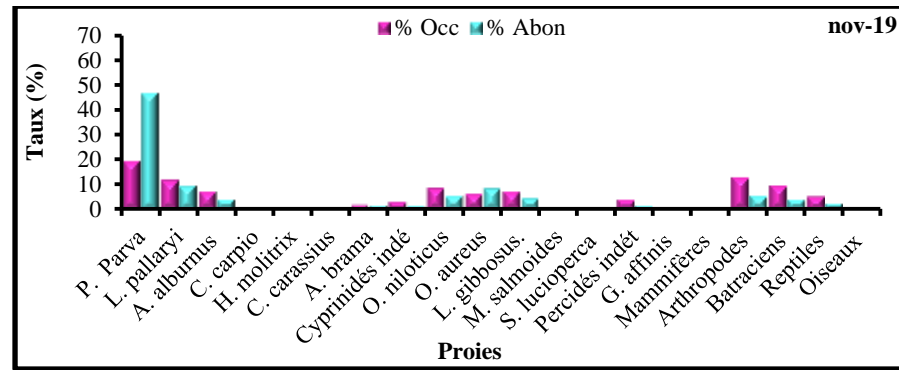
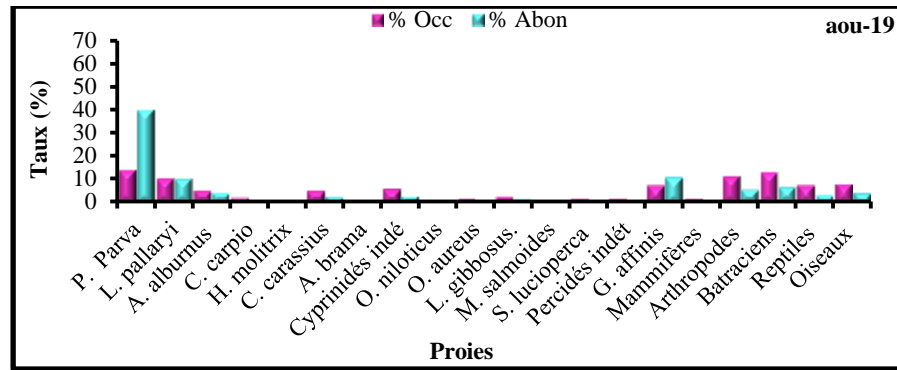
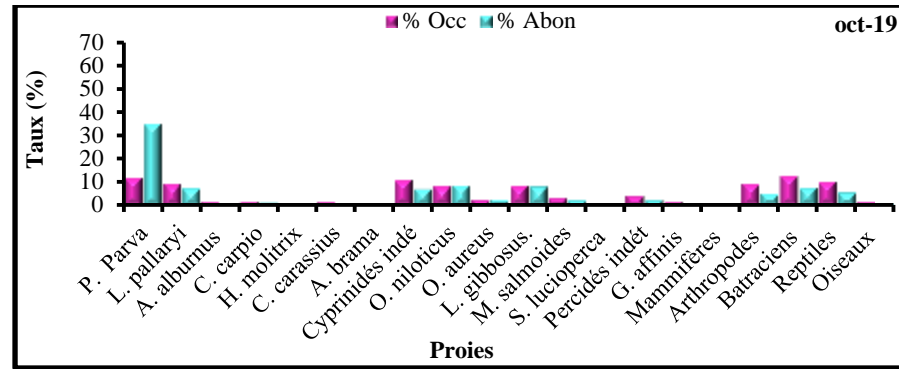
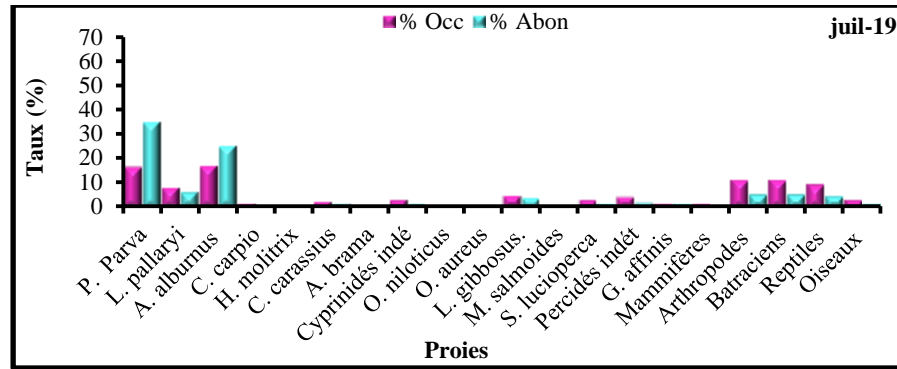


Figure 60 : Occurrences et abondance relative mensuelles du régime alimentaire de la loutre durant l'année 2019

4.2.1 - Variations mensuelles du régime entre site amont et aval (année 2019)

L'analyse des données du régime alimentaire mensuel de la loutre, parties amont et aval du barrage révèle une diversification du régime de janvier à juin 2019. L'ensemble des mois sont répertoriés dans le tableau n° 7 (partie amont) et le tableau n° 8 (partie aval). Quel que soit le site d'étude, les résultats montrent que durant chaque mois, la plus grande consommation de la loutre est représentée par les poissons dont les Cyprinidés sont majoritaires.

➤ Site amont du barrage

Le tableau n° 7 englobe les taxons présents dans l'alimentation de la loutre en amont du barrage sur les douze mois d'étude, exprimés en occurrence relative et en abondance relative. Toutefois, en termes de présence relative, les poissons sont largement majoritaires dans le menu de la loutre variant entre 59,09% à 90,92% (aout-novembre) et entre 78,05% et 98,36% (aout-février) en abondance relative. Le mois de novembre est marqué par une présence importante des poissons dépassant les 90%, dont les cyprinidés sont les proies les plus représentées et les plus abondants. Leur fréquence d'occurrence varie entre 38,71% et 82,61% et leur abondance entre 41,67% et 83,67%.

En Amont du barrage, en termes de présence relative des proies consommées par l'animal, nous enregistrons une régularité marquée de *A. alburnus*, *P parva* et *L. pallaryi* dans les épreintes de la loutre durant toute la période d'étude. *A. alburnus* domine le régime durant le mois de mars avril, juin juillet et novembre avec un taux élevé en mars (29,17%), suivi par le *P. parva* en décembre avec un maximum de 24,24%, *L. pallaryi* en mai où elle enregistre un maximum de 20,34%. Le mois de février est marqué par une présence importante des cyprinidés indéterminés avec un taux dépassant les 30%, ensuite *O. aureus* en janvier (20,00%), *L. gibbosus* (16,13) en octobre, *G. affinis* (15,15%) en décembre, *C. carassius* en février (13,04%), *O. niloticus* (9,09%) en septembre. La présence des autres espèces de poissons dans le régime (*H. molitrix*, *A. brama*, *M. salmoides*, *C. carpio*, *S. lucioperca* et les percidés indéterminés) demeurent relativement faible variant entre 0,96% et 5,06%.

Les résultats en abondance relative des proies consommées en amont du barrage par la loutre révèlent que *P.parva* est l'espèce la plus abondante dans le régime durant presque toute l'année où son taux varie entre 29,63% et 68,85 avec un maximum en février, exception faite pour le mois de mars, avril et mai. Elle est remplacée par la suite par *A. alburnus* en atteignant en avril un maximum de 58,43%, suivi par *L. pallaryi* en mai (30%), *O aureus* en janvier 25,93% et *O. niloticus* en octobre (18,87%). Les Cyprinidés indéterminés et *G. affinis* sont consommés en septembre avec un taux de 16,67%, et 14,63% respectivement. Pour sa part *L.gibbosus* enregistre 9,43% durant le mois d'octobre, *C. carassius* (6,65%) en février. Les autres espèces de poissons tels que *C. carpio*, *A brama*, *M. salmoides*, *S. lucioperca* et les Percidés indéterminés sont très faibles dans l'alimentation de l'animal. Quant à *H. molitrix*, il reste très rare dans le régime de la loutre, où l'on a noté une abondance relative de 0,31% que durant le mois de juin.

Les autres groupes de proies telles que les arthropodes, les batraciens, les reptiles et les oiseaux sont bien représentées dans le régime. Au cours du mois d'aout, la présence des oiseaux est assez importante par rapport aux autres mois avec respectivement 18,18% en termes de présence et de 9,76% en abondance relative, suivis par les batraciens avec un maximum en occurrence relative de 16,95% en mai et en septembre avec une abondance de 8,33%. Tandis que les reptiles, leur présence est importante dans le régime au cours du mois juillet avec une occurrence relative maximale de 11,39% et une abondance de 4,95%. Enfin, il faut noter que les mammifères sont absents dans les épreintes de la loutre en amont du barrage.

➤ Site Aval du barrage

Le tableau n° 8 enregistre les taxons présents dans l'alimentation de la loutre en aval du barrage sur les douze mois d'étude, exprimés en occurrence relative et en abondance relative. De la lecture du tableau ci-dessous, nous notons qu'en aval du barrage, les poissons constituent la source alimentaire principale de la loutre. Leur présence relative dans le régime varie entre 58,77% et 94,74% (aout - février) et en abondance relative entre 76,25% et 98,27% (septembre - février). Ces derniers dominent en février en termes d'occurrence relative et en abondance relative respectivement 94,74% - 98,27%.

C'est toujours les Cyprinidés qui dominent dans le menu de l'animal. Leur fréquence d'occurrence varie entre 36,17% et 69,61 %, et leur abondance varie entre 35,37% et 90,08%, dont le *P. parva* vient le plus fréquemment en tête dans les épreintes sur une période de sept mois (février, mars, aout, septembre, octobre, novembre et décembre) avec une valeur maximale de 28,42% en mois de février. *A. alburnus* occupe la deuxième position en termes d'occurrence relative entre le mois d'avril et mai et de juin à juillet avec une présence relative maximale en avril (24,49%). *O. niloticus* affiche un taux maximal dépassant les 22%, *L. pallaryi* 18,48%, en mai et *O. aureus* en décembre 15,79%. Les cyprinidés indéterminés sont notés principalement en octobre (11,36%). *L. gibbosus*, les Percidés indéterminées et *M. salmoides* enregistrent des taux relativement similaires, respectivement de 8,82% en avril, 8,51% en septembre et 8,21% en juin. Ils sont suivis de *G. affinis* en décembre (7,02%) et *C. carassius* en aout (6,14%), *A. brama* en décembre (5,26%) et en juin par *C. carpio* (3,66%). *H. molitrix* reste toujours faible dans le régime où son taux ne dépasse pas 1,50%.

L'expression des résultats en abondance relative montre que la plus grande consommation est basée sur le *P. parva* de février et mars et de juillet à décembre, représentant plus de 53% durant le mois de décembre. Les autres mois de l'année (avril, mai et juin) la grande proportion du menu est remplacée par *A. alburnus* avec un maximum en mai 59,20%. Il est suivi de *O. aureus* en janvier (35,98%). Ce poisson marque son plus fort taux au cours du mois de février avec une abondance de 40,14%. *O. niloticus* affiche 21,34% en janvier, *L. pallaryi* en mai (15,03%) et *G. affinis* en aout (10,45%). La consommation optimale de *L. gibbosus* et les Cyprinidés indéterminés est enregistrée durant le mois d'octobre avec des taux pratiquement semblables 7,89% et 7,24%. Ensuite, viennent les Percidés indéterminés (3,29%) en octobre, *C. carassius* (3,18%) en aout, *C. carpio* (3,18%) en juillet et *A. brama* (2,63%) en octobre. *H. molitrix* et *S. lucioperca*, leur consommation reste très négligeable dans le régime avec respectivement 1,57% en juillet et 0,67% en juin.

Les autres catégories de proies, tels que les arthropodes et les batraciens, leur présence dans les épreintes est assez importante de mai à novembre où leur fréquence d'occurrence varie entre 10,23% et 15,49%. En termes d'abondance relative, il faut noter qu'ils enregistrent des taux respectivement similaires, 8,66 et 7,87% durant le mois de juillet.

Les reptiles quant à eux présentent leur un maximum en septembre soit 14,89% en présence relative et de 8,75% en abondance relative. Les oiseaux restent rares dans le menu de la loutre où ils affichent en septembre 5,00% en occurrence relative et 8,51% en abondance relative. Alors que les mammifères viennent en dernière position ne représentent qu'une fraction très faible du régime, 3,66% en occurrence relative en juin et 2,36% en abondance en juillet.

4.3 - Régime alimentaire de la loutre selon les saisons

L'analyse des épreintes récoltées (n=576) a permis de calculer les fréquences d'occurrences et les abondances relatives pour chaque catégorie alimentaire et pour chaque saison. Les résultats sont illustrés sous forme de barres montrant la participation relative des diverses proies au régime pour les quatre saisons durant l'année 2015 et 2019 (Annexe 4).

➤ Cas de l'année 2015

Les résultats reportés dans la figure (61a, b, c, d et annexe n°4) révèlent que durant les quatre saisons, les poissons sont largement majoritaires dans le menu trophique de la loutre dont la somme varie entre plus de 60% et 100% en termes de présence et entre 80% et 100% en abondance relative.

En automne (Fig. 61d), le régime alimentaire est marqué par une très forte prédominance de poissons représentant 100% que ce soit en occurrence relative et en abondance relative avec une présence importante du *P. parva* avec un taux dépassant les 32%. Ce poisson est suivi du Barbeau avec 28%. Viennent ensuite les Cyprinidés indéterminés avec 26% en occurrence et 21,31% en abondance relative. Les autres poissons tels que *L.gibbosus*, *C.carpio*, *O. niloticus* et *A.alburnus* sont peu fréquents et peu abondants. Durant cette saison automnale *H. molitrix* et *C. carassius* restent rares dans le menu de la loutre. Quant aux autres catégories de proies leur présence dans le menu de l'animal reste nulle durant l'automne.

Durant **la saison hivernale** (Fig. 61a), les proies consommées par la loutre sont également formées de poissons, 83% en occurrence relative, représentant plus de 93% de l'abondance relative. Les autres proies ingérées présentent des taux relativement faibles dont la somme atteint 16,83% pour l'occurrence relative et 6,92% pour l'abondance relative. La figure n° 60a synthétise le régime alimentaire de la loutre durant l'hiver. L'analyse révèle que *P. parva* reste la proie la plus couramment consommée durant cette saison représentant 21,50% en termes d'occurrence relative et un taux dépassant les 49% en abondance relative. Le Barbeau occupe la seconde place où il participe avec 18,69% en occurrence relative et 14,56% en abondance relative. Il est suivi par l'Ablette commune *A. alburnus* avec une occurrence relative de 15,89% et une abondance relative de 15,33%. La Carpe commune et la

Carpe argenté, participent avec des occurrences et des abondances relatives semblables respectivement de 3,74 % et 1,92%. Les Cyprinidés indéterminés et la Perche soleil présentent également le même taux de présence relative (2,80%) et une légère différence en abondance relative (1,53% et 1,15%). Mis à part du Pseudorasbora, le Barbeau et l'Ablette commune, les autres poissons sont peu fréquents et peu abondants durant la saison hivernale dans le menu de l'animal. Les autres groupes de proies telles que les batraciens et les arthropodes, sont relativement faibles dans le régime. Ils présentent des taux semblables respectivement de 7,48% en occurrence relative et 3,07% en abondance relative. Les reptiles quant à eux, sont négligeables et leur taux n'excèdent pas les 2% en occurrence relative et 1% en abondance relative. Enfin, les oiseaux sont absents durant cette saison dans le régime.

Au cours de la **saison printanière** (Fig. 61b), les résultats de l'occurrence et de l'abondance relative des proies dans le régime montrent que les poissons représentent toujours la catégorie la plus consommée par la loutre, avec plus de 68% en occurrence et 80% en abondance relative. Nous relevons une forte consommation toujours du *P. parva* avec une occurrence et une abondance relative des proportions respectives sont de 20,43% et 36,42%. *L. pallaryi* vient en deuxième position en terme de présence relative (15,05%) et en abondance relative (15,43%), suivi de l'ablette commune *A. alburnus* et des cyprinidés indéterminés représentent respectivement 13,98%, 12,90%, en occurrence relative et 14,81%, 9,26% en abondance relative. Les autres espèces de poissons sont peu fréquentes et peu abondantes. Mis à part les batraciens et les arthropodes qui représentent 12,90% et 9,68% en occurrence relative et 7,41 et 5,56 en abondance relative. Les autres catégories de proies telles que les oiseaux, ils représentent un taux inférieur à 6,50 % en occurrence relative et 4% en abondance relative, tandis que les reptiles sont peu fréquents et peu abondants dont le taux ne dépassant pas les 2,5%.

En été (Fig. 61c), comme pour l'ensemble des autres saisons, les poissons là aussi constituent la catégorie de proie la plus consommées par la loutre, atteignant un taux dépassant les 60% en occurrence relative, et plus de 80% en abondance relative. La lecture des résultats de l'occurrence relative et l'abondance relative du régime présentés dans la figure n°60c montrent que les batraciens atteignent un pic important durant cette saison. Ils occupent la première position en occurrence relative avec 19,80% et en troisième position en abondance relative (9,39%). Parmi les Cyprinidés, *P. parva* reste la proie la plus rencontrée

dans les épreintes de la loutre avec 18,81% et une abondance relative dépassant les 55%. *L.pallaryi* arrive en troisième position en présence relative avec 10,8%. *A. alburnus* et les Cyprinidés indéterminés affichent le même taux en occurrence relative qui reste faible (8,91%) et une abondance relative ne dépassant pas les 6%. Ils sont suivis par *C. carassius* qui représente respectivement 4,95% en occurrence relative et 2,35% en abondance relative. Tandis que l'occurrence et l'abondance relative de la Perche soleil, restent faibles ne dépassant pas les 1%. Les reptiles et les arthropodes interviennent avec 11,90% et 7,92% en occurrence relative et respectivement 5,63% et 3,76% en abondance relative. Nous remarquons que durant cette saison la Carpe argentée, le Tilapia du Nil et les oiseaux n'ont pas été ingérés.

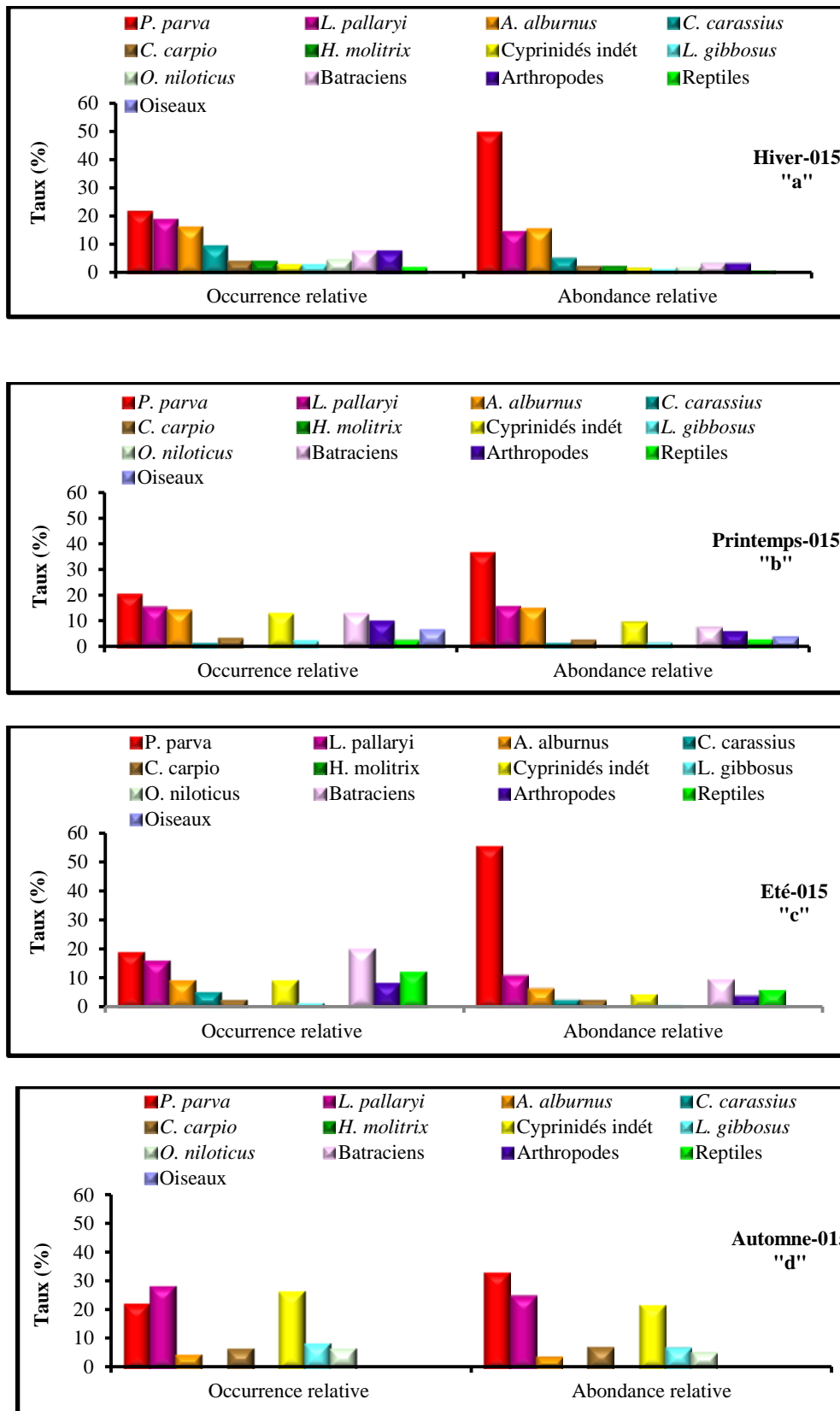


Figure 61 : Régime alimentaire de la loutre dans le barrage de Djorf Torba en occurrence relative et en abondance relative durant les quatre saisons (Année 2015).

➤ **Cas de l'année 2019**

Comme pour l'année 2015, il est nettement visible que le régime alimentaire de la loutre est marqué par une très large prédominance des poissons à chaque saison leur occurrence relative varie entre 61,13 et 83,81% et entre 79,62% et 94,17% en abondance relative (Fig. 62a, b, c et d et annexe n°4).

Durant la **saison hivernale** (Fig. 62a), la consommation des poissons est largement majoritaire par rapport aux autres saisons. Elle enregistre plus de 80% en occurrence relative et plus de 92% en abondance relative avec une importante prédominance de *P. parva*. Ce poisson domine dans le régime en termes de présence avec 21,90% et 35% en abondance relative. Il est suivi par *O. aureus* où il totalise plus de 12% en occurrence relative et près de 21% en abondance relative. Quand à *L. pallaryi* et *A. alburnus* arrivent en troisième position en abondance (16,91%) et de 11,67%) en présence relative. *O. niloticus* participe avec une occurrence relative de 10% et une abondance de 8,37%. En ce qui concerne les Cyprinidés indéterminées, ils ne totalisent, durant cette saison, que 7,14% en présence relative et leur abondance reste relativement faible ne dépassant pas les 2,54%. La présence des autres poissons dans le régime telles que *C. carpio*, *C. carassius*, *A. brama*, *L. gibbosus*, *M. salmoides*, les Percidés indéterminés et *G. affinis* reste assez faible. Leur taux en occurrence varie entre 0,48% et 3,57% et entre 0,34% et 1,52% en abondance. *L. lucioperca* et *H. molitrix* n'ont pas été chassés durant la saison hivernale. Pour les autres catégories de proies, on note une présence relativement importante des batraciens et des arthropodes avec respectivement 8,10% et 6,43% où leur abondance reste très faible n'excède pas les 3,00%. Quant aux reptiles et les oiseaux restent peu fréquents.

Durant le **printemps** (Fig. 62b), nous remarquons que les poissons représentent toujours la catégorie de proie la plus consommée par la loutre, atteignant un taux dépassant les 71% en occurrence relative et plus de 94% en abondance relative avec une forte consommation de *A. alburnus*. Cette dernière espèce enregistre un taux dépassant les 18% en termes d'occurrence relative et plus de 48% en abondance relative. *L. pallaryi* arrive en deuxième position en termes de présence avec 15,12% et en abondance relative nous notons la dominance de *P. parva* avec un taux avoisinant de 19%. Les batraciens et les arthropodes viennent en quatrième position avec un pic important (11,54% - 11,22%) durant cette saison. Par contre leur abondance dans le régime demeure faible (3,76% - 3,62%). *L. gibbosus*

participe avec une occurrence relative de 9,11% et 4,72% en abondance. Les autres espèces de poissons restent en faibles proportion dans l'alimentation de la loutre où leur taux varie entre 0,16% et 3,58% en termes de présence et en termes d'abondance relative entre 0,05% et 1,57%, alors que *M. salmoides* est totalement absent. D'autre part, il faut noter la présence faible des reptiles dans le régime. Leur présence relative est environ 4% alors qu'ils enregistrent une abondance relative de 1,26 %. Pour les autres groupes (mammifères et oiseaux), leur taux est en deçà de 1,50% en occurrence relative et 0,5% en abondance relative.

Les résultats représentés dans la figure n°62c, montrent que durant l'été, la plus grande consommation est basée aussi essentiellement de poissons. Ces derniers enregistrent une présence relative dépassant les 61% et une abondance relative supérieure à 79%. Il faut noter que les autres catégories de proies, durant cette saison, enregistrent un taux relativement élevé par rapport aux autres saisons de l'année dont la somme est proche à 39% en terme de présence et dépassant les 20% en terme d'abondance relative. L'occurrence et l'abondance relative présentées dans la figure n°61a montrent que *P. parva* demeure la proie la plus importante dans le régime que ce soit en présence relative (14,65%) ou en abondance relative (37,54%). Par contre, nous notons une présence relativement importante des batraciens et des arthropodes avec des occurrences relatives sensiblement similaire (11,83% et 10,42%). *A. alburnus* arrive en deuxième position en termes d'abondance relative où elle prédomine le régime avec un taux dépassant les 14%. Suivi par les reptiles et *L. pallaryi* en termes d'occurrence relative avec un taux dépassant les 9%. Les oiseaux, les Cyprinidés indéterminés, *L. gibbosus* et *L. lucioperca* représentent respectivement 5,92%, 5,63%, 4,79% et 2,25% en présence relative et 3,08%, 2,93%, 3,52% et 1,32% en abondance relative. Mis à part les Percidés indéterminés, *G. affinis* et *C. carassius* affichent une occurrence relativement faibles et semblables (3,66% et 3,10%) mais avec une abondance relative différente, respectivement de 1,93%, 5,13% et 1,76% Les autres espèces telles *C. carpio*, *A. brama* et *M. salmoides*, ils représentent un taux inférieur à 1,98% en occurrence relative et 1,18% en abondance relative. Tandis que *H. molitrix* n'est pas du tout consommé par la loutre durant cette saison. Les mammifères restent faibles dans l'alimentation de la loutre, leur taux ne dépasse pas les 1,41% en occurrence relative et 0,73% en abondance.

Durant l'**automne**, les poissons restent toujours les proies les plus préférés par la loutre. En effet, ils avoisinent 87% au total des proies ingérées et plus de 72% en termes de présence des proies dans le régime. En ce qui concerne les autres catégories, ils ne totalisent durant cette période que 27,81% en présence relative et 12,91% en abondance relative.

La lecture des résultats repris dans la figure n°62d révèle que la plus grande consommation du *P. parva* est enregistrée durant l'automne où elle enregistre une abondance relative dépassant les 45% et une occurrence relative de 16,89%. *L. pallaryi* arrive en deuxième position avec une occurrence et abondance relative proportionnellement similaire, respectivement 11,92% et 11,26%. Les arthropodes et les batraciens arrivent en troisième position. Leur présence dans le régime est importante par rapport aux autres proies où ils enregistrent une occurrence relative presque semblable 10,60% et 9,60% ; 4,80 % et 4,60% en abondance relative. Ensuite viennent les Cyprinidés indéterminés, *O niloticus*, *O. aureus*, *L.gibbosus* et les reptiles où l'on enregistre une présence relative variant entre 5,96% et 7,28% et une abondance relative entre 3% et 6,15%. Nous notons également que *A. alburnus*, *G. affinis* et les Percidés indéterminés présentent dans le régime avec des taux sensiblement similaires (4,30%, 3,97% et 3,31%) et une abondance relative inférieure à 2,71%. Le reste des poissons consommés par la loutre sont peu fréquents et peu abondants dans le menu de l'animal. Durant cette saison automnale *H. molitrix* et *S. lucioperca* n'ont pas été prédatées par la loutre. Quant aux autres catégories de proies (les mammifères et les oiseaux) leur présence dans le menu de l'animal reste négligeable.

