

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 Mai 1945 de GUELMA
FACULTE DES SCIENCES ET DE L'INGENIERIE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



MEMOIRE
Pour l'obtention du Diplôme de Magister en
BIOLOGIE- ECOLOGIE

Option : Ecologie et Génie de l'Environnement :
Evaluation et suivi des marqueurs biologiques des zones humides

THÈME

**Ecologie des oiseaux d'eau du Lac de Oued khrouf
(Vallée de Oued Righ Sahara Algérien)**

Présenté par : Nouidjem Yacine

Membres de jury :

Président : Alayat Hacene, (M.C)
Encadreur : Houhamdi Moussa, (M.C)
Examineur : Tandjir L'arbi, (M.C)
Membres invités : Rouibi A.Hakim, (C.C)
Saheb Menaour, (C.C)

C.U. d'El-Tarf
Université de Guelma
Université de Skikda
Université de Guelma
C.U. d'Oum El-Bouaghi

Année 2007/ 2008

Table des matières

Introduction	1
Chapitre I Description du site d'étude	
1. Généralités sur la vallée de Oued Righ	2
2. les principaux sites humides de la vallée de Oued Righ	3
2.1. Chott Melghir	3
2.2. Chott Merouane	3
2.3. Lac de Oued Khrouf (site Ramsar).	3
2.4. Chott Hamraia-1	4
2.5. Chott Hamraia-2.	4
2.6. Chott Tindla.	4
2.7. Lac Ayata «Sidi Amrane».	5
2.8. Lac Merara.	5
2.9. Chott Tighdidine	5
3. Présentation du site d'étude «Le Lac de Oued Khrouf»	6
3.1. La commune	6
3.2. Le Lac des Oued Khrouf (site Ramsar)	6
3.3. Cadres biotiques	7
3.3.1. L'avifaune	7
3.3.2. Les vertébrés	7
3.3.3. La flore	7
3.4. Pédologie	7
3.5. Géologie et Géomorphologie	7
3.6. Hydrologie	8
3.7. Climatologie	8
4. Menaces écologiques et environnementales	
Chapitre II Matériel et méthodes	
1. Dénombrement des oiseaux, buts et raisons	15
2. Matériel et méthodes d'échantillonnage	15
2.1. Richesse spécifique	16
2.2. Indice de diversité de Shannon	16
2.3. Indice d'équitabilité	16
3. Analyse statistique des donnés	17
Chapitre III Résultats et discussions	
1. Evolution et structure de l'avifaune aquatique dans le lac de Oued Khrouf	18
1.1. Anatidae	18
1.2. Ardeidae	21
1.3. Phoenicopteridae	22
1.4. Threskiornithidae	22
1.5. Recurvirostridae	23
1.6. Ciconiidae	23
1.7. Charadriidae	24
1.8. Phalacrocoracidae	24
1.9. Rallidae	25
1.10. Scolopacidae	26
1.11. Burhinidae	28
1.12. Laridae	28
1.13. Sternidae	29
2. Evolution des paramètres écologiques	29
2.1. Abondance	29
2.2. Richesse spécifique	30

2.3 Indice de diversité de Shannon	30
2.4. Indice d'équitabilité	30
3. Analyse statistique des données	31
Conclusion	60
Références bibliographiques	
Annexes	

Les zones humides, en tant que ressources naturelles présentent des intérêts scientifiques économiques et esthétiques. Elles sont d'une grande importance pour les programmes de recherche pour la conservation biologique, leurs caractéristiques comme habitat pour les oiseaux aquatiques doivent être étudiés plus précisément surtout après l'intervention de l'homme qui a entraîné des changements dans les conditions écologiques originales (SAHEB 2003).

La Vallée de Oued Righ, située dans le Sud-Est algérien, est connue pour ses zones humides (chotts et sebkhas) qui sont réparties en deux grandes parties l'une à la wilaya d'El-Oued et l'autre à la wilaya de Ouargla. Cette vallée à vocation agricole ou domine la phœniculture avec une production de: 19000 tonnes de dattes/an, et le sel de table extrait par *l'ENASEL* du Chott Merouane qui est considéré comme la première mine en Afrique avec une production annuelle moyenne de 100.000 tonnes de sel/an.

L'étude que nous avons menée durant deux saisons d'hivernage depuis le mois d'août 2006 jusqu'au mois de mars 2008 a pour objectif d'inventorier toutes les espèces d'oiseaux d'eau ayant fréquentés le lac de Oued Khrouf, essayer de déterminer leurs structures et évaluer l'importance écologique de cette zone humide.

Notre travail est structuré en trois chapitres interdépendants:

- Le premier représente une synthèse bibliographique de la région d'étude. Elle résume des données sur la pédologie, la climatologie, la géologie et le cadre biotique.
- Le second décrit la méthodologie de travail suivie pour l'élaboration de ce mémoire, soit l'étude de la phénologie, la structure, l'occupation spatio-temporelle de lac de Oued Khrouf par toute l'avifaune aquatique observée.
- Enfin, un dernier chapitre illustre sous forme de graphes, d'histogrammes et de figures les résultats obtenus. Elles sont équilibrées d'une discussion et d'une conclusion clôturant le mémoire.

Chapitre I :

Description du site

1. Généralités sur la vallée de Oued Righ :

La région de Oued Righ est une grande oasis qui s'étale de Touggourt au Sud jusqu'à El Meghaier au Nord. Elle est reliée par des infrastructures routières, voie ferrée et par des infrastructures hydrauliques (canal de drainage) d'où la nécessité d'une approche globale. Toute réalisation, de mise en valeur de forage ou d'infrastructure en amont de la vallée, influencera nécessairement en aval sur cette dernière.

La Vallée de Oued Righ a pour limite septentrionale la terminaison du piémont sud de l'Atlas Saharien, et pour limite méridionale les dunes du grand Erg oriental, tandis que les frontières algéro-tunisiennes la délimitent à l'Est. Elle constitue ainsi une cuvette allongée, avec des altitudes de moins de 30 m au dessous du niveau de la mer (Chott Merouane) puis l'altitude se relève nettement tout autour de cette cuvette, forment les chotts à savoir chott El Gharssa, chott Melghir, chott Belgeloud et chott Merouane.

Cette région de l'Algérie renferme un grand nombre de sites humides exceptionnels par leurs dimensions et notamment par leur diversité (profondeur, superficie et salinité). Cependant grâce à la diversité de ces écosystèmes sahariens et principalement celles connues sous le nom du lac de Oued Khrouf et de Chott Merouane, qui sont classés sites Ramsar et ce depuis le 02 février 2001 (BOUMEZBER, 2001).

Les zones humides de cette région occupent une superficie avoisinant les 900.000ha et constituent donc l'un des plus importants complexes humides de l'Algérie.

Les principales zones humides de la région sont :

- **Chott Melghir** (34°10.631'N, 06°17.322'E).
- **Chott Merouane** (34°02.433'N, 5°58.748'E).
- **Lac de Oued Khrouf** (33°53.332'N, 06°01.125'E).
- **Chott Hamraia-1** (34°5.483'N, 06°13.292').
- **Chott Hamraia-2** (33°58.173'N, 06°27.178').
- **Chott Tindla** (33°39.787'N, 06°02.815'E).
- **Lac Ayata «Sidi Amrane»** (33°29.867'N, 05°59.403'E).
- **Lac Merara** (33°03.432'N, 06°03.967'E).
- **Chott Tighdidine** (33°31.366'N, 06°02.181').

2. les principaux sites humides de la vallée de Oued Righ:

1. Chott Melghir (34°10.631'N, 06°17.322'E) :

Chott Melghir est une zone humide d'accès très difficile. Il occupe une superficie de 300 000 ha et se situe à la limite septentrionale de la Vallée de Oued Righ (Fig.1.1). Diverses implantations privées se sont concentrées tout au tour du plan d'eau et ce pour extraire le sel de table. C'est un milieu très salé et largement fréquenté par une avifaune aquatique très diversifiée, représentée principalement par les Flamants roses *Phaenicopterus roseus*, les Tadornes de Belon *Tadorna tadorna*, les Tadornes casarsa *Tadorna ferruginea*, les Gravelots à collier interrompu *Charadrius alexandrinus* et les Echasses blanches *Himantopus himantopus*. Les dénombrements d'oiseaux d'eau dans ce site sont très difficiles et pratiquement impossible sans moyen aérien. Sa grande superficie nous met dans l'incapacité d'observer la totalité de son plan d'eau (HOUHAMDI *et al.* 2008).

2. Chott Merouane (34°02.433'N, 5°58.748'E) :

Du point de vue superficie, Chott Merouane (305 000 ha) représente le site le plus important de la Vallée de Oued Righ. Il est exploité par l'entreprise algérienne du sel *ENASEL* pour l'extraction du sel de table. Cette zone humide reçoit via Oued Khrouf toute l'eau excédentaire du drainage issue de l'irrigation des palmeraies et celles des eaux usées de toutes les communes de la vallée (Fig.1.1). Il héberge les concentrations les plus importantes de Flamants roses de tous l'Est algérien. Nous avons dénombré 28 000 Flamants roses *Phaenicopterus roseus* durant le mois de novembre 2003 et uniquement 16 000 durant le mois de décembre 2004. C'est aussi un lieu propice pour l'hivernage de nombreux oiseaux, exceptionnellement les Tadornes de Belon *Tadorna tadorna*, les Tadornes casarca *Tadorna ferruginea* et les Avocettes élégantes *Recurvirostra avosetta*. Dans cette zone humide très salée nous pouvons aussi observer des Crustacées dont la plus représentée est *Artemia salina* (HOUHAMDI *et al.* 2008).

3. Lac de Oued Khrouf (33°53.332'N, 06°01.125'E) :

Cette zone humide appartenant à la commune de Sidi-Khelil (25 km au sud de la ville d'El-Méghaier) a été classée site Ramsar depuis le 02 février 2001. Il représente le point final de l'exutoire des eaux d'évacuation de la Vallée de Oued Righ. C'est en réalité une immense phragmitaie à *Phragmites australis* qui occupe une superficie d'environ 1200 ha et qui s'ouvre pleinement sur le Chott Merouane (Fig.1.1). Ce milieu saumâtre a joué un rôle de quartier

d'hivernage très important pour l'avifaune aquatique où il a hébergé durant notre étude 44 espèces appartenant à 13 familles dont les plus importantes sont la famille des Anatidés avec dix espèces dominées principalement par la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*, le Canard Souchet *Anas clypeata*, le Canard Pilet *Anas acuta*, le Canard Siffleur *Anas penelope*, la famille des Phœnicoptéridés représentée uniquement par le Flamant rose *Phœnicopterus roseus* et la famille des Ardéidés avec quatre espèces dont les plus importantes sont l'Aigrette garzette *Aigretta garzetta* et le Héron cendré *Ardea cinerea* (Houhamdi et al. in prép.). Ce milieu est très fréquenté par les chasseurs, nous avons trouvé durant pratiquement toutes nos sorties des ossements, des plumes et des restes de Flamants roses et de Tadorne de Belon (HOUHAMDI et al. 2008).

4. Chott Hamraia-1 (34°5.483'N, 06°13.292'):

Ce plan d'eau d'une trentaine d'hectares est en fait un lieu de récolte et d'accumulation des eaux usées de la commune de Hamraia évacuées par des buses jusqu'au site (Fig.1.1). Il est en eau pendant toute l'année et il est entièrement entouré par des phragmites *Phragmites australis*. Il représente aussi un lieu d'hivernage propice pour de nombreux Anatidés exceptionnellement le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la Sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* et le Canard Souchet *Anas clypeata*. Durant nos sorties nous avons dénombré 34 espèces d'oiseaux d'eau (HOUHAMDI et al. 2008).

5. Chott Hamraia-2 (33°58.173''N, 06°27.178') :

Ce site est situé au bord de la route nationale reliant la commune de Still à la ville d'El-Oued et passant par la commune de Hamraia (Fig.1.1). Ce plan d'eau d'une trentaine d'hectares et de profondeur moyenne variant entre 20 et 30 cm est une continuité orientale du Chott Merouane. Il n'est pratiquement en eau que la fin du mois de septembre et s'assèche vers la mi-juin. C'est le site préférentiel des Tadornes casarca *Tadorna ferruginea*. Pendant nos sorties, nous avons dénombré jusqu'à 103 individus (HOUHAMDI et al. 2008).

6. Chott Tindla (33°39.787'N, 06°02.815'E) :

Cette zone humide située près de la commune de Tindla à 25 km au nord de la ville de Djamaa est en fait peu profonde (20 à 30 cm) et représente en réalité une cuvette recevant les débordements des eaux du canal d'évacuation de la région méridionale de la vallée. Ainsi l'évacuation excessive des eaux usées crée «en quelque sorte» cette zone humide (Fig.1.1).

Durant notre étude ce site, d'accès facile, riche en phragmites *Phragmites australis* et renfermant plusieurs petits îlots a hébergé des effectifs importants de Tadorne de Belon *Tadorna tadorna* (6 000 individus) et de Gravelot à collier interrompu *Charadrius alexandrinus* (\cong 5 000 individus) (HOUHAMDI *et al.* 2008).

7. Lac Ayata «Sidi Amrane» (33°29.867'N, 05°59.403'E) :

Ce plan d'eau d'une quarantaine d'hectares est situé près de la commune de Sidi-Amrane à 3 km au sud de la ville de Djamaa (Fig.1.1). Il présente une profondeur moyenne de 80 cm et il est pratiquement en eau durant toute l'année. Au cours de notre étude, cette zone humide a hébergée 39 espèces d'oiseaux d'eau appartenant à 13 familles, constituées principalement d'Anatidés (Canard Souchet *Anas clypeata*, Canard Pilet *Anas acuta*, Sarcelle marbrée *Marmaronetta augustirostris*, Sarcelle d'hiver *Anas crecca crecca...*) et d'Ardéidés (Héron cendré *Ardea cinerea*, Héron garde-bœuf *Bubulcus ibis*, Aigrette garzette *Aigretta garzetta...*) (HOUHAMDI *et al.* 2008).

8. Lac Merara (33°03.432'N, 06°03.967'E).

Ce site a été visité trois fois pendant toute notre étude où il était à sec (Fig.1.1). Des discussions avec les riverains de la commune d'El-Merara nous ont confirmé que le lac ne s'est pas rempli d'eau depuis six années. L'intensification de l'agriculture sur ses rives (principalement le palmier dattier *Phoenix dactylifera*, les arbres fruitiers, les cultures maraîchères, le blé dur *Triticum durum* et le maïs *Zea mays*) a été une cause majeure de l'assèchement de ce plan d'eau de 4 m de profondeur. Durant nos sorties nous avons observé uniquement des Gangas cata et des Gangas unibandes *Pterocles alchata* et *Pterocles orientalis* (HOUHAMDI *et al.* 2008).

9. Chott Tighdidine (33°31.366'N, 06°02.181').

Ce site d'environ 200 ha n'a été visité que quatre fois pendant toute la période l'étude, soit pendant les mois d'août, d'octobre et de décembre de l'année 2006 et le mois de février de l'année 2007. Il était complètement à sec et d'ailleurs les enfants de la commune de Tighdidine l'utilisent comme terrain de football (Fig.1.1). D'après les riverains, le chott n'est plus en eau depuis quelques années où jadis il était un terrain de chasse préférentiel des Flamants roses *Phaenicopterus roseus*, des Tadorne de Belon *Tadorna tadorna* et des Tadorne casarca *Tadorna ferruginea* (HOUHAMDI *et al.* 2008).

3. Présentation du site d'étude «Le Lac de Oued Khrouf»

3.1. La commune:

Depuis le dernier découpage administratif 1984, la daïra d'El-Meghaier a été rattachée administrativement à la wilaya d'El Oued dont elle est distante de 168 km. Elle se trouve sur les bords de la route nationale 03 (RN 03) à 100 Km au nord de la ville de Touggourt et à 120 Km au sud de la ville de Biskra. Anciennement, La daïra est née du découpage administratif de 1974 faisant partie de l'ancien territoire de la wilaya de Biskra. Avant ce découpage elle appartenait à la daïra de Touggourt (ex-wilaya d'Oasis), Elle est limitée au Nord par la daïra de Tolga (wilaya de Biskra), au Sud par la daïra de Djamaa (Wilaya d'El Oued), à l'Est par la daïra de Reguiba (Wilaya d'El Oued) et à l'Ouest par la daïra d'Ouled Djellal. (Wilaya de Biskra) et s'étend sur une superficie de 1532 km² (Fig.1.2), ayant une population de 70.350 habitants avec une densité de 13 habitants/km². Elle est divisée administrativement en quatre communes: Still, Oum Thiour, Sidi Khelil et El Meghaier. Comme dans toute la région d'Oued Righ, la daïra d'El Meghaier est à vocation agricole ou domine la phœniculture (504463 palmiers) avec une production de 19000 tonnes de dattes/an. Le sel de table est extrait, par l'ENASEL du Chott Merouane qui est considéré comme la première mine en Afrique avec une production annuelle moyenne de 100.000 tonnes de sel/an.

3.2 Le Lac de Oued Khrouf (site Ramsar):

Le lac de Oued Khrouf (33°53'N, 6°01'E) est une zone humide située dans le territoire de la wilaya d'El Oued à 9 Km à vol d'oiseau de la commune d'El Meghaier. Administrativement, il appartient à la commune de Sidi Khellil (Poste communale de Ain Cheikh) et s'étend sur une superficie de 337.700 ha avec une profondeur maximale pouvant atteindre 2 m au niveau du site d'étude (Fig.1.3). Ce lac et Chott Merouane ont été classés Site Ramsar grâce aux deux critères spécifiques 5 et 6 qui tiennent compte du nombre d'oiseaux d'eau. Le nombre d'oiseaux d'eau qui fréquentent ce site est plus de 20 000 individus toutes espèces confondues. Nous trouvons également plus de 1% de la population ouest méditerranéenne de Flamants rose *Phoenicopterus roseus*. Ce lac satisfait aussi les critères 7 et 8 spécifiques aux poissons (BOUMEZBEUR, 2001).

3.3 Cadre biotique:

3.3.1 L'avifaune : Durant l'année 1999, la population avienne était estimée à plus de 28 000 oiseaux d'eau dont 14 000 Flamants roses *Phoenicopterus roseus*. Cette avifaune aquatique est représentée sur le plan qualitatif par les Anatidés : Canard colvert *Anas platyrhynchos*, Canard siffleur *Anas penelope*, Canard souchet *Anas clypeata*, Canard pilelet *Anas acuta*, Tadorne casarca *Tadorna ferruginea* et Sarcelle marbrée *Marmaroneta angustirostris* (BOUMEZBEUR, 2001).

3.3.2 Vertébrés: La faune est représentée par les espèces suivantes: le sanglier *Sus scrofa*, le chacal doré *Canis aureus*, le lièvre *Lepus capensis*, le fennec *Canis zerd* et 7 ou 8 espèces de poisson (BOUMEZBEUR, 2001).

3.3.3 La flore: La végétation du lac de Oued Khrouf est à première vue très liée à la qualité des sols. Cette végétation est représentée par: *Tamarix articulata*, *Salsola sp.*, *Phragmites australis*, *Thypha angustifolia*, *Cyndon dactylon*, *Lymonistrum guyoniau*, *Atriplex halimus* et *Juncus sp* (BOUMEZBEUR, 2001).

3.4 Pédologie:

Le sol du lac est de nature hydromorphe et peu humifère, quatre types sont à distinguer:

1. Le sol gypseux doté d'une croûte avec une profondeur variant entre (0,3 et 1,2 m).
2. Les sols salins avec une texture limono-sableuse, d'apport éolien.
3. Les sols salins d'une profondeur moyenne variant entre 0.7 et 1.2 m et une texture sablono-limoneuse.
4. Le sol salin à pseudo-gley avec présence de gypse et une texture limono-sableuse. Il est d'une profondeur moyenne variante entre 0.7 et 1.2 m (BOUMEZBEUR, 2001).

3.5 Géologie et Géomorphologie:

Le bassin versant de la Vallée de Oued Righ présente des terrains du type quaternaire continental récent, composés d'alluvions anciennes, constitués ainsi les seuls sols valables pour une mise en valeur agricole. La vallée de la zone humide est constituée de calcaire, de grés et d'argiles. Nous notons la présence de dayas, hamadas (reg) et de dunes vives (erg).

Le relief de la Vallée de Oued Righ est identique avec présence de quelques dunes de sables et de hamadas de hauteurs faibles. Nous notons aussi une évolution du sol qui fait suite aux apports en matières organiques caractérisés par la présence d'une végétation saharienne éparpillée dans la vallée et les oasis (BOUMEZBEUR, 2001).