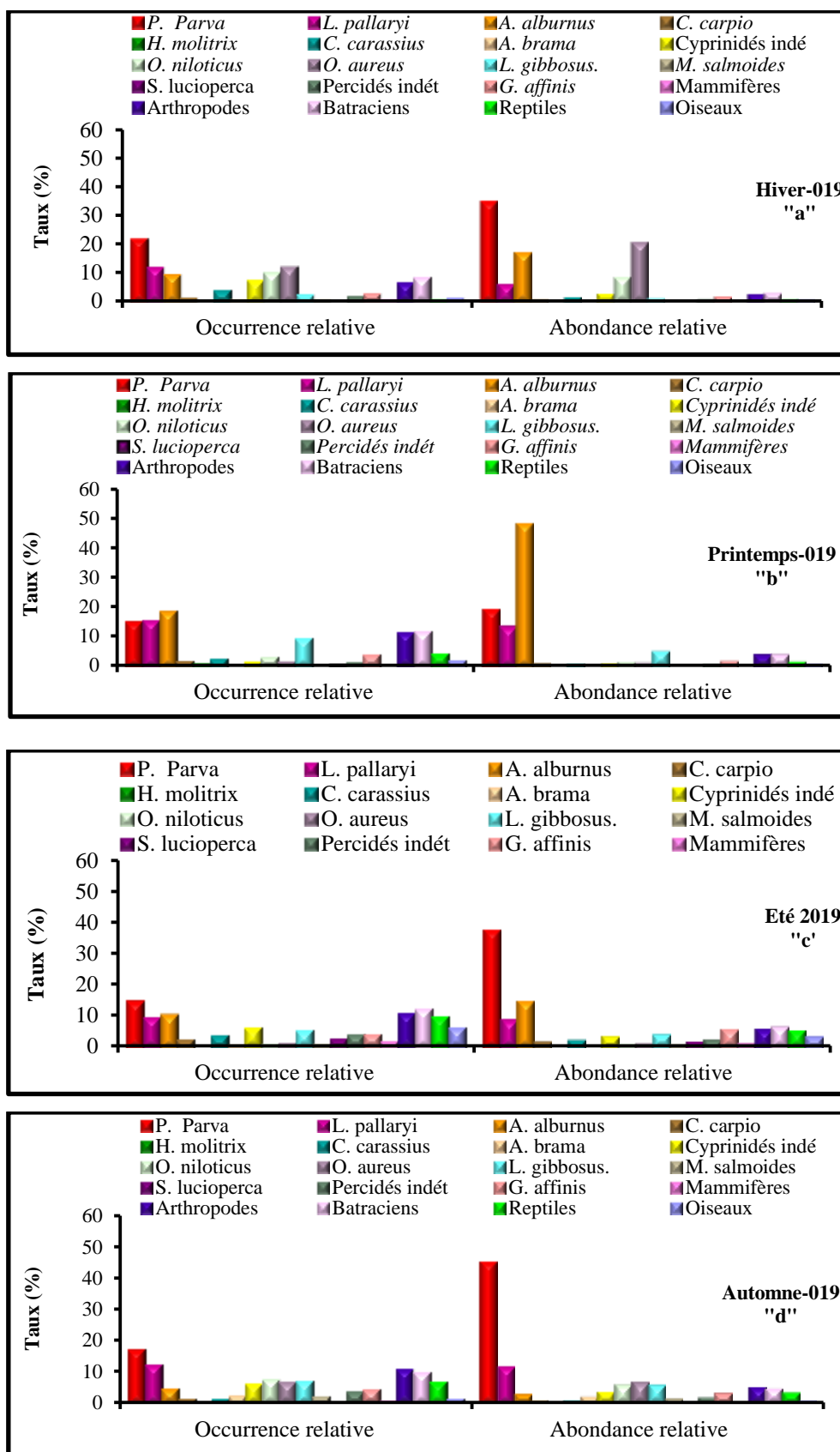


Figure 62 : Régime alimentaire de la loutre dans le barrage de Djorf Torba en occurrence relative et en abondance relative durant les quatre saisons (Année 2019).

4.3.1 – Résultats de l'analyse statistique de la variation saisonnière du régime

4.3.1.1 – Résultats de l'analyse de la variance (Anova) à un seul facteur

Les résultats de l'analyse de la variance (Tab. 9) montrent qu'il existe des différences très hautement significatives aussi bien pour la fréquence d'occurrence ($p = 0.000$, 12 ddl en 2015 ; $p = 0.000$, 19 ddl en 2019) et pour l'abondance relative ($p = 0.000$, 12 ddl en 2015 ; $p = 0.000$, 19 ddl en 2019) des proies consommées par la loutre. Ceci démontre leur grande variabilité dans le menu de l'animal durant les deux années.

Tableau 7: Analyse de variance pour la variable « proie »

Tableau ANOVA						
Proies		Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Sig.
FO 2015	Entre groupes	48966,667	12	4080,556	12,979	0,000
	Intra-groupes	44958,333	143	314,394		
	Total	93925,000	155			
FO 2019	Entre groupes	24058,855	19	1266,256	10,038	0,000
	Intra-groupes	7569,051	60	126,151		
	Total	31627,907	79			
Abondance 2015	Entre groupes	7596,090	12	633,007	11,221	0,000
	Intra-groupes	8066,750	143	56,411		
	Total	15662,840	155			
Abondance 2019	Entre groupes	687347,638	19	36176,191	3,588	0,000
	Intra-groupes	604998,250	60	10083,304		
	Total	1292345,888	79			

En effet, cela se remarque au cours des saisons de l'année (Tab. 10), où nous constatons que les fréquences d'occurrences et l'abondance des proies consommées par l'animal varient significativement au seuil de 5% à l'exception de la variable abondance en 2015 une différence non significative est notée dont la valeur de ($F = 1,889$ et $p = 0,133$).

Tableau 8 : Analyse de variance pour la variable « saison »

Tableau ANOVA						
Saisons		Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Sig.
FO 2015	Entre groupes	5089,103	3	1696,368	2,903	0,037
	Intra-groupes	88835,897	152	584,447		
	Total	93925,000	155			
FO 2019	Entre groupes	4457,486	3	1485,829	2,692	0,048
	Intra-groupes	83884,508	152	551,872		
	Total	88341,995	155			
Abondance 2015	Entre groupes	564,173	3	188,058	1,893	0,133
	Intra-groupes	15098,667	152	99,333		
	Total	15662,840	155			
Abondance 2019	Entre groupes	27103,436	3	9034,479	2,983	0,033
	Intra-groupes	460399,231	152	3028,942		
	Total	487502,667	155			

4.3.1.2 - Résultats du test de comparaison multiple

L'analyse de variance nous indique qu'il existe des différences entre les groupes, mais ne précise pas où sont situées ces différences. Pour remédier à la situation, nous avons été contraints de faire un test post-hoc avec la comparaison de Tukey et LSD.

➤ Comparaison multiple pour la variable proie durant les quatre saisons (Année 2015)

Le test de la comparaison multiple pour la fréquence d'occurrence fait ressortir trois groupes homogènes (Tab. 11). Nous constatons que plusieurs proies se différencient significativement avec l'ensemble des proies durant les quatre saisons. Il s'agit de *A. alburnus*, *L. pallaryi*, *O. niloticus*, *L. gibbosus*, *H. molitrix*, *C. carpio*, *C. carassius* les Cyprinidés indéterminés, les batraciens et les oiseaux. La différence est très hautement significative pour l'ensemble des proies par rapport au *P. parva*. Cette dernière montre une différence non significative avec *L. pallaryi* ($p = 0,42$). De même, pour l'abondance, le test de Tukey pour l'abondance, nous fait ressortir deux groupes homogènes (Tab. 12) où la différence est très hautement significative pour l'ensemble des proies par rapport au *P. parva* (LSD).

Tableau 9 : Classement des groupes homogènes de la fréquence d'occurrence pour la variable proie entre les quatre saisons (Test de Tukey, année 2015)

Fréquence d'occurrence 2015					
Proies		N	Sous-ensemble		
			1	2	3
Différence significative de Tukeya,b	<i>H. molitrix</i>	4	3,33		
	Oiseaux	4	5,00		
	<i>O. niloticus</i>	4	6,67		
	<i>L. gibbosus</i>	4	8,33		
	<i>C. carpio</i>	4	10,00		
	<i>C. carassius</i>	4	13,33		
	Reptiles	4	13,34		
	Arthropodes	4	20,84	20,84	
	<i>Cypr indét</i>	4	30,83	30,83	30,83
	Batraciens	4	33,34	33,34	33,34
	<i>A. alburnus</i>	4	34,17	34,17	34,17
	<i>L. pallaryi</i>	4		53,34	53,34
	<i>P. parva</i>	4			60,02
	Signification			0,11	0,08
Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées. Calcul basé sur les moyennes observées. Le terme d'erreur est le carré moyen (Erreur) = 186,626.					
a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 4,000.					
b. Alpha = ,05.					

Tableau 10 : Classement des groupes homogènes de l'abondance pour la variable proie pour les quatre saisons.(Test deTukey, année 2015)

Abondance 2015				
Proies		N	Sous-ensemble	
			1	2
Différence significative de Tukey ^{a,b}	<i>H. molitrix</i>	4	1,25	
	Oiseaux	4	1,50	
	<i>O. niloticus</i>	4	2,00	
	<i>L. gibbosus</i>	4	2,50	
	<i>C. carpio</i>	4	4,25	
	Reptiles	4	4,50	
	<i>C. carassius</i>	4	5,00	
	Arthropodes	4	6,25	
	Batraciens	4	10,00	
	Cypr indét	4	10,25	
	<i>A. alburnus</i>	4	19,75	
	<i>L. pallaryi</i>	4	25,25	
	<i>P. parva</i>	4		81,75
	Signification		0,539	1.000
Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées. Calcul basé sur les moyennes observées. Le terme d'erreur est le carré moyen (Erreur) = 220.104.				
a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 4.000				
b. Alpha = .05				

➤ **Comparaison multiple pour la variable proie durant les quatre saisons (Année 2019)**

Pour la fréquence d'occurrence durant l'année 2019, le test de Tukey montre quatre groupes homogènes (Tab. 13). Le test de comparaison multiple LSD indique que plusieurs proies se différencient significativement des fréquences d'occurrence avec pratiquement l'ensemble des proies durant les quatre saisons. *P. parva* enregistre une différence très hautement significative pour l'ensemble des proies (p varie entre 0,01 et 0,000)

Tableau 11 : Classement des groupes homogènes de la fréquence d'occurrence pour la variable proie entre les quatre saisons (Test de Tukey, année 2019).

Proies	Sous-ensemble			
	1	2	3	4
<i>H. molitrix</i>	0,69			
Mammifères	2,21			
<i>M. salmoides</i>	2,60			
<i>A. brama</i>	2,80			
<i>S. lucioperca</i>	2,99			
<i>C. carpio</i>	5,19			
Percidés indé	7,81			
<i>C. carassius</i>	9,06			
Oiseaux	9,69			
<i>G. affinis</i>	13,59	13,59		
<i>O. aureus</i>	16,65	16,65		
<i>O. niloticus</i>	17,46	17,46	17,46	
Cyprinidés indé	18,20	18,20	18,20	
Reptiles	21,01	21,01	21,01	
<i>L. gibbosus.</i>	23,08	23,08	23,08	
Arthropodes		38,39	38,39	38,39
Batraciens		40,40	40,40	40,40
<i>A. alburnus</i>		41,49	41,49	41,49
<i>L. pallaryi</i>			45,87	45,87
<i>P. parva</i>				63,59
Signification	0,31	0,06	0,05	0,14
Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées.				
a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 4.000.				
b. Alpha = .05.				

Pour ce qui est de l'abondance le test de la comparaison multiple (Tukey) fait ressortir deux groupes homogènes (Tab. 14). Une différence très hautement significative pour l'ensemble des proies par rapport au *P. parva* et *A. alburnus* ($p= 0,001$). Ces dernières montrent une différence non significative ($P=0,73$) (LSD).

Tableau 12 : Classement des groupes homogènes de l'abondance du régime alimentaire pour la variable proie entre les quatre saisons (Test de Tukey, année 2019)

Proies		Sous-ensemble	
		1	2
Différence significative de Tukey ^{a,b}	<i>H. molitrix</i>	1,00	
	Mammifères	2,00	
	<i>M. salmoides</i>	2,50	
	<i>S. lucioperca</i>	3,25	
	<i>A. brama</i>	3,75	
	<i>C. carpio</i>	6,75	
	Percidés indét	9,00	
	Oiseaux	9,25	
	<i>C. carassius</i>	11,00	
	Cyprinidés indé	20,00	
	Reptiles	20,25	
	<i>G. affinis</i>	25,25	
	<i>L. gibbosus.</i>	40,00	
	<i>O. niloticus</i>	40,00	
	Arthropodes	41,25	
	Batraciens	44,25	
	<i>O. aureus</i>	75,50	75,50
	<i>L. pallaryi</i>	112,25	112,25
	<i>A. alburnus</i>		308,75
	<i>P. parva</i>		333,25
Signification	0,988	0,061	

4.3.1.3 - Statistique descriptive des variables

D'après le tableau ci-dessous, la variable Fréquence d'occurrence moyenne varie entre 25,67 et 22,50 en 2019 et 2015. Concernant la variable abondance, elle affiche une moyenne de 25,33 en 2019 et 4,47 en 2015.

Les écart-types sont sensiblement similaires pour la variable Fréquence d'occurrence est assez stable dans le temps entre 2015 et 2019. A l'inverse, l'abondance change significativement d'une année à une autre en affichant une valeur de 10,052 en 2015 et 56,082 en 2019.

Tableau 13: Résultats des paramètres statistique de position et dispersion

	Moy.	Médiane	Ecart type	Min	Max	25	50	75
Fréq d'occur 2019	25,67	18,52	23,874	0	86	4,08	18,52	42,92
Fréq d'occur 2015	22,50	10,00	24,616	0	90	0,00	10,00	40,00
Abondance 2015	4,47	2,00	10,052	0	86	0,00	2,00	4,75
Abondance 2019	25,33	7,00	56,082	0	457	2,00	7,00	18,75

La figure suivante présente la dispersion des proies en fonction de la saison, pour mieux comprendre et déterminer l'influence de la saison sur la variable fréquence d'occurrence et d'abondance.

De la lecture de la figure n°63 (Annexe 05), *P.parva* enregistre une fréquence d'occurrence moyenne de $76,67 \pm 5,77$ durant l'hiver 2015. Suivis par *L. pallary* ($66,67 \pm 20,817$) durant la même période. La fréquence d'occurrence minimale pour les deux espèces est enregistrée durant la saison automnale. Contrairement à l'année 2019, *P. parva* enregistre un maximum en fréquence d'occurrence durant la saison automnale et un minimum en hiver respectivement ($70,43 \pm 20,97$) et ($58,81 \pm 20,058$). La présence de *A. alburnus* dans le régime enregistre un maximum durant la saison printanière ($77,84 \pm 7,607$), suivi de *L. pallaryi* durant la même saison ($67,03 \pm 13,84$)

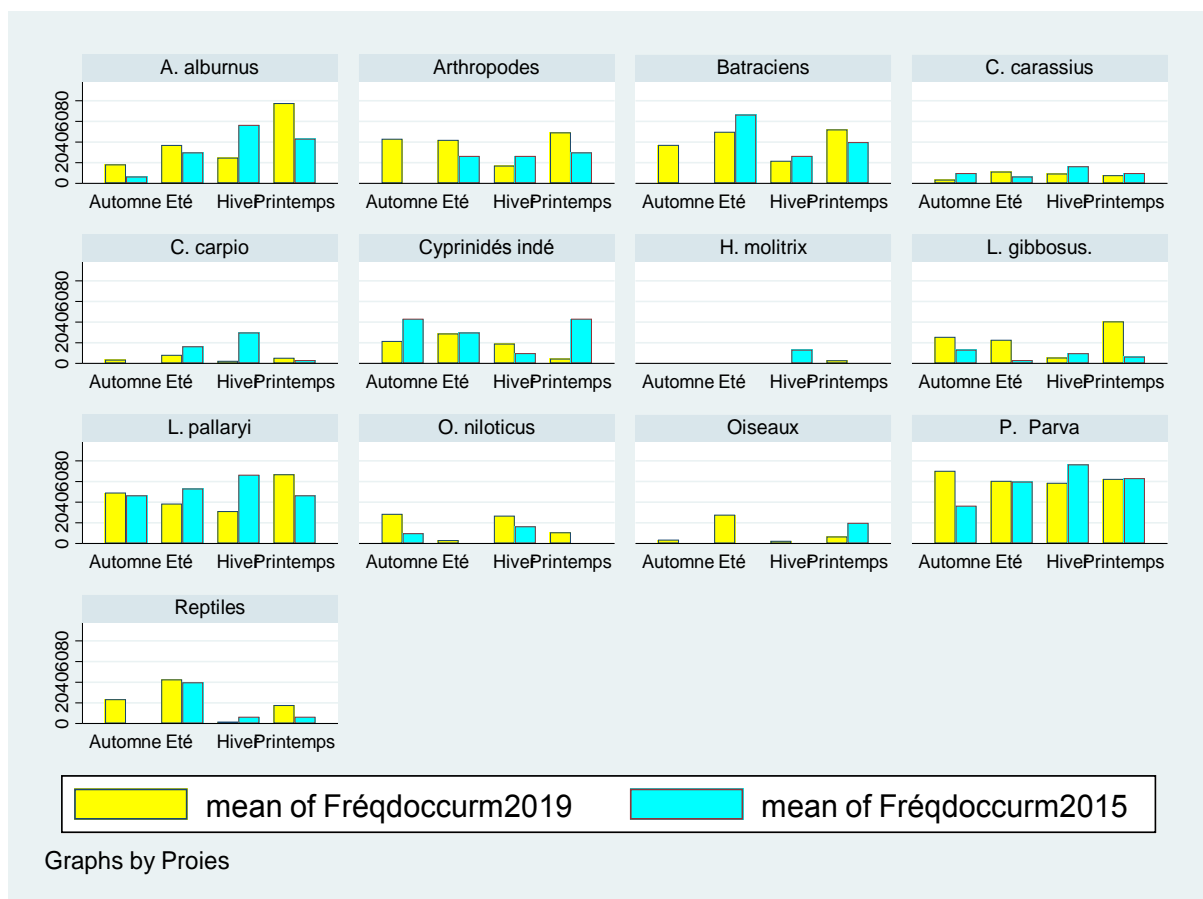


Figure 63 : Distribution des proies en terme de fréquence d'occurrence et d'abondance selon les saisons durant l'année 2015 et 2019

Quel que soit l'année, nous remarquons que les batraciens et les reptiles sont fortement présents durant l'été respectivement ($66,66 \pm 15,28$) ($40,00 \pm 26,46$) en 2015 et ($50,00 \pm 10,00$) ($42,78 \pm 10,05$)

Comme pour la fréquence d'occurrence (2015-2019), la figure 64 et 65 montre la variation saisonnière en fréquence d'occurrence et en abondance pour l'ensemble des proies (n=20) consommées par la loutre pour l'année 2019. Il semble que le Pseudorasbora est la proie la plus fréquente et consommé en très grand nombre avec des valeurs assez importante durant les quatre saisons.

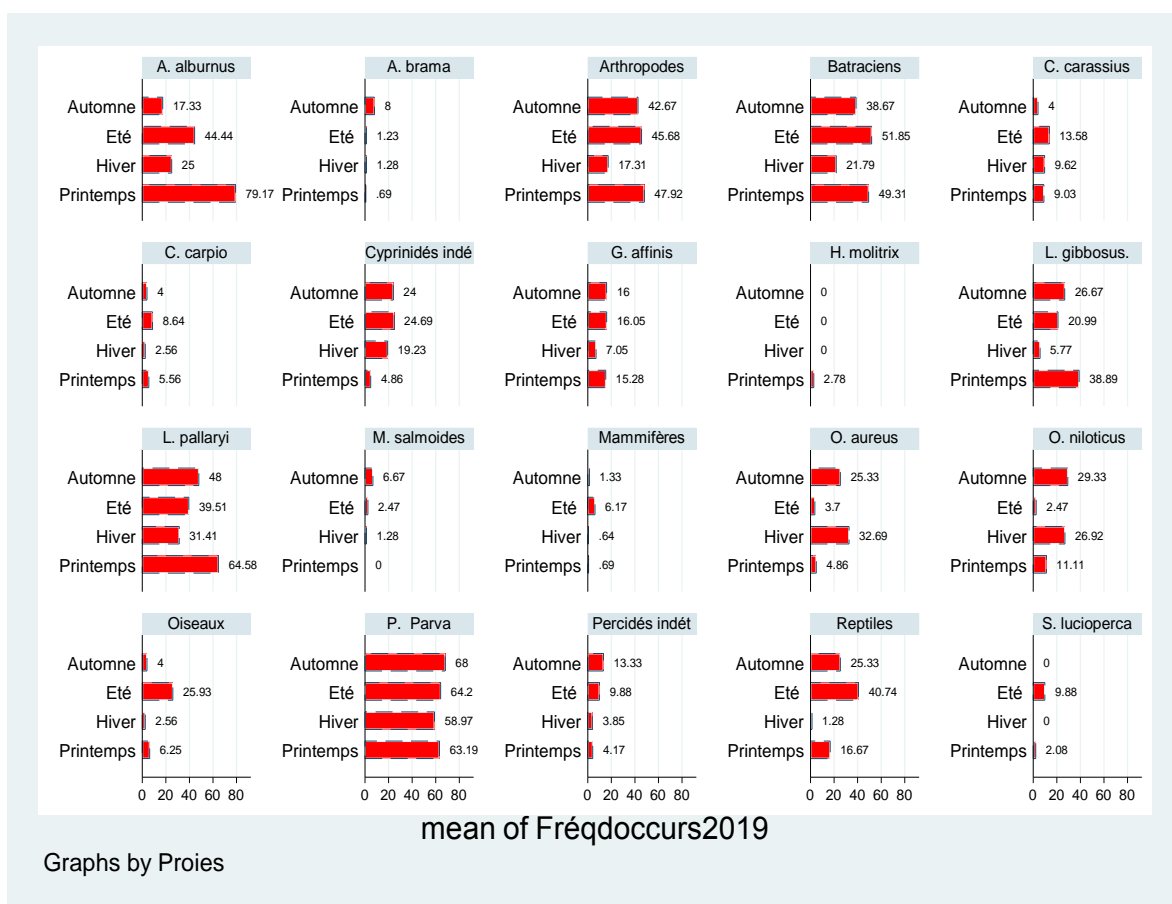


Figure 64 : Distribution des proies dans le régime de la loutre selon les saisons en fréquence d'occurrence (n=20)

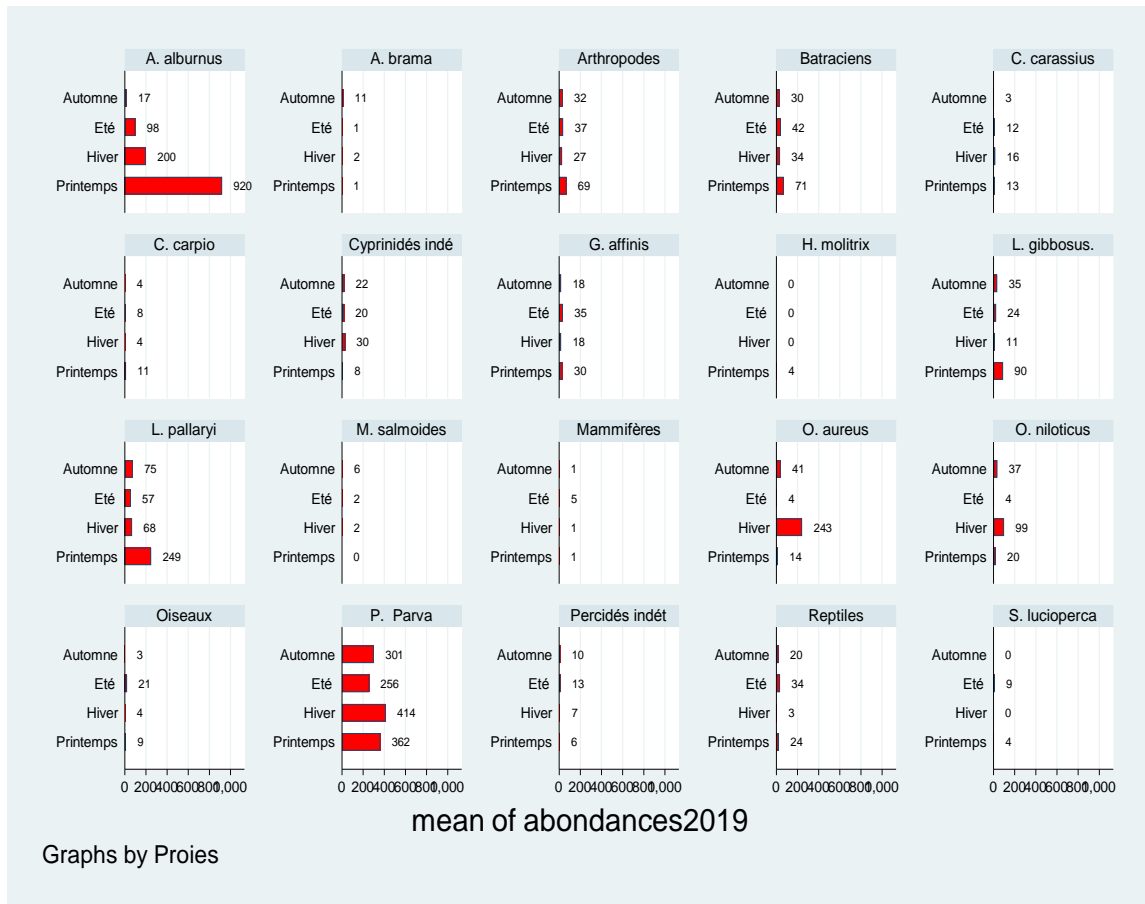
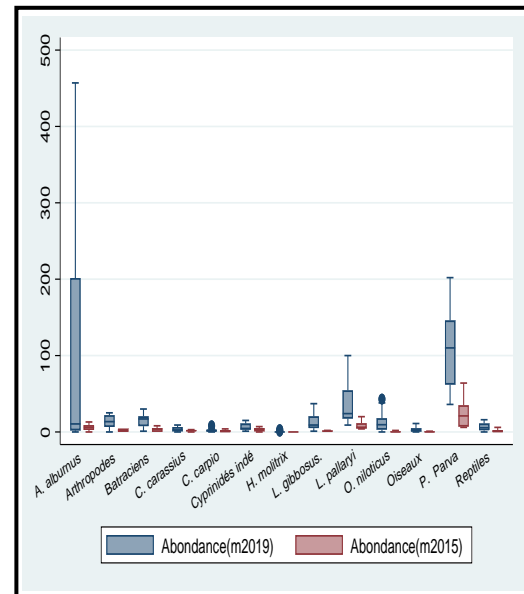
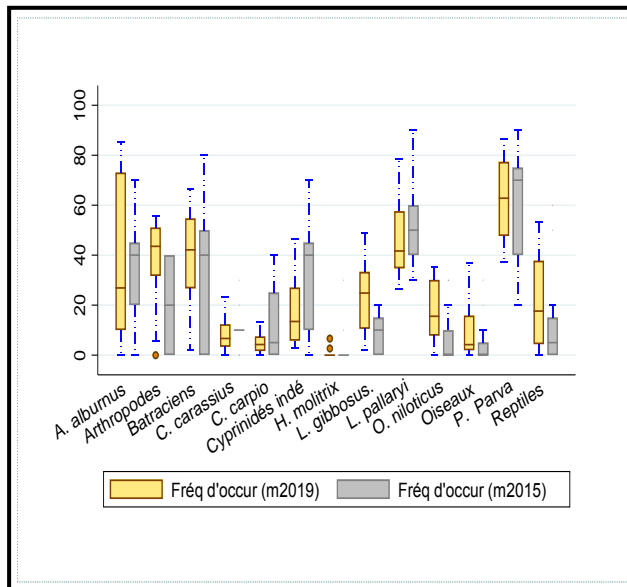


Figure 65 : Distribution des proies dans le régime de la loutre selon les saisons en abondance (n=20)

La distribution des valeurs par des groupes de proies confirme la différence des variables fréquence d'occurrence et d'abondance des deux années. La figure suivante nous indique la variabilité asymétrique surtout entre les proies *P.parva*, *L. pallary* et *A.alburnus* pour la variable fréquence et l'abondance en 2019 et 2015.



4.3.1.4 – Résultats de l’analyse de la variance multivarié (Manova)

L’analyse de variance multi variée (MANOVA), utilise le même cadre conceptuel que l’ANOVA. Il s’agit d’une extension de l’ANOVA permettant de prendre en compte une combinaison de variables dépendantes plutôt qu’une variable dépendante unique. Dans le cadre de la MANOVA, les variables explicatives sont souvent appelées facteurs. L’avantage de l’utilisation d’une MANOVA au lieu de plusieurs ANOVA simultanées réside dans le fait qu’elle prend en compte les corrélations entre les variables réponses et permet ainsi une meilleure utilisation des informations provenant des données. La combinaison des variables dépendantes peut représenter une variable non mesurable directement.

La MANOVA teste les effets de facteurs sur plusieurs variables réponses. Il est donc possible de tester conjointement toutes les hypothèses testées par une série d’ANOVA avec plus de chance d’observer un effet significatif. Enfin, plusieurs ANOVA séparées ne prennent pas en compte la covariation entre variables réponses tandis que la MANOVA n’est pas seulement sensible aux différences de moyenne entre niveaux de facteurs mais également à la covariance entre variables explicatives. Quand ces variables sont toutes étudiées en même temps, il y a plus de chances de détecter une possible corrélation entre certaines variables. Ce n’est pas le cas avec une ANOVA qui ne prend en compte qu’une seule variable réponse.

Taille de l'effet (effect size) : Ce concept est très important dans les calculs de puissance. En effet, Cohen (1988) a développé ce concept qui va permettre de s'affranchir d'entrer tous les paramètres du modèle (qui sont d'ailleurs souvent inconnus). La taille de l'effet est une grandeur qui va permettre de calculer la puissance d'un test sans entrer tous les paramètres mais qui permettra de dire si l'effet des paramètres à tester est faible ou fort. Dans le cadre de MANOVA. L'indice de l'état carré (η^2) permet d'apprécier l'importance de l'effet de la variable indépendante sur la variable dépendante. Les balises de Cohen (1988), pour ce test, sont les suivantes :

Effet de taille =0,1, l'effet est faible.

Effet de taille =0,25, l'effet est modéré.

Effet de taille =0,4, l'effet est fort.

Autour de 0,50 - 'effet Très fort.

Le modèle estimé est valide pour la variable proies et la saison avec les variables dépendantes la fréquence d'occurrences et l'abondance pour les deux années 2015 et 2019, selon la statistique multi variée la plus couramment recommandée Lamda de Wilks qui est statistiquement hautement significatif ($P = 0.000$) (Tab 16.).

Tableau 14 : Résultats du test multivarié (Manova) durant l'année 2015 et 2019

Tests multivariés 2015							
	Effet	Valeur	F	ddl de l'hypothèse	Erreur ddl	Signification	Eta-carré partiel
Constante	Trace de Pillai	0,803	210,537 ^b	2,000	103,000	0,000	0,803
	Lambda de Wilks	0,197	210,537 ^b	2,000	103,000	0,000	0,803
	Trace de Hotelling	4,088	210,537 ^b	2,000	103,000	0,000	0,803
	Plus grande racine de Roy	4,088	210,537 ^b	2,000	103,000	0,000	0,803
Proies	Trace de Pillai	1,132	11,291	24,000	208,000	0,000	0,566
	Lambda de Wilks	0,166	12,508 ^b	24,000	206,000	0,000	0,593
	Trace de Hotelling	3,244	13,787	24,000	204,000	0,000	0,619
	Plus grande racine de Roy	2,537	21,986 ^c	12,000	104,000	0,000	0,717
saison	Trace de Pillai	0,220	4,279	6,000	208,000	0,000	0,110
	Lambda de Wilks	0,783	4,471 ^b	6,000	206,000	0,000	0,115
	Trace de Hotelling	0,274	4,660	6,000	204,000	0,000	0,121
	Plus grande racine de Roy	0,262	9,070 ^c	3,000	104,000	0,000	0,207
Proies * saison	Trace de Pillai	0,869	2,220	72,000	208,000	0,000	0,435
	Lambda de Wilks	0,312	2,264 ^b	72,000	206,000	0,000	0,442
	Trace de Hotelling	1,629	2,308	72,000	204,000	0,000	0,449
	Plus grande racine de Roy	1,104	3,188 ^c	36,000	104,000	0,000	0,525
Tests multivariés 2019							
	Effet	Valeur	F	ddl de l'hypothèse	Erreur ddl	Signification	Eta-carré partiel
Constante	Trace de Pillai	0,855	304,177 ^b	2,000	103,000	0,000	0,855
	Lambda de Wilks	0,145	304,177 ^b	2,000	103,000	0,000	0,855
	Trace de Hotelling	5,906	304,177 ^b	2,000	103,000	0,000	0,855
	Plus grande racine de Roy	5,906	304,177 ^b	2,000	103,000	0,000	0,855
Proies	Trace de Pillai	1,308	16,369	24,000	208,000	0,000	0,654
	Lambda de Wilks	0,113	16,906 ^b	24,000	206,000	0,000	0,663
	Trace de Hotelling	4,106	17,450	24,000	204,000	0,000	0,672
	Plus grande racine de Roy	2,761	23,928 ^c	12,000	104,000	0,000	0,734
saison	Trace de Pillai	0,470	10,653	6,000	208,000	0,000	0,235
	Lambda de Wilks	0,583	10,647 ^b	6,000	206,000	0,000	0,237
	Trace de Hotelling	0,626	10,639	6,000	204,000	0,000	0,238
	Plus grande racine de Roy	0,399	13,823 ^c	3,000	104,000	0,000	0,285
Proies * saison	Trace de Pillai	1,046	3,165	72,000	208,000	0,000	0,523
	Lambda de Wilks	0,216	3,301 ^b	72,000	206,000	0,000	0,536
	Trace de Hotelling	2,428	3,440	72,000	204,000	0,000	0,548
	Plus grande racine de Roy	1,726	4,987 ^c	36,000	104,000	0,000	0,633
a. Plan : Constante + Proies + saison + Proies * saison							
b. Statistique exacte							
c. La statistique est une borne supérieure de F qui produit une borne inférieure sur le niveau de signification.							

4.4 - Variation saisonnière du régime alimentaire de la loutre entre site (amont-aval) du barrage

Le tableau n°17 consigne les données du régime alimentaire de la loutre en occurrence relative et en abondance relative pour chaque site (Amont - Aval) durant les quatre saisons de l'année 2019. De la lecture des résultats reportés dans le tableau n°, montre que quel que soit le site d'étude, les poissons sont les proies les plus consommés par la loutre.

En Amont du barrage, l'occurrence relative des poissons varie entre 64,29% et 82,31% (été-hiver) et leur abondance relative entre 83,92% et 93,26% (été-hiver). Il faut noter qu'en amont (Tab. 17, Fig. 66), le menu de la loutre renferme surtout les Cyprinidés où leur fréquence d'occurrence et leur abondance relative atteignent un maximum durant l'hiver, respectivement 66,15% et 82,99%. Les autres catégories de proies varient entre 17,69% et 35,71% (hiver-été) en termes de présence relative. Tandis qu'en abondance relative, leur taux varie entre 6,74% et 16,08%.

En Aval du barrage, nous remarquons que la présence des poissons dans le régime est relativement semblable qu'à l'amont. Leur proportion dans le régime varie entre 59,67% et 84,19%. Tandis que leur abondance relative varie entre 77,05% et 94,54%. L'occurrence relative des autres taxons varie entre 15,81% et 40,33% (hiver-été) et une abondance relative entre 5,46% et 22,95%. En aval (Tab. 17, Fig. 66), nous notons immédiatement que l'ensemble des proies consommées sont fréquentes durant les quatre saisons, exception faite pour quelques espèces. Les Cyprinidés sont toujours les proies les plus ingérées par la loutre que ce soit en occurrence relative ou en abondance relative avec des taux relativement faibles par rapport à l'amont. Leur maximum est noté durant la saison printanière, soit près de 56% en présence relative et 83,35% en abondance relative.

Durant la saison hivernale et automnale, nous avons enregistré (Amont et Aval), la dominance des Cichlidés dans l'alimentation de la loutre derrière les Cyprinidés. Leur taux est plus important en aval du barrage en termes d'occurrence relative (26,46%) et en abondance relative (37,05%). Viennent ensuite les Centrarchidés avec une présence relative maximale durant l'automne (amont) et durant le printemps (aval), respectivement (11,63% et 9,45%). Pour les Percidés, ils enregistrent un taux ne dépassant pas les 3,35% en abondance relative

en été, alors que leur maximum en occurrence relative est enregistré durant la même saison 7,14% en amont du barrage. Quant au Poeciliidés, leur présence relative maximale est enregistrée durant la saison automnale en amont du barrage avec 5,81%, leur abondance relative maximale est signalée durant la saison estivale (4,31%) au niveau du même site.

Il faut noter aussi que quel que soit le site, nous avons remarqué que *H. molitrix* reste l'espèce la plus rare dans le régime Cette dernière n'est consommée que durant la saison printanière. De même *M. salmoides* n'a pas été ingérée durant le printemps, *S. lucioperca* est prédatée que durant le printemps et l'été avec des taux très négligeables.

Pour les autres catégories de proies, les arthropodes, les batraciens, les reptiles et les oiseaux nous avons noté leur présence durant les quatre saisons. Les arthropodes et les batraciens enregistrent un maximum en terme de présence relative au printemps avec un taux relativement semblable en amont et en aval du barrage, respectivement (11,15% et 12,20%) et (11,11% et 12,76%). Par contre, quel que soit le site d'étude, les reptiles et les oiseaux ils ne sont rencontrés qu'en été. Leur occurrence relative en amont est de 7,14% et 9,82%, en aval ils enregistrent un taux de 5,35% et 9,05%. Les mammifères n'ont pas fait l'objet d'une capture remarquable par le mustélide en amont du barrage. Ils interviennent faiblement dans le régime où leur taux en termes d'occurrence varie entre 0,3% et 2,06% et entre 0,1% et 1,17% en abondance relative

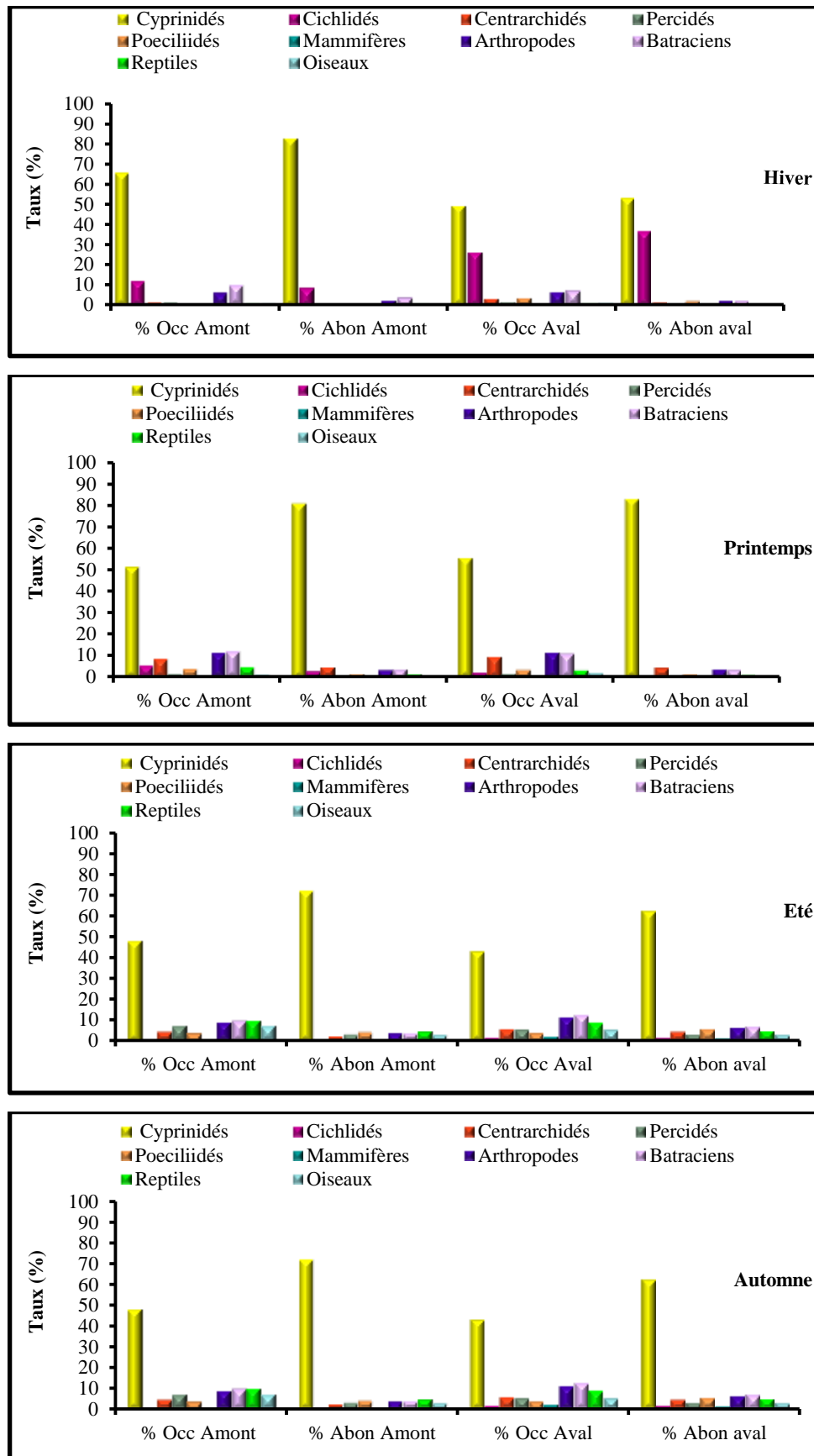


Figure 66 : Occurrence relative et abondance relative du régime de la loutre entre l'amont et l'aval durant quatre saisons (Année 2019).

4.4.1 – Résultats de l'analyse statistique de de la variation saisonnière du régime entre site (amont-aval).

4.4.1.1 - Résultats de l'analyse de la variance (Anova)

L'analyse de la variance saisonnière du régime entre l'Amont et l'Aval avec la comparaison des moyennes de la fréquence d'occurrence et l'abondance des proies consommées par la loutre, ne montre aucune différence significative pour la variable site et la variable saison (Tab. 18). Par contre, une différence très hautement significative a été notée pour la variable proie (P = 0,000, ddl 19)

Tableau 15 : Analyse de la variance de la variation saisonnière du régime entre sites

		Somme des carrés	ddl	Carré	F	Sig.
Fréquence d'occurrence*	Entre groupes	0,315	1	0,315	0,001	0,979
	Intra-groupes	69583,739	158	440,403		
	Total	69584,054	159			
Site	Entre groupes	6956,406	1	6956,406	1,548	0,215
	Intra-groupes	709911,038	158	4493,108		
	Total	716867,444	159			
Abondance*	Entre groupes	50604,076	19	2530,204	18,530	0,000
	Intra-groupes	18979,978	139	136,547		
	Total	69584,054	159			
Proies	Entre groupes	347338,265	19	17366,913	6,533	0,000
	Intra-groupes	369529,179	139	2658,483		
	Total	716867,444	159			
Fréquence d'occurrence*	Entre groupes	2162,875	3	720,958	1,668	0,176
	Intra-groupes	67421,179	156	432,187		
	Total	69584,054	159			
Saison	Entre groupes	25481,569	3	8493,856	1,917	0,129
	Intra-groupes	691385,875	156	4431,961		
	Total	716867,444	159			

4.4.1.2 - Résultats du test de comparaison multiple pour la variable proie entre l'amont et l'aval

Le test de Tukey appliqué pour la fréquence d'occurrence, fait ressortir 5 groupes homogènes (Tab. 19). De son côté, le test de comparaison multiple LSD montre que les proies ingérées par la loutre se différencient significativement entre l'Amont et l'Aval durant les quatre saisons. On remarque que la différence est très hautement significative pour le *Pseudorasbora* avec l'ensemble des proies dans le régime de la loutre.

Pour ce qui est de l'abondance (Tab. 20), le test de Tukey montre 2 groupes homogènes. Une différence très hautement significative (test de comparaison multiple LSD) a été enregistré pour l'ensemble des proies par rapport à *P. parva* et *A. alburnus* ($p = 0,000$).

Tableau 16 : Classement des groupes homogènes de la fréquence d'occurrence pour la variable proies durant les quatre saisons (Test de Tukey, amont et aval du barrage).

		Fréquence d'occurrence					
Proies	N	Sous-ensemble					
		Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 4	Gr 5	
Différence significative de Tukey ^{a,b}	<i>H. molitrix</i>	8	0,6670				
	Mammifères	8	1,6125				
	<i>A. brama</i>	8	2,4168				
	<i>M. salmoides</i>	8	2,6691	2,6691			
	<i>S. lucioperca</i>	8	3,4693	3,4693			
	<i>C. carpio</i>	8	4,8020	4,8020			
	Percidés indét	8	8,7308	8,7308			
	<i>C. carassius</i>	8	9,1136	9,1136			
	Oiseaux	8	10,2001	10,2001			
	<i>G. affinis</i>	8	13,9914	13,9914			
	<i>O. aureus</i>	8	15,2178	15,2178			
	<i>O. niloticus</i>	8	16,7241	16,7241	16,7241		
	Cyprinidés indé	8	17,9214	17,9214	17,9214	17,9214	
	Reptiles	8	21,1192	21,1192	21,1192	21,1192	
	<i>L. gibbosus.</i>	8		23,7176	23,7176	23,7176	
	Arthropodes	8			37,6085	37,6085	37,6085
	Batraciens	8				38,6248	38,6248
	<i>A. alburnus</i>	8					45,6591
	<i>L. pallaryi</i>	8					46,0224
	<i>P. Parva</i>	8					
	Signification		0,073	0,054	0,059	0,064	0,997
Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées. Calcul basé sur les moyennes observées. Le terme d'erreur est le carré moyen (Erreur) = 137.701. a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 8.000. b. Alpha = .05.							

Tableau 17 : Classement des groupes homogène de l'abondance pour la variable proies durant les quatre saisons (Test de Tukey, amont et aval du barrage).

Abondance				
	Proies	N	Sous-ensemble	
			1	2
	<i>H. molitrix</i>	8	0,5000	
	Mammifères	8	1,0000	
	<i>M. salmoides</i>	8	1,2500	
	<i>S. lucioperca</i>	8	1,6250	
	<i>A. brama</i>	8	1,8750	
	<i>C. carpio</i>	8	3,3750	
	Percidés indé	8	4,5000	
	Oiseaux	8	4,6250	
	<i>C. carassius</i>	8	5,5000	
	Cyprinidés indé	8	10,0000	
	Reptiles	8	10,1250	
	<i>G. affinis</i>	8	12,6250	
	<i>L. gibbosus.</i>	8	20,0000	
	<i>O. niloticus</i>	8	20,0000	
	Arthropodes	8	20,6250	
	Batraciens	8	22,1250	
	<i>O. aureus</i>	8	37,7500	
	<i>L. pallaryi</i>	8	56,1250	
	<i>A. alburnus</i>	8		154,3750
	<i>P. Parva</i>	8		166,6250
		Signification	0,822	1,000
Les moyennes des groupes des sous-ensembles homogènes sont affichées. Calcul basé sur les moyennes observées. Le terme d'erreur est le carré moyen (Erreur) = 2665.669. a. Utilise la taille d'échantillon de la moyenne harmonique = 8.000. b. Alpha = .05.				

4.4.1.3 – Résultats de l'analyse statistique descriptive des variables

La figure 67 et 68 et annexe n°6 présente la dispersion graphique des proies en fonction des saisons entre l'amont et l'aval du barrage, pour mieux élucider et déterminer l'influence de la saison et le site sur la variable fréquence d'occurrence et d'abondance.

De la lecture de la figure 67, nous remarquons que *P. parva* enregistre une fréquence d'occurrence moyenne pour les quatre saisons de $(65,28 \pm 10,86)$. Il est suivi par *L. pallaryi* $(46,02 \pm 14,48)$ et de *A. alburnus* $(45,66 \pm 28,09)$. Viennent ensuite les arthropodes et les batraciens avec une fréquence d'occurrence relativement similaire, respectivement $(37,61 \pm 13,49)$ et $(38,62 \pm 15,00)$.

En analysant l'abondance (Fig. 68, annexe 6), nous remarquons que la distribution des proies durant les quatre saisons entre l'Amont et l'Aval du barrage, montre que le *P. parva* et *A. alburnus* sont les proies les plus abondantes avec une moyenne de $(166,63 \pm 78,87)$ et $(154,36 \pm 194,73)$.

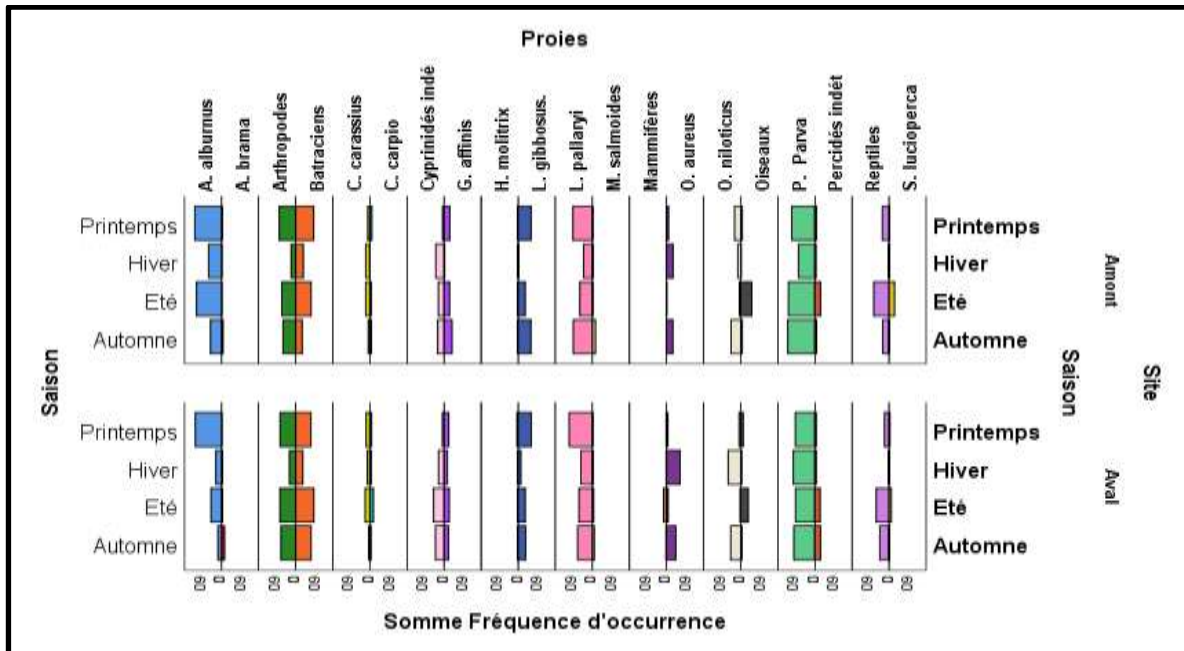


Figure 67 : Distribution des proies dans le régime de la loutre selon les saisons entre l'amont et l'aval en fréquence d'occurrence

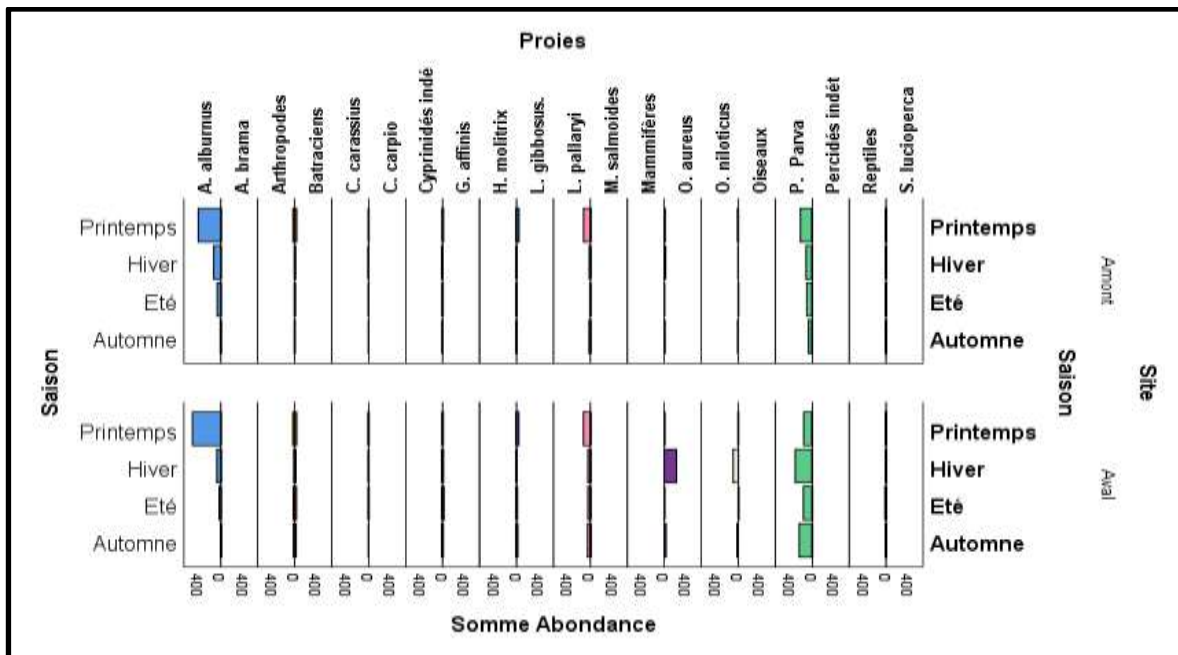


Figure 68 : Distribution des proies dans le régime de la loutre selon les saisons entre l'amont et l'aval en abondance.

4.4.1.4 – Résultats de l'analyse de la variance mutivariée (Manova)

Le modèle estimé est valide pour la variable proies, site et la saison avec les variables dépendantes : la fréquence d'occurrences et l'abondance, selon la statistique multivariée (Tab. 21) la plus couramment recommandée Lambda de Wilks qui est statistiquement hautement significatif. ($P = 0.000$) pour la variable proie et saison. Par contre, une différence non significative pour la variable site ($P = 0,11$)

Tableau 18 : Résultats du test multivarié (Manova) entre l'Amont et l'Aval

Tests multivariés ^a							
	Effet	Valeur	F	ddl de l'hypothèse	Erreur ddl	Signification	Eta-carré partiel
Proies * Site	Trace de Pillai	0,231	0,778	38,000	226,000	0,822	0,116
	Lambda de Wilks	0,776	.798 ^b	38,000	224,000	0,795	0,119
	Trace de Hotelling	0,280	0,818	38,000	222,000	0,768	0,123
	Plus grande racine de Roy	0,242	1.442 ^c	19,000	113,000	0,122	0,195
Saison * Site	Trace de Pillai	0,011	0,214	6,000	226,000	0,972	0,006
	Lambda de Wilks	0,989	.212 ^b	6,000	224,000	0,973	0,006
	Trace de Hotelling	0,011	0,211	6,000	222,000	0,973	0,006
	Plus grande racine de Roy	0,009	.340 ^c	3,000	113,000	0,796	0,009
Proies	Trace de Pillai	1,119	7,182	40,000	226,000	0,000	0,560
	Lambda de Wilks	0,146	9.046 ^b	40,000	224,000	0,000	0,618
	Trace de Hotelling	4,023	11,165	40,000	222,000	0,000	0,668
	Plus grande racine de Roy	3,505	19.805 ^c	20,000	113,000	0,000	0,778
Saison	Trace de Pillai	0,281	6,162	6,000	226,000	0,000	0,141
	Lambda de Wilks	0,731	6.340 ^b	6,000	224,000	0,000	0,145
	Trace de Hotelling	0,352	6,515	6,000	222,000	0,000	0,150
	Plus grande racine de Roy	0,297	11.195 ^c	3,000	113,000	0,000	0,229
Site	Trace de Pillai	0,038	2.240 ^b	2,000	112,000	0,111	0,038
	Lambda de Wilks	0,962	2.240 ^b	2,000	112,000	0,111	0,038
	Trace de Hotelling	0,040	2.240 ^b	2,000	112,000	0,111	0,038
	Plus grande racine de Roy	0,040	2.240 ^b	2,000	112,000	0,111	0,038

a. Plan : Proies * Site + Saison * Site + Proies + Saison + Site

b. Statistique exacte

c. La statistique est une borne supérieure de F qui produit une borne inférieure sur le niveau de signification.

5 - Expression des résultats par les indices écologiques de structure

Après l'étude de la composition globale du régime alimentaire de la loutre, les résultats obtenus après analyse des épreintes sont consignés dans le tableau ci-dessous représentant les richesses totales, les diversités et les équitabilités.

Tableau 19 : Indices écologiques relatifs au régime alimentaire de la loutre d'Europe.

	Richesse totale (S)				Diversité (H')		Équitabilité (J')	
	2015	n =	2019	n =	2015	2019	2015	2019
Janvier	9	10	13	51	2,59	2,62	0,82	0,71
Février	9	10	15	53	2,09	2,13	0,66	0,55
Mars	10	10	15	52	2,08	2,62	0,63	0,67
Avril	9	10	14	62	2,56	2,14	0,81	0,56
Mai	10	10	15	37	2,62	2,2	0,79	0,56
Juin	9	10	18	45	2,89	2,72	0,91	0,65
Juillet	9	10	16	36	2,56	2,92	0,81	0,73
Août	8	10	18	30	1,81	3,1	0,6	0,74
Septembre	7	10	14	15	2,59	3,06	0,92	0,8
Octobre	5	10	17	30	2,15	3,25	0,93	0,8
Novembre	5	10	13	23	2,04	2,75	0,88	0,74
Décembre	6	10	17	22	2,36	2,54	0,91	0,62
Hiver	12	30	18	156	2,39	2,77	0,67	0,66
Printemps	11	30	19	144	2,78	2,44	0,8	0,57
Été	10	30	19	81	2,26	3,16	0,68	0,74
Automne	7	30	18	75	2,39	2,96	0,85	0,71
Amont	-	-	19	167	-	2,74	-	0,65
Aval	13	120	20	289	2,61	3,10	0,71	0,72

5.1 - Richesse totale

La richesse totale d'un peuplement est simplement le nombre d'espèces qui le constituent. Cette mesure est jugée insuffisante par plusieurs auteurs (Barbault, 1997) puisqu'elle ne permet pas de différencier des peuplements qui comporteraient un nombre d'espèces identiques mais avec des fréquences relatives très différentes. C'est pourquoi on a mesuré l'indice de diversité, calculé en logarithme de base 2 et l'équirépartition.