3.6 Hydrologie:

Le lac d'Oued Khrouf est salé. Il reçoit les eaux de Oued Khrouf, les excès des eaux de drainage des palmerais et les rejets des eaux usées urbaines des communes de L'Goug, Touggourt, Djamaa, Tindla et Ain Chikh. Oued Khrouf traverse toute la vallée soit une longueur de 144 Km et présentant un débit de $7 \text{ m}^3/\text{seconde}$. Les principales analyses physico-chimiques de l'eau du canal d'Oued Righ réalisés le 13/02/1994 par le laboratoire de D R C (B.N.E.D.R, Alger) sont résumés comme suit (Tab. 1.1).

3.7 Climatologie:

Le climat au niveau de cette zone est caractérisé par des étés chauds et des hivers relativement froids, avec de grands écarts de température entre la nuit et le jour. En été, et durant le mois de juillet, la température maximale atteint facilement une moyenne de 45°C . En hiver, la température minimale moyenne atteint en fin de décembre à début janvier les 1°C . Les pluies sont rares et les précipitations moyennes avoisinent les 50 à 60 mm/an, s'étalant généralement entre les mois d'octobre et de janvier. Les vents dominants soufflent dans la saison printanière et dans la direction Ouest, Sud-Ouest, à une vitesse moyenne de 30 à 35 Km/h (vents de sable). Les vents d'été soufflent avec une vitesse relativement plus faible et des températures plus élevées (Sirocco).

Le climat est sans doute le facteur du milieu le plus important qui influe d'une manière directe sur les populations animales (THOMAS 1976). En se basant sur les données météorologiques récoltées sur une année (2004) de la station de Touggourt (Tab1.1.), le tracé du graphique (le diagramme ombrothermique) selon la méthode de BAGNOULS et GAUSSEN qui nous permet de calculer la durée de la saison sèche en portant la pluviométrie moyenne annuelle et la température sur des axes où le premier est pris à une échelle double du second. La saison sèche apparaît lorsque la courbe des précipitations rencontre et passe sous celle des températures (BAGNOULS et GAUSSEN 1957). Ceci fait ressortir une période sèche qui s'étale sur douze mois allant du mois de janvier jusqu'au mois de décembre, soit une année complète (Fig. 1.4).

Sous un autre angle et d'après les mêmes données météorologiques nous constatons que la température la plus haute du mois le plus chaud est enregistrée durant le mois d'août ($M=42.4^{\circ}\text{C}$) et que la température la plus froide du mois le plus froid est enregistrée durant le mois de janvier ($m=5.3^{\circ}\text{C}$). Nous constatons aussi que la précipitation annuelle est de 161.8 mm, ce qui donne d'après la méthode d'Emberger (EMBERGER 1955) un quotient ombrothermique $Q_2=14,69$. A la lumière de ces données, la région d'Oued Righ prend une place dans le climagramme d'EMBERGER dans l'étage bioclimatique à végétation saharienne à hiver froid. (Fig. 1.5)

$$Q_2 = \frac{1\ 000 \cdot P}{\left[\frac{M + m}{2} \right] (M - m)}$$

P = Précipitation annuelle moyenne (mm)

M = Températures des maxima du mois le plus chaud ($^{\circ}\text{K}$).

m = Températures des minima du mois le plus froid ($^{\circ}\text{K}$).

3.6 Menaces écologiques et environnementales :

3.6.1 Le surpâturage:

Appartenant aux villageois Ain Chikh, les nombreux troupeaux d'ovins et de caprins fréquentent largement les alentours du lac de Oued Khrouf et utilisent principalement le secteur oriental et Nord-oriental du lac, provoquant ainsi des dérangements immenses pour les oiseaux d'eau. Les plantes (hélophytes) sont sans cesse coupées sur les bords pour l'alimentation de leur bétail. Des incendies qui servent à fertiliser le sol sont aussi souvent observés.

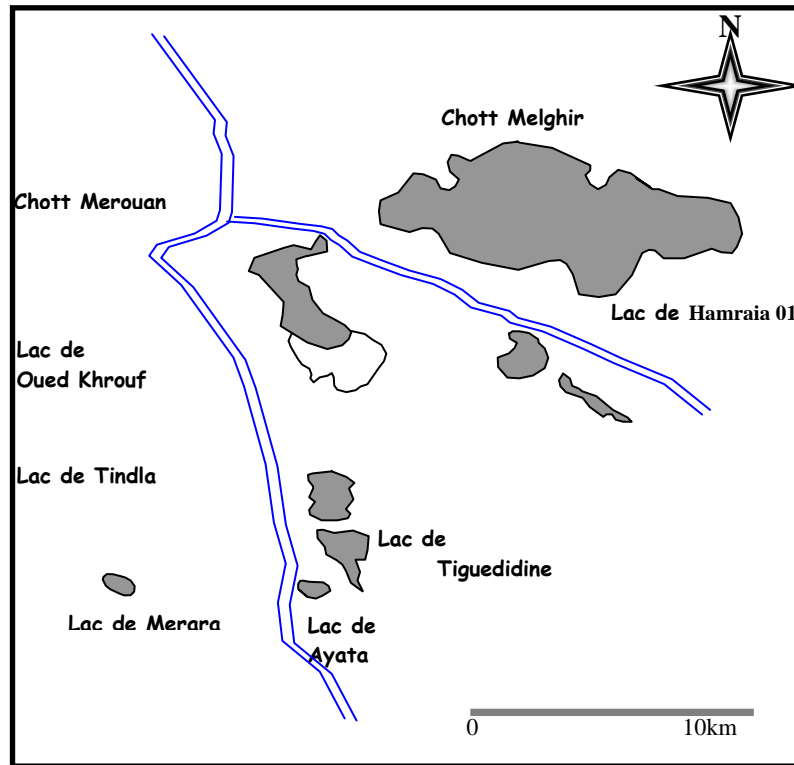


Fig.1.1 : Le complexe de zones humides de la vallée de Oued Righ

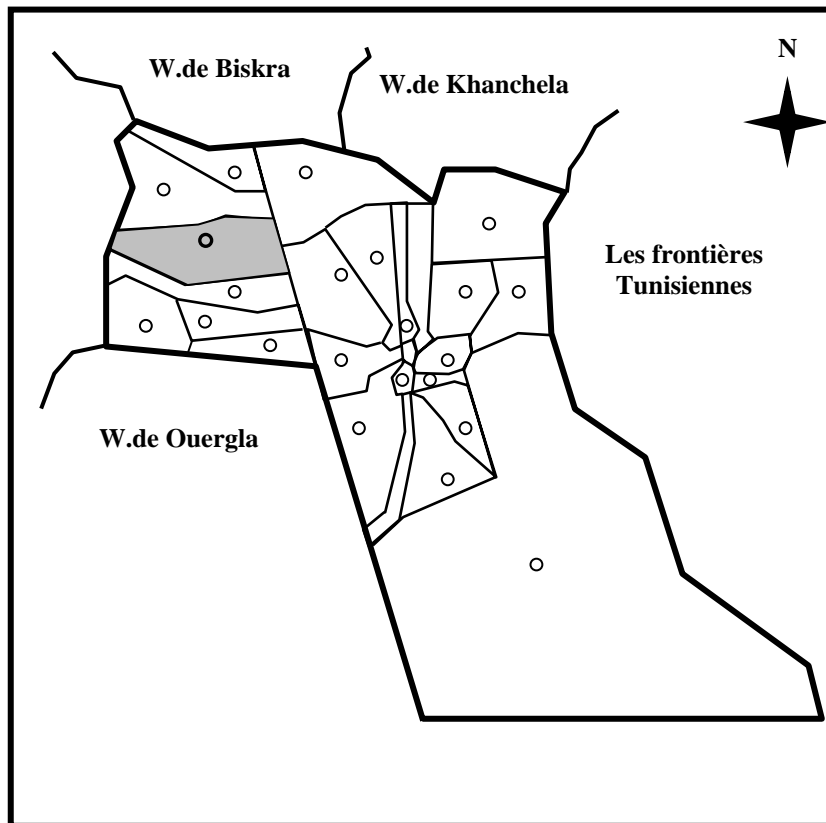


Fig. 1.2 : Situation géographique de la commune d' El-Meghaier

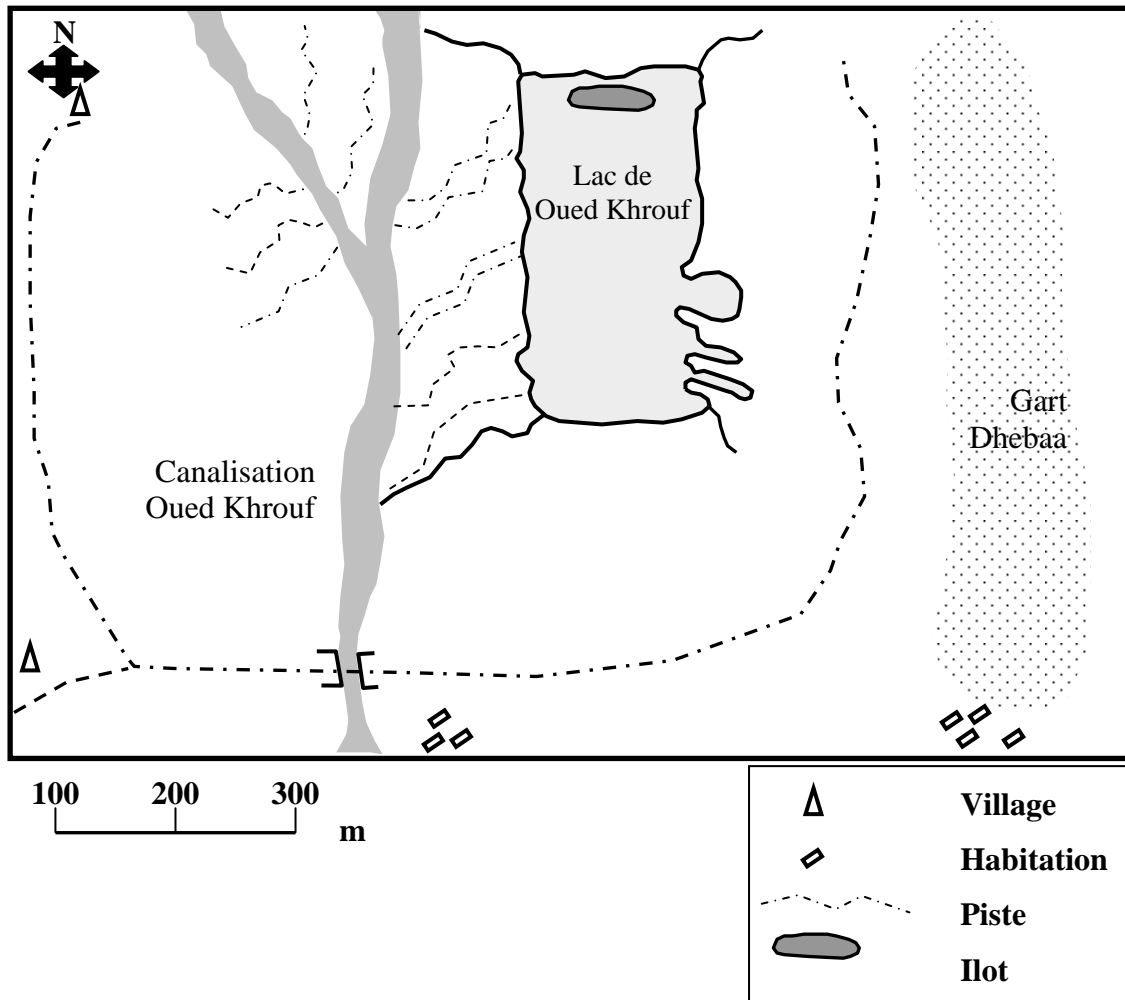
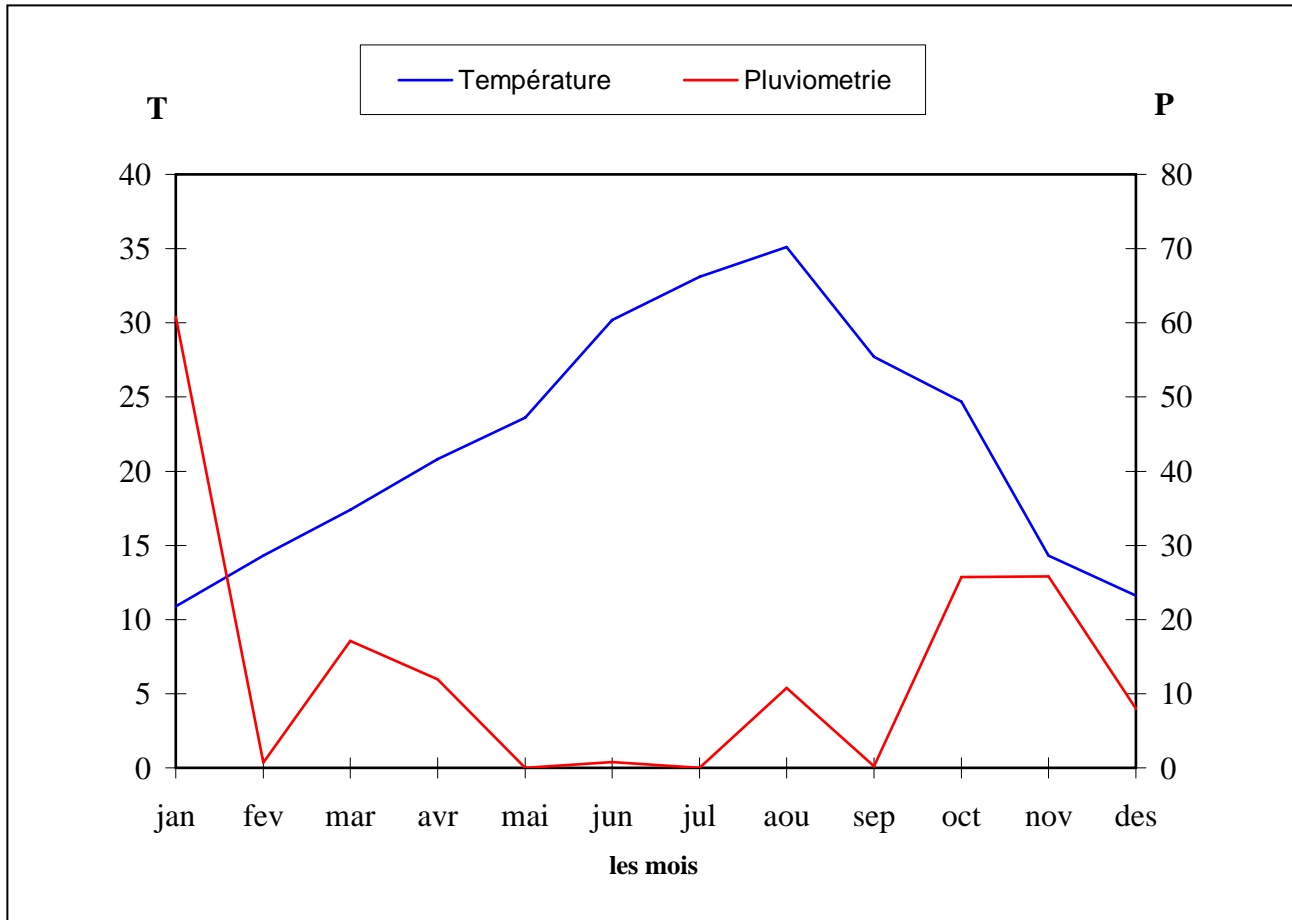


Fig 1.3 : Le lac de Oued Khrouf



**Fig 1.4 : Diagramme ombrothermique (Bagnoule et Gausсен)
de la vallée de Oued Righ 2004**

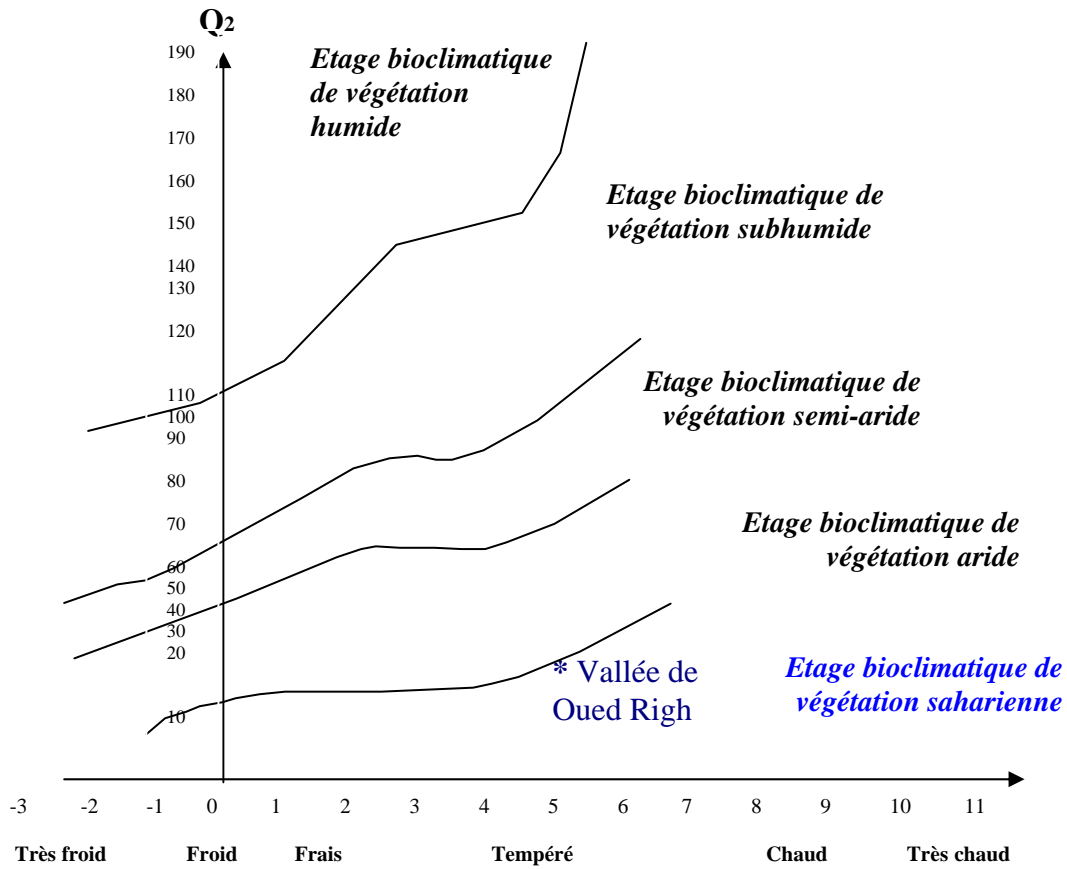


Fig 1.5 : Situation de la vallée de oued righ dans le Climagramme d'EMBERGER

Tab 1 .1 : les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau du canal d'Oued Righ (B.N.E.D.R, 1994)

Parameters	Doses
Ca⁺⁺	766 en (mg/l)
Mg⁺	655 en (mg/l)
Na⁺	2660 en (mg/l)
K⁺	9 en (mg/l)
Cl⁻	5000 en (mg/l)
SO₄⁻	3100 en (mg/l)
CO₃ H⁻	378 en (mg/l)
NO₃⁻	7 en (mg/l)
pH en 1/10	70
Conductivité en1/10 Mmhos à 25°C	179
Résidu sec à 110°C	13711
Minéralisation	11092 en (mg/l)

Chapitre II :

Matériel et méthodes

1. Dénombrement des oiseaux, buts et raisons :

Les dénombrements des oiseaux d'eau sont réalisés pour plusieurs raisons, tel obtenir des renseignements sur le biomonitoring et la dynamique de ces espèces sur différents niveaux que ça soit au niveau local, pour estimer les effectifs qui occupent le site, leurs fluctuations et les capacités d'accueil de l'écosystème ou bien, au niveau national pour connaître l'importance et le rôle des zones humides, leur préconiser les moyens à mettre en place pour élaborer des plans d'action et de conservation de ces écosystèmes.

2. Matériel et méthodes d'échantillonnage :

Plusieurs techniques et méthodes sont employées pour permettre de suivre au mieux les dénombrements des oiseaux, mais ces dernières se heurtent toujours à de nombreux facteurs liés à la biologie des oiseaux et aux transformations physiologiques que subissent les milieux aux rythmes des saisons et des années (BLONDEL 1969 in LAMOTTE et BOURLIERE 1969).

Une différence entre le nombre d'oiseaux détecté par l'observateur et l'effectif réellement présent existe toujours. Les procédés utilisés se rapportent tous à des estimations visuelles de la taille des bandes d'oiseaux au sol, en avion ou carrément sur des procédés photographiques (SCHIRCKE 1982), mais pour une meilleure évaluation numérique des groupes d'oiseaux une combinaison de ces deux procédés est souhaitée (TAMISIER et DEHORTER 1999).

Notre étude a pour objectif de dénombrer toutes les espèces d'oiseaux d'eau du lac de Oued Khrouf et évaluer l'occupation spatio-temporelle du site. Nous avons étalé nos observations sur deux saisons d'hivernage (2006/2007 et 2007/2008) à raison d'une sortie par semaine où nous estimons l'effectif total des peuplements d'oiseaux d'eau. Le matériel utilisé est le suivant :

- Un télescope *KOWA* (20x60).
- Combinaison spéciale.
- Guide d'oiseaux d'eau HEINZEL (1994).
- G P S. Géographic Position Satellite.
- Un appareil photo numérique.