Les résultats reportés dans le tableau ci-dessus, (Fig. 69 et 70), montrent que la richesse totale du régime alimentaire de la loutre varie d'un mois à un autre et d'une saison à une autre. En effet, pour l'année 2015, on remarque que les plus faibles richesses mensuelles sont enregistrées au cours du mois d'octobre, novembre et décembre, représentés par la saison automnale, due principalement par la dominance du *Pseudorasbora* dans le régime et également par la rareté des épreintes. Par contre, pendant l'année 2019, la richesse totale dans

le régime de la loutre est relativement identique durant toute l'année, exception faite pour le mois de janvier, avril, septembre et novembre où la richesse totale varie entre 13 et 14 espèces. Cette diminution résulte de la dominance des *Pseudorasbora* dans l'alimentation de la loutre. Toutefois, la richesse spécifique en poisson dans le barrage se répercute positivement dans l'alimentation de l'animal. En effet, la richesse totale varie entre 18 et 19 espèces durant les quatre saisons. En 2019, la richesse du régime alimentaire de la loutre en aval ($S = 20$) reste plus élevée qu'en amont ($S = 19$). Il existe donc une relation directe entre la disponibilité des proies d'une part et le mustélidé d'autre part : ce dernier optimise son régime suivant les conditions de son milieu (disponibilité-abondance).

5.2 - Indice de diversité de Shannon

La richesse spécifique d'un peuplement nous renseigne que sur le nombre total d'espèces qui le composent est jugée insuffisante par plusieurs auteurs dont Barbault, (1997) puisqu'elle ne permet pas de différencier des peuplements qui comporteraient un nombre d'espèces identiques mais avec des fréquences relatives très différentes. C'est pour cela on a calculé l'indice de diversité et l'équirépartition.

L'indice de diversité de Shannon (H') durant l'année 2015, calculé à partir de l'abondance des proies consommées par la loutre atteint son minimum au cours du mois d'août (1,81 bits) en raison de la forte dépendance vis-à-vis du *Pseudorasbora* et aussi du faible nombre de taxons capturés par la loutre. C'est durant les mois de mai et juin où l'indice de Shannon est le plus élevé avec respectivement 2,62 et 2,89 bits pour l'année 2015. Par contre durant l'année 2019, l'indice de diversité de Shannon (H') enregistre un maximum en août et octobre 3,1 et 3,25 bits, représentant ainsi le printemps, été et l'automne (Fig. 71 et 72).

Par sa structure topographique et paysagère, l'aval du barrage offre à l'animal des possibilités alimentaires et de refuges meilleurs par rapport à l'amont où les valeurs de l'indice H' avoisinent 2,61 bits en 2015 et 3,10 bits en 2019.

5.3 - Indice d'Équitabilité

Il s'avère que les valeurs d'équitabilité (tableau 22) calculées par mois et par saison ressemblent fortement à celles de l'indice de diversité de Shannon. Nous notons que les valeurs de l'indice d'équitabilité sont comprises entre 0,55 et 0,93 bits. La loutre a eu un régime diversifié durant les deux années d'étude. De la lecture de la figure n° 73 et 74, nous constatons que la plus faible valeur est signalée durant le mois de février, avril et mai 2019 variant entre 0,55 et 0,56 en raison de la forte consommation de l'Ablette commune, de la Pseudorasbora et du Tilapia rouge. Par contre, quelque soit l'année, Aval 2015 (0,71) ou Aval 2019 (0,72), la loutre développe un comportement alimentaire du type généraliste dans le biotope où elle vit.

5.4 – Indice de similarité

Tableau 20 : Indice de similarité entre l'amont et l'aval du barrage durant l'année 2019

Période	Nombre de taxons		
	A	B	C
Année 2019	19	20	19
	IS = 0,97		
Hiver 2019	15	18	15
	IS = 0,90		
Printemps 2019	18	18	17
	IS = 0,94		
Été 2019	15	19	15
	IS = 0,88		
Automne 2019	17	18	17
	IS = 0,97		

Le tableau ci-dessus ayant trait aux indices de similarité entre sites durant l'année 2019 mais entre les saisons. Il ressort que l'indice de Sørensen calculé est relativement semblable entre les quatre saisons de l'année (hiver, printemps, été et automne) variant entre 0,88 et 0,97 se rapprochant de l'unité. Ceci démontre ainsi une similarité du régime alimentaire de la loutre. Ces résultats traduisent également que l'on a plus de 88% de chance de retrouver les mêmes espèces.

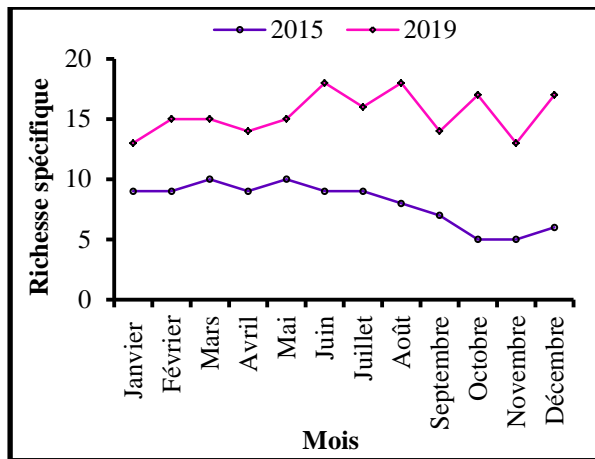


Figure 69 : Fluctuations mensuelles de la richesse spécifique dans le régime alimentaire de la loutre

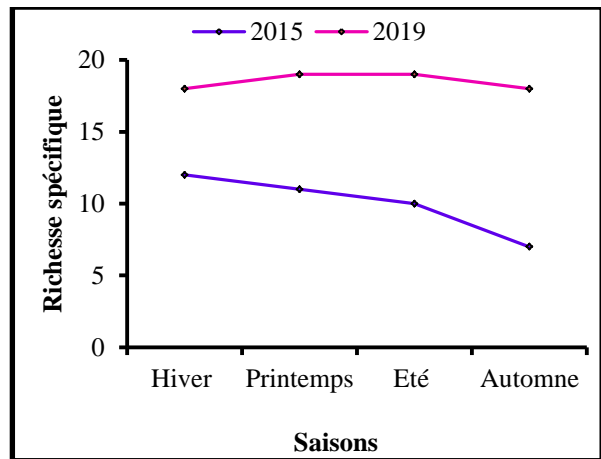


Figure 70 : Fluctuations saisonnières de la richesse spécifique dans le régime alimentaire de la loutre

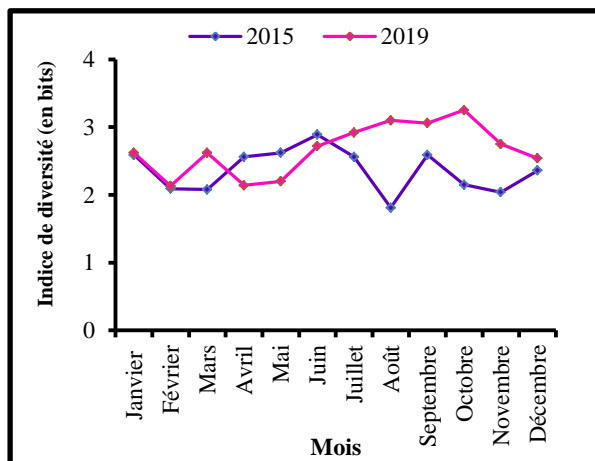


Figure 71 : Fluctuations mensuelles de l'indice de diversité de Shannon H' du régime alimentaire de la loutre

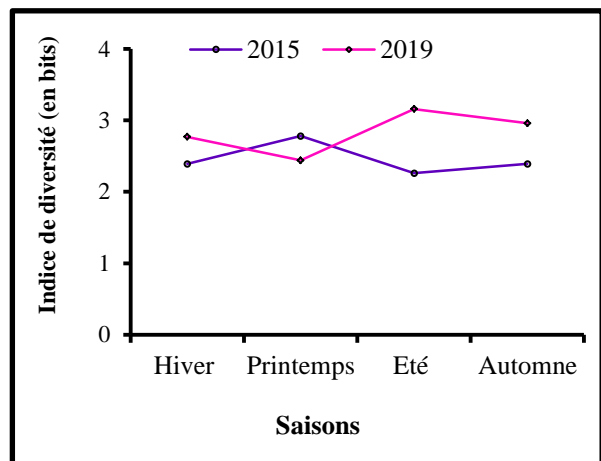


Figure 72 : Fluctuations saisonnières de l'indice de diversité de Shannon H' du régime alimentaire de la loutre

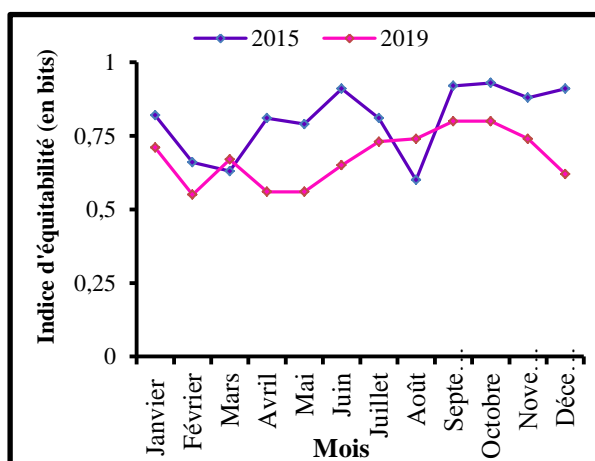


Figure 73 : Fluctuations mensuelles de l'indice d'équitabilité du régime alimentaire de la loutre

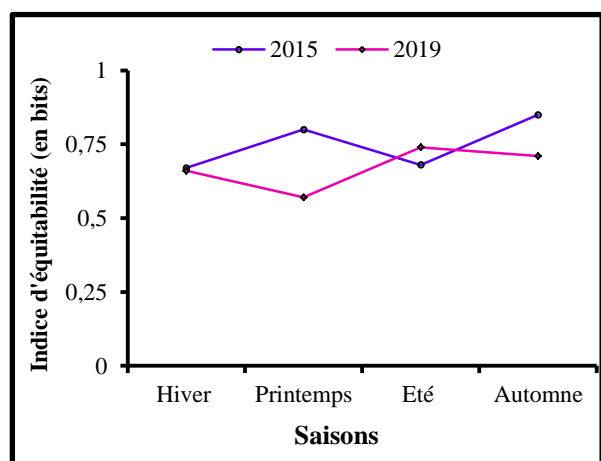


Figure 74 : Fluctuations saisonnières de l'indice d'équitabilité du régime alimentaire de la loutre

6 - Stratégie de chasse et alimentaire

Cette partie a pour but de comprendre la tactique alimentaire dans la prédation et la prise de nourriture par la loutre. Pour ce faire, nous avons regroupés dans le tableau ci-dessous les résultats du nombre total et moyen des proies ingérées et le nombre moyen de taxons par épreinte. Les résultats repris dans le tableau n°23 montrent que le nombre total des proies consommées mensuellement par la loutre durant l'année 2015 est faible comparativement à l'année 2019.

Tableau 21 : Variations mensuelles du nombre total et moyen de proies ingérées et du nombre moyen de taxon par épreinte

Année	2015 (n=120)			2019		
	Ntp	Np	S	Ntp	Np	S
Janvier	75	5,77	1,7	213	10,69	1,22
Février	75	5,77	1,2	350	17,52	1,17
Mars	111	8,54	1,9	615	30,75	2,04
Avril	53	4,08	1,8	786	39,30	1,86
Mai	65	5,00	1,8	496	24,80	2,33
Juin	44	3,38	2,4	624	31,20	2,78
Juillet	58	4,46	2,5	328	16,40	2,65
Août	131	10,08	2,8	261	13,05	2,87
Septembre	24	1,85	2,1	92	4,60	2,54
Octobre	22	1,69	1,00	205	10,25	2,39
Novembre	20	1,54	1,00	206	10,30	2,13
Décembre	19	1,46	1,00	255	12,75	1,79

Ntp : nombre total de proies ; np : nombre moyen de proies par épreinte ; S : nombre moyen de taxons par épreinte

Durant l'année 2015 (Fig. 75, 76 et 77), nous notons que le nombre total de proies (NTP), le nombre moyen de proies (Np) ainsi que le nombre moyen de taxon (S) sont relativement faibles entre le mois d'octobre, novembre et décembre. Il est intéressant de noter que le nombre moyen de taxon (S) est stable (1,00). A partir du mois de mars jusqu'au mois de septembre on assiste à une augmentation du nombre moyen de proie ingérées qui varie entre de 1,8 et 2.8. Ensuite, nous remarquons une forte régression entre le mois de septembre et décembre. Il faut noter, que c'est au courant du mois d'aout, où l'on a enregistré le plus fort nombre de proies ingérées.

Durant l'année 2019, avec le nombre élevé d'épreintes, le nombre total des proies consommées mensuellement par la loutre varie considérablement d'un mois à un autre. Néanmoins, nous remarquons que le nombre moyen de taxons par épreinte (S) est sensiblement identique à celui enregistré au cours de l'année 2015. Quel que soit l'année, le

nombre de taxon (Fig. 77 et 80) subit une régression à partir du mois d'aout. Ce résultat est directement lié à la rareté des épreinte collectés.

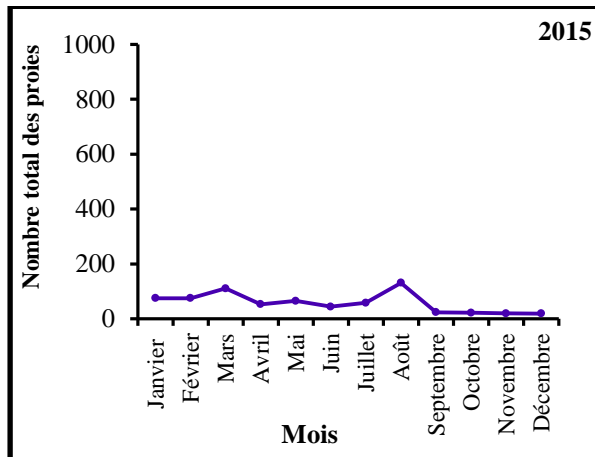


Figure 75: Variation mensuelle du nombre total de proie durant l'année 2015

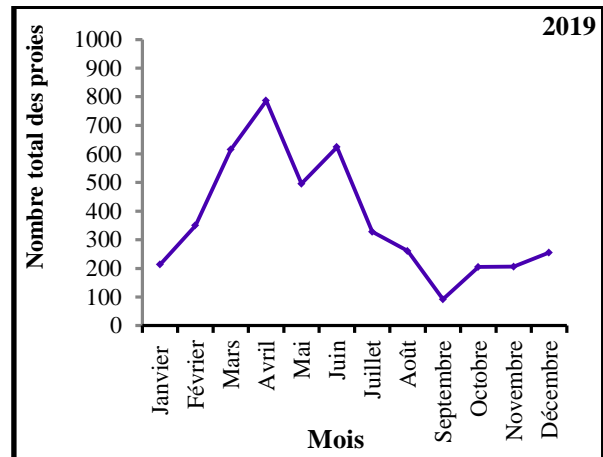


Figure 78: Variation mensuelle du nombre total de proies durant l'année 2019

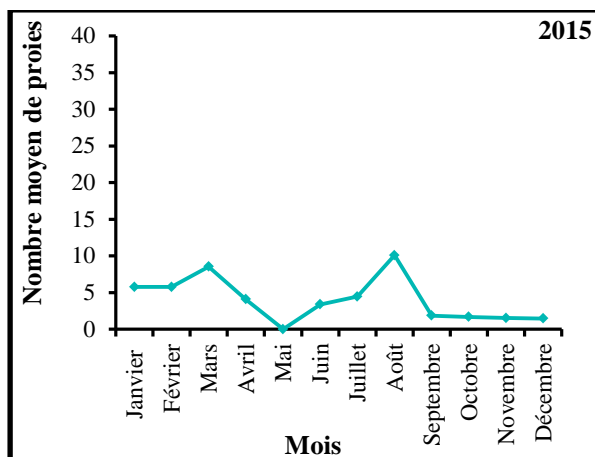


Figure 76 : Variation mensuelle du nombre moyen de proies par épreinte durant l'année 2015

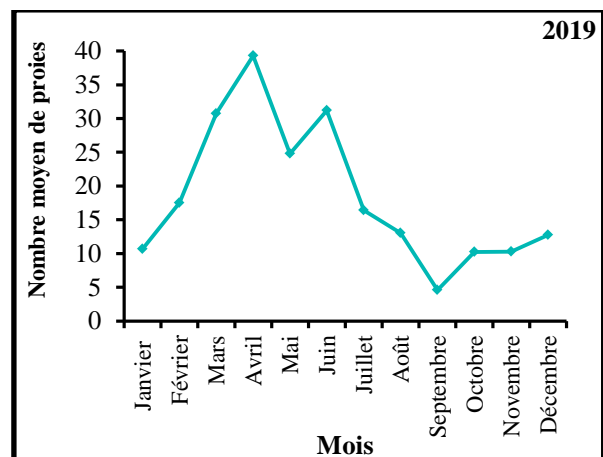


Figure 79 : Variation mensuelle du nombre moyen de proies par épreinte durant l'année 2019

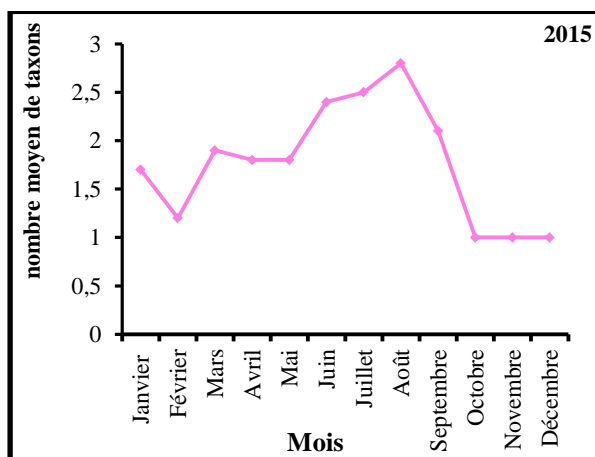


Figure 77: Variation mensuelle du nombre moyen de taxon par épreinte durant l'année 2015

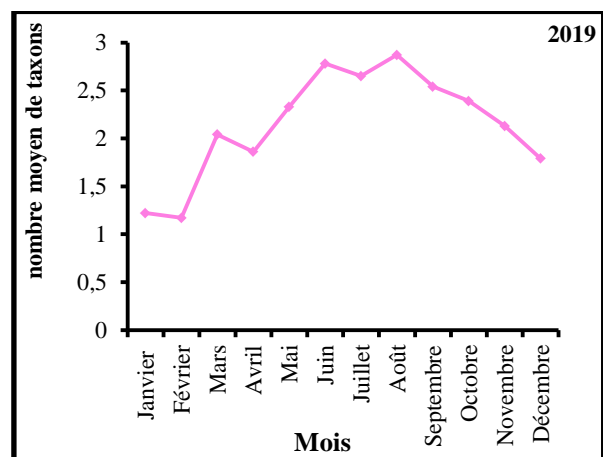


Figure 80: Variation mensuelle du nombre moyen de taxon par épreinte durant l'année 2019

Discussion

L'étude de l'écologie trophique de la loutre *L. lutra* par l'analyse de 576 épreintes échantillonnées dans un environnement saharien est effectuée au niveau du barrage de Djorf Torba, situé à 60km de la wilaya de Béchar durant deux cycles annuels (2015 et 2019).

A l'instar de l'ichtyofaune des eaux continentales du bassin méditerranéen, le peuplement piscicole inféodé aux eaux continentales d'Algérie est caractérisé par la prédominance des Cyprinidés (Bianco, 1995 ; Azeroual *et al.*, 2000 ; Bacha et Amara, 2007 ; Lounaci-Daoudi *et al.*, 2016 ; Kaci *et al.*, 2019 ; Amalou et Moulai, 2020), ce qui confirme nos résultats au niveau de notre site d'étude.

Cette étude a permis d'effectuer deux inventaires, l'un en 2015 et l'autre en 2019. L'ichtyofaune inventoriée durant l'année 2015 renferme deux familles (Les Cyprinidés et les Cichlidés). Celle des Cyprinidés renferme sept espèces où l'on retrouve trois espèces de carpe (la Carpe argentée *H. molitrix*, la Carpe commune *C. carpio* et la Carpe à grande bouche *H. nobilis*) qui ont fait l'objet d'un lâcher dans les années 80 (Meddour *et al.*, 2005), le *P. parva*, l'Ablette commune (*A. alburnus*) et le Carassin *C. carassius*. Une seule espèce des Cichlidés, il s'agit de Tilapia du Nil *O. niloticus*. Le même résultat a été noté par Kaci (2014) et Kaci *et al.*, (2019).

Pour l'année 2019, le peuplement piscicole recensé pour la préparation de notre atlas ostéologique, englobe 13 espèces. Huit espèces appartiennent aux Cyprinidés, et deux à la famille des Cychlidés. Par contre les Centrarchidés, les Percidés et les Poeciliidés sont représentées par une seule espèce chacune. De tout cela, il faut noter que le barrage de Djorf Torba renferme environ 19% (13 espèces) du peuplement piscicole des eaux continentales recensé en Algérie (67 espèces) (Louanci *et al.*, 2016).

Les os crâniens des poissons, présentent des caractéristiques adaptatives spécifiques pour chaque espèce. Ces ossements restent très utiles dans l'identification (Libois *et al.*, 1987b, Hansel *et al.*, 1988) et pour l'évaluation du régime alimentaire des prédateurs piscivores. L'étude ostéologique des poissons du barrage de Djorf Torba regroupe 642 os crâniens appartenant aux Cypriniformes, 120 aux Perciformes et 24 Cyprinodontiformes. Cette analyse montre une forte différence entre les os, qui nous donne une distinction

spécifique entre les différentes espèces étudiées. Comparativement à la clé d'identification de Libois *et al.*, (1987b ; 1988), les caractéristiques ostéologiques du Carassin, la Brême, le Black bass, le Sandre et la Gambusie ressemblent parfaitement à nos descriptions ostéologiques.

A. alburnus est la seule espèce inventoriée au niveau du barrage qui fait partie du groupe des Albes (espèces à deux rangées de dents pharyngiennes). Pour les douze individus analysés (72 os) sur le plan ostéologique, aucune différence n'a été détectée. Par contre, Libois *et al.*, (1988) ont remarqué que les neuf espèces appartenant à ce groupe à savoir : l'Ablette de rivière (*Alburnoides bipunctatus*), la Vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le Chevaine (*Leuciscus cephalus*), l'Ide mélanote (*Leuciscus idus*), le Vairon (*Phoxinus phoxinus*), l'Ablette commune (*Alburnus alburnus*), le Rotengle (*Scardinius erythrophthalmus*), la Brema bordelière (*Blicca bjoerkna*) et le Goujo (*Gobio gobio*) présentent des caractères morphologiques très semblables. Mais au sein d'une même espèce, les dents pharyngiennes montrent des variations très importantes. Pour cela aucun critère de détermination fiable n'a été décrit sauf pour le goujon *Gobio gobio*. Par contre, pour *C. carpio*, nous avons constaté une seule différence au niveau du dentaire, plus précisément au processus coronoïdes, où cette espèce présente un bord subparallèle. Tandis celle décrite par Libois *et al.*, (1987b) le processus coronoïdes est non subparallèle.

Les différences étaient évidentes dans le dentaire parmi les espèces représentées dans le processus coronoïde, qui a une forme triangulaire chez *P. parva*, *H. molitrix* et *H. nobilis*, trapézoïdale chez *C. carpio*, de forme arrondie chez *A. alburnus* et rectangulaire chez *L. pallaryi*. Donc les os de mâchoire sont un adjectif important pour distinguer l'espèce (Antovic et Sminovic, 2006 ; Abdullah, 2016). Le maxillaire de *H. molitrix* présente les mêmes caractéristiques que celle qui a été décrite par Gromova et Makhotin, (2018).

Les Tilapia *O. niloticus* et *O. aureus* appartenant à la famille des Cichlidés sont caractérisés par un degré de similitude très élevé. L'identification spécifique n'est pas facile. De ce fait, certaines différences observables sur les prémaxillaires et les dentaires permettent de reconnaître les espèces comme le montre les clés d'identification établies. Cette même constatation est rapporté par Nasasagare et Libois, (2012) ; Dierickx *et al.*, (2017).

A Béchar, l'analyse des épreintes de la loutre *L. lutra* a permis d'identifier 5134 proies. Ces dernières confirment que le régime est majoritairement piscivore. Le même régime a été décrit par plusieurs auteurs (Broyer et Erome, 1982 ; Bouchardy, 1986 ; Mason et Macdonald, 1986 ; Broyer *et al.*, 1988 ; Taylor *et al.*, 1988 ; Clavero *et al.*, 2003 ; Kruuk, 2006 ; Lemarchand, 2007 ; Gorgadze 2013 ; Krawczyk *et al.*, 2016 ; Lanszki *et al.*, 2016 ; Bouroş et Murariu, 2017, Kaci *et al.*, 2019 ; Toyran et Albayra, 2019 ; Marcolin *et al.*, 2020). Cependant, le menu de la loutre est complété par d'autres proies telles que les mammifères, les arthropodes, les batraciens, les reptiles et les oiseaux, qui affectionnent les écosystèmes aquatiques ou semi-aquatiques, où les animaux temporairement liés à l'eau dans leur cycle biologique (Libois *et al.*, 2015a et b).

Bien que les habitats aquatiques puissent se diversifier, allant des petites rivières aux étangs et lacs, la loutre est caractérisée par une forte plasticité trophique ainsi qu'une remarquable capacité d'adaptation. En fonction des conditions environnementales dans lesquels elle vit, les biotopes fournissent une grande variété de proies. Cela montre un modèle clair de son comportement, puisque les proportions de taxons restent les mêmes, que les résultats s'expriment en termes de présence relative ou en abondance relative. Cela confirme les conclusions des études similaires notamment ceux de Erlinge (1967) ; Webb (1975) ; Callejo-Rey *et al.*, (1979) ; Jenkins *et al.*, (1979) ; Chanin (1981) ; Wise *et al.*, (1981) ; Gormally et Fairley (1982) ; Green *et al.*, (1984) ; Bouchardy (1986) ; Delibes et Adrian (1987) ; Libois *et al.*, (1987a) ; Callejo (1988) ; Libois et Rosoux (1989) ; Libois (1995, 1997) ; Wiśniowska (2007) ; Libois *et al.*, (2015b) ; Romero et Guitián, (2017) ; .

Au niveau du barrage, nous avons relevé d'importantes variations annuelles et saisonnières que ce soit que les résultats sont exprimés en occurrence ou en abondance relative des différentes proies consommées par le mustélidé. En effet, le régime alimentaire de la loutre diffère d'une année à une autre et d'une saison à l'autre. Chaque saison possède ses propres caractéristiques, cas dans plusieurs régions méditerranéennes. De nombreux auteurs (Callejo *et al.*, 1979 ; Lopèz et Hernando, 1984 ; Adrian et Delibes, 1987 ; Callejo, 1988, Remonti *et al.*, 2008 et 2009) prouvent que la composition du régime en zone méditerranéenne est en fonction des ressources fournies par le milieu qui dépendent largement de conditions climatiques. La loutre est plus euryphage dans les cours d'eau sous l'influence climatique méditerranéenne que dans les rivières d'Europe tempérées (Clavero *et al.*, 2003). En zone méditerranéenne, les variations du niveau des cours d'eau sont particulièrement

accusées, avec des niveaux sévères et des crues destructrices. Les ressources en poissons sont donc très variables. Au sud de l'Europe, Masson et Macdonald (1986) ; Adrian et Delibes (1987) ont notés que la loutre prend plus d'amphibiens, de reptiles et des insectes qu'au nord.

Lors de cette étude, le menu de l'animal est caractérisé par la dominance des Cyprinidés, cette dernière est la mieux représentée, à la fois en termes de fréquence d'occurrence ou d'abondance relative. Cela confirme les résultats de Copp et Roche, (2003) ; Britton *et al.*, (2017).

Les amphibiens demeurent la catégorie de proie la plus consommée après les poissons. Leur occurrence relative est relativement similaire durant l'année 2015 et 2019 avec respectivement 11,30% et 10,40%. Cette constatation est confirmée par plusieurs auteurs qui les positionnent après les poissons. En effet, Brzezinski *et al.*, (2006) notent un taux de 11,5% en Pologne, Marques *et al.*, (2007) enregistrent 11,56% au Centre-Est du Portugal ; Kloskowski *et al.*, (2013) de leur part notent 10,7% dans la partie Sud de la Pologne et enfin Britton *et al.*, (2017) dans le Sud de l'Angleterre, déclarent un taux de 10%. Récemment, ce résultat est confirmé par les travaux de Narváez *et al.*, (2020) qui enregistrent un taux de 15% dans le Parc National de Doñana (au Sud-Ouest de l'Espagne). La présence relative assez importante des amphibiens dans l'alimentation de la loutre est remarquée dans le Sud Est de la Roumanie (Parc Naturel Putna-Vrancea) où l'on a enregistré un taux de 22,5% (Bouroş et Murariu, 2017). La même observation est signalée par Marcolin *et al.*, (2020) dans le Nord-Est d'Italie avec une présence relative de 22%. Riesco *et al.*, (2020) rapportent un taux relativement similaire (18,1%) au notre dans une zone aride au Maroc.