Globalement, nous avons procédé à un comptage individuel si le groupe d'oiseaux se trouve à une distance inférieure à 200m et ne dépasse pas les 200 individus. Dans le cas échéant, autrement dit, si la taille du peuplement avien est supérieure à 200 individus ou si le groupe se trouve à une distance éloignée nous avons procédé à une estimation quantitative (BLONDEL 1969, in HOUHAMDI 1998, 2000). Pour cela, il faudra diviser le champ visuel en plusieurs bandes, compter le nombre d'oiseaux d'une bande moyenne et reporter autant de fois que de bandes (BLONDEL 1969 in LAMOTTE et BOURLIÈRE 1969). D'après la littérature, cette méthode présente une marge d'erreur estimée de 5 à 10% (LAMOTTE et BOURLIÈRE 1969).

2.1 La richesse spécifique :

La richesse spécifique décrite par Blondel est le nombre d'espèces rencontré au moins une fois au terme de N relevés (BLONDEL 1975).

2.2 L'indice de diversité de Shannon :

L'indice de diversité de SHANNON et WEAVER (H') mesure le degré et le niveau de complexité d'un peuplement. Plus il est élevé, plus il correspond à un peuplement composé d'un grand nombre d'espèces avec une faible représentativité. A l'inverse, une valeur faible traduit un peuplement dominé par une espèce ou un peuplement à petit nombre d'espèces avec une grande représentativité (BLONDEL 1975). L'indice de SHANNON et WEAVER peut être calculé par la formule suivante:

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \log_2 (p_i)$$
$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

n_i : Effectif de l'espèce n
N: Effectif total du peuplement

2.3. L'indice d'équitabilité:

L'indice d'équitabilité (E) permet d'apprécier les déséquilibres que l'indice de diversité de SHANNON et WEAVER ne peut pas connaître. Plus sa valeur a tendance de se rapprocher de un, plus il traduit un peuplement équilibré (LEGENDRE et LEGENDRE 1979). De ce fait l'évolution de la structure de l'avifaune aquatique peut être exprimée de façon plus intéressante par l'évolution temporelle de son indice d'équitabilité.

$$E = \frac{H'}{H_{\max}}$$

$$H_{\max} = \text{Log}_2(S)$$

H' = indice de diversité
S = Richesse spécifique

Ainsi, pour chaque sortie, nous avons calculé abondance, la richesse spécifique et les indices de diversité et d'équitabilité pour l'effectif global des oiseaux d'eau ayant peuplé le lac de Oued Khrouf. Puis, nous avons suivi leur évolution temporelle (hebdomadaire) au cours des deux saisons d'hivernage avec essai de la détermination de leur modalité d'occupation et de distribution spatiale du lac de Oued Khrouf.

3. Analyse statistique des données :

En utilisant le logiciel *ADE 4* (CHESSEL et DOLEDEC 1992) nous avons réalisé une analyse factorielle des correspondances sur les données concernant les deux années de dénombrements.

Chapitre III :

Résultats et Discussion

1. Evolution et structure de l'avifaune aquatique dans le lac de Oued Khrouf

1.1 Les Anatidés :

1.1.1 Canard Colvert *Anas platyrhynchos* :

Le Canard Colvert présentant le statut de sédentaire-nicheur en Algérie (ISENMANN et MOALI 2000) et fréquentant préférentiellement les zones humides du littoral (HOUHAMDI 2002) est faiblement représenté durant les deux saisons d'hivernage dans le lac de Oued Khrouf. Le maximum observé est de 32 individus durant le mois d'octobre 2007 (Fig.4.1). Généralement, cette espèce est observée dans la partie orientale du plan d'eau près des phragmites (Fig.4.1).

1.1.2 Canard Siffleur *Anas penelope* :

Cette espèce est notée pratiquement dans toutes les zones humides de l'Est algérien (HOUHAMDI 2002, HOUHAMDI et SAMRAOUI 2003, MAAZI 2005). Elle présente le statut d'hivernant (HOUHAMDI et SAMRAOUI 2003). Les premiers hivernants sont notés vers la fin du mois d'octobre 2005 avec des effectifs voisinant les 50 individus. Cet effectif augmente progressivement pour atteindre un maximum de 250 individus notés pendant le mois de décembre 2005, puis diminue progressivement pour atteindre un effectif de 15 individus au mois de mars 2006 (Fig.4.1). Les individus de cette espèce fugiphore (CAMPREDAN 1982, 1984) ont été surtout observés dans le centre du plan d'eau et généralement regroupés (Fig.4.2).

1.1.3 Canard Souchet *Anas clypeata* :

Le Canard Souchet est bien représenté dans toutes les zones humides algériennes, que ça soit celles des hautes plaines de l'Est algérien ou dans le Sahara (SAMRAOUI et DE BELAIR 1998, HOUHAMDI et SAMRAOUI 2004, SAHEB 2003, MAAZI 2005, MAAZI et al. 2006). Les premières observations du Canard Souchet dans le lac de Oued Khrouf débutent dès le mois de septembre avec un effectif qui augmente considérablement pour atteindre le maximum de 700 individus notés durant le mois de décembre 2005 (Fig.4.1). Des chutes progressives sont aussitôt observées ramenant l'effectif total à 300 individus durant le mois de mars. Cette espèce zooplanctonophage très sensible à la profondeur de l'eau (THOMAS 1976, PIROT 1981, PIROT et al. 1984) a surtout occupée les régions centrales du lac et les zones de balancement des eaux (Fig.4.2).

1.1.4 Canard Pilet *Anas acuta*:

Le Canard Pilet bien que très fréquent dans le sud du Constantinois (SAHEB 2003, MAAZI 2005, HAFID et al. 2006) est un Anatidés préférant les zones humides spacieuses et peu profondes (HEPP et HAIR 1983, BRICKEL et SHIRLEY 1988). Cette espèce commence à coloniser le lac de Oued Khrouf dès le mois de Octobre 2005 avec des effectifs faibles avoisinant les 18 individus. Cet effectif augmente progressivement pour atteindre un maximum de 500 individus notés pendant le mois de décembre 2005. Une diminution est aussitôt notée ramenant l'effectif total à 4 individus observé pendant le mois de mars indiquant la fin de la saison d'hivernage pour les Canards Pilet (Fig.4.3). Ces populations côtoyant habituellement les profondeurs n'excédant pas les 40cm (THOMAS 1976, DANEL et SJOBERG 1977, HEPP ET HAIN 1983, BRICKEL et SHIRLEY 1988) ont été surtout observés dans le plan d'eau manifestant un déplacement courant sur les zones du centre de lac (Fig.4.4).

1.1.5 Canard Chipeau *Anas strepera*:

Cette espèce préférant les plans d'eau spacieux ou il y restant pendant toute la journée (SWANSON et NILSON 1976, DANELL et SJOBERG 1977, ALLOUCHE 1987,1988, ALLOUCHE et al 1990) est notée vers la fin du mois de septembre 2005 avec des effectifs avoisinant les 05 individus. Le maximum enregistré est de 35 individus notés pendant la mi-octobre 2006 mais généralement cinq à dix individus sont observé durant toute la durée de l'étude. Elle quitte le plan d'eau et la région vers la fin de mois de janvier (Fig.4.3). Ainsi, comme mentionné dans la littérature scientifique (THOMAS 1976, SWANSON et NILSON 1976, DANELL et SJÖBERG 1977, PAULUS 1980/1983, ALLOUCHE 1987/1988, ALLOUCHE et TAMISIER 1989, ALLOUCHE et al. 1990) les Canards Chipeau passent le maximum de leurs journées dans l'eau. Ces individus ont été notés dans le plan d'eau ou ils le sillonnaient sans arrêt (Fig.4.4).

1.1.6 Tadorne casarca *Tadorna ferruginea*:

Cette espèce caractéristique des régions semi-arides et arides (ISENMANN et MOALI 2000) est peu représentée dans le lac de Oued Khrouf. Nous avons observés quatre individus pendant toute la période de l'étude. Ils sont mélangés aux populations des Tadorne de Belon (Fig.4.5). Cette espèce par son caractère très farouche (ISENMANN et al 2005) a été rarement observée dans le plan d'eau (Fig.4.6).

1.1.7 Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*:

La Tadorne de Belon est l'Anatidés le plus représenté dans les zones humides des hautes plaines de l'Est algérien (BOULAKHSSAIM et al. 2006) et dans les autres Chotts de la Vallée de Oued Righ. Cette espèce commence à coloniser le lac de Oued Khrouf dès le mois d'octobre 2006 avec des effectifs avoisinant les 10 individus. Cet effectif augmente progressivement pour atteindre un maximum de 500 individus, noté pendant le mois de décembre 2005. Aussitôt après, un effondrement est observé dans le nombre réduisant l'abondance totale à quelques individus, soit 03 individus et ce jusqu'au mois de mars (Fig. 4.2). Ces populations ont généralement occupés les berges et les zones de balancement des eaux et le centre du plan d'eau ou ils ont manifestés des déplacements plus ou moins rapides accompagnés d'une activité alimentaire intense (Fig.4.6).

1.1.8 Sarcelle marbrée *Marmaronitta angustirostris*:

La Sarcelle marbrée est une espèce régulièrement observée dans toute l'Afrique du Nord (ISENMANN et MOALI 2000, Thévenot et al. 2003, ISENMANN et al. 2005). Elle est aussi fréquente dans toute Vallée de Oued Righ et dans les hautes plaines de Est Algérien (HOUHAMDI et al. 2008). Cette espèce est présente dans le lac de Oued Khrouf dès le début de notre étude avec un effectif avoisinant les 450 individus qui augmente progressivement pour atteindre un maximum de 1000 individus noté pendant le mois de décembre 2005. Aussitôt après, un effondrement est observé, qui ramène l'effectif global à quelques individus qui demeurent dans le lac jusqu'à la fin de notre étude (Fig.4.5). Ces populations préférant les régions dégagées du plan d'eau ont souvent occupés le centre du plan d'eau et les zones de balancement des eaux du lac (Fig.4.6).

1.1.9 La Sarcelle d'été *Anas querquedula*:

C'est une espèce qui s'est montrée très rare dans le site et durant les deux saisons d'hivernage. Elle n'a été observée que pendant les mois de février et de mars 2007. Cependant, le maximum enregistré est de 08 individus qui sont recensés durant le mois de mars 2007 (Fig.4.5). Pendant ces périodes, elle a sillonné pratiquement tout le plan d'eau (Fig.4.6).

1.1.10 Sarcelle d'hiver *Anas crecca crecca*:

La Sarcelle d'hiver est une espèce hivernante dans tous le bassin méditerranéen (HOUHAMDI 1998,2002. HOUHAMDI et SAMRAOUI 2001, ISENMANN et MOALI 2000, TAMISIER

1972,1974, TAMISIER et al.1995, DEHORTER et TAMISIER 1999). Leur évolution suit une allure en dents de scie présentant un plateau de quelques mois et des pics très importants traduisant l'arrivée des populations hivernantes surtout pendant les mois d'octobre, de novembre et de décembre tandis que la fin de la période d'hivernage est caractérisée par des diminutions progressives (Fig.4.4). Durant les sept mois d'occupation du lac, cette espèce farouche a été principalement observée en petit groupe sillonnant tous le plan d'eau et principalement les endroits dégagés (Fig.4.4).

1.2. Les Ardeidés:

1.2.1 Héron cendré *Ardea cinerea*:

Le graphique de l'occupation temporelle du lac de Oued Khrouf par les Hérons cendrés suit une allure en dents de scie présentant deux pics principaux, observés pendant les mois de novembre 2005 et de février 2006 avec un effectif de 100 individus (Fig. 4.7). Le Héron cendré est une espèce piscivore, (KAYSEL.1994, FREDERIKSEN 1992, MOSER 1984) qui fréquente en solitaire ou en groupe tous les zones humides du bassin méditerranéen. Dans le lac de Oued Khrouf, Ils ont été surtout observés dans le plan d'eau; où ils y restent dans la majorité des cas immobiles durant une bonne partie de la journée, ou carrément observés entrain de se reposer près de phragmites (Fig.4.8).

1.2.2 Aigrette garzette *Egretta garzetta*:

Cette espèce commence à coloniser le site dès la fin du mois d'août 2006, où son effectif commence à augmenter considérablement pour atteindre un plateau de 80 individus durant le mois de janvier 2007. Aussitôt après, un effondrement est noté ramenant l'effectif total à 02 individus enregistrés pendant le mois de février (Fig.4.7). L'Aigrette garzette présentant un régime alimentaire très varié, grenouilles (JENNI 1969/1973, HAFNER 1977), Tabanidés (SNODDY 1969), invertébrés non aquatiques et vers de terre (SEIGFRIED 1966/1971, HAFNER et al. 1998) a surtout fréquenté les berges septentrionales et le secteur sud du lac (Fig.4.8).

1.2.3 Grande aigrette *Egretta alba*:

Six à sept individus fréquentent généralement le lac de Oued Khrouf dès la fin du mois d'octobre 2005 jusqu'à la fin du mois de mars 2006 (Fig.4.8). Présents ainsi dans tous nos

relevés, cette espèce exhibe le statut d'hivernant dans ce site. Son activité journalière semble aussi afficher un comportement de pêche. Elle s'est distribuée souvent dans les zones de balancements des eaux des endroits dégagés du secteur centrale du lac et près des phragmites (Fig.4.9).

1.2.4 Héron bicolore *Nycticorax nycticorax*:

Le Héron bicolore est une espèce considérée comme très rare. Il n'a été observé qu'une seule fois et ce au début de la période d'étude, soit pendant le mois de septembre avec un maximum de 02 individus dans le secteur oriental dans la phragmitae (Fig.4.8).

1.2.5 Héron crabier *Ardeola ralloides* :

Idem que pour le Héron bicolore, le Héron crabier est une espèce qui n'a été observée qu'une seule fois dans le lac de Oued Khrouf où un seul individu a été noté dans les phragmites. Il manifestait un repos quasi-total (Fig.4.8).

1.3. Les Phoenicopteridés:

1.3.1 Flamant rose *Phoenicopus roseus*:

Le flamant rose est une espèce nicheuse dans les hautes plaines de l'est algérien (SAHEB et al 2006, BOULAKHSAIM et al 2006, SAMRAOUI et al 2006) est très abondante dans les chott Merouane et Melghir (HOUHAMDI et al. 2008). Il a été observé dans le site durant toute la saison d'hivernage 2006/2007 avec des effectifs faibles. Le maximum recensé est de 600 individus observés pendant le mois de novembre 2006 (Fig.4.12). Ces flamants rose ont surtout occupés la partie septentrionale du lac près de l'îlot (Fig.4.13).

1.4. Les Threskionithidés:

1.4.1 Spatule blanche *Platalea leucorodia*:

La Spatule blanche commence à coloniser le lac de Oued Khrouf dès le mois de d'octobre 2006 avec un effectifs de 15 individus. Leur abondance augmente progressivement pour atteindre les 60 individus observés pendant le mois de janvier 2007. Les écarts entre les effectifs observés pendant nos différentes sorties sont généralement du à la dispersion de cette espèce dans tous le lac où elle a semblée préférer la partie centrale du plan d'eau (Fig4.13).

1.4.2 Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*:

Présent presque dans tous nos relevés de la première année, les Ibis falcinelles ont commencé à coloniser le lac de Oued Khrouf dès la fin du mois de septembre 2005 avec un effectif faible qui augmente progressivement pour atteindre un maximum de 36 individus pendant le mois de mars 2006 (Fig.4.12). Les Ibis ne s'alimentent que le jour (FASOLA et CANORA 1993) broutant sur les berges et près de la phragmitae du lac (Fig.4.13).

1.5. Les Recurvirostridés:

1.5.1 Avocette élégante *Recurvirostra avosetta*:

L'Avocette élégante est une espèce nicheuse dans les zones humides des hauts plains de l'Est Algérien (SAHEB et al. 2005, BOUCHEKER 2005). Cette espèce est présente dans le lac de Oued Khrouf dès le début de notre étude avec un effectif avoisinant les 03 individus observés durant le mois septembre 2006. Cet effectif augmente progressivement pour atteindre un maximum de 500 individus courant le mois de janvier 2007. Aussitôt après, une diminution des effectifs est notée ramenant à 2 individus l'abondance totale pendant le mois de mars 2007 (Fig. 4.10). Ces recurvirostridés ont surtout occupés les endroits vaseux près de la phragmitae et dans la poche occidentale d'eau du lac (Fig.4.11).

1.5.2 Echasse blanche *Himantopus himantopus*:

L'Echasse blanche qui est aussi une espèce nicheuse dans les hauts plains de l'Est Algérien (SAHEB et al. 2005, NADJAH 2005) est présente presque dans tous nos relevés. Leur effectif qui ne dépassait pas les 03 individus durant le mois septembre 2005 s'est élevé pour atteindre 100 individus pendant le mois de novembre. Cependant une population de passage composée de 500 individus a utilisée le site pendant la fin de mois de mars (Fig.4.10). Ces Recurvirostridés ont pratiquement été observé dans tous les lieux peu profonds du site et ont manifestés une activité alimentaire intense (Fig.4.11).

1.6. Les Ciconiidés:

1.6.1 Cigogne blanche *Ciconia ciconia*:

La Cigogne blanche est une espèce nicheuse dans toute l'Algérie (SAMRAOUI et DE BLAIR 1998). Un bon nombre d'individus hivernent chaque année dans l'Est algérien

(HOUHAMDI et SAMRAOUI 2002). Cette espèce s'est montrée très rare dans le site. Un seul groupement de 90 individus a été observé pendant le mois de février 2007. Ils ont occupés la partie orientale du plan d'eau près de la phragmite et ont montrés un comportement grégaire (Fig.4.15).

1.7. Les Charadriidés:

1.7.1 Gravelot à collier interrompu *Charadrius alexandrinus*:

Le Gravelot a collier interrompu est une espèce régulière dans les zones humides de la Vallée de Oued Righ. Dans le lac de Oued Khrouf, nous l'avons observée durant pratiquement tous nos sorties avec un effectif faible pendant la saison d'hivernage. Le maximum enregistré est de 200 individus qui a diminué progressivement pour atteindre 30 individus courant le mois de mars (Fig.4.15). Ces petits oiseaux ont été surtout observés dans les zones de balancements des eaux et dans les endroits vaseux du secteur méridional (Fig.4.15).

1.7.2 Grand gravelot (*Charadrius hiaticula*):

Le Grand Gravelot est une espèce très rare dans le lac de Oued Khrouf. Nous l'avons observé une seule fois durant toutes nos sorties. Un seul individu a été noté pendant le mois de septembre 2005 dans le secteur septentrional du lac (Fig.4.15).

1.8. Les Phalacrocoracidés:

1.8.1 Grand Cormoran *Phalacrocorax carbo*:

Le Grand Cormoran est une espèce marine qui fréquente les hydrosystème continentaux riche en poisson, tels les barrages et les milieux humides près de la méditerranée. Cette espèce dont le régime alimentaire est à base de carpe *Cyprinus carpio* (MATHIEU et GRERDEAUX 1998) a été observée depuis le mois de novembre jusqu'au mois de février avec un maximum de 80 individus observés pendant le mois de février 2006 (Fig.4.10). Ces populations qui ont utilisés cette zone humide pendant leur migration ont été surtout observées en groupe exposant leurs deux ailes mouillées dans la partie centrale du lac (Fig.4.11).

1.9. Les Rallidés:

1.9.1 Foulque macroule *Fulica atra*:

La Foulque macroule est espèce sédentaire dans toutes les zones humides Nord Africain (ISENMANN et MOALI 2000, THEVENOT et al. 2003, ISENMANN et al. 2005). Elle niche régulièrement dans le Nord Est Algérien (RIZI et al. 2001, SAMRAOUI et SAMRAOUI 2006). Idem que pou la Poule d'eau, la foulque macroule est présente dans le lac de Oued Khrouf dès le début de notre étude avec un effectif maximal de 60 individus enregistrés pendant le mois de septembre 2005 qui ont aussitôt diminué et ce jusqu'à leur disparition totale durant le mois de mars 2006 (Fig.4.8). Ces Rallidés ont surtout exhibés un comportement grégaire près des phragmites (Fig.4.9).

1.9.2 Poule d'eau *Gallinula chloropus*:

La Poule d'eau présente le statut d'espèce sédentaire nicheuse dans toutes les zones humides de l'Algérie (SAMRAOUI et DE BELAIR 1994,1998, DE BELAIR et SAMRAOUI 2000, SAMRAOUI et al.1992, HOUHAMDI 2002). Elle a été observée durant les deux saisons d'hivernage avec des effectifs assez important atteignant les 142 individus durant le mois de septembre 2005. Cet effectif a diminué progressivement et ce jusqu'au mois de mars 2006 où nous avons enregistré 1 seul individus (Fig.4.8). Ces oiseaux sont toujours observés près des touffes des phragmites. Il est néanmoins important de signaler qu'au moindre dérangement, cette espèce quitte le plan d'eau et s'enfuit dans la phragmitae qui constitue son unique refuge (Fig.4.9).