Il ressort que le Pseudorasbora (Cyprinidés) occupe la première place dans le menu de la loutre que ce soit en 2015 ou 2019 avec une occurrence relative de 20,34% et 16,89%, respectivement. Il est suivi par l'Ablette commune et le Barbeau. Il faut noter que le barbeau *L.pallaryi* peuplant le barrage, est la seule espèce endémique dans la région (Le Berre, 1990) qui était connu auparavant sous le nom de *B. antinorii* (Bouhadad, 1993). Des études moléculaires et taxonomiques plus récentes (Brahimi *et al.*, 2016., Touil *et al.*, 2019) l'ont rattaché au genre *Luciobarbus* et devient alors *L. pallaryi*. Ce dernier occupe la troisième place dans le menu de la loutre. Parmi les travaux réalisés en Algérie, plus précisément au niveau du barrage de Djorf Torba, certains auteurs confirment la prédominance du barbeau (Khetar, 2009 ; Nait Larbi, 2011 ; Kaci *et al.*, 2019).

Au Maroc, Libois *et al.*, (2015b) affirme la prédominance trois espèces de barbeau (*L. labiosa*, *Labeobarbus fritschii* et *L. paytoni*) dans le régime alimentaire de la loutre. Dans une étude récente au Maroc, Riesco *et al.*, (2020), notent également une forte présence des poissons du genre *Luciobarbus* dans le régime de la loutre dans un milieu aride avec une présence relative de 85,7%. En Tunisie, Lahbib et Elghezal, (2005) ont noté la prédominance du Barbeau dans l'alimentation de l'animal.

Dans le continent européen, plus précisément en Auvergne (France), Lemarchand (2007) note que parmi les cyprinidés prédatés par la loutre, *B. barbus* tient la première place dans le régime alimentaire. Le même poisson a été décelé dans 50% des épreintes dans le parc des Cévennes (Fonderflick *et al.*, 1995).

Au cours de cette étude, nous avons constaté que la consommation du *L. pallaryi* par la loutre a chuté drastiquement en 2015 et 2019 par rapport aux travaux précédents (Khetar, 2009 ; Nait Larbi, 2011 ; Kaci, 2014), compensé par le *P. parva*. Cela est dû probablement à la forte dominance de *P. parva* dans le milieu d'étude qui semble avoir eu des répercussions importantes au sein de la communauté de poisson au niveau du barrage de Djorf Torba. Cette diminution pourrait indiquer une occurrence entre ces deux espèces. *P. parva* est zooplanctivore qui consomme les œufs et les alevins d'autres poissons, considérée très nocif (Keith *et al.*, 2011 ; Attou et Arab, 2013). La même observation est rapportée par Libois *et al.*, (2015a) où le *P. parva* reste la proie la plus dominante dans le régime de la loutre dans le Parc National d'El-Kala (Ouest d'Algérie).

L'alimentation hivernale de la loutre est marquée par une dominance des poissons, leur présence relative dépassant les 93% et une abondance relative de 83% par rapport aux autres saisons. Certains auteurs confirment que durant cette saison, quel que soit le type d'habitat, la consommation des poissons est majoritaire (Erlinge, 1969; Kruuk et Moorhouse, 1990 ; Kruuk, 2006 ; Lanszki et Sallai, 2006; Krawczyk *et al.*, 2016 ; Lyach et Čech, 2017).

De même, durant la saison hivernale les batraciens étaient disponibles dans le régime de la loutre avec une occurrence relative de 7,48% en 2015 et de 8,10% en 2019. Les loutres savent où les grenouilles hibernent, comme dans les étangs, dans la boue et sur les berges (Sulkava, 1996). En Roumanie, pendant l'hiver et en période plus chaude, quand les batraciens quittent leur sites d'hibernation, peuvent se trouver engourdis au fond des lacs et des rivières,

qui deviennent des proies faciles pour les loutres (Bouros et Murariu, 2017). Ces derniers auteurs ont observé des signes de prédation de la loutre lors du frai ou d'hibernation des amphibiens aux niveaux des sites d'étude. Les travaux réalisés sur le régime alimentaire de la loutre en Grande Bretagne (Nord-Est de l'Ecosse), ont montré que la consommation de batraciens augmente à la fin de l'hiver et durant tout le printemps (Weber, 1990). Ces derniers représentent 4,34 % de la biomasse totale ingérée par la loutre où ces résultats soulignent l'importance des proies complémentaires pour l'espèce, particulièrement à certaines périodes (Ruiz-Olmo *et al.*, 2001).

L'occurrence relative de *C. carassius* dans le régime de la loutre au niveau de notre site d'étude demeure très faible durant l'automne, son taux ne dépasse pas 1%. Par contre, dans une étude menée par Gorgadze, (2013) au niveau d'une rivière d'Alazani, l'une des plus longues rivières de Géorgie, *C. carassius* domine pleinement dans le régime de la loutre en présence relative avec 80,16% durant la saison automnale pour l'ensemble des poissons consommés où il est suivi de *C. carpio* avec 16,34%. Cette abondance du carassin est liée la pauvreté du milieu du peuplement piscicole.

Durant la saison automnale, le régime alimentaire de la loutre est composé essentiellement de poissons (100%) que ce soit les résultats exprimés en terme de présence relative ou en abondance relative. Ceci est noté également dans les travaux de Bouroş et Murariu, (2017) qui soulignent que l'abondance des amphibiens (grenouilles et crapauds), est relativement faible, ces dernières se trouvent principalement loin de l'eau.

comparativement aux autres saisons l'abondance des amphibiens dans le menu de l'animal enregistre un maximum durant la saison printanière, Le même résultat est confirmé par les travaux de Smiroldo *et al.*, 2019 et Marcolin *et al.*, 2020. Ces batraciens utilisent des sites de frai pour se reproduire, facilement capturés par les loutres en raison du bruit qu'ils émettent et de leur forte densité. De même, les travaux réalisés en Grande Bretagne (Nord-Est de l'Ecosse), ont montré également que la consommation des amphibiens augmente à la fin de l'hiver et durant tout le printemps (Weber, 1990 ; Clavero *et al.*, 2005) d'où l'importance des proies complémentaires pour l'espèce, particulièrement à certaines périodes (Ruiz-Olmo *et al.*, 1999, 2001).

En été, nous avons remarqué une diminution relative de la consommation des poissons en termes de présence. Ce résultat se rapproche considérablement des nombreuses études qui rapportent une diminution significative de la consommation des poissons par la loutre (Erlinge, 1967 ; Webb, 1975 ; Chanin, 1981 ; Novais *et al.*, 2010 ; Bauer-Haáz *et al.*, 2014). Cette différence saisonnière est expliquée par les coûts énergétiques plus élevés pour la chasse du poisson dans des eaux plus chaudes et également par la disponibilité d'autres sources de proies comme les mammifères, les amphibiens les oiseaux, etc...(Adrian et Delibes, 1987 ; Arca et Prigioni, 1987 ; Delibes et Adrian, 1987 ; Kyne *et al.*, 1989 ; Je drzejewska *et al.*, 2001 ; Ruiz-Olmo *et al.*, 2001 ; Clavero *et al.*, 2003 ; Remonti *et al.*, 2008, 2009 et 2010 ; Bouros et Murariu, 2017 ; Narváez *et al.*, 2020).

La saison estivale que ce soit en 2015 ou 2019, nous remarquons une présence et une abondance relative importantes des batraciens dans le menu de l'animal, respectivement 19,8%-9,39% et 11,83% - 6,16%. Gorgadze (2013) en Georgie, a noté que durant la saison chaude (printemps-été) les amphibiens occupent la première place en présence relative dans l'alimentation de la loutre après les poissons avec un taux de 36,2%. A titre d'exemple, c'est durant cette période où les grenouilles se rassemblent et se concentrent autour des points d'eau pour se reproduire.

Pour ce qui est des reptiles, nous les avons retrouvés en occurrence relative avec 5,08% en 2015 et 4,61% en 2019. Le même taux est rapporté par Riesco *et al.*, (2020) où l'occurrence relative des reptiles est de 4,2%. Durant la saison estivale, la présence des reptiles dans le menu de la loutre (2015 et 2019), est respectivement de 11,9% et 9,30%. Résultat pratiquement conforme à celui de Gorgadze, (2013), où il a enregistré une occurrence relative de 13,4%. Cette période qui correspond à une forte présence de serpents semi aquatiques sur les berges, ce qui les rend plus vulnérables à la prédation par la loutre.

La présence des oiseaux au niveau du barrage reste faible dans le régime dont le taux ne dépasse pas 2,5%. Comparativement, dans un environnement aride au Maroc, il est aussi faiblement représenté dans le régime, leur taux ne dépasse pas 1%. Leur occurrence relative enregistre un maximum que durant le printemps 2015 et en été 2019, respectivement (6,45%-5,92%) ce qui pourrait traduire à une prédation accidentelle ou aléatoire par la loutre.

Enfin, nous avons remarqué que les mammifères restent les proies les plus rares dans le régime de l'animal. Leur consommation est enregistrée que durant l'année 2019 avec une présence relative ne dépassant pas les 0,5%, résultat confirmé aussi dans les travaux de Romero et Guitián, (2017) qui signalent un taux très faible (0,6%) dans le Nord-Ouest de l'Espagne.

Le comportement opportuniste des habitudes alimentaires des loutres a également été observé dans de nombreuses études du régime alimentaire de la loutre en Europe, en particulier a été remarqué lorsque les écrevisses et les poissons étaient en faible densité ou non disponible, les loutres ont changé leur régime principalement aux amphibiens et secondairement aux mammifères et oiseaux. (Sulkava 1996, Je, drzejewska *et al.*, 2001, Brzeziński *et al.* 2006).

CONCLUSION

L'étude de l'écologie trophique de la loutre *L. lutra* dans un environnement saharien, le barrage de Djorf Torba de la wilaya de Béchar, vient enrichir les quelques rares études réalisées au Maghreb (Algérie et Maroc), contrairement en Europe où son écologie est la plus exploitée. Pour la première fois en Algérie, une étude du régime alimentaire de la loutre a pu être menée au cours de deux cycles annuels (2015 et 2019) dans un écosystème saharien.

La présente étude nous a permis de faire deux inventaires du peuplement piscicole en 2015 et 2019. La faune piscicole de cette région est relativement pauvre en espèces par rapport au nombre recensé à l'échelle nationale. Les treize espèces de poissons inventoriées appartiennent à quatre familles, dominées par les Cyprinidés, englobant plus de 61% de la richesse spécifique du barrage, dont un est endémique à la région. Ce qui lui confère un rôle de réservoir de la biodiversité du milieu et qui mérite d'être protégé et intégré dans la gestion, plan de conservation et de protection. La situation actuelle de la faune piscicole des eaux douces du barrage est très préoccupante car elle est menacée par les contraintes climatiques (sécheresse) d'une part et les perturbations anthropiques d'autre part. De plus, l'introduction accidentelle de *P. parva* sans étude scientifique préalable de leurs éventuels impacts sur les communautés autochtones, peut provoquer la régression ou même la disparition des poissons des eaux douces. D'après les résultats obtenus lors de notre étude, la diminution de consommation du Barbeau dans le régime de la loutre, et l'absence totale de la Carpe à grande bouche *H. nobilis* dans les épreintes de la loutre pourraient indiquer une concurrence entre les deux espèces, cela pose un grave problème pour la conservation de la biodiversité.

La majorité des espèces recensées au cours de la présente étude ont été identifiées dans les épreintes du mustélidé. L'ichtyofaune du barrage de Djorf Torba fait l'objet d'une étude ostéologique (collection de référence) des différentes espèces de poissons afin d'élaborer notre propre clé d'identification pour la région. Cette dernière est constituée des espèces dans la plupart ont été prélevés au niveau du barrage.

L'identification des proies consommées par la loutre a été basée sur notre collection de référence, exception faite pour la Perche Soleil *L. gibbosus*. Cette dernière n'a pas été pêché où son identification a été basé sur l'étude ostéologique de Libois *et al.*, (1987b ; 1988). Cependant, il est nécessaire de compléter cette étude par un échantillonnage supplémentaire stratifié quantitativement par saison et dans l'espace en ciblant d'autres points d'eau, en utilisant d'autres équipements d'échantillonnage plus appropriés comme l'électro-pêche par

exemple. Il est donc nécessaire de suivre en permanence l'état de la faune piscicole pour développer les mesures appropriées à prendre afin d'éviter une érosion drastique de cette diversité de poissons très fragile et d'assurer l'alimentation de la loutre à long terme.

Par le biais d'un total de 576 épreintes échantillonnées, le régime alimentaire est fortement dépendant de la ressource piscicole présente. Les proies les plus disponibles et les plus abondantes au sein du milieu d'étude, on les trouve dans le menu du mustélidé.

Le menu de la loutre est très varié où elle s'adapte en fonction des sites, des saisons, de l'espace et de l'abondance des proies peuplant le milieu. L'animal capture et se nourrit de tout le peuplement de poissons inféodé au barrage. Les poissons prédominent le régime et constituent une source alimentaire majoritaire de l'animal. Le Pseudorasbora *P. parva* reste la proie la plus prédatée, suivi de l'Ablette commune *A. alburnus* et du Barbeau *L. pallaryi*. L'animal complète son menu par d'autres catégories de proies comme les batraciens, les arthropodes, les reptiles, les oiseaux, les mammifères etc... Nous avons constaté que le régime alimentaire du mustélidé varie en fonction des mois, des saisons et des années. L'animal extériorise une élasticité importante dans son menu et l'adapte en fonction des saisons et des endroits.

Il est important de signaler que certaines espèces ne figurant pas dans la collection de référence de Libois *et al.*, (1987 ; 1988) ont fait l'objet d'une nouvelle description à savoir Le pseudorasbora *P. parva*, la Carpe argentée, *H. molitrix*, la Carpe à grande bouche *H. nobilis*, le Tilapia du Nil *O. nilotichus* et le Tilapia rouge *O. aureus*.

Enfin pour bien cerner l'écologie trophique de l'animal, des analyses complémentaires mériteraient d'être menées afin d'avoir des données plus précises sur son régime à savoir la taille et la biomasse des proies consommés. Il serait aussi intéressant de mener des études écotoxicologiques pour vérifier si le milieu offre des conditions favorables pour la survie et la pérennité de la loutre dans un milieu saharien. Ce type d'étude s'avère essentiel en biologie de la conservation, dans l'écotoxicologie et dans la mise en place de politiques de gestion pertinente des sites et du patrimoine national en général.

Comme recommandations essentielles et pour éviter toute dégradation de l'habitat et le maintien de la loutre il faut :

- Protéger les écosystèmes via l'application des directives et conventions existantes,
- Mettre en place des corridors écologiques pour la loutre pour lui permettre une recolonisation plus rapide de certains secteurs
- Réduire la mortalité due aux collisions routières, aux chasses, aux noyades accidentelles dans les engins de pêche, en sensibilisant les usagers du barrage (ex : les pêcheurs), les gestionnaires aussi que le grand public.
- La formation et la sensibilisation du public à l'érosion de la biodiversité et à la réglementation en vigueur relative à la protection des écosystèmes. La loutre est considérée comme bioindicateur de l'état de santé du milieu
- Éviter d'accorder la licence d'exploitation du barrage à de nombreux pêcheurs munis de barques pour éviter une grande pression sur le milieu aquatique.
- Etudier les risques sanitaires encourus sur la loutre

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdullah, A.H.J. - 2016. Descriptive and comparative osteology of five cyprinid fishes from Southern Iraq. *Mesopotamian Journal of Marine Science*, 31(2) ; 159-168.
- Adrian, I. et Delibes, M. - 1987. Food habits of the Otter (*Lutra lutra*) in two habits of the Donãna National Park, SW Spain. *Journal of Zoology*, 212 (3), 399-406.
- Allardi, J. et Chancerel, F. - 1988. Note Ichtyologique-Sur la présence en France de *Pseudorasbora parva* (Schlegel, 1842). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, (308), 35-37.
- Almaça, C. - 1969. Révision critique de quelques types de Cyprinidés d'Europe et d'Afrique du Nord des collections du Muséum national d'histoire naturelle. *Bulletin Muséum National d'Histoire naturelle*. Paris, 40(6),1116-1144.
- Almaça, C. - 1970. Sur les barbeaux (genre et sous-genre *Barbus*) de l'Afrique du Nord. *Bulletin Muséum National d'Histoire naturelle*. Paris, 42(1),141-158.
- Almaça, C. - 1990. Neogene circum-mediterranean paleogeography and euromediterranean *Barbus* biogeography. *Arg. Do. Mus. Boc. Nova*, 1(41), 585-611.
- Alyre, L. - 2006. Contribution à l'étude de la perception sociale lors de la réintroduction de prédateurs : Analyse et synthèse à partir d'une enquête menée sur la loutre d'Europe (*Lutra lutra*) dans la Drome. pp , 128.
- Amalou, D et Moulai, R. - 2020. The fish fauna of the inland waters of the lower kabylie (Bejaia, Northern Algeria): diversity and spatial distribution. *Studia Universitatis "Vasile Goldiș", Seria Științele Vieții*, 30 (2), 76-87.
- Amoussou, T.O., Toguyeni, A., Toko, I. I., Chikou, A. et Karim I.Y.A. - 2016. Caractéristiques biologiques et zootechniques des tilapias africains *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) et *Sarotherodon melanotheron* Rüppell, 1852: une revue. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(4), 1869-1887.
- Ansorge, H., Schipke, R. et Zinke, O. - 1997. Population structure of the otter, *Lutra lutra*. Parameters and model for a Central European region. *Zeitschrift fur Säugetierkunde International journal of mammalian biology*, 62, 143-151.
- Antović, I., et Simonović, P. - 2006. Phenetic relationships of six species of mullets (Mugilidae) from the south Adriatic, as inferred from the study of the visceral and dermal skeleton. *Russian Journal of Marine Biology*, 32(4), 250-254.
- Arab, A. - 1989. Etude des peuplements d'invertébrés et de poisons appliquée à l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des oueds Mouzaia et Chiffa. Thèse de Magister en hydrobiologie, USTHB Université Houari Boumediène, Alger, 139 p.
- Arca, G., et Prigioni, C. - 1987. Food of the otter on the Fiora River (central Italy). *Acta Theriologica*, 32(10), 134-140.
- Aroos, E., Greyerz, M. et Olsson, F.S. - 2001. The otter (*Lutra lutra*) in Sweden. Population trends in relation to DDT and total PCB concentrations during 1968. 99. *Environmental pollution*, 111 (3), 457-469.
- Attal, M. et Arab, A. - 2013. Estimation de la croissance de la population de *Cyprinus carpio* (Poisson Cyprinidae) du barrage de Ghrib (W. Ain Defla). USTHB- FBS- 4th International Congress of the Populations et Animal communities "Dynamics et Biodiversity of the terrestrial et Aquatic Ecosystems"CIPCA4"TAGHIT (Béchar)-ALGERIA, 19- 21 November,143-148.
- Attou, F. et Arab, A. - 2013. Impact de l'introduction d'*Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1759) sur l'espèce autochtone *Barbus setivimensis* (Valenciennes, 1842) (Poisson Cyprinidés) dans le lac de barrage de Keddara (Algérie). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 68(2), 193- 202.
- Aulagnier, S. et Thevenot, M. 1986. Catalogue des mammifères sauvages du Maroc. Travaux de l'Institut Scientifique. Série. Zoologique, 41, 1-164.

- Ayres, C., et García, P. - 2009. Abandoned clay mines: an opportunity for Eurasian otters in NW Spain. *IUCN Otter Spec. Group Bull.*, 26(2), 67-72.
- Azerouala, A., Crivelli, A.J., Yahyaoui, A. et Dakki, M. - 2000. L'ichtyofaune des eaux continentales du Maroc. *Cybiu*, 24, 17-22.
- Bacha, M. et Amara R. - 2007. Les poissons des eaux continentales d'Algérie. Étude de l'ichtyofaune de la Soummam. *Cybiu*, 31(3), 351-358.
- Bagnouls, F. et Gaussen H. - 1953. Saison sèche et indice xérothermique, Volume I. Doc. Carte des productions végétales, art. 8, Toulouse, 47 p.
- Balestrieri, A., Remonti, L., et Prigioni, C. - 2016. Towards extinction and back: decline and recovery of otter populations in Italy. In *Problematic Wildlife* (pp. 91-105), 91-105.
- Bang P., et Dahlstrom, P. - 1999. Les guides du naturaliste. Ed. Delachaux et Niestlé. Paris. pp : 61-62.
- Barbault, R. - 1974. Le régime alimentaire des amphibiens dans la savane de Lamto Côte d'Ivoire. *Bulletin de l'Institut français d'Afrique noire. Série A, Sciences naturelles*, 36, 952-972.
- Barbault, R. - 1981. Ecologie des populations et des peuplements. Ed. Masson, Paris, 200p.
- Bauer-Haáz, É.A., Ferincz, Á., Szegvári, Z., Széles, G.L., et Lanszki, J. - 2014. Fish preference of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) on an abandoned fish pond and the role of fish sampling methods. *Fundamental and Applied Limnology*, 184, 161-168.
- Benaichata, M., Boukerroui, A. et Assouli, M. - 2016. Suivi de la coagulation-floculation des eaux du barrage de Djorf-Torba (Bechar) par ajout d'argile et de chaux, étude comparative. *Larhyss Journal*, (28), 39-53.
- Bendele, R. - 2001. Répartition de la loutre (*Lutra lutra*) dans le département de l'Ardèche – actualisation. CORA, Région Rhône-Alpes, 73 p.
- Beslagic, S., et Delaigue, O. - 2017. La loutre (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758) en Belgique: une espèce mal-aimée et malménée (19e-début 20e siècles). *Anthropozoologica*, 52(2), 155-170.
- Beyer, K., Miranda, R., Copp, G.H. et Gozlan, R.E. - 2006. Biometric data and bone identification of topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* and sunbleak *Leucaspius delineatus*. *Folia Zoologica*, 55(3), 287-292.
- Bianco, P.G. - 1995. Mediterranean endemic freshwater fishes of Italy. *Biol. Conserv.*, 72: 159-170.
- Biche, M. - 2003. Ecologie du hérisson du désert *Hemiechinus aethiopicus* (Ehrenberg, 1833) (Insectivora – Erinaceidae) dans la réserve naturelle de Mergueb (M'Sila – Algérie). Thèse de doctorat (Écologie animale), Université de Liège (Belgique), 156 p.
- Billard, R. 1997. - Les poissons d'eau douce des rivières de France, identification, inventaire et répartition des 83 espèces. Ed. Delachaux and Niestlé. Paris, 192p.
- Blondel, J. - 1975. L'analyse des peuplements d'oiseaux, éléments d'un diagnostic écologique. I. La méthode des échantillonnages progressifs (E.F.P). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 29, 533-589.
- Blondel, J. - 1979. Biogéographie et écologie. Ed. Masson et Cie, Paris, 184 p.
- Blondel, J., Ferry, C. et Fochot, B. - 1973. Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 41, 63-84.
- Bouchardy, C. - 1986. La Loutre. Ed. Sang de la terre, Paris, 17 p.
- Bouchardy, C., Boulade, Y. et Lemarchand, C. - 2008. La loutre d'Europe (*Lutra lutra*) dans les sites Natura 2000 «Val d'Allier : Pont-du-Château - Jumeaux - Alagnon » FR 8301038. Etat de conservation, dynamique des populations, menaces et éléments de gestion. SMAT du Haut-Allier-DIREN *Auvergne Catiche Productions*, 42 p.
- Bouhadad, R. - 1993. Distribution des espèces du genre *Barbus* en Algérie. *Cahiers d'Ethologie*, 13(12), 185-186.

- Bouhadad, R., et Asselah, B. - 1998. Biodiversité comparée de l'ichtyofaune des eaux douces algériennes (Sahara et Nord) et maghrébine. *Santé Plus*, 61, 19-22.
- Boulenger, G.A. - 1909. Catalogue of the fresh-water fishes of Africa in the British Museum (Natural History). Volume I. Printed by order of the Trustees, London., 373 p.
- Boulenger, G.A. - 1911. Catalogue of the freshwater fishes of Africa in the British Museum (Natural History). London, 2, 529 p.
- Bouroş, G., et Murariu, D. - 2017. Comparative diet analysis of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) in different habitats: Putna-Vrancea Natural Park and Lower Siret Valley, south-eastern Romania. *North-Western Journal of Zoology*, 13(2), 311-319.
- Brahimi, A., Freyhof, J., Henrard, A. et Libois, R. - 2017. *Luciobarbus chelifensis* and *L. mascarensis*, two new species from Algeria (Teleostei: Cyprinidae). *Zootaxa*, 4277(1), 32-50.
- Brahimi, A., Libois, R., Henrard, A., et Freyhof, J. - 2018. *Luciobarbus lanigarensis* and *L. numidiensis*, two new species of barbels from the Mediterranean Sea basin in North Africa (Teleostei: Cyprinidae). *Zootaxa*, 4433(3), 542-560.
- Brahimi, A., Tarai, N., Benhassane, A., Henrard, A. et Libois, R. - 2016. Genetic and morphological consequences of Quaternary glaciations: A relic barbel lineage (*Luciobarbus pallaryi*, Cyprinidae) of the Guir Basin (Algeria). *Comptes Rendus Biologie*, 339(2), 83-98.
- Brahmia, S. - 2016. Ecologie parasitaire des Cyprinidés du lac Oubeira (Nord-Est Algérien). *Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba*, 148 p.
- Britton, J. R., Berry, M., Sewell, S., Lees, C., et Reading, P. - 2017. Importance of small fishes and invasive crayfish in otter *Lutra lutra* diet in an English chalk stream. *Knowledge et Management of Aquatic Ecosystems*, (418), 13.
- Broyer, J., Aulagnier, S., et Destre, R. - 1988. La loutre, *Lutra lutra angustifrons* Lataste, 1885 au Maroc. *Mammalia*, 52, 361-370.
- Broyer, J., et Erome, G. - 1982. Éléments d'écologie de la loutre *Lutra lutra* (L.). Premières données bibliographiques. *Bièvre*, 4, 33-58.
- Brusle, J., et Guignard, J.P. - 2001. Biologie des poissons d'eau douce européens. Ed. *Technique et Documentation*, Paris, 625 p.
- Brusle, J., et Guignard, J.P. - 2013. Biologie des poissons d'eau douce européens. Ed 2. *Technique et Documentation*, Paris, 736 p.
- Brzeziński, M., Romanowski, J., Koczyński, Ł. et Kurowicka, E. - 2006. Habitat and seasonal variations in diet of otters, *Lutra lutra* in eastern Poland. *Folia Zoologica*, 55(4), 337-348.
- Callejo, A. - 1988. Le choix des proies par la loutre (*Lutra lutra*) dans le nord-ouest de l'Espagne, en rapport avec les facteurs de l'environnement. *Mammalia*, 52, 11-20.
- Callejo-Rey A., Rivera J.G., Bas-Lopez S., Sanchez-Canals J.L. et De Castro-Lorenzo A. - 1979. Primeros datos sobre la dieta de la Nutria, *Lutra lutra* (L.), en aguas continentales de Galicia. *Doñana Acta Vert*, 6, 191-202.
- Callejo-Rey, A., Rivera, J.G., Bas-Lopez, S., Sanchez-Canals, J.L. et De Castro-Lorenzo, A. - 1979. Primeros datos sobre la dieta de la Nutria, *Lutra lutra* (L.), en aguas continentales de Galicia. *Doñana Acta Vert*, 6, 191-202.
- Capber, F. - 2006. Reproduction de la loutre Européenne *Lutra lutra*. *Bulletin de la société d'histoire naturelle et d'ethnographie de Colmar*, 67, 35-76.
- Cardona, M. D. P. B., Cardenas, H. A. M., et Van Damme, P. A. - 2015. The use of premaxillary bones of six fish species in giant otter (*Pteronura brasiliensis*) diet analysis. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 10(2), 131-142.