1.9.3 Poule sultane *Porphyrio porphyrio*:

La Poule sultane est une espèce considérée comme très rare. Elle n'a été observée que deux fois, durant les mois d'octobre et de novembre où un seul individu a été noté (Fig.4.8). Cette espèce à caractères très discret (ALEMAN 1996) et dont l'activité est quasi crépusculaire (MOCCI 1972, MATHEVET 1997) est difficilement observable durant le jour. Elles passent la majorité de son temps cachée dans les touffes de phragmites du secteur occidentale (Fig.4.9).

1.10 Les Scolopacidés:

1.10.1 Chevalier Aboyeur *Tringa nebularia*:

Ce limicole est peu abondant dans le lac. Il commence à coloniser ce plan d'eau à partir du mois de novembre, ou deux à quatre individus sont notés pendant toute la période de l'étude (Fig.4.18). Les individus de cette espèce ont cependant fréquenté la phragmitaie méridionale du site (Fig.4.19).

1.10.2 Chevalier stagnatile *Tringa stagnatilis*:

Le Chevalier stagnatile a fréquenté le lac de Oued Khrouf dès le début de saison d'hivernage. Le maximum observé est de 12 individus et le minimum est de 02 individus (Fig.4.16). Ces oiseaux préférant les endroits dégagés (MAUMARY et al. 1997) ont été surtout notés en début des matinées sur les berges du secteur oriental du plan d'eau (Fig.4.17).

1.10.3 Chevalier arlequin *Tringa erythropus*:

Le Chevalier arlequin est une espèce considérée comme rare qui a n'été observée que deux ou trois fois. Le maximum observé est de 17 individus noté pendant le mois d'octobre (Fig.4.16). Ces individus se sont surtout concentrés sur toutes les berges septentrionales et orientales du lac (Fig.4.17).

1.10.4 Chevalier guignette *Actitis hypoleucos*:

De même que leurs congénères les Chevaliers arlequins, sont considérés comme très rare dans le site. Ils n'ont été observés que trois fois durant toute la période de l'étude avec un effectif très réduit, composé de 03 individus observés pendant le mois de septembre 2005 (Fig.4.16). Ces oiseaux ont occupés les mêmes secteurs que pour les autres chevaliers (Fig.4.17).

1.10.5 Chevalier Gambette *Tringa tatanus*:

Cette espèce est présente durant les deux saisons d'hivernage avec des effectifs assez faible. Le maximum observé est de 70 individus noté durant le mois de mars 2007. Il s'agit d'un groupement de passage (migration pré-nuptiale) qui ont été observés dans pratiquement tout le plan d'eau (Fig.4.18). Cette espèce capable de s'alimenter de Crustacées, mollusques et Annélides polychètes dans les eaux saumâtres et de Lombricidés, larves et imago d'insectes et

de grenouilles dans les eaux douces (HENRY et al. 1998, GOSS-CUSTARD 1969, MOREIRA 1996) a surtout fouiné dans toutes les berges du site avec une nette préférence pour le secteur septentrionale (Fig.4.19).

1.10.6 Chevalier combattant *Philomachus pugnax*:

Idem, cette espèce s'est montrée très rare dans le lac de Oued Khrouf. Elle n'a été observée que durant la première saison d'hivernage et exactement pendant les mois de septembre, de novembre 2005 et de janvier 2006. Le maximum enregistré est de 04 individus recensés durant le mois de novembre 2005 (Fig.4.5). Ils ont surtout occupés les berges du secteur oriental du site (Fig.4.19).

1.10.7 Bécasseau minute *Calidris minuta*:

Les Bécasseaux minute se sont montrés très rare dans le lac de Oued Khrouf. Durant les deux saisons d'hivernage, cette espèce n'a été observée que deux ou trois fois (pendant les mois de septembre, décembre et février 2006). Le maximum enregistré est de 08 individus recensés pendant le mois de mars 2007 (Fig.4.20). Ces oiseaux très sensibles aux dérangements (HOLMES 1966, FUCHS 1973, YESOU 1992, LAROUSSE 1998) se sont surtout concentrés dans les zones de balancement des eaux du secteur Sud-oriental, qui offre un grand choix d'insectes entrant dans leur régime alimentaire (BENGSTON et SVENSSON 1968, FUCHS 1975, SCHEKKERMAN et al. 1998) (Fig.4.21).

1.10.8 Bécasseau cocorli *Calidris ferruginea* :

Le Bécasseau cocorli est une espèce nicheuse dans la partie septentrionale du Paléarctique occidentale (PUTTICK 1979, FIGUEROLA et BERTOLERO 1996/1998) présente le statut d'espèce très rare dans le lac de Oued Khrouf. Un seul individu a été observé durant le mois de septembre (Fig.4.20). Il a été fréquenté les berges du secteur sud-oriental (Fig.4.21).

1.10.9 Bécasseau variable *Calidris alpina*:

Le Bécasseau variable est une espèce qui est souvent mélangée avec sa congénère le Bécasseau cocorli. Ils manifestent ensemble le même comportement (HOLMES 1966, WORRALL 1984, YESOU 1992, LE DREAN-QUENEC'H DU et MAHEO 1997, SERRA et al. 1998). Un seul individu a été observé pendant le mois de septembre et il a fréquenté les berges du secteur sud-oriental (Figs.4.20,4.21).

1.10.10 Bécassine de marais *Gallinago gallinago*:

Cette espèce n'a fréquenté le site d'étude que trois ou quatre fois durant toute notre étude. Nous l'avons observé qu'avec un effectif très restreint (Fig.4.20) ne dépassant généralement pas les 07 individus (notés en novembre 2005). Durant cette période d'occupation du lac, ces oiseaux préférant les endroits dégagés (MAUMARY et al. 1997) ont surtout fouinés pendant les matinées les berges du secteur oriental (Fig.4.21).

1.10.11 Barge à queue noire *Limosa limosa*:

La Barge à queue noire est une espèce très farouche (SPITZ 1965, FOURNIER 1969, FOURNIER et SPITZ 1965, TRECA 1984) qui fréquente généralement les plans d'eau peu profond et spacieux. Elle n'a été observée que quatre fois dans le lac de Oued Khrouf dont une seule fois pendant la première saison de l'étude. Son effectif demeure faible, le maximum enregistré est de 18 individus notés pendant le mois de septembre 2005 (Fig.4.20). Ces oiseaux d'eau ont fréquentés les secteurs peu profond du lac et les endroits vaseux près de la phragmitaie à *Phragmites australis* (Fig.4.21).

1.11 Les Burhinidés

1.11.1 Oedicnème criard *Burhinus oedicnemus*:

L'Oedicnème criard est considéré comme très rare dans le site. Il n'a été observé que deux fois pendant la première saison d'hivernage avec un effectif de 04 individus (janvier 2006) qui ont fréquentés les secteurs peu profonds du lac (Figs.4.22, 4.23).

1.12. Les Laridae:

1.12.1 Mouette rieuse *Larus ridibundus*:

La Mouette rieuse est une espèce hivernante habituelle des zones humides de la Numidie algérienne (HOUHAMDI 2002, HOUHAMDI et SAMRAOUI 2001). Elle a été signalée comme nicheur au Maroc dans les barrages édifiés dans les milieux semi aride (QNINBA et al. 2004). Un seul individu a été observé pendant le mois de novembre 2005 dans le site. L'effectif a augmenté progressivement pour atteindre un maximum de 30 individus enregistrés pendant le mois de décembre 2005 puis des effondrements progressifs sont notés ramenant l'abondance à 13 individus pendant le mois de février 2006 avant de disparaître

totalemment durant le mois de mars 2006 (Fig.4.22). Ces groupes ont surtout occupés le centre du plan d'eau où ils ont manifestés une activité intense de nage (Fig.4.23).

1.12.2 Goéland railleur *Larus genei*:

Cette espèce n'a été que très rarement observée dans le lac de Oued Khrouf. Un effectif composé de 06 individus a été noté durant la fin de la saison d'hivernage 2006/2007 (Fig.4.22) où ils se sont installés dans le centre du lac et sur les lieux de balancements des eaux (Fig.4.23).

1.12.3 Goéland d'audouin *Larus audouinii*:

Idem que pour leurs congénères les Goélands railleurs, les Goélands d'Audouins se sont montrés très rares dans le site. Ils n'ont été observés que deux fois avec un effectif très faible 01 et 02 individus notés pendant le mois de septembre (Fig.4.22). Ils ont surtout occupés le centre du plan d'eau (Fig.4.23).

1.13. Les Sternidae:

1.13.1. Guifette moustac *Chilodonia hybridus*:

Les Guifettes moustac n'ont fréquentés le lac de Oued Khrouf qu'une seule fois où 02 individus ont été observés pendant le mois de mars (Fig.4.22). Ces oiseaux d'eau préférant les eaux douces par rapport aux eaux saumâtres (NAVARRO-MEDINA 1969) ont surtout survolés le plan d'eau en moucheronnant les insectes (Fig.4.23).

2. Evolution des paramètres écologiques

2.1 L'abondance:

L'allure des graphiques de l'abondance totale l'avifaune aquatique ayant fréquentée le lac de Oued Khrouf durant les deux saison d'étude nous montre que le plan d'eau n'est jamais vide mais toujours occupé par une espèce d'oiseau d'eau donnée (Fig.4.24). Le minimum observé est de 308 individus toutes espèces confondues observées pendant le mois de mars 2007 et le maximum avoisinant les 8360 individus enregistrés pendant le mois de décembre 2005.

D'une manière générale, nous pouvons dire que la première saison d'hivernage est plus riche en oiseaux d'eau que la deuxième. Les deux graphiques sont cependant plus ou moins similaires exhibant des effectifs faibles au début de la saison qui augmentent progressivement suite aux passages et aux regroupements de certaines espèces exposant des maximums durant la fin de l'étude (mois de mars). Aussitôt après, des effondrements successifs traduisant des migrations pré-nuptiales de la majorité des espèces sont notés réduisant l'abondance totale à quelques espèces généralement nicheuses dans la région.

2.2 Richesse spécifique:

Le graphique de la variation temporelle des richesses spécifiques nous expose des valeurs plus ou moins stables durant les 2 saisons d'hivernage concernées par l'étude. Ceci est nettement observé pendant la première saison, où les valeurs de la richesse spécifique fluctuent lentement entre 23 et 32 sp. L'allure du graphique expose une variation gaussienne traduisant encore une fois des arrivées pendant la première période de l'hivernage et des départs durant la période qui suit (Fig.4.24). Cependant, pendant la deuxième saison de l'étude (2007/2008) le minimum enregistré est de 11 espèces notées pendant les mois de février et de mars 2007 et le maximum est observé pendant la fin du mois de décembre de la même année (26 espèces).

2.3 L'indice de diversité de Shannon et Weaver:

Les graphiques des deux saisons d'hivernage étudiées nous exposent aussi des variations plus ou moins similaires (Fig.4.24). Généralement, les valeurs les plus élevées traduisant les meilleurs équilibres rodent au alentours de 3,236 enregistrées pendant la fin du mois de novembre 2005 et la valeur la plus basse est notée durant le mois de janvier 2007 ($H' = 1.510$). Durant la deuxième saison d'hivernage, le minimum a été enregistré pendant le début du mois de février 2007 ($H' = 2.258$) et le maximum a été noté pendant le début du mois d'octobre 2007 ($H' = 3,041$).

2.4 Indice d'équitabilité:

L'indice d'équitabilité nous expose des graphiques plus ou moins similaires pour les deux saisons avec une légère hausse enregistrée pendant la seconde saison de l'étude (Fig.4.24). Cet indice a connu sa valeur maximale pendant le mois de septembre ($E = 0.744$), autrement dit, pendant que l'indice de diversité de Shannon et Weaver est à son maximum. Le

minimum est enregistré durant la première semaine du mois de janvier soit $E=0.534$ (Fig.4.24), qui est caractérisée par la présence de 25 espèces d'oiseaux représentés par 2388 individus. Globalement, l'indice d'équitabilité n'est descendu au-dessous de 0.6 que pendant trois périodes plus ou moins distinctes:

- ✓ Les mois de octobre, novembre et décembre dominés par des effectifs très élevés de Sarcelles d'hiver et de Canards Souchet observés surtout durant la première année de l'étude traduisant ainsi la richesse et la diversité des périodes de passage.
- ✓ Les mois de janvier et de février correspondant aux valeurs les plus basses de l'indice de diversité.
- ✓ La fin du mois de mars, caractérisée par le départ des populations estivantes.

3 .L'analyse statistique des donnés:

L'analyse statistique multivariée par le biais de l'AFC (dates des sorties et dénombrements) dans son plan factoriel 1x2 divise pour les deux saisons d'étude la période hivernale en trois subdivisions :

Pour la première saison d'hivernage (2006/2007)

- La première allant dès le début de l'étude, soit du mois de septembre jusqu'au mois novembre (début de l'hivernage). Elle représente la période d'arrivée des premiers hivernants et celle des passages des migratoires qui utilisent le lac pendant une petite période. Nous pouvons observer un grand nombre d'espèces dont les principales sont: le canard colvert, la sarcelle marbrée, le tadorne de Belon, le flamant rose, le héron cendré, le héron crabier, le héron bihoreau, l'aigrette garzette, le chevalier combattant, le chevalier stagnatile, le chevalier arlequin, le chevalier guignette, la poule sultane, le bécasseau cocorli, le bécasseau minute, le bécasseau variable, la bécassine de marais, la barge a queue noire, le gravelot a collier interrompu, le grand gravelot et le busard des roseaux.
- La seconde période allant du mois de décembre jusqu'a mois de février représente la « mi-hivernage ». elle est caractérisée par l'observation des regroupements d'oiseaux hivernants dans ce site. Nous pouvons facilement observer les espèces suivantes: le chevalier aboyeur, l'avocette élégante, la mouette rieuse, le canard pilet, le canard siffleur, la cigogne blanche, l'oedicnème criard, la sarcelle d'hiver, la grande aigrette, le héron cendre, l'aigrette garzette, le canard souchet, le canard siffleur, la spatule blanche et la grande aigrette.

- Enfin, la troisième période qui caractérise le mois de mars et indique la fin de la saison d'hivernage nous permet d'observer certaines espèces qui utilisent tardivement cet écosystème lacustre saharien, nous pouvons citer: le canard chipeau, le canard souchet, la sarcelle d'été, le tadorne casarca, la sarcelle d'été, l'ibis falcinelle, le goéland railleur, la guifette moustac, le chevalier gambette et l'échasse blanche.

Pour la seconde saison d'hivernage (2007/2008)

Pendant cette saison d'étude qui ne s'est déroulée que sur sept mois du fait de la mise en eau tardive du site, le même scénario est encore observé, la saison d'hivernage est subdivisée en trois périodes plus ou moins distinctes:

- Le début de l'hivernage représenté par les mois de septembre et d'octobre.
- La mi-hivernage représentée par les mois de novembre et de décembre.
- et la fin de la saison représentée par les mois de janvier, de février et mars qui peut constituer une entité plus ou moins a part.

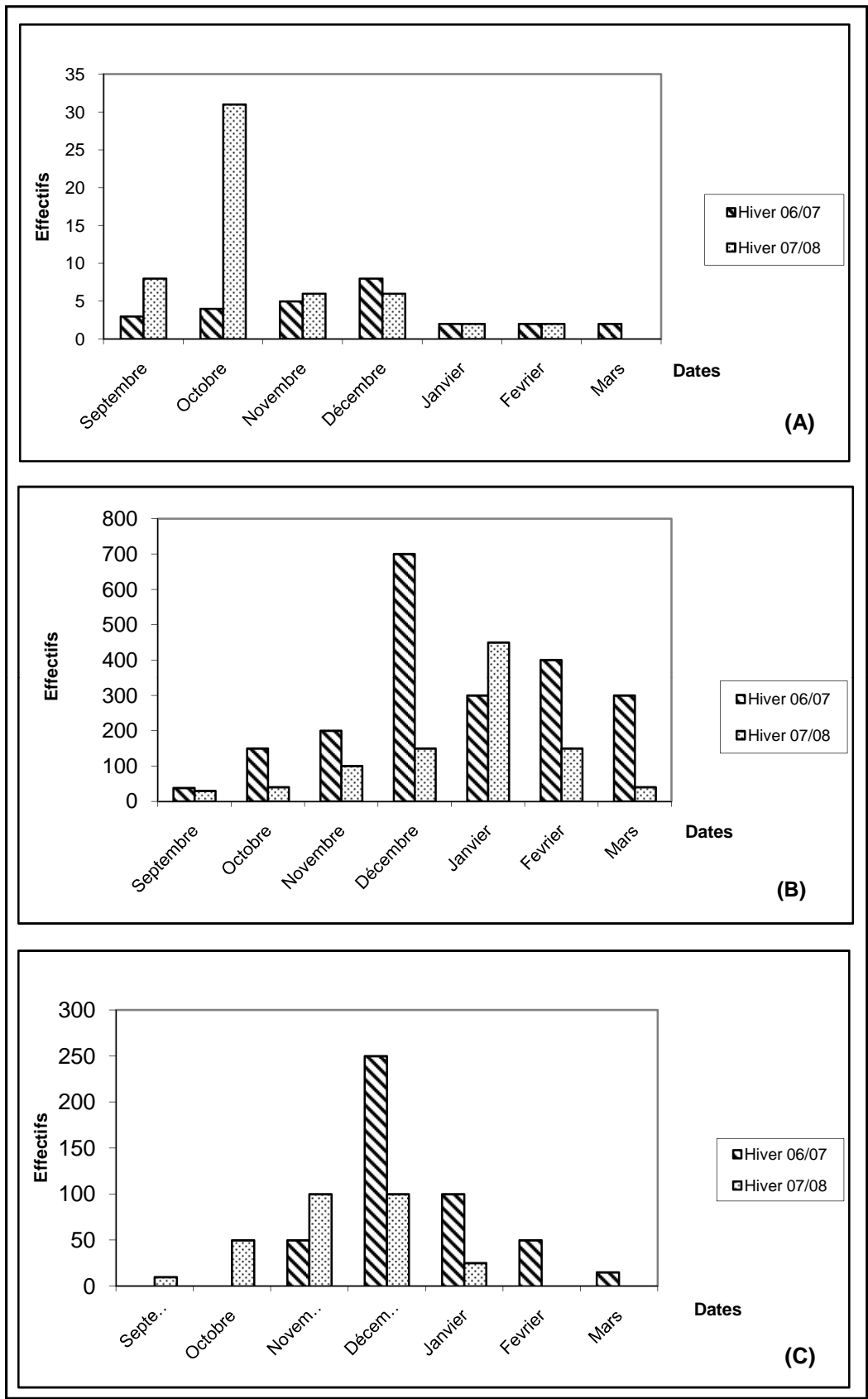


Fig.4.1. Evolution des effectifs de Canard Colvert (A), le Canard Souchet (B) et le Canard Siffleur (C) .

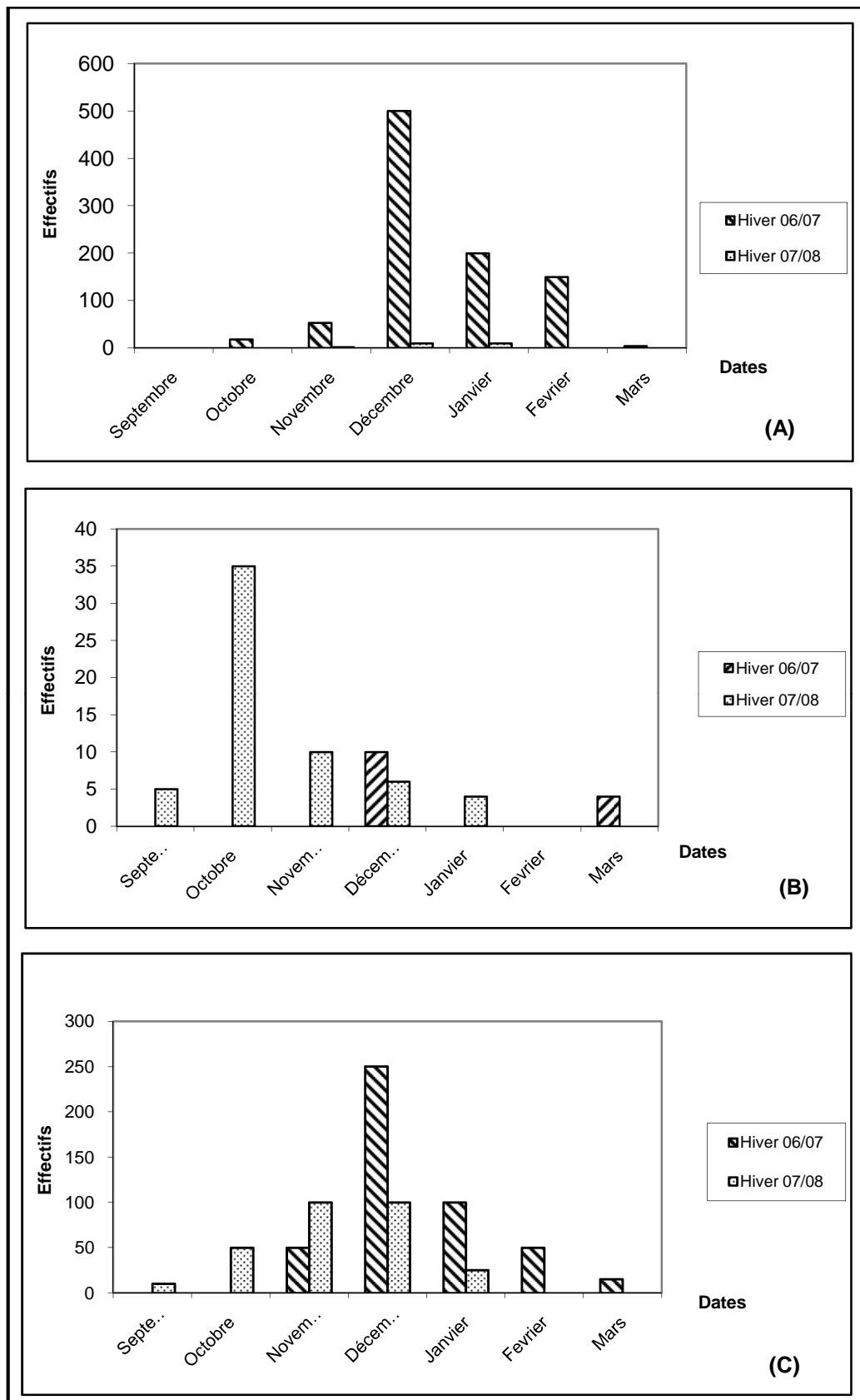


Fig.4.3. Evolution des effectifs du Canard Pilet (A), Canard Chipeau (B) et la Sarcelle d'hiver (C)

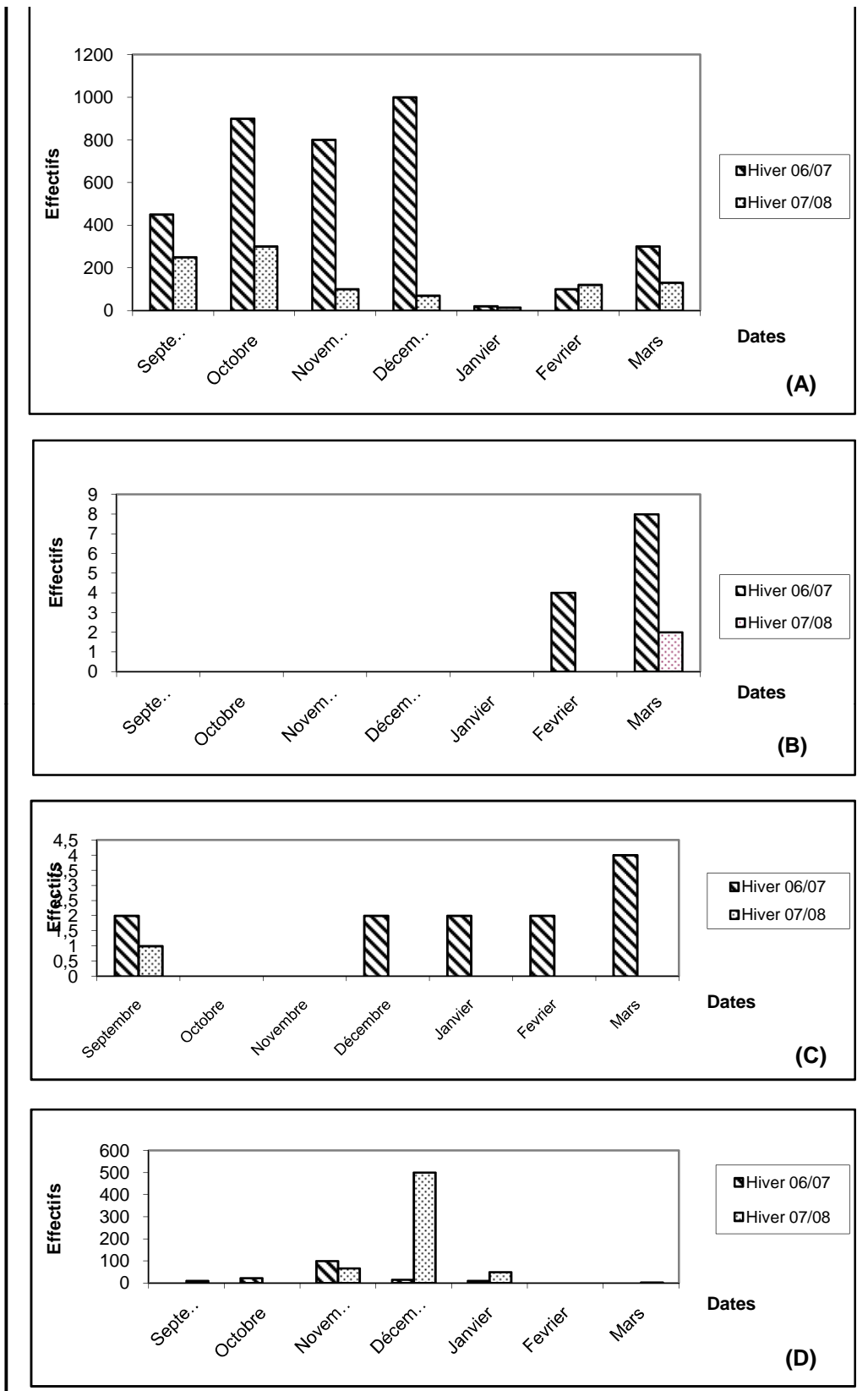


Fig.4.5. Evolution des effectifs de la Sarcelle marbré (A), la Sarcelle d'été (B), la Tadorne casarque (C) et Tadorne de belon (D).

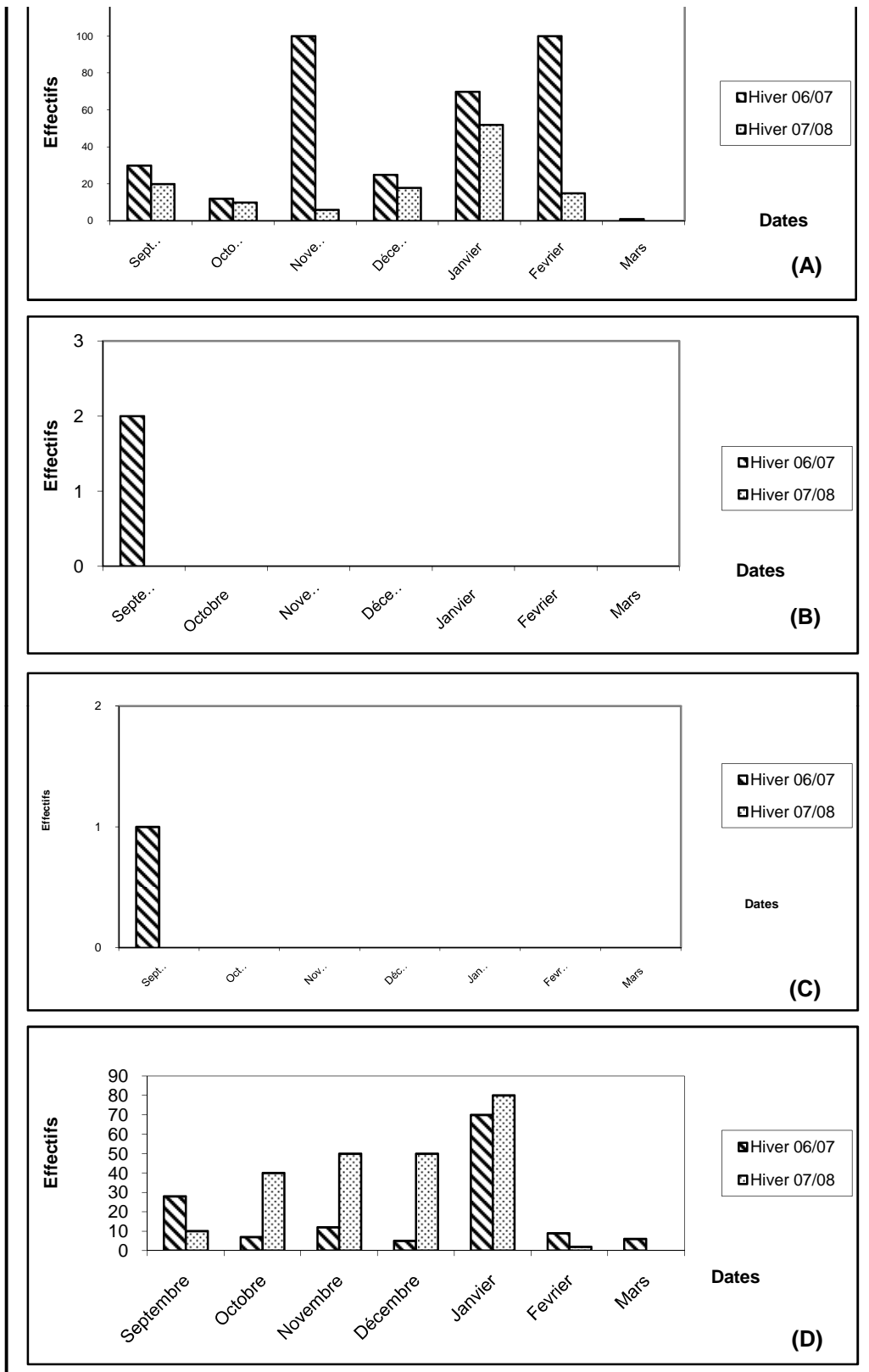


Fig.4.7. Evolution des effectifs de l'Héron cendré (A), le Héron bihoreau (B), le Héron crabier (C) et l'Aigrette garzette (D) .

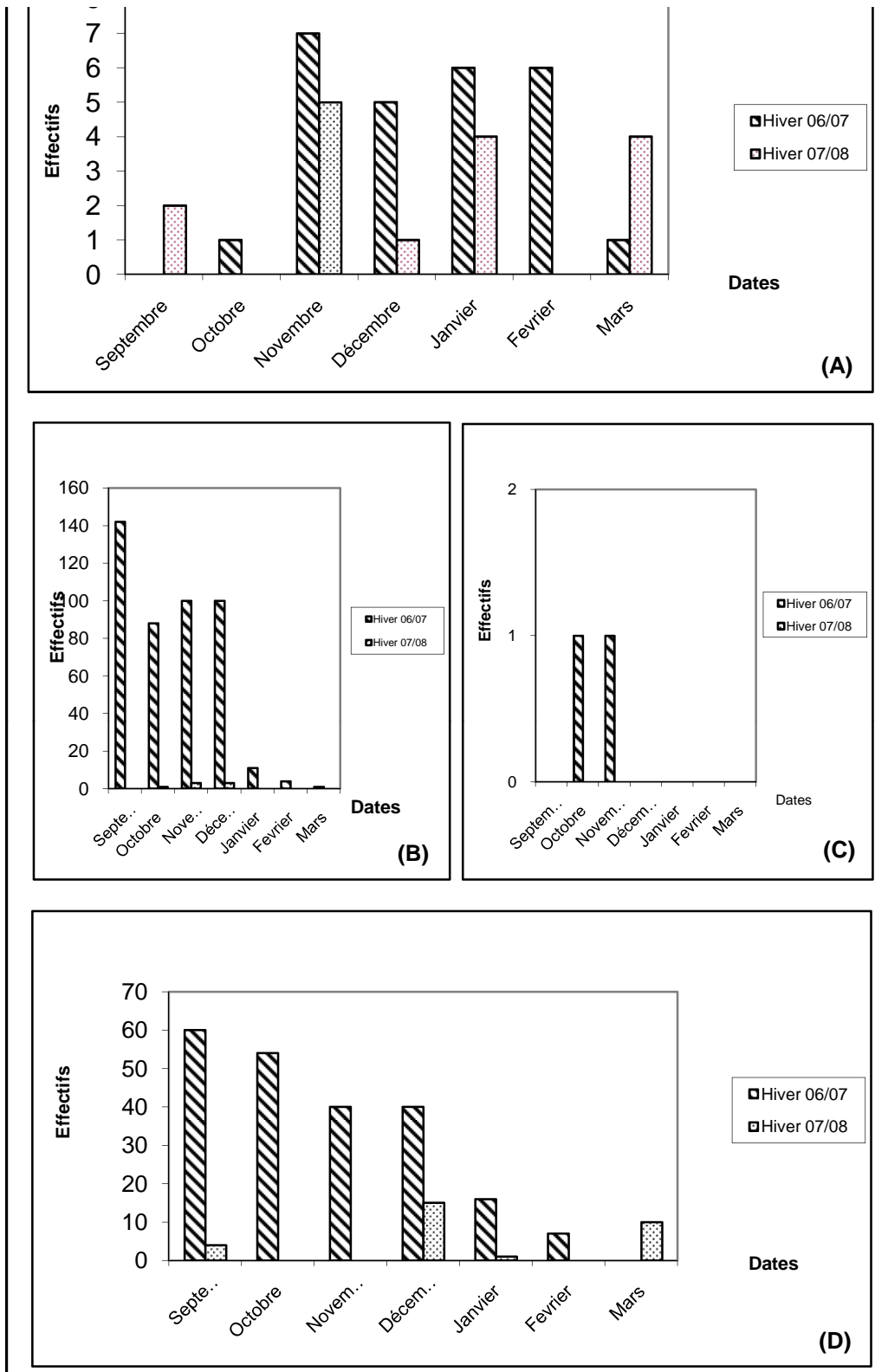
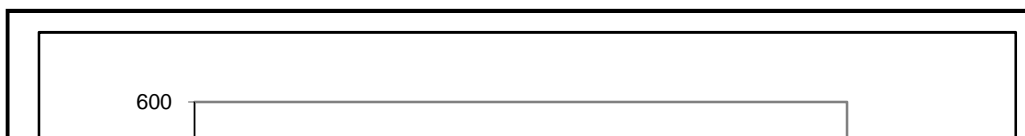


Fig.4.8. Evolution des effectifs de la Grand aigrette (A) la Poule d'eau (B), la Poule sultane (C) et la Foulque macroule (D) .



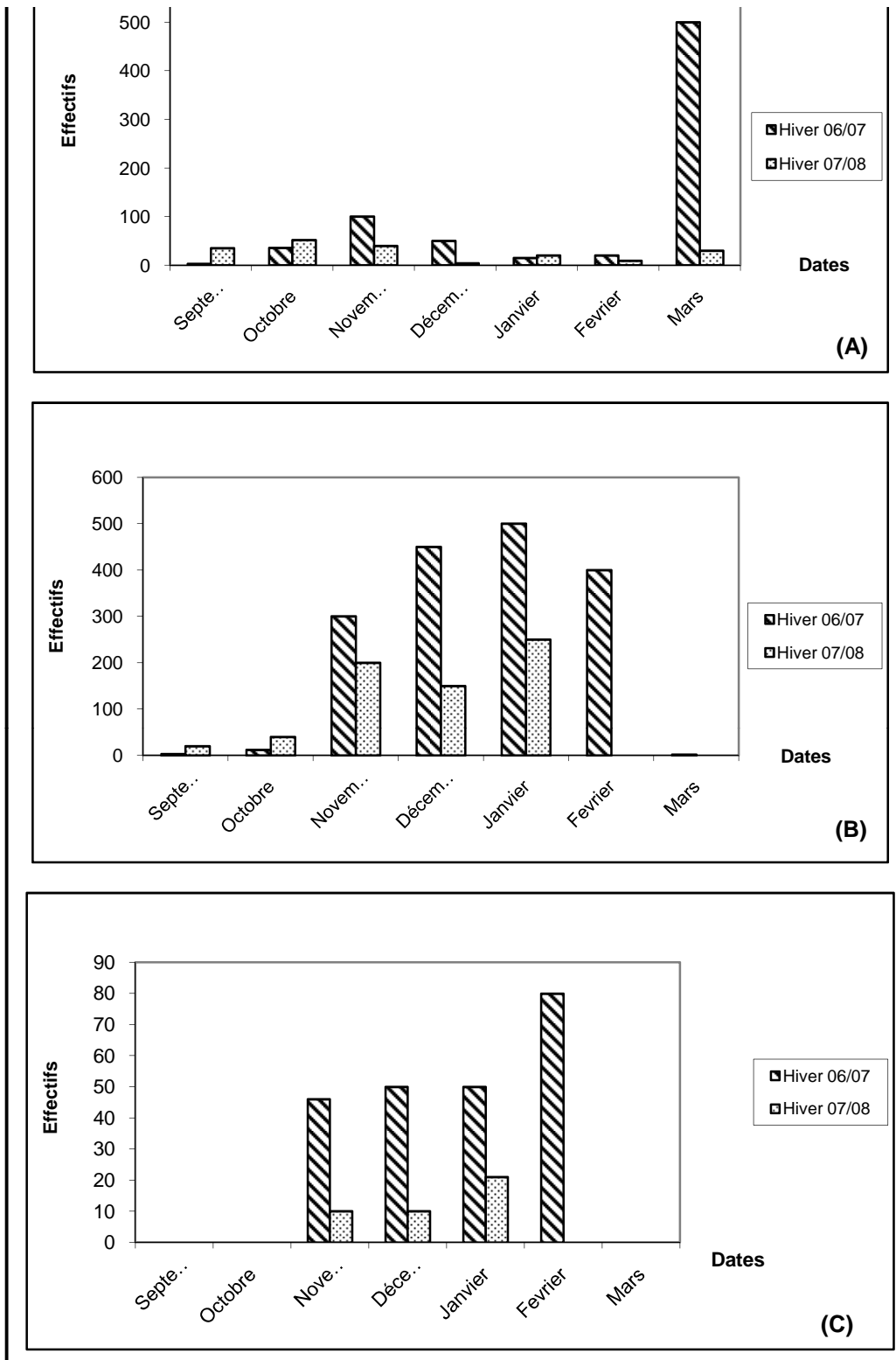
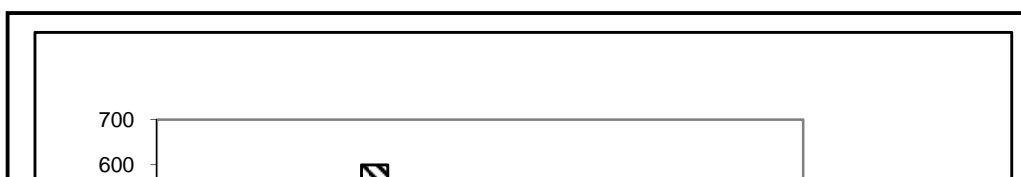


Fig.4.10. Evolution des effectifs de l'Echasse blanche (A), l'Avocette élégante (B) le Grand cormoran (C)