- Carss, D.N., et Parkinson, S.G. - 1996. Errors associated with otter *Lutra lutra* faecal analysis. I. Assessing general diet spraints. *Canadian Journal of Zoology*, 238, 301-317.
- Cassens, I., Tiedemann, R., Suchentrunk, F., et Hartl, G.B. - 2000. Mitochondrial DNA variation in the European otter (*Lutra lutra*) and the use of spatial autocorrelation analysis in conservation. *Journal of Heredity*, 91(1), 31-35.
- Cauvet, G. - 1913. Les poisons du Sahara algérien. *Bull Soc Géogr Alger*, 18, 696-717.
- Cauvet, G. - 1915. Les mares à silures de l'Algérie. *Bull Soc Hist Nat Afrique du Nord*, 6, 102-104.
- Chalabi, A. - 2000. Aquaculture en Algérie et son contexte maghrébin. Rapport de synthèse, 50 p. Ministère de la Pêche et de l'Agriculture.
- Chanin, P. - 1981. The diet of the otter and its relations with the feral mink in tow areas of Southwest England. *Acta Theriologica*, 26, 83-95.
- Chazel, L., et Da Ros, M. - 2002. *L'encyclopédie des traces d'animaux d'Europe*. Edition. Delachaux et Nieslé. Paris pp : 148-155
- Cheylan, G. - 1990. Patterns of pleistocene turnover, current distribution and speciation among Mediterranean mammals. In *Biogeography of mediterranean invasions*. Cambridge Univ. Press, New York, 227-262.
- Clavero, M., Prenda, J., et Delibes, M. - 2003. Tropic diversity of otter (*Lutra lutra* L.) in temperate and Mediterranean freshwater habitats. *Journal of Biogeography*, 30(5), 761-769.
- Clavero, M., Prenda, J., et Delibes, M. - 2005. Amphibian and reptile consumption by otters (*Lutra lutra*) in a coastal area in southern Iberian Peninsula. *The Herpetological Journal*, 15(2), 125-131.
- Conroy, J.W.H., et Chanin, P.R.F. - 2000. The status of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) in Europe: a review. *Journal of the International Otter Survival Fund*, 1, 7-28.
- Copp, G. H., et Roche, K. - 2003. Range and diet of Eurasian otters *Lutra lutra* (L.) in the catchment of the River Lee (south-east England) since re-introduction. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13(1), 65-76.
- Cuvier, G., et Valenciennes, A. - 1842. Histoire naturelle des poissons. P .Bertrand Paris, 16, 1828 –1850.
- Cuzin, F. - 1996. Répartition actuelle et statut des grands mammifères sauvages du Maroc (Primates, Carnivores, Artiodactyles). *Mammalia*, 60(1), 101-124.
- Cuzin, F. - 2003. *Les grands mammifères du Maroc méridional (Haut Atlas, Anti Atlas et Sahara): distribution, écologie et conservation*. Thèse de doctorat (Écologie animale). Université de Montpellier II.
- Dagnelie, P. - 1975. Analyse statistique à plusieurs variables. Ed. Press Agronomique, Gembloux.
- Dajoz, R. - 1996. Précis d'écologie. 5ème édition. Edition DUNOD, Paris, 551 p.
- Delibes, M. - 1993. Studies on the otter in Andalusia (southern Spain). XVII Coll. Mamm. La loutre et le vision d'Europe Niort (France). 1 p
- Delibes, M., et Adrián, I. - 1987. Effects of crayfish introduction on otter *Lutra lutra* food in the Doñana National Park, SW Spain. *Biological Conservation*, 42(2), 153-159.
- Demangeot, J. - 1986. Les milieux naturels du globe. 2ème édition. Masson, Paris, 250 p.
- Denys, C., Stoetzel, E., Lalis, A., Nicolas, V., Delapre, A., Mataame, A., et Hafid, S. - 2015. Inventaire des petits mammifères de milieu anthropisés et naturels du Maroc septentrional. *Travaux de l'Institut Scientifique, Série Générale*, 8, 113-126
- Desse, J. et Desse-Berset, N. - 1990. L'ostéométrie de la lote d'eau douce, *Lota lota* (Linné, 1758). *Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie*. Sér. A. n° 6. CRA-CNRS. Valbonne, 20 p.

- Diamond, M. - 1985. Some observations of spawning by roach, *Rutilus rutilus* L., and bream, *Abramis brama* L., and their implications for management. *Aquaculture Research*, 16(4), 359-367.
- DiericKx, K., Wouters, W., et Van Neer, W. - 2017. Comparative osteological study of three species of distinct genera of Haplotilapiini (Cichlidae). *Cybiium*, 41(3), 223-235.
- Dieuzeide, R. - 1927. L'Oued Réghaia. *Bull. Stat. Aquic. Pêche Castiglione*, 2, 161-171.
- Dieuzeide, R. - 1932. L'empoisonnement des eaux de l'Oued Mazafran. *Bull. Stat. Aquic. Pêche Castiglione*, 2, 189-207.
- Dieuzeide, R., et Champagne R. - 1950. L'Able de la Calle (*Phoxinellus callensis* Guichenot, 1850). *Bull. Stat. Aquic. Pêche Castiglione*, 2, 171-184.
- Dieuzeide, R., et Rolland J. - 1951. Le laboratoire d'hydrobiologie et de pisciculture d'eau douce du Mazafran. *Bull. Stat. Aquic. Pêche Castiglione*, 3:190-207.
- Djoudad, H.K. - 2014. *Caractérisation de la reproduction du poisson d'eau douce Barbus callensis au niveau de l'oued Soummam dans la région de Béjaia*. Thèse de Doctorat en cotutelle EPHE et Université A/Mira de Béjaia (Algérie), 269 p.
- Doadrio, I. - 1994. Freshwater fish fauna of North Africa and its biogeography. *Annal Musee Royal de l'Afrique Centrale. Sciences Zoologiques*, 275, 21-34.
- Doadrio, I., Bouhadad, R., and Machordom, A. - 1998. Genetic differentiation and biogeography in Saharan populations of the genus *Barbus* (Osteichthyes, Cyprinidae). *Folia Zoologica*. 47:7-20.
- Doadrio, I., Casal-López, M., et Perea, S. - 2016b. Taxonomic remarks on *Barbus moulouyensis* Pellegrin, 1924 (Actinopterygii, Cyprinidae) with the description of a new species of *Luciobarbus* Heckel, 1843 from Morocco, 72(2), e054.
- Doadrio, I., Casal-Lopez, M., Perea, S. et Yahyaoui, A. - 2016a. Taxonomy of rheophilic *Luciobarbus* Haeckel, 1842 (Actinopterygii, Cyprinidae) from Morocco with the description of two new species. *Graellsia*, 72(1), e039.
- Doadrio, I., Perea, S., et Yahyaoui, A. - 2015. Two new species of atlantic trout (Actynopterygii, Salmonidae) from Morocco, 71(2), e031.
- Dumont, H. - 1981. Relict distribution patterns of aquatic animals: another tool in evaluating late Pleistocene climate changes in the Sahara and Sahel. *Paleoecol. Afr*, 14, 1-24.
- Duponchelle, F., et Panfili, J. - 1998. Variations in age and size at maturity of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, populations from man-made lakes of Côte d'Ivoire. *Environmental Biology of Fishes*, 52(4), 453-465.
- Elmeros, M., Hammershoj, M., Madsen, A., et Sogaard, B. - 2006. Recovery of the otter *Lutra lutra* in Denmark monitored by field surveys and collection of carcasses. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 17(1).
- Elvira, B. - 1990. Conservation status of endemic freshwater fish in Spain. *Biological Conservation*, 72, 129-136
- Emberger, L. - 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Lab. Bot. Géo. Zool., Fac. Sc. Univ. Montpellier*, Fasc, 7, 1-43.
- Erlinge, S - 1969. Food habits of the otter (*Lutra lutra*. L) and the mink (*Mustela vison* Schreber) in a trout water in southern Sweden. *Oikos* 20, 1-7.
- Erlinge, S. - 1967. Food habits of the fish-otter *Lutra lutra* L. in South Swedish habitats. *Viltrevy*, 4, 371-443.
- Fonderflick, J J., Dekermabon, R., Libois, R., Baffie, R., Rosoux., et Tournebize, T. - 1995. Evolution récente du statut de la loutre dans le Parc National des Cévennes. *Cahiers d'Ethologie*, 15(2-3-4), 233-238.
- Gaisler, J., et Zejda, J. - 1995. La grande Encyclopédie des mammifères. Ed Grand (R. Tchèque). 496.p.

- Gaubert, P., Bloch, C., Benyacoub, S., Abdelhamid, A., Pagani, P., Djagoun, C. A. M. S. and Dufour, S. - 2012. Reviving the African wolf *Canis lupus lupaster* in North and West Africa: a mitochondrial lineage ranging more than 6,000 km wide, 7(8), e42740.
- Gervais, P. - 1853. Notice sur deux nouveaux genres de poissons de l'Algérie, *Coptodon (Atherina) Zillii* et *Tellia apoda*. P.V. Soc. Philom. Paris, 24-86.
- Ghalmi, R. - 1997. Etude préliminaire du régime alimentaire de la loutre (*Lutra lutra*) dans le Nord Est algérien (Parc National d'El Kala. Mem. DES. International en Sci-Nat de la terre et de la vie. Uni. Liege, 66.p.
- Gleason, H.A. - 1992. On the relation between species and area. *Ecology*, 6, 66-74.
- Gorgadze, G. - 2013. Seasonal diet of the otter (*Lutra lutra*) on the Alazani River (Georgia). *Hystrix*, 24(2), 157-160.
- Gormally, M. J. et Fairley, J. S. - 1982. Food of otters *Lutra* in a freshwater lough and an adjacent brackish lough in the West of Ireland. *Journal of Zoology*, 197(3), 313-321.
- Goubier, V., Martin, M., Kokkidis, M.J. et Exbrayat, J.M. - 1997. Observations on ovary maturation of reared black-bass [*Micropterus salmoides* L.]. An histological description of the annual reproductive cycle. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 44 (1) 159-169.
- Green, J., Green, M. et Jefferies, D J. - 1984. A radiotracking survey of otters, *Lutra lutra*, on a Pertshire river system. *Lutra*, 27, 85-145.
- Gromova, E. S. et Makhotin, V. V. - 2018. Maxillary apparatus in the feeding of the silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* (Cyprinidae). *Journal of Ichthyology*, 58(6), 857-877.
- Guichenot, A. - 1850. Histoire naturelle des reptiles et poissons de l'Algérie. In: Exploration Scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1841, 1842. *Sciences Physiques. Zoologie*. V. Paris, 183 p.
- Hansel, H. C., Duke, S. D., Lofy, P. T. et Gray, G. A. - 1988. Use of diagnostic bones to identify and estimate original lengths of ingested prey fishes. *Transactions of the American Fisheries Society*, 117(1), 55-62.
- Hauer, S., Ansorge, H. et Zinke, O. - 2002. *Reproductive performance of otters Lutra lutra (Linnaeus, 1758) in Eastern Germany: low reproduction in a long-term strategy*. *Biological Journal of the Linnean Society*, 77 (3), 329-340.
- Heggberget, T.M. et Christensen, H. - 1994. Reproductive timing in Eurasian otters on the coast of Norway. *Ecography*, 17:339-348.
- Hung, N. et Law, C.J. - 2016. *Lutra lutra* (Carnivora: Mustelidae). *Mammalian Species*, 48(940), 109-122.
- Jacques, H. - 2006. Sur les traces des loutres au Cameroun. Mammifères sauvages n° 52, 39 p.
- Jacquet, F. - 2007. Etude de faisabilité du retour de la loutre d'Europe (*Lutra lutra*) en Haute-Savoie. Doc. Vet, 163 p.
- Je, drzejewska, B., Sidorovich, V.E., Pikulik, M.M. et Jedrzejewski, W. - 2001. Feeding habits of the otter and American mink in Białowieza Primeval Forest (Poland) compared to other Eurasian populations. *Ecography*, 24, 165-180.
- Jenkins, D., Walker, J. G. K. et McCowan, D. - 1979. Analyses of otter (*Lutra lutra*) faeces from Deeside, NE Scotland. *Journal of Zoology*, 187(2), 235-244.
- Jepsen, N., Koed, A. et Økland, F. - 1999. The movements of pikeperch in a shallow reservoir. *Journal of Fish Biology*, 54(5), 1083-1093.
- Jimenez-Perez, J., and Lacomba, I. - 1991. The influence of waer demands on otter distribution in Mediterranean Spain. Proc. Int. Otter Coll., VH ankensbittel, West Germany, 6, 249-255.
- Jo, Y. S., Won, C. M., Fritts, S. R., Wallace, M. C. et Baccus, J. T. - 2017. Distribution and habitat models of the Eurasian otter, *Lutra lutra*, in South Korea. *Journal of Mammalogy*, 98(4), 1105-1117.

- Jönsson, C.J., Lund, B.O. et Brandt, I. - 1993. Adrenocorticolytic DDT-metabolites: studies in mink, *Mustela vison* and otter, *Lutra lutra*. *Ecotoxicology*, 2, 41-53.
- Kabour, A., Hani, A., Mekkaoui, A. et Chebbah, L. - 2010. Evaluation et gestion des ressources hydriques dans une zone aride. Cas de la ville de Béchar (Sud-Ouest Algérien). *Larhyss Journal*, 9, 7-19.
- Kabour, A., Mekkaoui, A. et Chebbah, L. - 2016. Le barrage de Djorf Torba (Béchar, Sud-Ouest algérien) sous contraintes du climat, de l'environnement et de gestion. *International Journal for Environment et Global Climate Change*, 3(5), 23-32.
- Kaci, Z. - 2014. *Ecologie trophique d'une population de loutre Lutra lutra (L. 1758) inféodée au barrage de Djorf Torba (Kenadsa-Bechar) durant deux saisons (Hiver-printemps)*. Mémoire Magistère, Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomiques, Algérie.
- Kaci, Z., Biche, M. et Sellami, M. - 2019. Food Availability and Diet Composition of the Eurasian Otter *Lutra lutra* (L. 1758) in Saharan Aquatic Ecosystem, Dam of Djorf Torba's, Bechar-Algeria. *Indian Journal of Ecology*, 46(4), 862-866.
- Kara, H. M. - 2012. Freshwater fish diversity in Algeria with emphasis on alien species. *European Journal of wildlife research*, 58(1), 243-253.
- Keith, P., et Allardi J. - 2001. Atlas des poissons d'eau douce de France. Patrimoines Naturels, 47, 387p.
- Kendouci, MA. - 2018. Etude de risque de pollution des eaux souterraines de la ville de Béchar et valorisation du sable en vue de son utilisation en traitement des eaux usées. Thèse de doctorat. USTO-MB, Algérie.
- Khelifi, N., Boucenna, I., Boualleg, C., Kaouachi, N., Sahtout, F. et Bensouillah, M. - 2018. Etude de la croissance du carassin commun *carassius carassius* (Linnaeus, 1758) du barrage beni haroun (mila, algérie). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 143(4), 213-226.
- Khetar, Y. - 2009. *Etude préliminaire du régime alimentaire de la loutre d'Europe Lutra lutra Linné (1758) dans le barrage de Djorf Torba à Béchar*. Mémoire Magistère, Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Algérie. Page
- Klaa, K. - 1993. Statut de la loutre *Lutra lutra* en Algérie p 1. *XVII colloque international de mammalogie*. La loutre et le vison d'Europe, Niort, France Kłoskowski J. 2000. Selective predation by otters *Lutra lutra* on common carp *Cyprinus carpio* at farmed fisheries. *Mammalia*, 64(3), 287-294.
- Kłoskowski, J., Rechulicz, J. et Jarzynowa, B. - 2013. Resource availability and use by Eurasian otters *Lutra lutra* in a heavily modified river-canal system. *Wildlife Biology*, 19(4), 439-451.
- Koelewijn, H.P., Pérez-Haro, M., Jansman, H.A.H., Boerwinkel, M.C., Bovenschen, J., Lammertsma, D.R., Bovenschen, D.R. et Kuiters, A.T. - 2010. The reintroduction of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) into the Netherlands: hidden life revealed by noninvasive genetic monitoring. *Conservation Genetics*, 11(2), 601-614.
- Kolar, C.S., Chapman, D. C., Courtenay Jr, W. R., Housel, C.M., Williams, J.D., and Jennings, D.P. - 2005. Asian carps of the genus *Hypophthalmichthys* (Pisces, Cyprinidae) - a biological synopsis and environmental risk assessment.
- Körbel, O. - 1995. Hinderer Otter (*Lutra lutra*) Road Kills parts 1. UICN Otter Specialist Group Bulletin, 10, 14-20.
- Kottelat, M. et Freyhof, J. - 2007. *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat.
- Kowalski, K. et Rezbik-Kowalska, B. - 1991. *Mammals of Algeria*, Polish Academy of sciences, Institute of systematics and evolution of animals, 370 p.
- Kraiem, M.M. - 1983. Les poissons d'eau douce de Tunisie. Inventaire commenté et répartition géographique. *Bull. Inst. Nat. Sci. Tech. Ocanogr. Pêche Salambô*, 10 : 107-124.
- Kraiem, M.M - 1994. Systématique, Biogéographie et Bio-écologie de *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 (Poissons, Cyprinidae) de Tunisie, Thèse de Doc d'Etat en Sciences Biologiques, Tunis, 227 p.

- Kranz, A. - 1998. Otters *Lutra lutra* increasing in Central Europ: from the threat of extinction to locally perceived overpopulation. *Mammalia*, T64, 4, 357-368.
- Krawczyk, A J., Bogdziewicz, M., Majkowska, K. et Glazaczow, A. - 2016. Diet composition of the Eurasian otter *Lutra lutra* in different freshwater habitats of temperate Europe: a review and meta-analysis. *Mammal Review*, 46(2), 106-113.
- Kruuk, H. - 1995. Wild otters. Predation and populations. Oxford University Press, Oxford, 290 p
- Kruuk, H. - 1997. The significance of PCBs in otters : a reply. IUCN Otter Specialist Group Bulletin 14(2), 54-56.
- Kruuk, H. - 2006. *Otters: ecology behavior and conservation*, Oxford University Press, New-York, 265 p.
- Kruuk, H. et Conroy, J.W.H. - 1996. Concentrations of some organochlorines in otters (*Lutra lutra* L.) in Scotland: implications for populations. *Environmental Pollution*, 92, 165-171.
- Kruuk, H. et Moorhouse, A. - 1990. Seasonal and spatial differences in food selection by otters (*Lutra lutra*) in Shetland. *Journal of Zoology*, 221(4), 621-637.
- Kumari, S., Jaiswar, A.K., Abidi, Z.J., Chakraborty, S.K., Kumar, T. et Kamei, G. - 2018. Comparative Osteology based on premaxillary bone of Sciaenid fishes found in Indian waters, 47 (2), 395-401
- Kyne, M.J., Smal, C.M. et Fairley, J.S. 1989. The food of otters *Lutra lutra* in the Irish midlands and a comparison with that of mink *Mustela vison* in the same region. *In Proceedings of the Royal Irish Academy, Section B: Biological, Geological, and Chemical Science*, 89 B, 33-46.
- Lafontaine, L. - 2005. Loutres et autres mammifères aquatiques de Bretagne-Meze : Ed. Biotope, groupe Mammal. Breton, 160 p.
- Lahbib, S., et Elghezal. - 2005. Contribution to the survey of the Eurasian otter *Lutra lutra* Linnaeus (1758) in North western Tunisia-Khoumirie Mogods Area. Japan. Sem. Cult. Sc et Technol. (6 th edition). Univ Tsukuba Japan. Sousse. Tunisia 7-12, 1-4.
- Lanszki, J., et Molnar, T. - 2003. Diet of otters in three different habitats in Hungary. *Folia Zoologica*, 52, 378-388.
- Lanszki, J., et Sallai, Z. - 2006. Comparison of the feeding habits of Eurasian otters on a fast flowing river and its backwater habitats. *Mammalian Biology* , 71(6), 336-346.
- Lanszki, J., Lehoczky, I., Kotze, A., and Somers, M.J. - 2016. Diet of otters (*Lutra lutra*) in various habitat types in the Pannonian biogeographical region compared to other regions of Europe. *PeerJ*, 4, e2266.
- Larivière, S., et Jennings, A P. - 2009. Family Mustelidae (weasels and relatives), 564-656 in WILSON D E et MITTERMEIER R A eds. *Handbook of the Mammals of the world*. Vol 1. Carnivores. Lynx Edicions, Barcelona.
- LeBerre, M. - 1990. *Faune du Sahara 2 Mammifères*. Ed. Raymond Chabaud- Lechevalier, Paris, 359p.
- Leclercq, C. et Schmidt G. - 2007. Le projet life « restauration de l'habitat de la loutre en région Wallone et au grand-duché de Luxembourg, 91, 19-28.
- Lemarchand, C. - 2007. *Etude de l'habitat de la loutre d'Europe (Lutra lutra) en région Auvergne (France) : relations entre le régime alimentaire et la dynamique de composés essentiels et d'éléments toxiques*, Thèse de doctorat, Clermont-Ferrand 2, 324 p.
- Lemarchand, C. et Bouchardy, C. - 2011. La loutre d'Europe. Histoire d'une sauvegarde. Catiche Production, Nohanent. 31 p.
- Lemarchand, C., Boulade, Y., Rosoux, R., Berny, P., Gouilloux, N. et Bouchardy, C. - 2012. La loutre d'Europe dans le Massif central. *Le Courrier de la Nature*, 266, 22-29.

- Lemarchand, C. et Boucharly, C. - 2010. Etat de l'art de la Loutre d'Eurasie - Catiche Production. Dans le cadre de l'élaboration des sites Natura 2000 «Rivières à Moules perlières» (FR83301094), « Lacs et rivières à Loutres » (FR8301095) et « Rivières à Ecrevisse à pattes blanches » (8301096).
- Lemarchand, C., Rosoux, R., et Berny, P. - 2011. Semi aquatic top-predators as sentinels of diversity and dynamics of pesticides in aquatic food webs: the case of Eurasian otter (*Lutra lutra*) and Osprey (*Pandion haliaetus*) in Loire river catchment, France. *Pesticides in the Modern World: Risks and benefits*, 289-310.
- Libois, R. - 1995. Régime et tactique alimentaire de la loutre (*Lutra lutra*) en France : Synthèse. *Cahiers d'Éthologie*, 15(2-3-4), 251-274.
- Libois, R. - 1997. Régime et tactique alimentaire de la loutre (*Lutra lutra*) dans le massif central. *Vie et milieu*, 47(1), 33-45.
- Libois, R. et Hallet-Libois, C. - 1988. Eléments pour l'identification des restes crâniens des poissons dulçaquicoles de Belgique et du nord de la France II. Cypriniformes. *Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie*. Sér. A. n° 4. CRA-CNRS. Valbonne.
- Libois, R. et Rosoux, R. - 1989. Ecologie de la loutre (*Lutra lutra*) dans le marais Poitevin. I. Etude de la consommation d'anguille (*Anguilla anguilla*). *Vie et milieu*, 39(3-4), 191-197.
- Libois, R. et Rosoux, R. - 1991. Ecologie de la loutre (*Lutra lutra*) dans le marais Poitevin II. Aperçu général du régime alimentaire. *Mammalia*, 55(1), 35-47.
- Libois, R., Brahimi, A. et Ghalmi, R. - 2015a. Insight into the Dietary Habits of the Eurasian Otter, *Lutra lutra*, in the East of Algeria (El-Kala National Park). *Ecologia mediterranea*, 41(2), 85-91.
- Libois, R., Hallet-Libois, C. et Lafontaine, L. - 1987a. Le régime de la loutre (*Lutra lutra*) en Bretagne inférieure. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 42, 135-144
- Libois, R., Hallet-Libois, C. et Rosoux, R. - 1987b. Élément pour l'identification des restes crâniens des poissons dulçaquicoles de Belgique et du nord de la France. I. Anguilliformes, Gastérostéiformes, Cyprinodontiformes, Perciformes, *Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie*. Sér. A. n° 3. CRA-CNRS. Valbonne
- Libois, R., Rosoux, R. and Delooz, E. - 1991. Ecologie de la loutre (*Lutra lutra*) dans le marais poitevin. III. Variation du régime et tactique alimentaire. *Cahiers d'Ethologie*, 11(1), 31-50.
- Libois, R., Fareh, M., Brahimi, A. et Rosoux, R. - 2015b. Régime alimentaire et la stratégie trophique saisonnière de la loutre d'Europe, *Lutra lutra*, dans le moyen atlas (Maroc). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 70(4), 314-327.
- Lignon, O., Sane, F., Chazalmartin, S., Sonnet, M. et Constantin, D. - 2006. Contribution à l'amélioration des connaissances de l'écologie de la loutre *Lutra lutra* (L. 1758) dans le site Natura 2000 F R 9101355 « Montagne de la Margeride » répartition, régime alimentaire et influence des habitats riverains sur la fréquentation des cours d'eau par la loutre d'Europe, 2-29.
- Lind, E.A. - 1977. A review of pikeperch (*Stizostedion lucioperca*), Eurasian perch (*Perca fluviatilis*), and ruff (*Gymnocephalus cernua*) in Finland. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 34(10), 1684-1695.
- Lionello, P., Malanotte-Rizzoli, P., Boscolo, R., Alpert, P., Artale, V., Li, L., Luterbacher, J., May, W., Trigo, R., Tsimplis, M., Ulbrich, U. et Xoplaki, E. - 2006. The Mediterranean Climate: An Overview of the Main Characteristics and Issues. *Elsevier Science B.V*, 1-26.
- Lode, T. - 1993. Otter population of the pays de loire, France. XVII Coll. Mamm. La loutre et le vison d'Europe. Niort (France). pp : 01.
- Lopèz, P. et Hernando, J.A. - 1984. Food habits of the Otter in the central Sierra Morena (Cordoba, Spain). *Acta Theriologica*, 29, 383-401.
- Lounaci-Daoudi, D., Lounaci, A. et Arab, A. - 2016. Freshwater fish fauna of Algeria. The fish fauna of inland waters of Great-Kabyliia. *Advances in Environmental Biology*, 10(12), 74-84.

- Loy, A., Boitani, L., Bonesi, L., Canu, A., Di Croce, A., Fiorentino, P.L., Genovesi, P., Mattei, L., Panzacchi, M., Prigioni, C., Randi, E. et Reggiani, G. - 2010. The Italian action plan for the endangered Eurasian otter *Lutra lutra*. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 21(1), 19-33
- Lyach, R. et Čech, M. - 2017. Do otters target the same fish species and sizes as anglers? A case study from a lowland trout stream (Czech Republic). *Aquatic Living Resources*, 30, 11.
- Mac Donald, S. - 1993. Répartition de la loutre en Europe XVII Coll. Mamm. La loutre et le vison d'Europe. Niort (France), pp : 01.
- Macdonald, S. M., et Mason, C. F. - 1983. The otter (*Lutra lutra*) in Tunisia. *Mammal Review*, 13(1), 35-37.
- Mac Donald, S.M. et Mason, C.F. - 1994. Statut et besoins de conservation de la loutre (*Lutra lutra*) dans le Paléarctique occidental. Conseil de l'Europe, doc. T-PVS (92) pp : 43-48 (édité en 1994, sauvegarde de la nature, n°67).
- Mann, R. H. K. et Beaumont, W. R. C. - 1980. The collection, identification and reconstruction of lengths of fish prey from their remains in pike stomachs. *Aquaculture Research*, 11(4), 169-172.
- Marcolin, F., Iordan, F., Pizzul, E., Pallavicini, A., Torboli, V., Manfrin, C. et Quaglietta, L. - 2020. Otter diet and prey selection in a recently recolonized area assessed using microscope analysis and DNA barcoding. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 31(1), 64-72.
- Marques, C., Rosalino, L. M. et Santos-Reis, M. - 2007. Otter predation in a trout fish farm of Central–East Portugal: preference for ‘fast-food’?. *River research and applications*, 23(10), 1147-1153.
- Martin, M., Goubier V., Kokkidis, M.J. et Exbrayat, J.M. - 1997. Comparative evolution of the ovary maturation of black-bass [*Micropterus salmoides*] according to the water temperature. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 44(1-2), 129-138.
- Martínez-Abraín, A., Marí-Mena, N., Vizcaíno, A., Vierna, J., Veloy, C., Amboage, M., Guitian-Caamano, A., Key, C et Vila, M. - 2020. Determinants of Eurasian otter (*Lutra lutra*) diet in a seasonally changing reservoir. *Hydrobiologia*, 1-14.
- Mason, C. - 1997. The significance of PCBs in otters at national and regional scales. IUCN Otter Specialist Group Bulletin, 14(1), 3-12.
- Mason, C.F., et Macdonald, S.M. - 1986. Otters ecology and conservation. Cambridge, Cambridge Univ. Press 236 p.
- Mason, C.F., et Macdonald, S.M. - 1987a. The use of spraints for surveying otter *Lutra lutra* populations: an evaluation. *Biological Conservation*, 41, 167–177.
- Mason, C.F., et Macdonald, S.M. - 1987b. Acidification and otter (*Lutra lutra*) distribution on a British river. *Mammalia*, 51, 81-88.
- Mason, C.F., et Macdonald, S.M. - 1993. Impact of organochlorine pesticide residues and PCBs on otters (*Lutra lutra*): a study from western Britain. *The Science of the Total Environment* 138, 127-145.
- Mason, C. F., et Macdonald, S. M. - 2009. *Otters: ecology and conservation*. Cambridge University Press.
- Masson, L., Almeida, D., Tarkan, A. S., Önsöy, B., Miranda, R., Godard, M. J. et Copp, G. H. - 2011. Diagnostic features and biometry of head bones for identifying *Carassius* species in faecal and archaeological remains. *Journal of Applied Ichthyology*, 27(5), 1286-1290.
- Meddour, A., Rouabah, A., Meddour Bouderdia, K., Loucif, N., Remili, A. et Khatal, Y. - 2005. Expérimentations sur la reproduction artificielle de *Sander lucioperca*, *Hypophthalmichthys molitrix* et *Aristichthys nobilis* en Algérie. *Sciences et Technologie*, 23: 63-71.
- Ménage, M., Simonnet, F. et Moulin, A. - 2015. Statut de la Loutre d'Europe et risque de mortalité routière sur le territoire du SAGE Elorn – GMB, 93p.