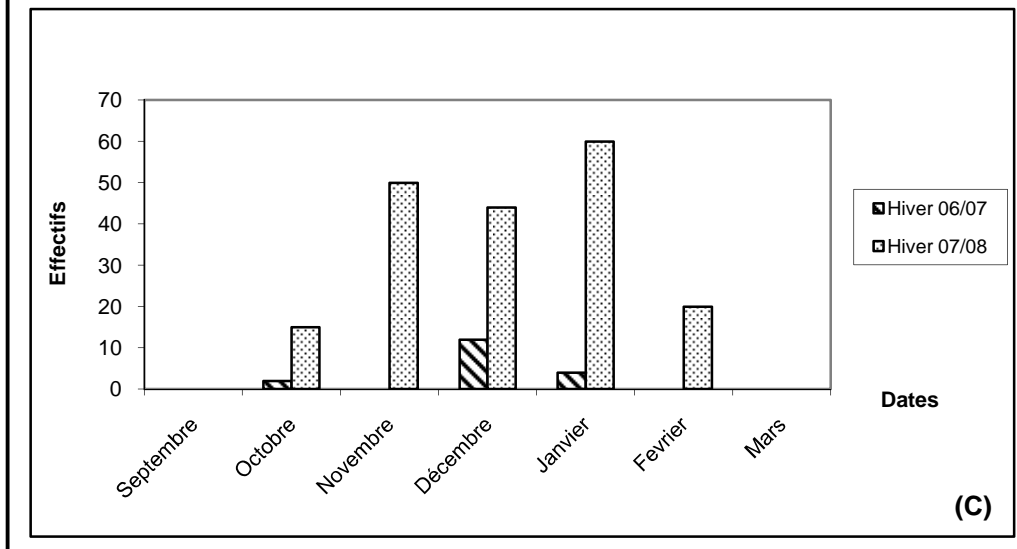
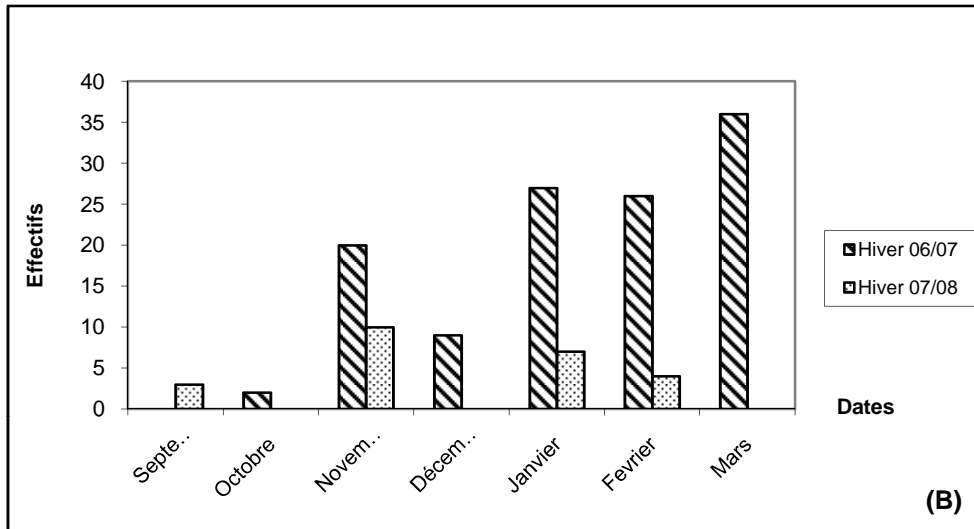
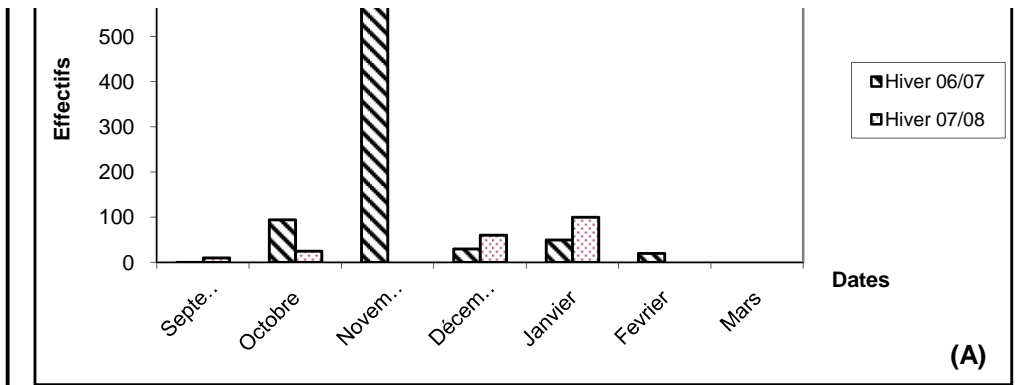
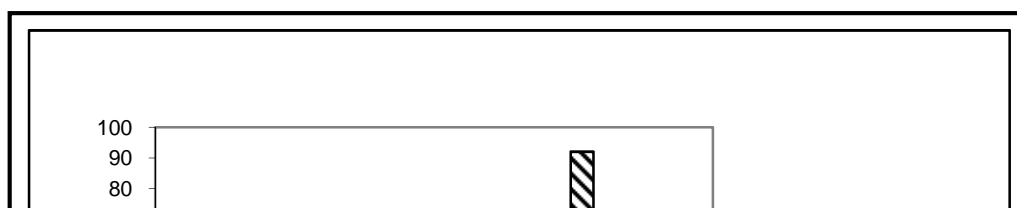


Fig.4.12. Evolution des effectifs du Flamant rose (A), l'Ibis falcinelle (B) et la Spatule blanche (C) .



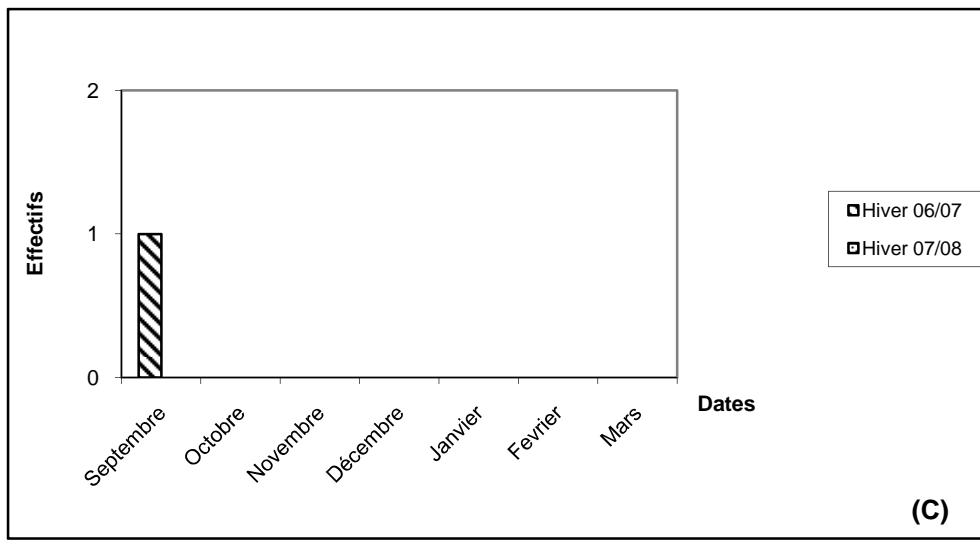
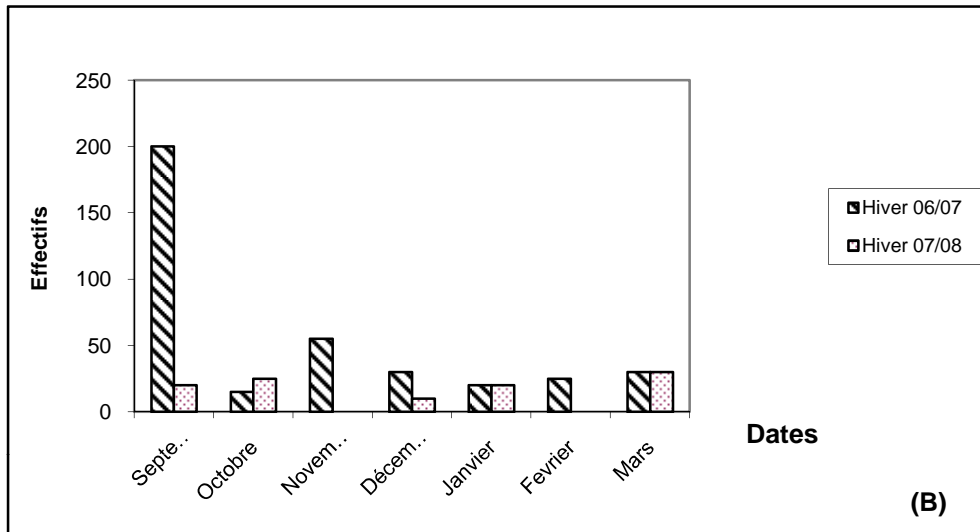
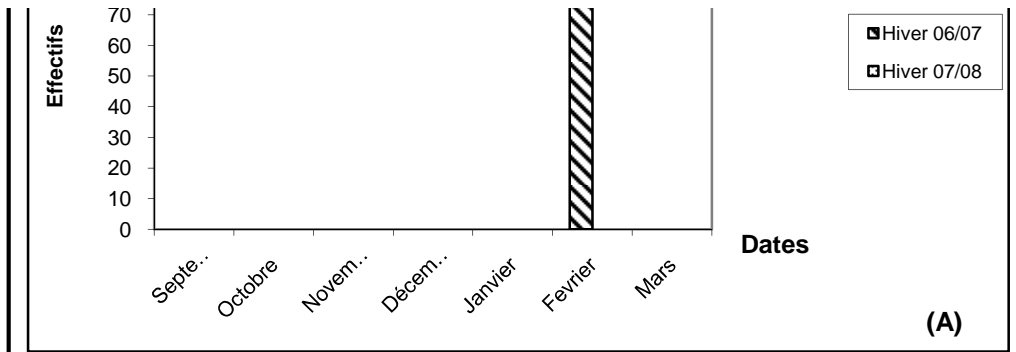
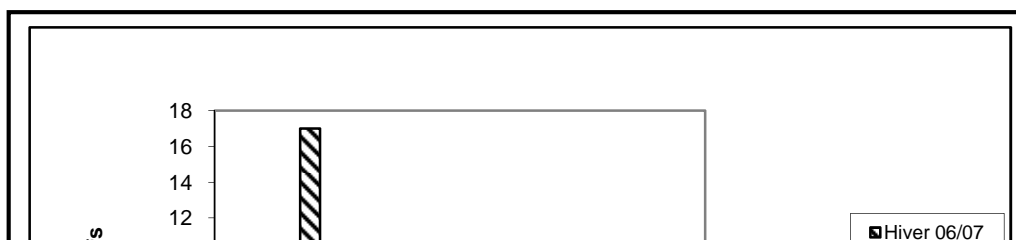


Fig.4.14. Evolution des effectifs de la Cigogne blanche (A), le Gravelot à collier interrompu (B) et le Grand gravelot (C) .



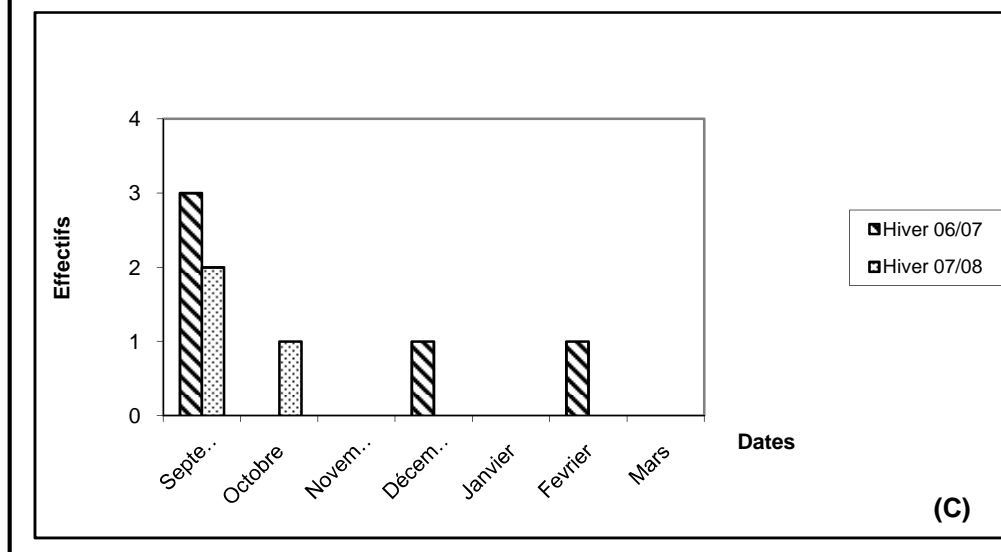
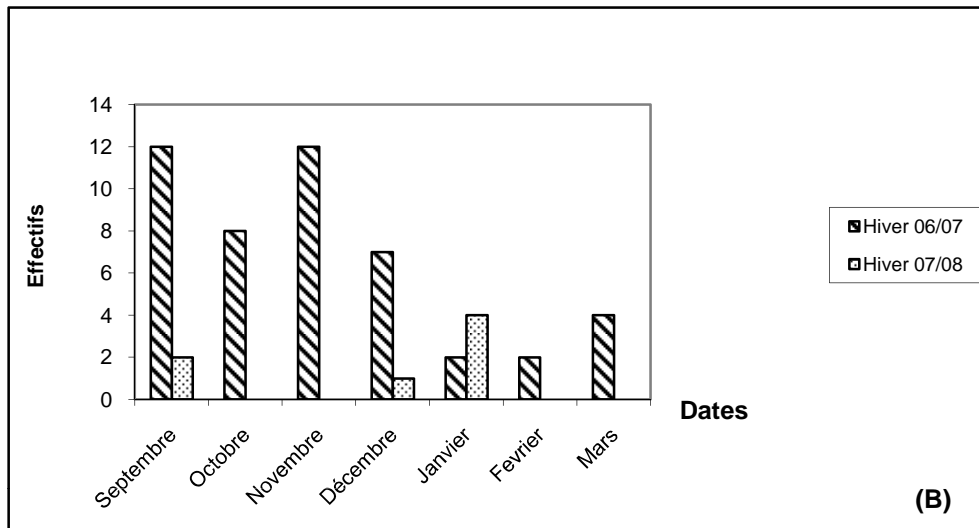
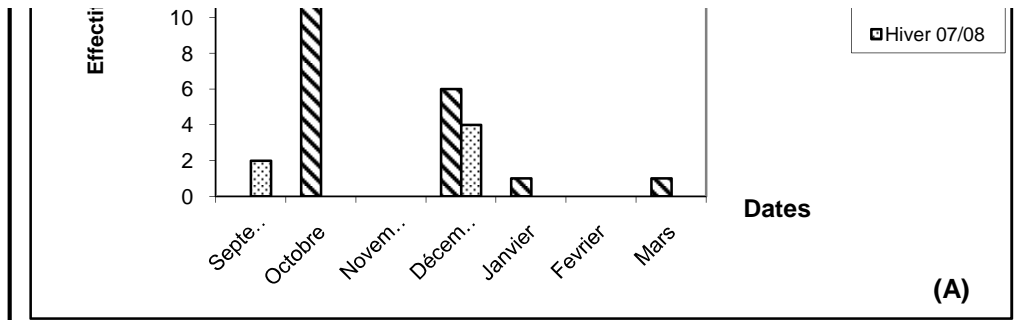
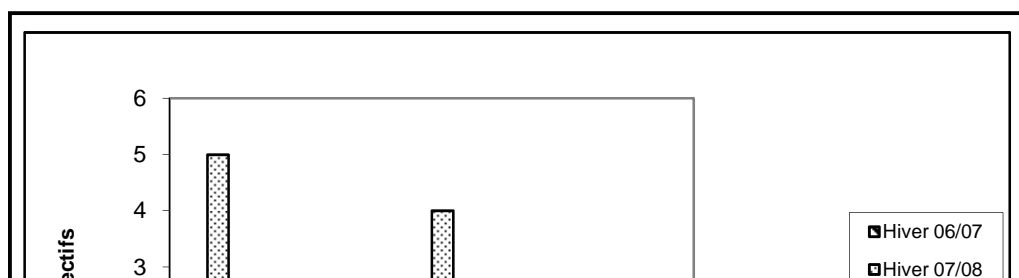
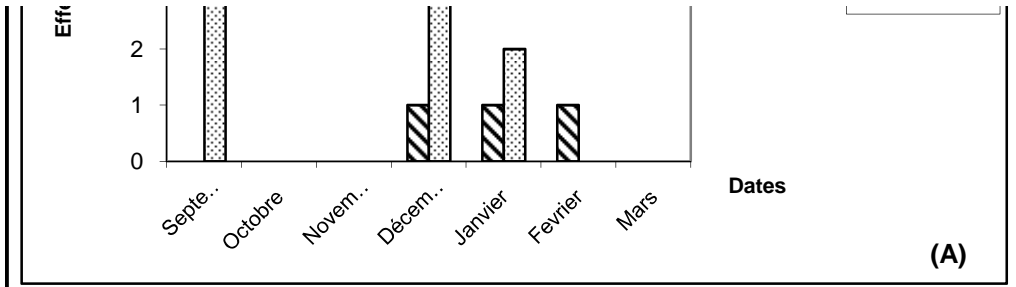
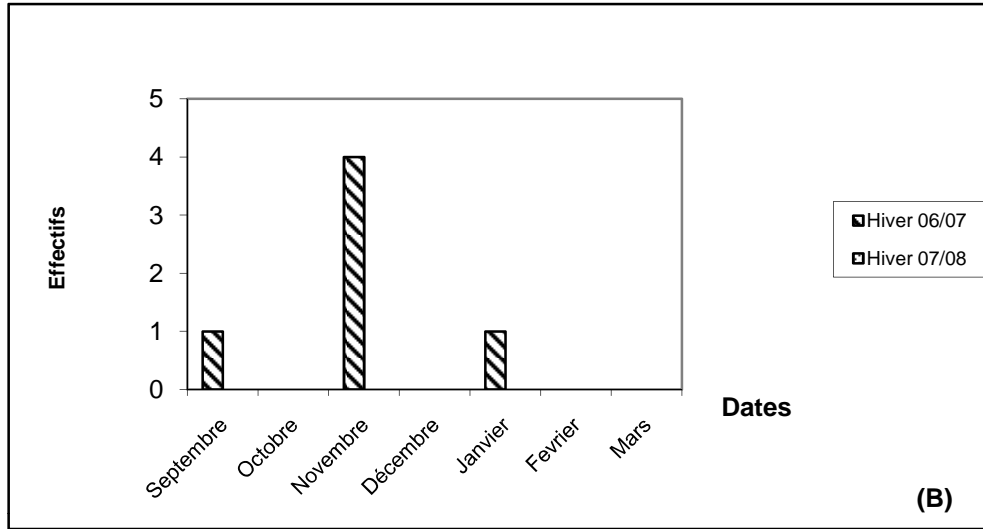


Fig.4.16. Evolution des effectifs du Chevalier arlequin (A), Chevalier stagnatile (B) et le Chevalier guignette (C).

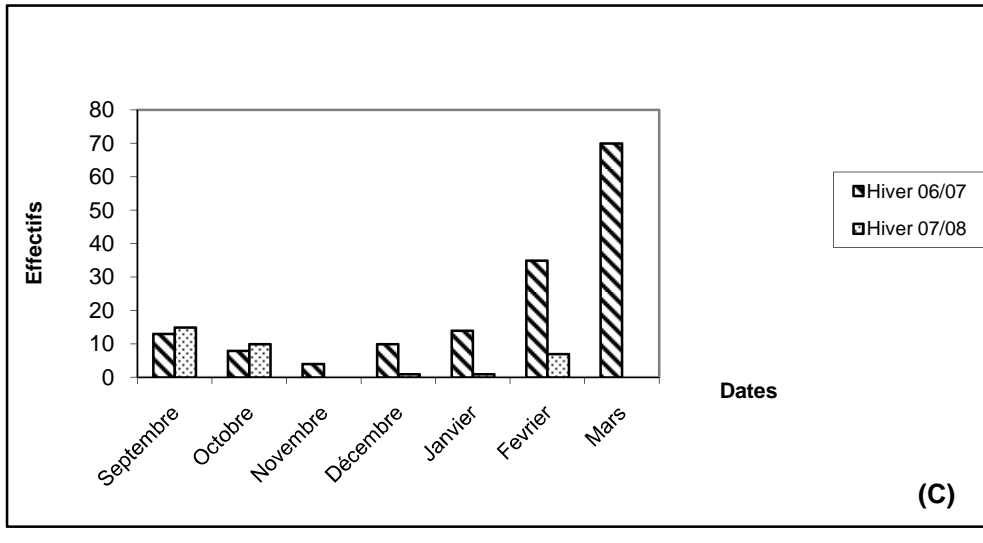




(A)

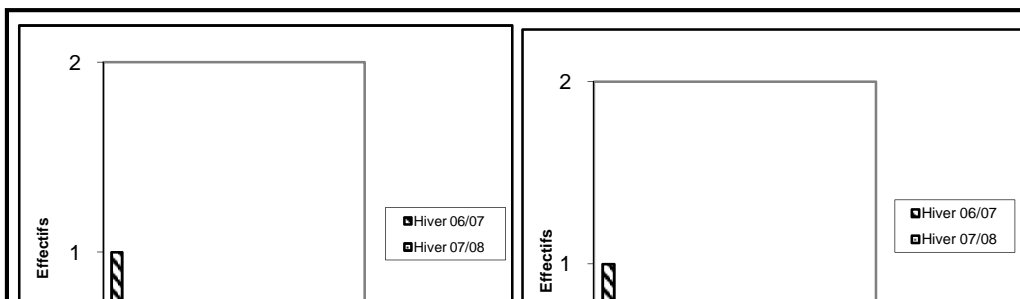


(B)



(C)

Fig.4.18. Evolution des effectifs du Chevalier aboyeur (A), le Chevalier combattant (B) et le Chevalier gambette (C) .



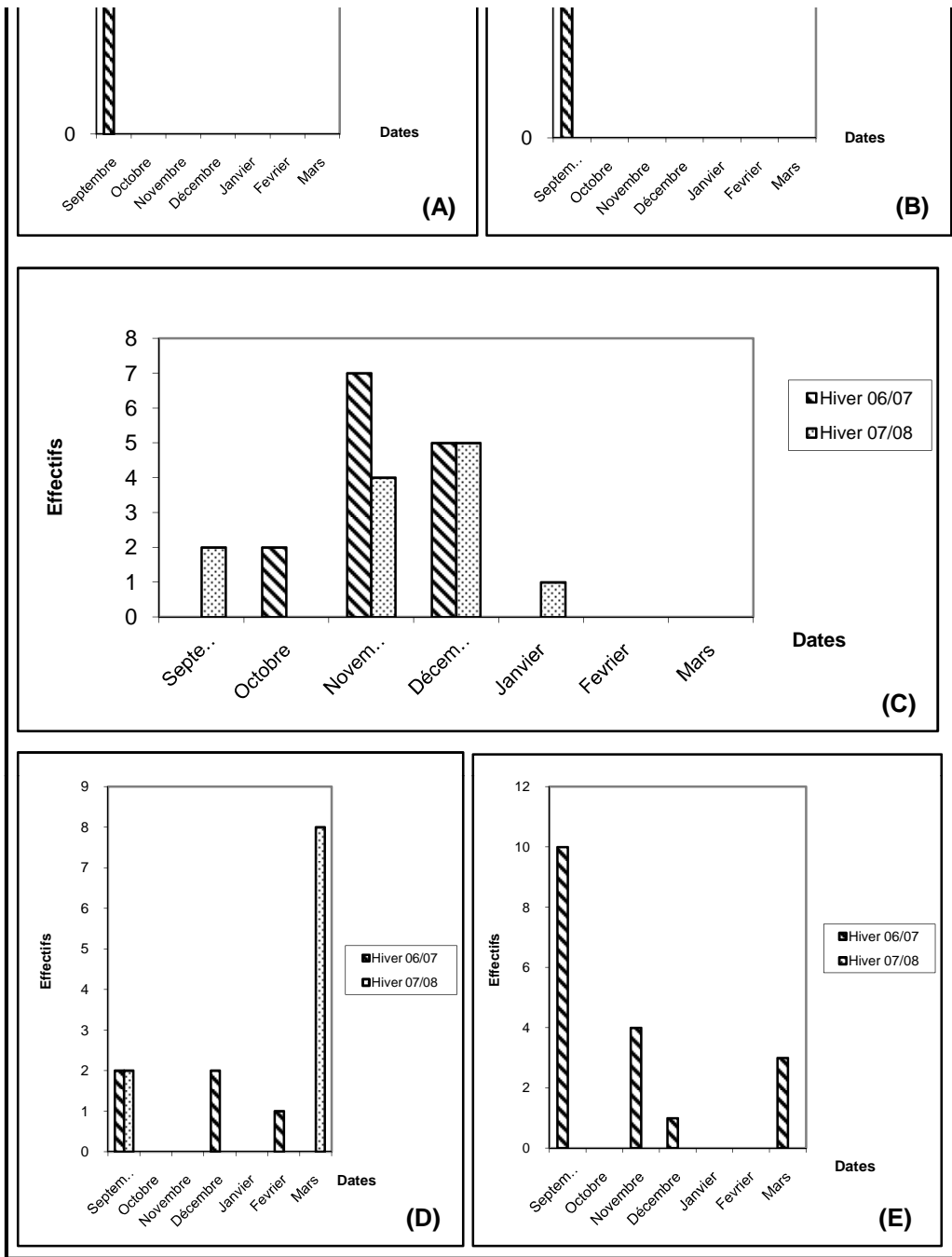
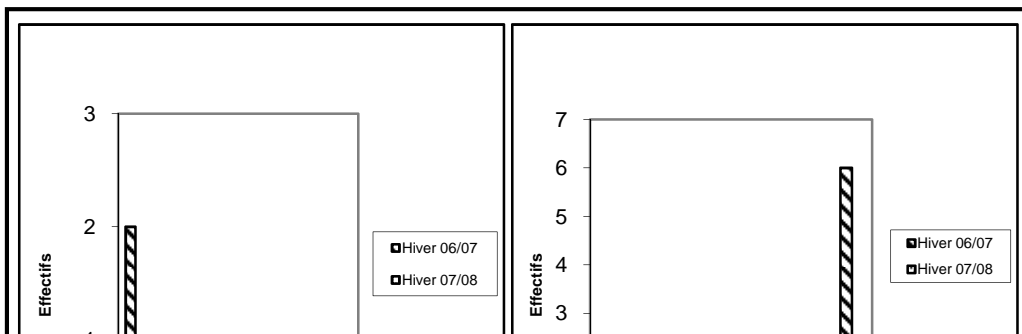


Fig.4.20. Evolution des effectifs des Bécasseau cocorli (A) ,Bécasseau variable (B),la Bécassine des marais (C), le Bécasseau minute (D) et le Barge à cou noire (E) .



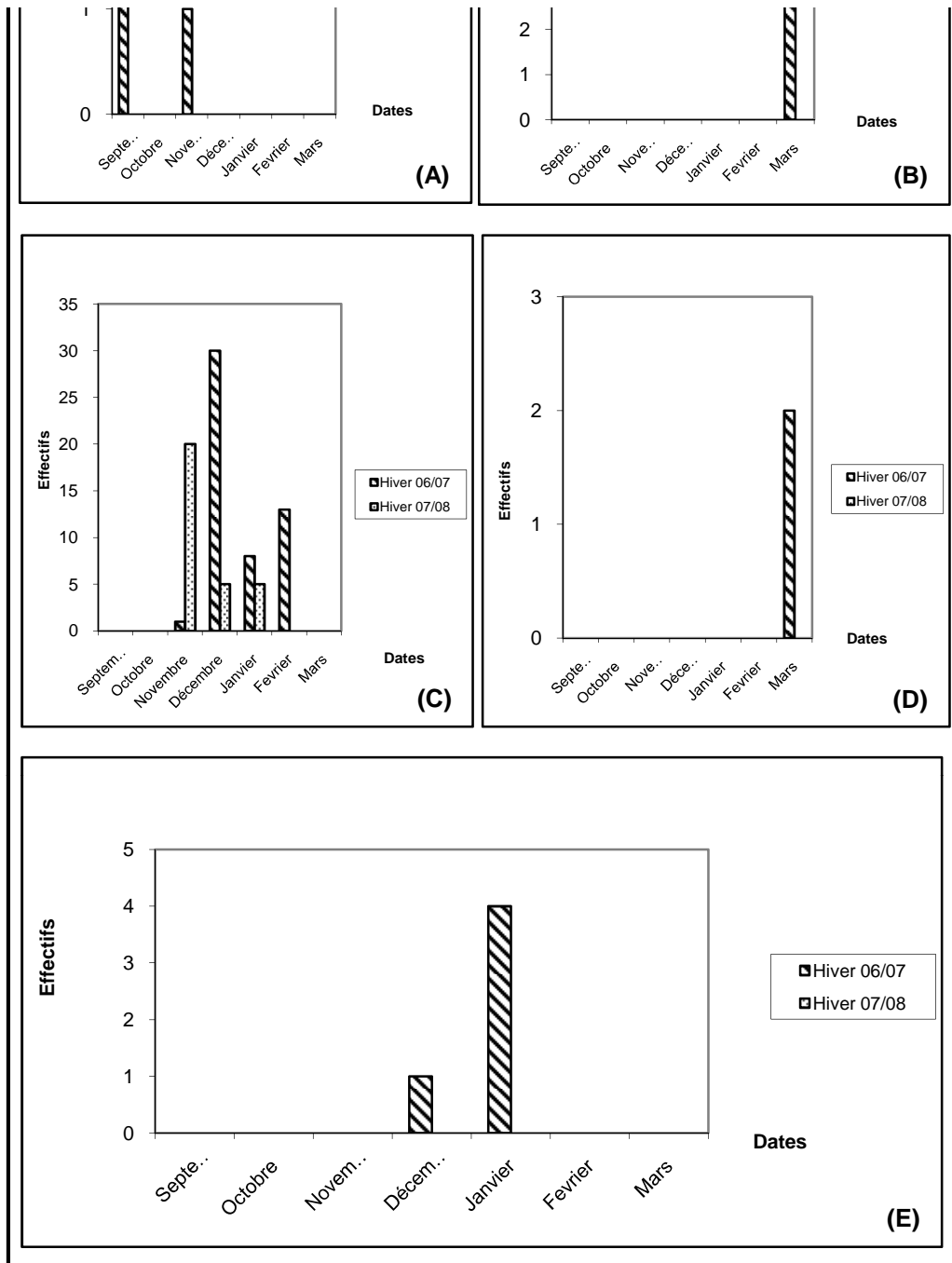


Fig.4.22. Evolution des effectifs des Goélands audouin (A),Goéland rallieur (B),la Mouette riieuse(C),la Guifette moustac (D) et l'Oedicnèm criard(E) .

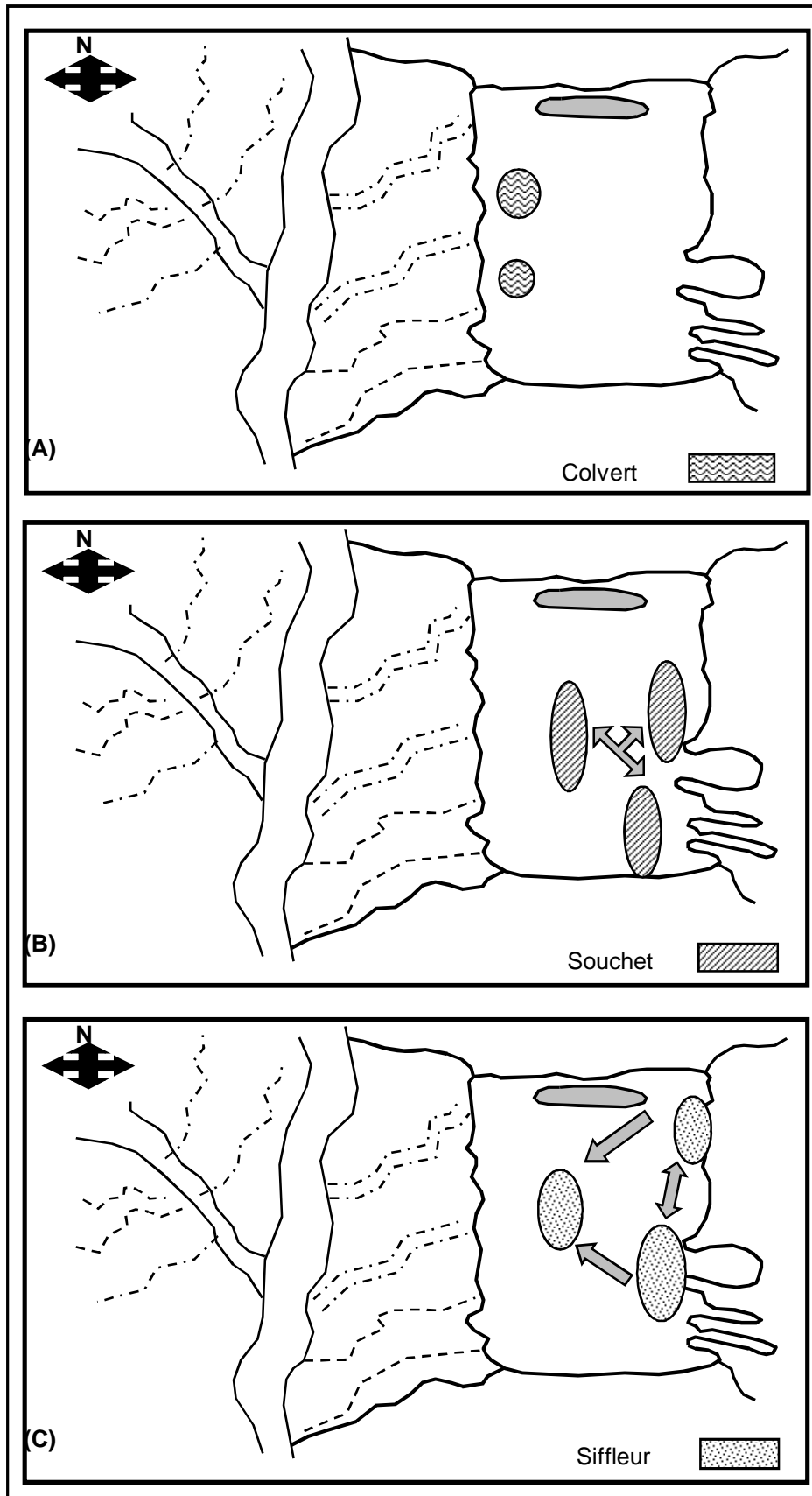


Fig.4.2. Occupation spatiale du Lac de Oued Khrouf par le Canard Colvert (A), le Canard Souchet (B) et le Canard Siffleur(C).

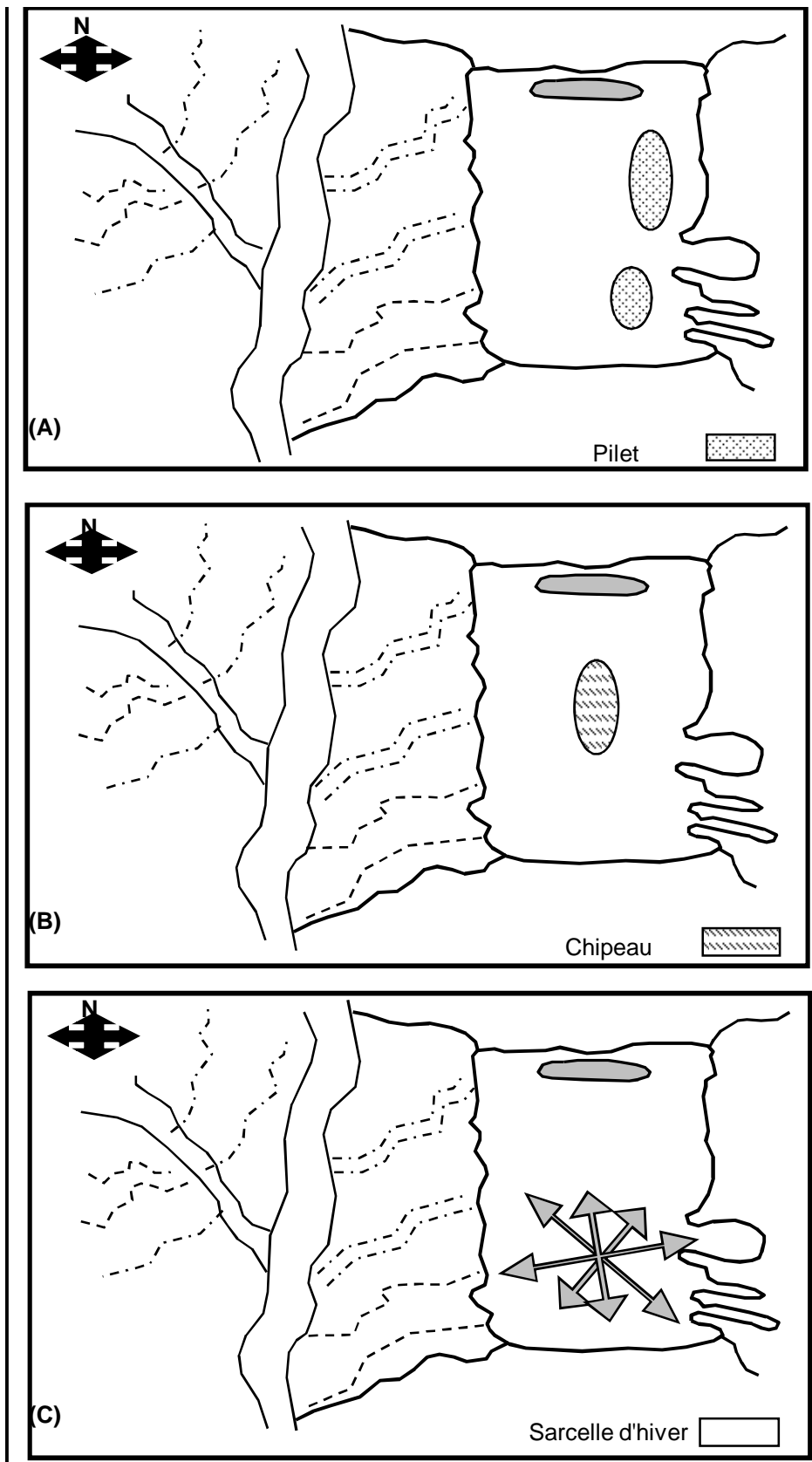
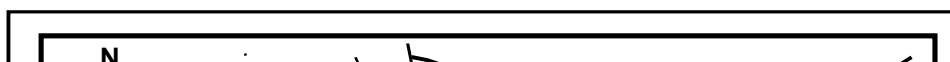


Fig.4.4. Occupation spatiale du Lac de Oued Khrouf par le Canard Pilet (A) , le Canard Chipeau (B) et la Sarcelle d'hiver (C).



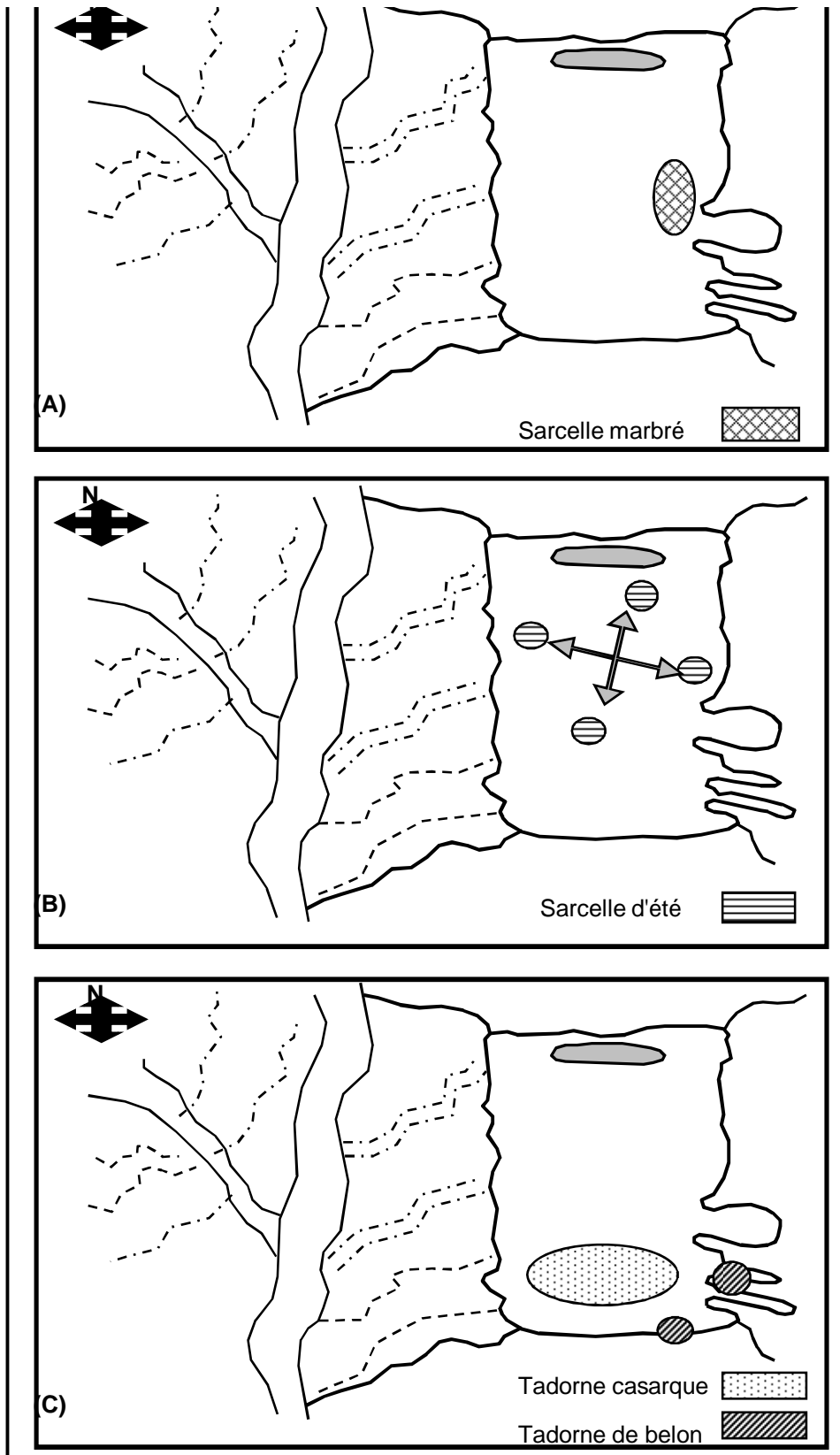


Fig.4.6. Occupation spatiale du Lac de Oued Khrouf par la Sarcelle marbré (A) la Sarcelle d'été (B) et la Tadorne casarque, Tadorne de belon (C) .