- Mercier, L. - 2000. Méthode d'analyse du régime alimentaire de la loutre d'Europe *Lutra lutra*. Polycopié route de la roche S^T Brice (France)
- Mercier, L. - 2003. Régime alimentaire de la loutre *Lutra lutra*, sur l'île de Noirmoutier (Vendée). *Le Naturaliste Vendéen*, 3, 121-131.
- Mimeche, F., Belhamra, M., et Mimeche, H. - 2015. Growth parameters of *Cyprinus carpio* linnaeus, 1758 (Cyprinidae) in the K'Sob reservoir in M'sila (Algeria). Croissance de *Cyprinus carpio* linnaeus, 1758 (Cyprinidae) dans le barrage el K'sob dans la Wilaya de M'sila (Algérie). *Courrier du Savoir*, 19, 59- 64.
- Moors, P.J., 1980. Sexual dimorphism in the body size of mustelids (Carnivora): the roles of food habits and breeding systems. *Oikos*, 34: 147-158.
- Nait Larbi, H. - 2011. *Utilisation des ressources alimentaires par la loutre, Lutra lutra (Linné, 1758) durant deux saisons (été-automne) dans le barrage de Djorf Torba (Kenadsa-Bechar)*. Mémoire Magistère, Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomiques, Algérie.
- Narváez, M., Cabezas, S., Blanco-Garrido, F., Baos, R., Clavero, M., et Delibes, M. - 2020. Eurasian otter (*Lutra lutra*) diet as an early indicator of recovery in defaunated river communities. *Ecological Indicators*, 117, 106547.
- Nasasagare, R. P. et Libois, R. - 2012. Clé de détermination des restes crâniens de poissons collectés sur les rives nord du lac Tanganyika et de ses environs. *Bulletin Scientifique de l'Institut National pour l'Environnement et la Conservation de la Nature*. 10 : 62-72.
- Nicolas, V., Souttou, K., Gouisse, K., Doumandji, S. et Denys, C. 2014a. First molecular evidence for the presence of *Gerbillus latastei* (Rodentia, Muridae) in Algeria. *Mammalia*, 78(2); 267-271.
- Nicolas, V., Hamani, A., Amrouche, L., Bensidhoum, M., Boukhemza, M., Doumandji, S. et Denys, C. - 2014b. First molecular evidence for the presence of *Crocidura pachyura* (Mammalia, Soricidae) in Kabylie (Algeria). *Mammalia*, 78(2), 245-249.
- Novais, A., Sedlmayr, A., Moreira-Santos, M., Goncalves, F. et Ribeiro, R. - 2010. Diet of the otter *Lutra lutra* in an almost pristine Portuguese river: seasonality and analysis of fish prey through scale and vertebrae keys and length relationships. *Mammalia*, 74(1), 71-81.
- Olsén, K. H. et Lundh, T. - 2016. Feeding stimulants in an omnivorous species, crucian carp *Carassius carassius* (Linnaeus 1758). *Aquaculture Reports*, 4, 66-73.
- Ozkazanc, N. K., Ozay, E., Ozel, H. B., Cetin, M. et Sevik, H. - 2019. The habitat, ecological life conditions, and usage characteristics of the otter (*Lutra lutra* L. 1758) in the Balikdami Wildlife Development Area. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(11), 645.
- Pellegrin, J. - 1921. Les poissons des eaux douces de l'Afrique du Nord française (Maroc, Algérie, Tunisie, Sahara). *Mém. Soc.Sci. Nat. Maroc*, 1, 1-217.
- Perdices, A. et Doadrio I. - 1992. Presence of the Asiatic cyprinid *Peudorasbora parva* (Schlegel 1842) in North Africa. *Miscel·lània Zoològica.*, 16, 236-239.
- Philippart, J.C. - 1989. Ecologie des populations de poissons et caractéristiques physiques et chimiques des rivières dans le bassin de la Meuse belge. *Bulletin de la société géographique de liège*, 25, 175-198.
- Piquet, P. - 1960. Capture peu banale d'une loutre sur le rivage algérois. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord*, 51, 137-138.
- Playfair, H.M. et Letourneux, M. - 1871 Memoir on the hydrogeographical system and the freshwater fish of Algeria. *Annals of Natural History*, 8(4), 373- 394
- Polednik, L., Mitrenga, R., Polednikova, K. et Lojkasek, B. - 2004. The impact of methods of fishery management on the diet of otters (*Lutra lutra*). *Folia Zoologica*, 53(1), 27-36.
- Politou, C.Y., Economidis, P. S. et Sinis, A.I. - 1993. Feeding biology of bleak, *Alburnus alburnus*, in Lake Koronia, northern Greece. *Journal of fish biology*, 43(1), 33-43.

- Poncin, P. - 1993. La reproduction des poissons de nos rivières. *Cahiers d'Ethologie*, 13(3), 317-342.
- Poncin, P., Melard, C.H. et Phillipart, J.C. - 1987. Utilisation de la température et de la photopériode pour contrôler la maturation sexuelle en captivité de trois espèces de poissons cyprinidés européennes : *Barbus barbatus* (L), *Leuciscus cephalus* (L) et *Tinca Tinca* (L). Résultats préliminaires. *Bulletin. Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 304, 1-12.
- Prigioni C, Balestrieri A et Remonti L. - 2007. Decline and recovery in otter *Lutra lutra* populations in Italy. *Mammal Review*, 37, 71–79.
- Prigioni, C., Balestrieri, A., Remonti, L., Gargaro, A. et Priore, G. - 2006. Diet of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) in relation to freshwater habitats and alien fish species in southern Italy. *Ethology Ecology and Evolution*, 18(4), 307-320.
- Quézel, P. et Médail F. - 2003. Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Edition Elsevier, collection environnement, Paris, 571 p.
- Ramade, F. - 1984. Eléments d'écologie fondamentale. Ed. *Mc Graw*, Paris, 397 p.
- Ramade, F. - 2003. Eléments d'écologie, Ecologie fondamentale. 3ème édition. Paris.690 p.
- Ramade, F. - 2008. *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité*. Edition Dunod, Paris, 1152p.
- Rasooli, P., Kiabi, B.H. et Abdoli, A. - 2007. On the status and biology of the European otter, *Lutra lutra* (Carnivora: Mustelidae), in Iran. *Zoology in the Middle East*, 41:25-29.
- Remini, B. - 2005. L'évaporation des lacs de barrage dans les régions aride et semi arides : exemples algériens. *Larhyss journal*, 04, 81-89.
- Remonti, L., Balestrieri, A. et Prigioni, C. - 2009. Altitudinal gradient of Eurasian otter (*Lutra lutra*) food niche in Mediterranean habitats. *Canadian Journal of Zoology*, 87(4), 285-291.
- Remonti, L., Prigioni, C., Balestrieri, A., Sgrosso, S. et Priore, G. - 2008. Trophic flexibility of the otter (*Lutra lutra*) in southern Italy. *Mammalian Biology*, 73(4), 293-302.
- Remonti, L., Prigioni, C., Balestrieri, A., Sgrosso, S. et Priore, G. - 2010. Eurasian otter (*Lutra lutra*) prey selection in response to a variation of fish abundance. *Italian Journal of Zoology*. 77(3), 331-338.
- Rémy, É. - 2006. Méthode indiciaire et prise photographique. Le cas du suivi de la loutre. *Natures Sciences Sociétés*, 14(2), 144-153.
- Richard-Mazet, A. - 2005. *Etude éco toxicologique et environnementale de la rivière Drome : application à la survie de la loutre*, Thèse de doctorat, Université Joseph- Fourier-Grenoble, France, 238 p.
- Riesco, M., Delibes, M., Calzada, J., Esquivias, J., Qninba, A. et Clavero, M. - 2020. Desert otters: Distribution, habitat use and feeding ecology in arid rivers of Morocco. *Journal of Arid Environments*, 178, 104-165.
- Rinchart, J., and Kestemont, P. - 1996. Comparative study of reproductive biology in single-and multiple-spawner cyprinid fish. I. Morphological and histological features. *Journal of fish biology*, 49(5), 883-894.
- Roberts, T. R. - 1975. Geographical distribution of African freshwater fishes. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 57(4), 249-319.
- Romero, R. et Guitián, J. - 2017. Food and feeding habits of Eurasian otter, *Lutra lutra*, and American mink, *Neovison vison*, in an Atlantic island of northwest Spain. *Folia Zoologica*, 66(2), 117-125.
- Roos, A., Greyerz, E., Olsson, M. et Sandegren, F. - 2001. The otter (*Lutra lutra*) in Sweden - population trends in relation to \sum DDT and total PCB concentrations during 1968–99. *Environmental Pollution*, 111, 457-469

- Roos, A., Loy, A., de Silva, P., Hajkova, P. et Zemanová, B. - 2015. *Lutra lutra*. In: IUCN 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015. www.iucnredlist.org. Accessed 14 June 2015.
- Roos, A., Rige, F. et Orberg, J. - 2010. Ecotoxicology and environmental safety bone mineral density in Swedish otters (*Lutra lutra*) in relation to PCB and DDE concentrations. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73(5), 1063-1070.
- Roos, A.M., Bäcklin, B.V.M., Helander, B.O., Rigét, F.F. et Eriksson, U.C. - 2012. Improved reproductive success in otters (*Lutra lutra*), grey seals (*Halichoerus grypus*) and sea eagles (*Haliaeetus albicilla*) from Sweden in relation to concentrations of organochlorine contaminants. *Environmental Pollution*, 170, 268-275.
- Rosoux, R. - 1995. Cycle journalier d'activités et utilisation des domaines vitaux chez la Loutre d'Europe (*Lutra lutra* L.) dans le Marais Poitevin (France). *Cahiers d'Ethologie*, 15, 283-305.
- Rosoux, R. - 1998. Etude des modalités d'occupation de l'espace et utilisation des ressources trophiques chez la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*) dans le Marais Poitevin. Thèse de Doctorat, Université de Rennes I. 186 p.
- Rosoux, R. et Green J. - 2004. La loutre. Editions Belin Eveil Nature, Paris. 96 p.
- Rosoux, R. et Jacques H. - 2000. Les mustélidés. *Le courrier de la nature*, 183, 33-39.
- Rosoux, R. et Tournebize T. - 1993. Analysis of the causes of otter deaths in the western marshes of France and their catchment areas; and in the Marais Poitevin. XVII Coll. Mamm. La loutre et le vison d'Europe Niort (France) pp : 01
- Ruiz-Olmo, J. - 2006. The otter *Lutra lutra* on Corfu Island (Greece): Situation in 2006. *IUCN/SCC Otter Specialist Group Bulletin*, 23(1), 16-24.
- Ruiz-Olmo, J. et Delibes, M. - 1993. Status and results of research on the European otter in Spain XVII Coll. Mamm. La loutre et le vison d'Europe Niort (France) pp : 01
- Ruiz-Olmo, J., et Palazón, S. - 1997. The diet of the European otter (*Lutra lutra* L., 1758) in Mediterranean freshwater habitats. *Journal of Wildlife Research*, 2(2), 171-181.
- Ruiz-Olmo, J., Lopez-Martin, J.M. et Delibes, M. - 1998. Otters and pollution in Spain. Symp. Zool. Soc. London, 71, 325-338.
- Ruiz-Olmo, J., Lopez-Martin, J.M. et Palazon, S. - 2001. The influence of fish abundance on the otter (*Lutra lutra*) populations in Iberian Mediterranean habitats. *Journal of Zoology*, 254(3), 325-336.
- Ruiz-Olmo, J., Jimenez J., Palazon, S., et Lopez-Martin, J.M. - 1999. Ecologie et conservation de la loutre (*Lutra lutra*) et du vison d'Europe (*Mustela luteola*) en milieu méditerranéen. In : l'étude de la conservation des carnivores, SFPEM, 104-112.
- Ruiz-Olmo, J., Olmo-Vidal, J.M., Manas, S. et Batet, A. - 2002. The influence of resource seasonality, on the breeding patterns of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) in Mediterranean habitats. *Canadian Journal of Zoology*, 80(12), 2178-2189.
- Sahtout, F. - 2018. Etude de la biologie de la population de la carpe *Cyprinus carpio* du barrage Ain El Dalia et Fom El Khanga (Souk-Ahras). Thèse de doctorat. Université Mohamed Chérif Messaadia Souk-Ahras.
- Sales-Luís, T., Pedroso, N.M. et Santos-Reis, M. - 2007. Prey availability and diet of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) on a large reservoir and associated tributaries. *Canadian Journal of Zoology*, 85(11), 1125-1135.
- Schilling, D., Singer, D., Diller, H et Cuisin, M. - 1986. Guide des mammifères d'Europe. Ed Delachaux et Niestlé, 264 p.
- Seltzer, P. - 1946. Le climat de l'Algérie. Institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie. Université d'Alger, 219 p.
- Seurat, L.G. - 1930. Les connaissances actuelles sur les poissons culicivores. *Bull. Stn. Aquic. Pêche Castiglione*, 1, 55-73.

- Simonnet, F. - 2006. Loutre d'Europe, la reconquête des rivières. Supplément spécial Eau et Rivières de Bretagne, 14-17
- Simonnet, F., et Caroff, C. - 2009. Contrat-Nature, Mammifères Semi-aquatiques de Bretagne. Bilan 2005-2008. Rapport Groupe Mammalogique Breton, 33 p + annexes
- Skouri, M. - 1994. Les ressources physiques de la région méditerranéenne. In Dupuy B. (comp.). « Equilibre alimentaire, agriculture et environnement en Méditerranée ». CIHEAM. IAMM., Montpellier, 15-30.
- Smiroldo, G., Villa, A., Tremolada, P., Gariano, P., Balestrieri, A. et Delfino, M. - 2019. Amphibians in Eurasian otter *Lutra lutra* diet: osteological identification unveils hidden prey richness and male-biased predation on anurans. *Mammal Review*, 49(3), 240-255.
- Sulkava, R. - 1996. Diet of otters *Lutra lutra* in central Finland. *Acta Theriologica* 41: 395-408.
- Taylor, I.R., Jeffries, M.J., Abbott, S.G., Hulbert, I.A.R. et Virdee, S.R.K. - 1988. Distribution, Habitat and Diet of the otter *Lutra lutra* in the Drina Catchment, *Yugoslavia Biological. Conservation*, 45, 109-119.
- Teletchea, F. et Le Doré, Y. - 2011. Etude sur l'élevage des carpes dites chinoises en France et évaluation de leur possible reproduction naturelle dans les cours d'eau Français. Rapport final du laboratoire « UR AFPA ». Unité de recherche animal et fonctionnalité des produits animaux.
- Temple, H.J. et Cuttelod, A. (Compilers). - 2009. The Status and Distribution of Mediterranean Mammals. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 32 p.
- Temple, H.J. et Terry, A. (Compilers). - 2007. The Status and Distribution of European Mammals. IUCN, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 48 p.
- Thiriet, J. et Mercier, L. - 2006. Indices récents de la présence de la loutre d'Europe *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758) (Carnivora, Mustelidae) dans le nord du haut-Rhin (France). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle et d'Ethnographie de Colmar*, 67, 77-78.
- Tolba, M., Kaouachi, N., Boualleg, C., Mouaïssia, W., Allalga, A., Berrouk, H. et Boulahbal, S. - 2018. Impact of Parasitic Helminths on the Growth of *Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842) (Cyprinid fish) Populating Beni Haroun Dam (East of Algeria). *World. Journal of Environmental Bioscience*, 7 (1), 92-99.
- Touil, A., Casal-Lopez, M., Bouhadad, R. et Doadrio, I. - 2019. Phylogeny and phylogeography of the genus *Luciobarbus* (Haeckel, 1843) in Algeria inferred from mitochondrial DNA sequence variation. *Mitochondrial DNA Part A*, 30(2), 332-344.
- Toyran, K. et Albayra, İ. - 2019. Distribution and ecology of *lutra lutra* (Linnaeus, 1758) in kizilirmak river (Turkey). *JAPS: Journal of Animal et Plant Sciences*, 29(3), 871-880
- Valadou, B. - 2007. Le silure glane (*Silurus glanis*, L.) en France. Evolution de son aire de répartition et prédiction de son extension. *Conseil Supérieur de la Pêche Protection des milieux aquatiques*. 92 p.
- Varanguin, N. et Sirugue, D. - 2008. Vers une reconquête des rivières par la loutre en Bourgogne. *Revue Scientifique de Bourgogne Nature*, 8, 205-227.
- Varray, S. - 2011. Etude des continuités écologiques du castor et de la loutre sur le bassin de la Loire: analyse de la franchissabilité des obstacles à l'écoulement. *ONCFS, Paris*.
- Vatandoust, S., Yerli, S.V. et Jalili, P. - 2016. Descriptive osteology of *Squalius orientalis* from Urmia Lake basin of Iran. *International Journal of Aquatic Biology*, 4(3), 215-223.
- Watt, J., Pierce, G.J. et Boyle, P. R. - 1997. Guide to the identification of North Sea fish using Premaxillae and Vertebrae. *Denmark, Copenhagen*, 235 p
- Wayre, P. - 1979. *The private life of the Otter*. Editions Batsford, London, 112 p.

- Webb, J.B. - 1975. Food of the otter (*Lutra lutra* L.) on the Somerset Levels. *Journal of Zoology (London)*, 177, 486-491.
- Weber, J M. - 1990. Seasonal exploitation of amphibians by otters (*Lutra lutra*) in north-east Scotland. *Journal of Zoology London*, 220(4), 641-651.
- Weber, J.M. - 1993. Disparition de la loutre en Suisse. XVII Coll. Mamm. La loutre et le vison d'Europe Niort (France), 1 p
- Weber, J M. - 2008. *Suivi des loutres de l'Aar*, Projets de recherches coordonnés pour la conservation et la gestion des carnivores en Suisse, 29 p.
- Weinberger, I. C., Muff, S., de Jongh, A., Kranz, A., et Bontadina, F. - 2016. Flexible habitat selection paves the way for a recovery of otter populations in the European Alps. *Biological Conservation*, 199, 88-95.
- Wheeler, A.P., et Allen, M.S. - 2003. Habitat and diet partitioning between shoal bass and largemouth bass in the Chipola River, Florida. *Transactions of the American Fisheries Society*, 132(3), 438-449.
- Wise, M.H., Linn, I.J. et Kennedy, C.R. - 1981. A comparison of the feeding biology of mink *Mustela vison* and otter *Lutra lutra*. *Journal of Zoology*, 195: 181–213.
- Wisniowska, L. - 2007. Otter (*Lutra lutra* L.) damage in commercial carp ponds of Southern Poland. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 17(2), 137-141.
- Yoxon, P. et Yoxon, B. - 2019. Eurasian otter (*Lutra lutra*): A review of the current world status. *Otter, Journal of the International Otter Survival Fund*, 5, 53-73.
- Zivcov, M. et Petrov, G. - 1993. On the pattern of correlation between the fecundity, length, weight and age of pickperch *Stizostedion lucioperca*. *Journal of Fish Biology*, 43, 173-182.
- Zouakh, D.E., et Bouhadad, R. - 2002. Potentialités aquacoles des eaux continentales algériennes. Commémoration de la Journée mondiale de l'alimentation, Alger, oct. 2002, MATE 32-45.
- Zouakh D.E., Bouhaddad R., Moula M. et Cherbi M. - 2004. Ichtyofaune, macrofaune benthique et peuplements zooplanctoniques des hydrosystèmes du Hoggar et du Tassili. *Bulletin de la Société zoologique de France*, 2005, 130 (1), 55-80.



Food Availability and Diet Composition of the Eurasian Otter *Lutra lutra* (L. 1758) in Saharan Aquatic Ecosystem, Dam of Djorf Torba's, Bechar-Algeria

Z. Kaci, M. Biche¹ and M. Sellami¹

Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana, Rue Theniet El Had Khemis-Miliana Ain Defla-Algérie.

¹Département de Zoologie Agricole et Forestière, Ecole Nationale Supérieure Agronomique. Avenue Hassan Badi-Alger
E-mail: z.kaci@univ-dbkm.dz

Abstract: The European Otter, *Lutra lutra* (L. 1758) diet has been studied during two seasons (winter-spring) in a Saharan aquatic ecosystem in south-western part of Algeria. The inventoried fish fauna is composed of eight species namely barbell (*Luciobarbus pallaryi*), pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*), carassin (*Carassius carassius*), common carp (*Cyprinus carpio*), silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*), large mouth carp (*Aristichthys nobilis*), common bleak (*Alburnus alburnus*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*). A total of 189 faeces samples (spraints) were collected from January to June which helped in identifying 419 preys divided into five categories (arthropods, fish, amphibians, reptiles and birds). The relative frequencies of occurrence, abundance and biomass of preys have been calculated. The Eurasian Otter feeds on a variety of fish species, which constitute about 80% of relatives occurred and 89% of total biomass ingested by this animal where the only dominant species was the barbel, as an endemic species which remains the favourite prey of the Mustelidae. Additionally, other preys completed the animal's diet such as arthropods, amphibians, reptiles and birds. With regards to the seasonal variations, the barbel remains always the most abundant prey.

Keywords: Algeria, Barbel, Diet, Djorf Torba's dam, Otter

Eurasian otter *Lutra lutra* (L. 1758) has one of the largest population distributions in the world (Kruuk 2006). It is widespread in Europe, parts of North Africa and Asia. It can be found in different locations, for instance highlands, lakes, rivers and streams, marshes, swamp forests and coastal areas. In Europe, its range extends on the Boreal, Atlantic, Alpine, Continental, Pannonian, Anatolian, Black Sea and Mediterranean biogeographic regions (Lanszki et al 2016). Klaa (1993) counted 52 sites visited by the mustelid in Algeria. The same author reported that otters' populations are especially subservient to the coastal zones (El Kala, Jijel, Beni Belaid). In the center of the country, fingerprints were found on the banks of Hamiz, Mazafran river's edges and Cheliff river. Le Berre (1990) reported that the Otter exists in the Saoura Valley, in Igli, in the Saharan Atlas (Tiout, Djebel Ammour) and Beni Abbes. He considered that the animal was trained further to the south during a flood.

The Otter saw is fragmentally distribution and shrunken throughout Algeria. However, it disappeared completely in certain sites, such as Bordj El Kiffan (Piquet 1960) which is due certainly to high pollution and scarcer resource of some aquatic environments. Because of its vulnerability, the Otter is listed in Appendix I of the Convention on International Trade in Endangered Species of Fauna and Flora realised by the International Union for the Conservation of Nature (IUCN). The Otter has been protected since 1983 and has begun to recolonize certain aquatic environments in view of the fact that the water quality and the food availability which has been greatly improved (repopulation of certain aquatic environments in carp species). Although it is widespread from the Morocco Atlantic coast to Tunisia, its distribution is not well known in Algeria. Reported in the

1930s by Heim De Balsac, cited by Kowalski and Rzebik-Kowalska (1991), the Otter recolonized the Djorf Torba's dam located in an arid environment.

The Otter's diet is highly variable (temporally and geographically) and may include a wide variety of aquatic animals, including fish, amphibians, reptiles, crayfish, crustaceans, aquatic insects, birds and mammals (Lanszki and Sallai 2006, Prigioni et al 2006, Gorgadze 2013, Krawczyk et al 2016, Bouroş and Murariu 2017). The otter's diet is quite well known in Europe but much less known in Algeria, especially in arid zones. It is to be mentioned that only one previous study containing data of about 18 years in the El-Kala National Park (Algeria) was realized (Libois et al 2015). In order to better respond to the conservation issues and the sustainable use of the environment and biodiversity, initial study on fish prey availability and the diet composition of the Eurasian Otter in a Saharan aquatic ecosystem was conducted.

MATERIAL AND METHODS

Study area: The spraints was sampled upstream and downstream of Djorf Torba dam, this latter is aquatic environment located in a Saharan territory of 2770 km² area. The dam located in Bechar Province, in the South-West of Algeria at 980 km from the capital Algiers. It is limited from the North by two mountains (Djebel Antar 1960 m and Djebel Horriet 1461m) and the Hamada of Oum Sbaa, from the South by Chabket Mennouna, from the East by Djebel Bechar (1500 m) and from the West by the Kenadsa region. The dam is located at 60 km west of the capital of the province of Bechar and 25 km from the town of Kenadsa, with an average altitude of 800 m (31°30'19"N, 02°46'10"W). The dam was built on Guir river in 1969.

This latter is a river that has its source in eastern Morocco and extends into southwestern Algeria. The dam controls a catchment area of 22000 km² and its reservoir capacity is 360 million m³ (Kabour et al 2015) (Fig. 1).

Otter's spraints sampling: A total of 189 spraints were collected at two sites from January to June 2011. The first site corresponds to the upstream dam and the second to its downstream. In general, the collection was carried out along the places frequently used by the animal when it comes out of the water on transects of 10 meters.

Available food sampling: The Mustelid is the only predator of the fish populations. A study was conducted to determine the prey consumed by the Otter. Boats and nets were put at our disposal by the authorized fishermen for the exploitation of the piscicultural fauna. A total of six trips were organized for the nets placement (four in March and two in June 2013).

Spraints treatment: Each sample was disaggregated in clear water and then passed through a 0.6 mm mesh screen and dried (Libois et al 1987a, Weber 2008) in order to collect identifiable elements, and spraints were sorted out.

Identification and preys' enumeration: As we are dealing with a piscivorous species, parts retained are pharyngeal bones, maxilla, premaxilla, and dental. Determination of teleost is based on identification of bones characteristics of each species using the osteological atlas (Libois et al 1987a,b, Libois and Hallet-Libois 1988). Other preys such as birds' remains have been determined using feathers fragments, while reptiles are determined from molts and insects by elytra remains. However, some fish species (case of carp species, pseudorasbora, tilapia, barbel) found in the dam, are not shown in the osteological atlas, which is made particularly for European fish species. Thus, we prepared a reference collection of cephalic parts for all fish settling in the site.

Cephalic pieces preparation: In order to recover the cephalic parts of different collected fish, their heads were cut and boiled. The bones (pharyngeal bone, maxilla, premaxilla and dental) were removed and soaked for two minutes in water containing a few drops of sodium hypochlorite. Later, the pieces were collected and rinsed thoroughly to avoid the subsequent crumbling. After drying, they are kept in a pillbox containing the following information: date, site and species name.

Data analysis: To express data relative to the diet and to be able to interpret them, three parameters have been used: relative occurrence, relative abundance and relative biomass (Libois et al 1987a, 1991, Libois and Rosoux 1989, 1991, Libois 1995-1997). Occurrence frequency and relative occurrence revealed that they are the most commonly methods used in otter's diet studies (Mercier 2003, Polednik et al 2004, Sales-Luis et al 2007, Carss and Parkinson 2009).

Relative abundance (RA), frequency of occurrence (FO) and relative of occurrence were calculated using the following formulae.

$$RA = \frac{\text{Number of prey of a species}}{\text{Total number of prey}} \times 100$$

$$FO = \frac{\text{Number of spraints containing a species prey}}{\text{Total number of spraints}} \times 100$$

$$RO\% = \frac{\text{Number of spraints containing a species prey}}{\text{Sum of occurrences of all prey groups}} \times 100$$

As for preys' biomass estimation represented in the diet by a given taxa, it has been calculated by weighting preys number by average individual number for each fish species found in spraints (Libois et al 1987b). As for other preys, proceeded with the same way than Libois et al (2015) by giving 2g to arthropods, 100g to amphibians, 100g to reptiles and 60g for birds. The Chi-square test was used to examine differences in otter diet between two seasons (Winter-Spring). The JMP 8.0.2 statistical package was used for the processing of the data obtained.

RESULTS AND DISCUSSION

Food availability identification: Ichthyofauna inventoried within Djorf-Torba's dam is composed of the following eight species: Barbell *Luciobarbus pallaryi* (Pellegrin 1919), *Pseudorasbora Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel 1846), Carassin *Carassius carassius* (L. 1758), Common carp *Cyprinus carpio* (L.

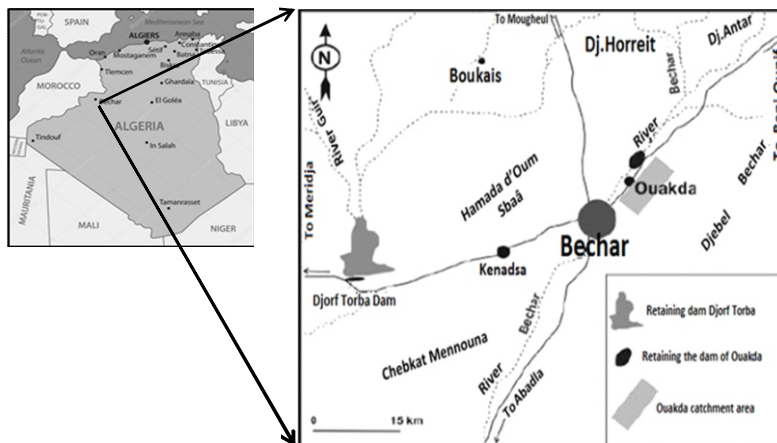


Fig. 1. Geographical situation of Djorf Torba's dam

1758), Silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes 1844), Large mouth carp *Aristichthys nobilis* (Richardson 1845), Common bleak *Alburnus alburnus* (L. 1758) and Tilapia *Oreochromis niloticus* (L. 1758). The majority of fish species retained for osteological atlas belong to the Cyprinidae family and only one species is part of Cichlids (*O. niloticus*).

Otter's overall diet: The analysis of the collected 189 spraints allowed the identification of 419 preys divided into five categories (Table 1). Generally speaking, the Eurasian otter shows a diversified diet composed of arthropods, fish, amphibians, reptiles and birds. In another expression, the Otter exploits simultaneously earth and aquatic resources. It also seems to be widely selective for collected species, considering that *Aristichthys nobilis* and *Hypophthalmichthys molitrix* have not been detected in any analysed samples.

Preys consumed by the otters are essentially fish with a rate of 80.88% in relative occurrence (80% of total biomass ingested), the remaining preys are represented by arthropods, amphibians, reptiles and birds. In terms of relative occurrence, among cyprinids, the *L. pallaryi*, which is an endemic species of the region, stays the prey the most hunted by the otter, as it dominates with over 32%. This latter was followed by *P. parva*, *A. alburnus*, undetermined cyprinidae, reptiles, *C. carpio*, amphibians, *C. carassius*, *O. niloticus* and occasional preys (arthropods and birds).

In the second time, the symmetrical parts enumeration allows expressing results in terms of relative abundance. The most abundantly ingested preys are, again, the Barbel (31.5%) followed by Pseudorasbora, Common bleak, Cyprinidae and remaining composed of reptiles, common carp, amphibians, tilapia, carassin with a rate under 7%. On the other hand, arthropods and birds represent only a total abundance of 2.86%. Preys consumed by the

otter have almost the same classification order as well for relative occurrence and for relative abundance, while relative biomass gives another approach on diet. The Barbel is always the main prey swallowed by otter with biomass of 64.08%, followed by common carp, while carassin was consumed in small numbers; its biomass was more important (10.79%). Other fishes which are collected in large number and having a very weak relative biomass not exceeding 1.24%, such as pseudorasbora the common beak and tilapia. Other preys' categories include reptiles and amphibians; arthropods and birds; where their rate does not exceed 5.50%.

Seasonal variations: In terms of occurrence frequencies, relative occurrence, abundance and relative abundance; fishes represent the large majority in the diet during the two sampling seasons with rates of occurrence and abundance exceeding 94% in winter and over 70% in spring (Table 2). In winter, the Barbel remains the most predated prey; it dominates with 27.20% in relative occurrence and 29.07% in relative abundance, followed by other fish species such as pseudorasbora, tilapia, bleak and other species achieving food diet, with arthropods, amphibians and reptiles. During this same season, birds have not been captured by otter. During the spring season, fish's always represent the most consumed prey by otter, with over 70% in relative occurrence and in abundance. The high uptake of barbell with relative occurrence and abundance were of 36.08 and 33.20% respectively. Reptiles reach an important peak during this period with more than 14% in relative occurrence and 11.34% in relative abundance. Tilapia has not been predated during this period. Reptiles, which were nearly absent in winter, appear broadly and come in second position in relative occurrence in spring. Statistical analysis for the season variable (winter-spring), shows highly

Table 1. Overall composition of otter's diet in Djorf Torba's dam

Preys	Occurrence	Abundance	Biomass (g)
<i>Luciobarbus pallaryi</i>	55.03 (32.60)	132 (31.50)	33897.60 (64.02)
<i>Pseudorasbora parva</i>	19.05 (11.29)	68 (16.23)	263.84 (0.50)
<i>Alburnus alburnus</i>	15.87 (9.40)	51 (12.17)	657.39 (1.24)
<i>Cyprinus carpio</i>	12.17 (7.21)	27 (6.44)	6634.17 (12.53)
<i>Carassius carassius</i>	10.05 (5.96)	21 (5.01)	5714.94 (10.79)
<i>Oreochromis niloticus</i>	8.47 (5.02)	22 (5.25)	325.38 (0.61)
Cyprinidae undetermined	15.87 (9.40)	34 (8.11)	- -
Total fish	- (80.88)	355 (84.71)	47493.32 (89.69)
Arthropods	3.70 (2.19)	8 (1.91)	16 (0.03)
Amphibians	11.11 (6.58)	23 (5.49)	2300 (4.34)
Reptiles	15.34 (9.09)	29 (6.92)	2900 (5.48)
Birds	2.12 (1.25)	4 (0.95)	240 (0.45)

Figures in parentheses are in percent

Table 2. Otter's diet composition during winter-spring 2011

Preys	Winter		Spring	
	Occurrence	Abundance	Occurrence	Abundance
<i>Luciobarbus pallaryi</i>	49.28 (27.20)	50 (29.07)	58.33 (36.08)	82 (33.20)
<i>Pseudorasbora parva</i>	37.68 (20.80)	47 (27.33)	8.33 (5.15)	21 (8.50)
<i>Alburnus alburnus</i>	10.14 (5.60)	8 (4.65)	19.17 (11.86)	43 (17.41)
<i>Cyprinus carpio</i>	24.64 (13.60)	19 (11.05)	5.00 (3.09)	8 (3.24)
<i>Carassius carassius</i>	13.04 (7.20)	9 (5.23)	8.33 (5.15)	12 (4.86)
<i>Oreochromis niloticus</i>	23.19 (12.80)	22 (12.79)	0 (0)	0 (0)
Cyprinidae undetermined	13.04 (7.20)	10 (5.81)	17.50 (10.82)	24 (9.72)
Total fishes	- (94.40)	165 (95.93)	- (72.15)	190 (76.93)
Arthropods	4.35 (2.40)	3 (1.74)	3.33 (2.06)	5 (2.02)
Amphibians	4.35 (2.40)	3 (1.74)	15 (9.28)	20 (8.10)
Reptiles	1.45 (0.80)	1 (0.58)	23.33 (14.43)	28 (11.34)
Birds	0 (0)	0 (0)	3.33 (2.06)	4 (1.62)

Figures in parentheses are in percent

significant difference for all the prey consumed by the otter ($\chi^2 = 105.036$, $P(0.0001, \text{ddl} = 10)$ of occurrence frequency).

The Otter diet is well understood the primary food of otters is fish (Richard-Mazet 2005, Kruuk 2006, Lemarchand 2007, Gorgadze 2013, Krawczyk et al 2016, Bouroş and Murariu 2017). The otter's diet analysis in the Saharan ecosystem confirms that the species is essentially piscivorous. The otter menu is supplemented by other prey items such as arthropods, amphibians, reptiles and birds. In the present study the relative occurrence of fishes consumed by otters reaches up to 80%, and they represent about 90% of total biomass ingested (Clavero et al 2003). In otter's diet, cyprinids is the only family better represented simultaneously in terms of relative occurrence frequency, in relative abundance and in total biomass ingested by otters, respectively (75.86%, 79.46% and 89.08%). From this study and among the cyprinids, it appears that the barbel populating the Djorf Torba dam belonged to the *B. antinorii* species (Bouhadad 1993), but recently Brahimi et al (2016) have attached to the genus *Luciobarbus* and then becomes *L. pallaryi*. It occupies the first place in the otter menu with an occurrence and relative abundance reaching 32.60% equivalent to a total biomass of 64.02%. The same prey dominates with three species of barbels (*L. labiosa*, *L. fritschii* and *Labeobarbus paytoni*) in the otter menu in Morocco (Libois et al 2015). Among the work done in the dam, some authors confirm the predominance of the barbel on the otter menu (Nait Larbi 2011). Among ichthyofauna subservient of dam, only the *L. pallaryi* is endemic to the region. Three carp species: silver carp, common carp and large mouth carp, were subject of release in the 80's (Meddour et al 2005), followed by other species such as pseudorasbora, common bleak, carassin, and Nile tilapia. Certain fishes such as the sunfish, *Lepomis gibbosus* (L 1758), black bass *Micropterus salmoides* (Lacepède 1802), common bream *Abramis brama* (L. 1758) and the glaucous catfish *Silurus glanis* (L. 1758) were introduced in 1986 and recorded by the direction of fishing in the province of Bechar but do not appear in our inventory.

Lemarchand (2007) notes among cyprinids preyed by otter, *B. barbatus* are in the first place in otter's diet in Auvergne, the same fish has been revealed in 50% of spraints in Cevennes Park (Fonderflick et al 1995). Ruiz-Olmo (2006) in the Marais Poitevin reported that the otter shows a great eclecticism food. Libois et al (2015) that in National Park of El-Kala small sizes fish (pseudorasbora and barbels) dominate diet, 62% are less than 12.5cm. According to Libois (1997) and Kloskowski (2000) consumption of very small fish seems to be as an usual phenomenon. Kloskowski (2005) in Poland note that otter inflicts a lot of losses on the Common carp. This latter, dominates the diet with 43%. In terms of numbers, it tends to capture small species such as Russian carp *Carassius auratus gibelio* (27%) and Roach *Rutilus rutilus* (12%). In aquatic environment, small sized species are generally much more abundant than the large ones, case of barbell *L. pallaryi* in Bechar, which is probably attractive by its small size and its abundance. It is therefore most often encountered by otter. Moreover, in certain Mediterranean biotopes, young otters prefer young barbels (Ruiz-Olmo et al 2002, Libois et al 2015).

CONCLUSION

The piscivorous diet of Eurasian Otter's diet *Lutra lutra* in aquatic Saharan environment is confirmed. It adapts according to seasons

and prey's abundance. Otter captures and feeds on all fishes' settlement on the dam. Fish predominate and are in the first ranking in the food diet, where the barbel, *L. pallaryi* remains the main consumed prey. Otter externalizes an important flexibility in its food diet and adapts it according to seasons, and spots. Three fish species: *P. parva*, *A. alburnus* and *O. niloticus* were captured. They complete dam's Ichthyofauna listing prepared by Fisheries Department. It is noteworthy that *P. parva* may involve a threat for barbel survival from Djorf Torba's dam as an autochthon species. In the interest to fully understand the diet of the mustelid, additional analyzes should be conducted on other collection sites in order to have an idea both more general and more specific about its diet in the dam. This type of study is essential in conservation biology and in the implementation of relevant management policies for sites and national heritage.

REFERENCES

- Bouhadad R 1993. Distribution des espèces du genre *Barbus* en Algérie. *Cahiers d'Ethologie* **13**(12): 185-186.
- Bouroş G and Murariu D 2017. Comparative diet analysis of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) in different habitats: Putna-Vrancea Natural Park and Lower Siret Valley, south-eastern Romania. *North-Western Journal of Zoology* **13**(2): 311-319.
- Brahimi A, Tarai N, Benhassane A, Henrard A and Libois R 2016. Genetic and morphological consequences of Quaternary glaciations: A relic barbel lineage (*Luciobarbus pallaryi*, Cyprinidae) of the Guir Basin (Algeria). *Comptes Rendus Biologie* **339**(2): 83-98.
- Carss DN and Parkinson SG 2009. Errors associated with otter *Lutra lutra* faecal analysis. I. assessing general diet spraints. *Canadian Journal of Zoology* **238**: 301-317.
- Clavero M, Prenda J and Delibes M 2003. Tropic diversity of otter (*Lutra lutra* L.) in temperate and Mediterranean freshwater habitats. *Journal of Biogeography* **30**(5): 761-769.
- Fonderflick JJ, Dekermabon R, Libois R, Baffie R, Rosoux and Tournebize T 1995. Evolution récente du statut de la loutre dans le Parc National des Cévennes. *Cahiers d'Ethologie* **15**(2-3-4): 233-238.
- Gorgadze G 2013. Seasonal diet of the otter (*Lutra lutra*) on the Alazani River (Georgia). *Hystrix* **24**(2): 157-160.
- Kabour A, Mekkaoui A and Chebbah L 2015. Le barrage de DjorfTorba (Béchar, Sud-Ouest algérien) sous contraintes du climat, de l'environnement et de gestion. *International Journal for Environment & Global Climate Change* **3**(5): 23-32.
- Klaa K 1993. Statut de la loutre *Lutra lutra* en Algérie p 1. *XVII colloque international de mammalogie*. La loutre et le vison d'Europe, Niort, France.
- Kloskowski J 2000. Selective predation by otters *Lutra lutra* on common carp *Cyprinus carpio* at farmed fisheries. *Mammalia* **64**(3): 287-294.
- Kloskowski J 2005. Otter *Lutra lutra* damage at farmed fisheries in southeastern Poland, II: exploitation of common carp *Cyprinus carpio*. *Wildlife Biology* **11**(3): 257-261.
- Kowalski K and Rezbik-Kowalska B 1991. *Mammals of Algeria*, Polish Academy of sciences, Institute of systematics and evolution of animals, p 370.
- Krawczyk AJ, Bogdziewicz M, Majkowska K and Glazaczow A 2016. Diet composition of the Eurasian otter *Lutra lutra* in different freshwater habitats of temperate Europe: A review and meta-analysis. *Mammal Review* **46**(2): 106-113.
- Kruuk H 2006. *Otters: ecology behavior and conservation*, Oxford University Press, New-York, p 265.
- Lanszki J and Sallai Z 2006. Comparison of the feeding habits of Eurasian otters on a fast flowing river and its backwater habitats. *Mammalian Biology* **71**(6): 336-346.

- Lanszki J, Lehoczky I, Kotze A and Somers MJ 2016. Diet of otters (*Lutra lutra*) in various habitat types in the Pannonian biogeographical region compared to other regions of Europe. *Peer J* **4**: e2266.
- Le Berre M 1990. *Faune du Sahara 2 Mammifères*. Ed. Raymond Chabaud-Lechevalier, Paris, p 359.
- Lemarchand C 2007. *Etude de l'habitat de la loutre d'Europe (Lutra lutra) en région Auvergne (France): Relations entre le régime alimentaire et la dynamique de composés essentiels et d'éléments toxiques*, Thèse de doctorat, Clermont-Ferrand 2.
- Libois R 1995. Régime et tactique alimentaire de la loutre (*Lutra lutra*) en France : Synthèse. *Cahiers d'Éthologie* **15**(2-3-4): 251-274.
- Libois R 1997. Régime et tactique alimentaire de la loutre (*Lutra lutra*) dans le massif central. *Vie et milieu* **47**(1): 33-45.
- Libois R and Hallet-Libois C 1988. Eléments pour l'identification des restes crâniens des poissons dulçaquicoles de Belgique et du nord de la France II. Cypriniformes. *Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie*. Sér. A. n° 4. CRA-CNRS. Valbonne.
- Libois R and Rosoux R 1989. Ecologie de la loutre (*Lutra lutra*) dans le marais Poitevin. I. Etude de la consommation d'anguille (*Anguilla anguilla*). *Vie et milieu* **39**(3-4): 191-197.
- Libois R and Rosoux R. 1991. Ecologie de la loutre (*Lutra lutra*) dans le marais Poitevin II. Aperçu général du régime alimentaire. *Mammalia* **55**(1): 35-47.
- Libois R, Brahimi A and Ghalmi R 2015. Insight into the dietary habits of the Eurasian Otter, *Lutra lutra*, in the East of Algeria (El-Kala National Park). *Ecologia mediterranea* **41**(2): 85-91.
- Libois R, Hallet-Libois C and Lafontaine L 1987a. Le régime de la loutre (*Lutra lutra*) en Bretagne inférieure. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* **42**: 135-144.
- Libois R, Hallet-Libois C and Rosoux R 1987b. Élément pour l'identification des restes crâniens des poissons dulçaquicoles de Belgique et du nord de la France. I. Anguilliformes, Gastérostéiformes, Cyprinodontiformes, Perciformes, *Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie*. Sér. A. n° 3. CRA-CNRS. Valbonne.
- Libois R, Rosoux R and Delooz E 1991. Ecologie de la loutre (*Lutra lutra*) dans le marais poitevin. III. Variation du régime et tactique alimentaire. *Cahiers d'Éthologie* **11**(1): 31-50.
- Libois R, Fareh M, Brahimi A and Rosoux R 2015. Régime alimentaire et la stratégie trophique saisonnière de la loutre d'Europe, *Lutra lutra*, dans le moyen atlas (Maroc). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* **70**(4): 314-327
- Meddour A, Rouabah A, Meddour Bouderda K, Loucif N, Remili A and Khatal Y 2005. Expérimentations sur la reproduction artificielle de *Sander lucioperca*, *Hypophthalmichthys molitrix* et *Aristichthys nobilis* en Algérie. *Sciences et Technologie* **23**: 63-71.
- Mercier L 2003. Régime alimentaire de la loutre *Lutra lutra*, sur l'île de Noirmoutier (Vendée). *Le Naturaliste Vendéen* **3**: 121-131.
- Nait Larbi H 2011. *Utilisation des ressources alimentaires par la loutre, Lutra lutra (Linné, 1758) durant deux saisons (été-automne) dans le barrage de Djorf Torba (Kenadsa-Bechar)*. Mémoire Magistère, Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Algérie.
- Piquet P 1960. Capture peu banale d'une loutre sur le rivage algérois. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord* **51**: 137-138.
- Polednik L, Mitrenga R, Polednikova K. and Lojkasek B 2004. The impact of methods of fishery management on the diet of otters (*Lutra lutra*). *Folia Zoologica* **53**(1): 27-36.
- Prigioni C, Balestrieri A, Remonti L, Gargaro A, and Priore G 2006. Diet of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) in relation to freshwater habitats and alien fish species in southern Italy. *Ethology Ecology and Evolution* **18**(4): 307-320.
- Richard-Mazet A 2005. *Etude éco toxicologique et environnementale de la rivière Drome : application à la survie de la loutre*, Thèse de doctorat, Université Joseph- Fourier-Grenoble, France.
- Ruiz-Olmo J 2006. The otter *Lutra lutra* on Corfu Island (Greece): Situation in 2006. *IUCN/SCC Otter Specialist Group Bulletin* **23**(1): 16-24.
- Ruiz-Olmo J, Olmo-Vidal JM, Manas S and Batet A 2002. The influence of resource seasonality, on the breeding patterns of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) in Mediterranean habitats. *Canadian Journal of Zoology* **80**(12): 2178-2189.
- Sales-Luís T, Pedroso NM and Santos-Reis M 2007. Prey availability and diet of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) on a large reservoir and associated tributaries. *Canadian Journal of Zoology* **85**(11): 1125-1135.
- Weber JM 2008. *Suivi des loutres de l'Aar*, Projets de recherches coordonnés pour la conservation et la gestion des carnivores en Suisse, p 29.

Trophic ecology of the Eurasian Otter *Lutra lutra* (L. 1758) related to a Saharan Ecosystem aquatic: Dam of Djorf Torba (Kenadsa-Bechar)

Abstract:

The study was carried out in a Saharan ecosystem, the Djorf Torba dam which has an area of 2770 km², it is located at 60 km west of the capital of the wilaya of Béchar and 25 km from the city of Kenadsa with 800 m of altitude. Having a capacity of 360 million m³. In this environment subsists a population of otter *Lutra lutra* (L. 1758) on which we tried to study and explain the trophic ecology of this only semi aquatic mammal of Algeria by the analysis of 576 spraints from January to December during two annual cycles (2015 and 2019). We were led to study food availability of the dam by conducting an inventory of fish fauna related to the dam in order to establish our own reference key to identify the prey consumed by the otter for all fish populating Djorf Torba dam. The ichthyological population recorded is essentially composed of 5 families including 13 species with a clear dominance of Cyprinidae which is made up of 8 species: the Barbel (*Luciobarbus pallaryi*), the bream (*Abramis brama*), the Pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*), the silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*), the Bigmouth carp (*Hypophthalmichthys nobilis*), common carp (*Cyprinus carpio*), common bleak (*Alburnus alburnus*) and crucian carp (*Carassius carassius*). The Cichlidae family has 2 species: Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Red Tilapia (*Oreochromis aureus*), the Centrarchidae, Percidae and Poeciliidae are represented by a single species each family: Black bass (*Micropterus salmoides*), Pike perch (*Sander lucioperca*) and Mosquito fish (*Gambusia affinis*). The analyzed spraints allowed the identification of 5134 preys; they are divided into 5 different categories (fish, arthropods, amphibians, reptiles and birds). The otter's overall diet is diversified, but fish is the main food resource with more than 70% in relative occurrence and more than 87% in relative abundance. The mustelid feeds on all the fish inhabiting the dam with one species coming out on top: the *P. parva*, followed by the common bleak and the barbel. Pseudorasbora dominated the diet during 2015 and 2019 with relative occurrence and relative abundance, respectively (20.34%-46.92%) and (16.89%-30.04%). The otter's menu is very varied, it adapts according to sites, seasons, space and the abundance of prey inhabiting the environment.

Statistical analysis, the multiple comparison test, shows that many prey differ in frequency of occurrence and abundance with all prey during four seasons. The Manova multivariate Test for the seasonal and prey variable shows highly significant difference ($p=0.000$).

The highest monthly richness is recorded in spring and summer and the lowest in winter. The diversity index H' reached its maximum during the months of august and october with respectively 3.1 and 3.25 bits (year 2019) and 1.81 bits during the month of August (year 2015). The values of the equitability index are 0.55 and 0.93 bits which show that the otter diversifies its diet.

Key words: Trophic ecology, *Lutra lutra*, Djorf Torba, Bechar, ichthyological population, *P. parva*.

Ecologie trophique de la loutre d'Europe *Lutra lutra* L. 1758, liée à un écosystème aquatique saharien : le barrage de Djorf Torba (Kenadsa - Béchar)

Résumé :

L'étude a été réalisée dans un écosystème saharien, le barrage de Djorf Torba d'une superficie de 2770 km² situé à 60 km à l'ouest du chef-lieu de la wilaya de Béchar et à 25 km de la commune de Kenadsa avec 800 m d'altitude. Ayant une capacité de 360 millions de m³.

Dans ce milieu subsiste une population de loutre *Lutra lutra* (L. 1758) sur laquelle nous avons étudié l'écologie trophique par le seul mammifère semi aquatique d'Algérie par l'analyse de 576 épreintes de janvier à décembre durant deux cycles annuels (2015 et 2019). Nous étions amenés à étudier les disponibilités alimentaires du barrage en procédant à faire un inventaire de l'ichtyofaune lié au barrage dans le but d'établir notre propre clé de référence afin d'identifier les proies consommées par la loutre pour tous les poissons peuplant le barrage de Djorf Torba.

Le peuplement ichtyologique recensé est composé essentiellement de 5 familles englobant 13 espèces avec une nette dominance des Cyprinidae qui est composée de 8 espèces : le Barbeau (*Luciobarbus pallaryi*), le Pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*), la Carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*), la Carpe à grande bouche (*Hypophthalmichthys nobilis*), la Carpe commune (*Cyprinus carpio*), l'Ablette commune (*Alburnus alburnus*), le Carassin (*Carassius carassius*) et la Brème (*Abramis brama*). La famille des Cichlidae comptent deux espèces le Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) et le Tilapia rouge (*Oreochromis aureus*). Pour les Centrarchidae, les Percidae et les Poeciliidae sont représentées par une seule espèce chacune, à savoir : le Black bass (*Micropterus salmoides*), le Sandre (*Sander lucioperca*) et la Gambusie (*Gambusia affinis*).

Les épreintes analysées ont permis d'identifier 5134 proies réparties en 6 catégories différentes (les poissons, les mammifères, les arthropodes, les batraciens, les reptiles et les oiseaux). Le régime alimentaire global de la loutre est diversifié, mais les poissons constituent la ressource alimentaire principale avec plus de 70% en occurrence relative et plus de 87% en abondance relative. Le mustélidé se nourrit de tous les poissons peuplant le barrage avec une seule espèce qui vient en tête : le Pseudorasbora, suivi de l'ablette commune et du barbeau. Le Pseudorasbora domine le régime durant l'année 2015 et 2019 avec une occurrence relative et une abondance relative, respectivement (20,34%-46,92%) et (16,89%-30,04%). Le menu de la loutre est très varié où elle s'adapte en fonction des sites, des saisons, de l'espace et de l'abondance des proies peuplant le milieu.

L'analyse statistique, test de comparaison multiple montre que plusieurs proies se différencient des fréquences d'occurrence et d'abondance avec l'ensemble de proies durant les quatre saisons. Le test multivarié Manova pour la variable proie et saison avec les deux variables fréquence d'occurrence et d'abondance pour les deux années d'étude montre une différence hautement significative ($p=0,000$).

La richesse mensuelle la plus importante est enregistrée au printemps et en été et la plus faible en hiver. L'indice de diversité H' atteint son maximum durant les mois d'août et octobre avec respectivement 3,1 et 3,25 bits (année 2019) et 1,81 bits durant le mois d'août (année 2015). Les valeurs de l'indice d'équitabilité sont de 0,55 et 0,93 bits qui montrent que la loutre diversifie son régime.

Mots clés : Ecologie trophique, *Lutra lutra*, Djorf Torba, Béchar, peuplement ichtyologique, *P. parva*

علم البيئة الغذائية لتغلب الماء الأوروبي (*Lutra lutra* (L. 1758) المرتبط بالنظام البيئي المائي الصحراوي (جرف التربة، بشار)

الملخص:

أجريت الدراسة في نظام بيئي صحراوي، على مستوى سد "جرف التربة" مساحته تقدر ب 2770 كم² الذي يقع على بعد 60 كم غرب ولاية بشار، و على بعد 25 كم من بلدية "قنادسة" على ارتفاع 800 م، بسعة 360 مليون م³. في هذا الوسط، البيئي لا تزال عشائر (*L. 1758*) *Lutra lutra* التي من خلالها قمنا بدراسة وشرح البيئة الغذائية للتدييات شبه المائية الوحيدة في الجزائر عن طريق تحليل 576 عينة فضلات من جانفي إلى ديسمبر خلال دورتين سنويتين (2015 و 2019).

قمنا بدراسة مدى توفر الغذاء في السد، وذلك بإجراء جرد للثروة السمكية المرتبطة به بهدف إنشاء مفتاح مرجعي خاص بنا لتحديد الفريسة التي تستهلكها *la Loutre*. تتكون التجمعات السمكية المدرجة أساسا من خمسة عائلات تضم 13 نوعا مع سيطرة واضحة لفصيلة "الشبوطيات" والتي تتكون من ثمانية أنواع هي: *le barbeau (Luciobarbus pallaryi)*، *le Pseudorasbora (Pseudorasbora parva)*، *le الشبوط الفضي (Hypophthalmichthys molitrix)*، الكارب الآسيوي (*Hypophthalmichthys nobilis*)، الشبوط الشائع (*Cyprinus carpio*)، القاتمة الشائعة (*Alburnus alburnus*)، الشبوط الكروشي (*Carassius carassius*) و الدنيس الشرقي (*Abramis brama*). عائلة "البطيات" تتكون من نوعين: البلطي النيلي (*Oreochromis niloticus*)، و البلطي الأحمر (*Oreochromis aureus*)، اما بالنسبة لعائلات *Centrarchidae*، *Percidae* و *Poeciliidae* فهي ممثلة بنوع لكل واحدة: الباس الأسود (*Micropterus salmoides*)، الصندر (*Sander lucioperca*) و الجمبوزيا (*Gambusia affinis*).

البقايا التي تم تحليلها سمحت لنا بمعرفة 5134 فريسة مقسمة إلى ستة فئات مختلفة (الأسماك، الثدييات، المفصليات، البرمائيات، الزواحف، الطيور). النظام الغذائي العام *la Loutre* متنوع، لكن الأسماك تمثل المصدر الرئيسي لغذائها مع أكثر من 70% في الحدوث النسبي وأكثر من 87% في الوفرة النسبية. *Le mustélide* يتغذى على جميع الأسماك التي تعيش في السد ولكن نجد نوع واحد فقط يأتي على رأس القائمة: *Pseudorasbora*، تتبع ب *le Barbeau* و *l'Ablette commune*. سادت *Pseudorasbora* على النظام الغذائي خلال عامي 2015 و 2019 مع حدوث نسبي ووفرة نسبية، على التوالي (20.34% - 46.92%) و (16.89% - 30.04%). قائمة غذاء *la Loutre* متنوعة جدا، حيث تتكيف وفقا للمواقع والفصول والمساحة ووفرة الفريسة التي تعيش في الوسط.

التحليل الإحصائي، يُظهر اختبار المقارنة المتعددة أن العديد من الفرائس تختلف في تواتر الحدوث والوفرة مع مجموع الفرائس خلال الفصول الأربعة. اختبار متعدد المتغيرات *Manova* بالنسبة للفريسة و الموسم مع المتغيرين تكرار الحدوث والوفرة لمدة عامين من الدراسة يظهر فرق كبير للغاية ($p = 0.000$).

يتم تسجيل أعلى ثروة شهرية في فصلي الربيع والصيف وأقلها في الشتاء. يصل مؤشر التنوع *H'* إلى الحد الأقصى خلال شهري أوت و أكتوبر على التوالي 3.1 و 3.25 bits (عام 2019) و 1.81 bits خلال شهر أوت (عام 2015). قيم مؤشر *l'équitabilité* 0.55 و 0.93 bits مما يدل على أن تغلب الماء ينوع نظامه الغذائي.

الكلمات المفتاحية: علم البيئة الغذائية، *Lutra lutra*، جرف التربة، بشار، تجمعات سمكية، *P. parva*.