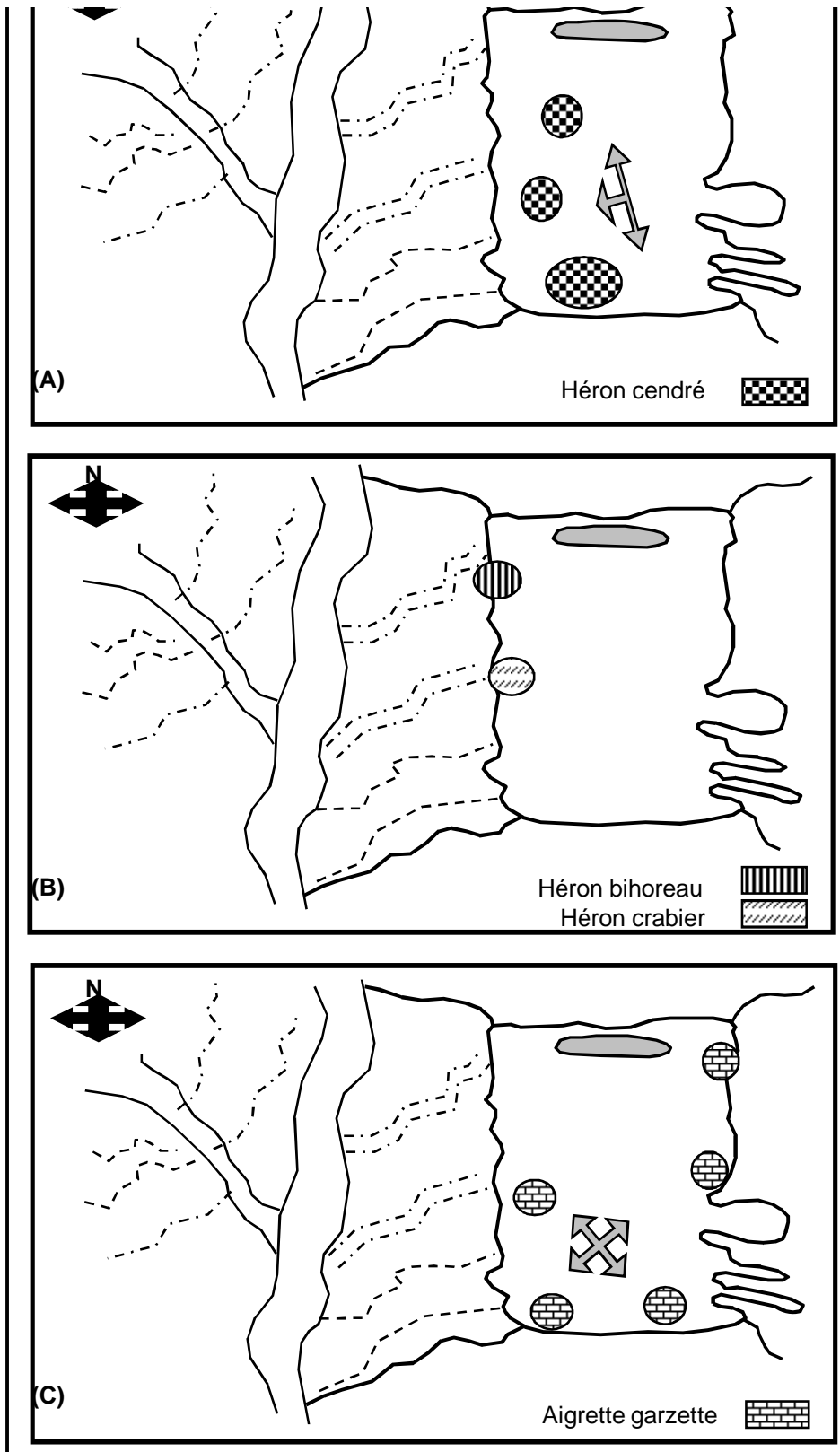
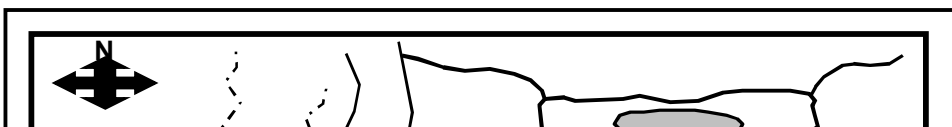


Fig.4.8. Occupation spatiale du Lac de Oued Khrouf par le Héron cendré (A) le Héron bihoreau, le Héron crabier (B) et l'Aigrette garzette (C).



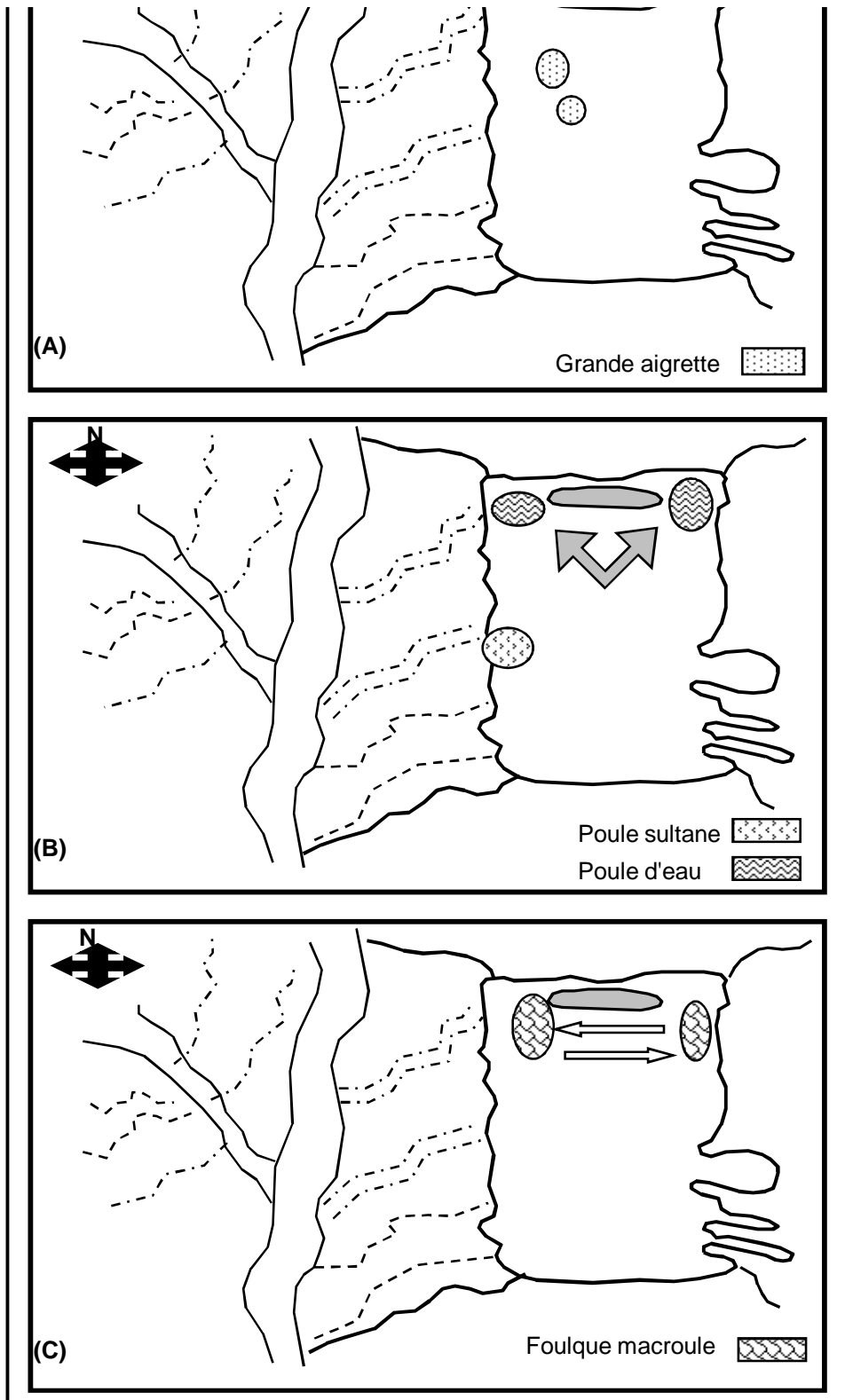


Fig.4.9. Occupation spatiale du Lac de Oued Khrouf par la Grand aigrette (A) la Poule d'eau, la Poule sultane (B) et la Foulque macroule (C).



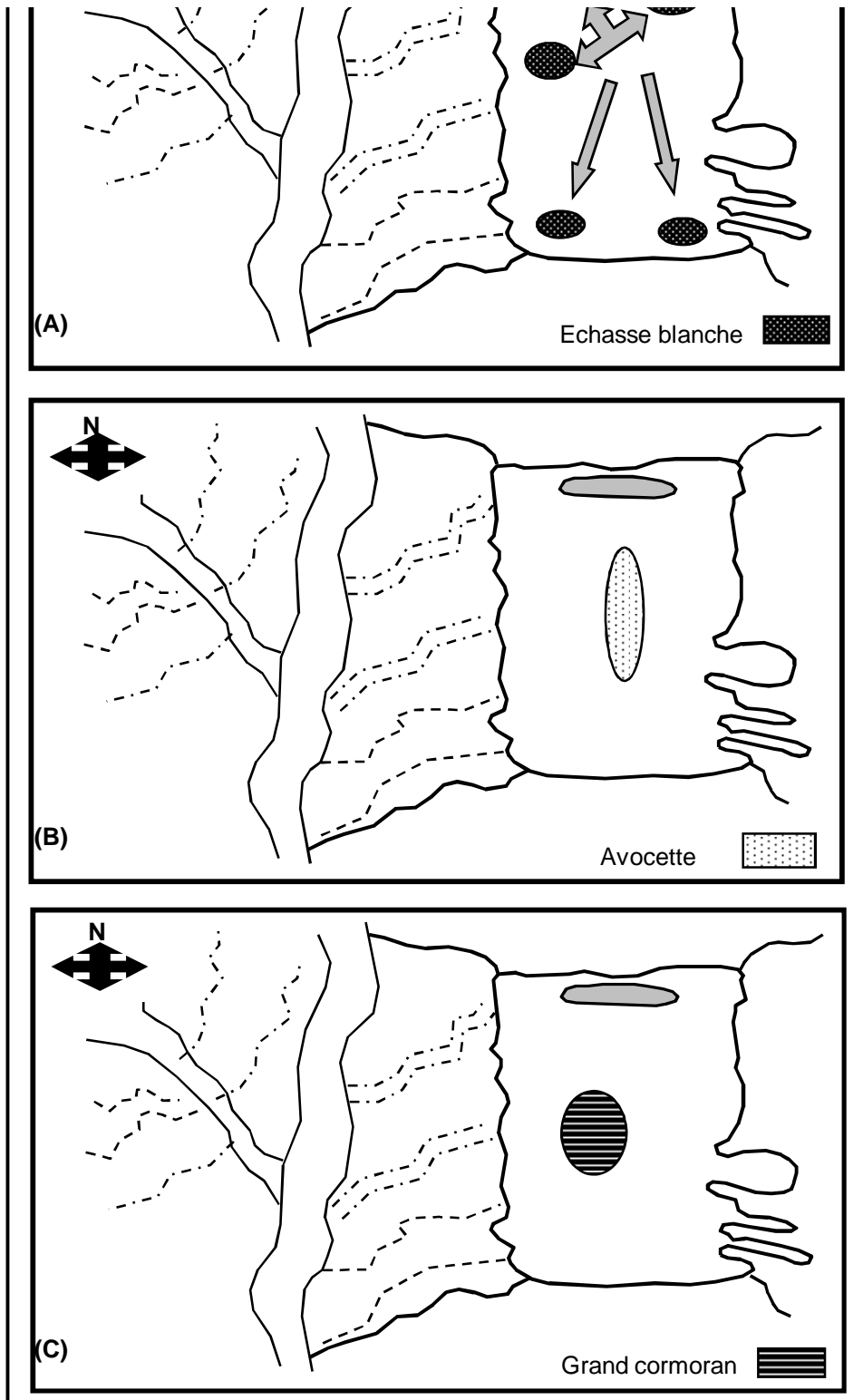


Fig.4.11. Occupation spatiale du Lac de Oued Khrouf par l'Echasse blanche (A) l'Avocette élégante (B) et le Grand cormoran (C) .



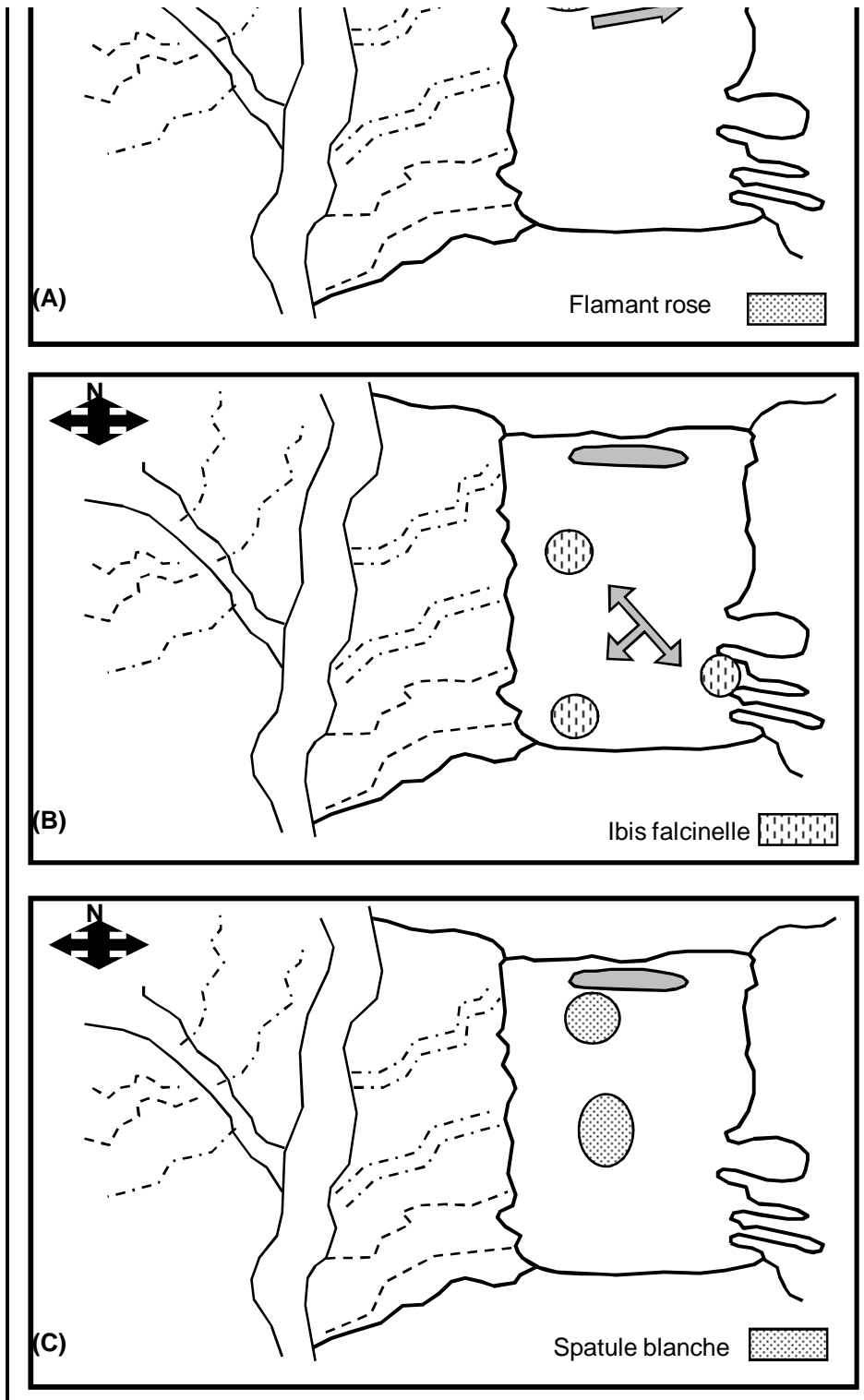


Fig.4.13. Occupation spatiale du Lac de Oued Khrouf par le Flamant rose(A), l'Ibis falcinelle (B) et la Spatule blanche (C) .



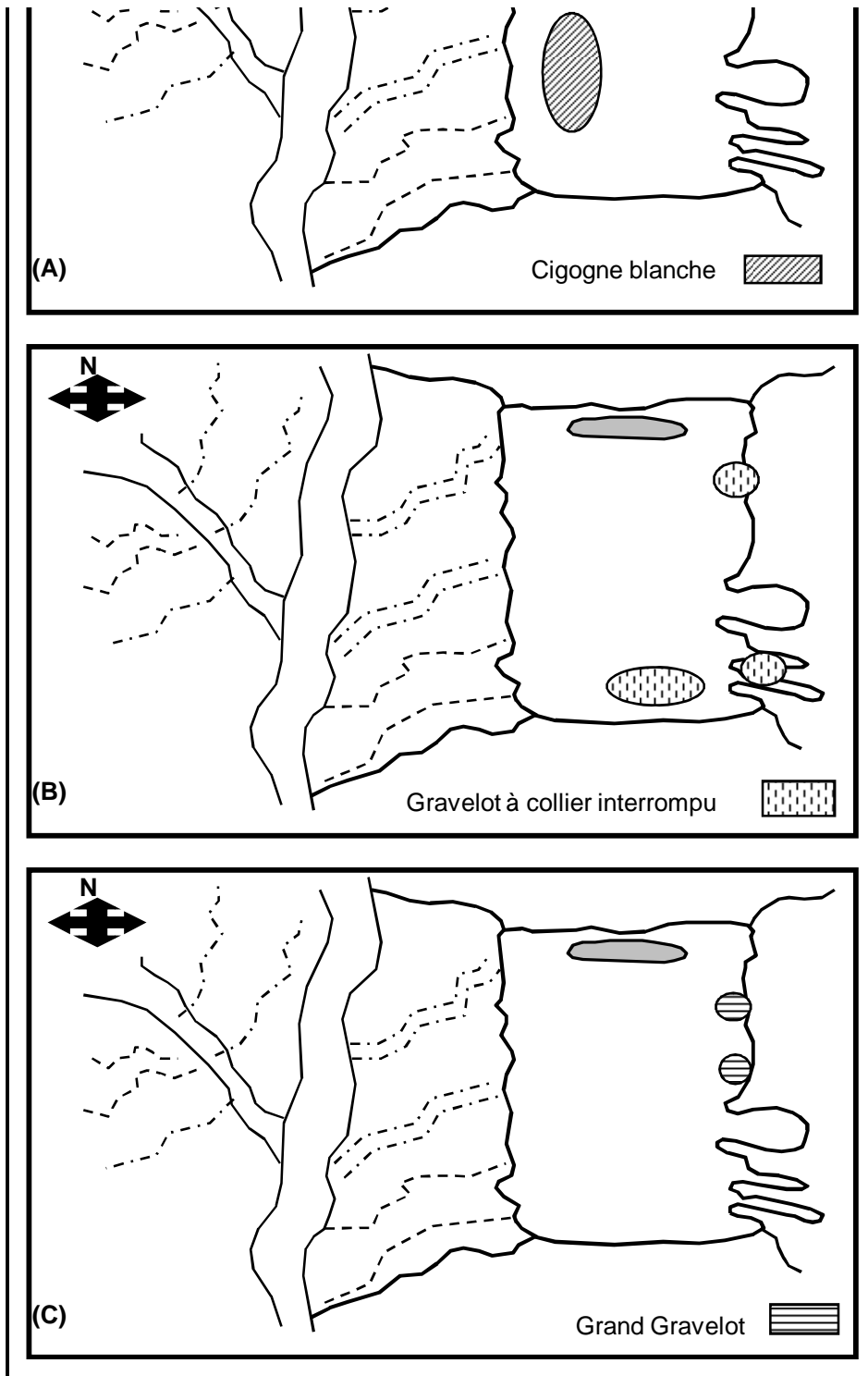
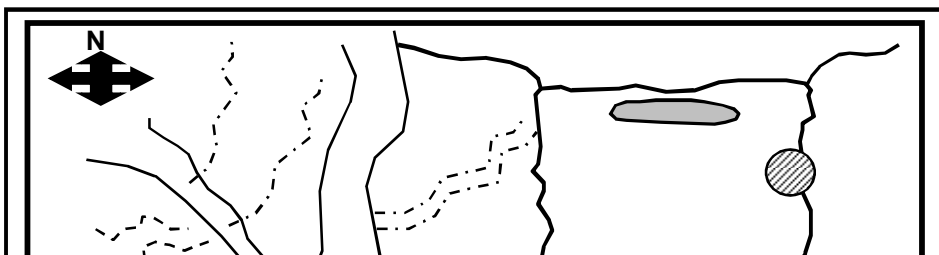


Fig.4.15. Occupation spatiale du Lac de Oued Khrouf par la Cigogne blanche(A),le Gravelot à collier interrompu (B) et le Grand gravelot (C) .



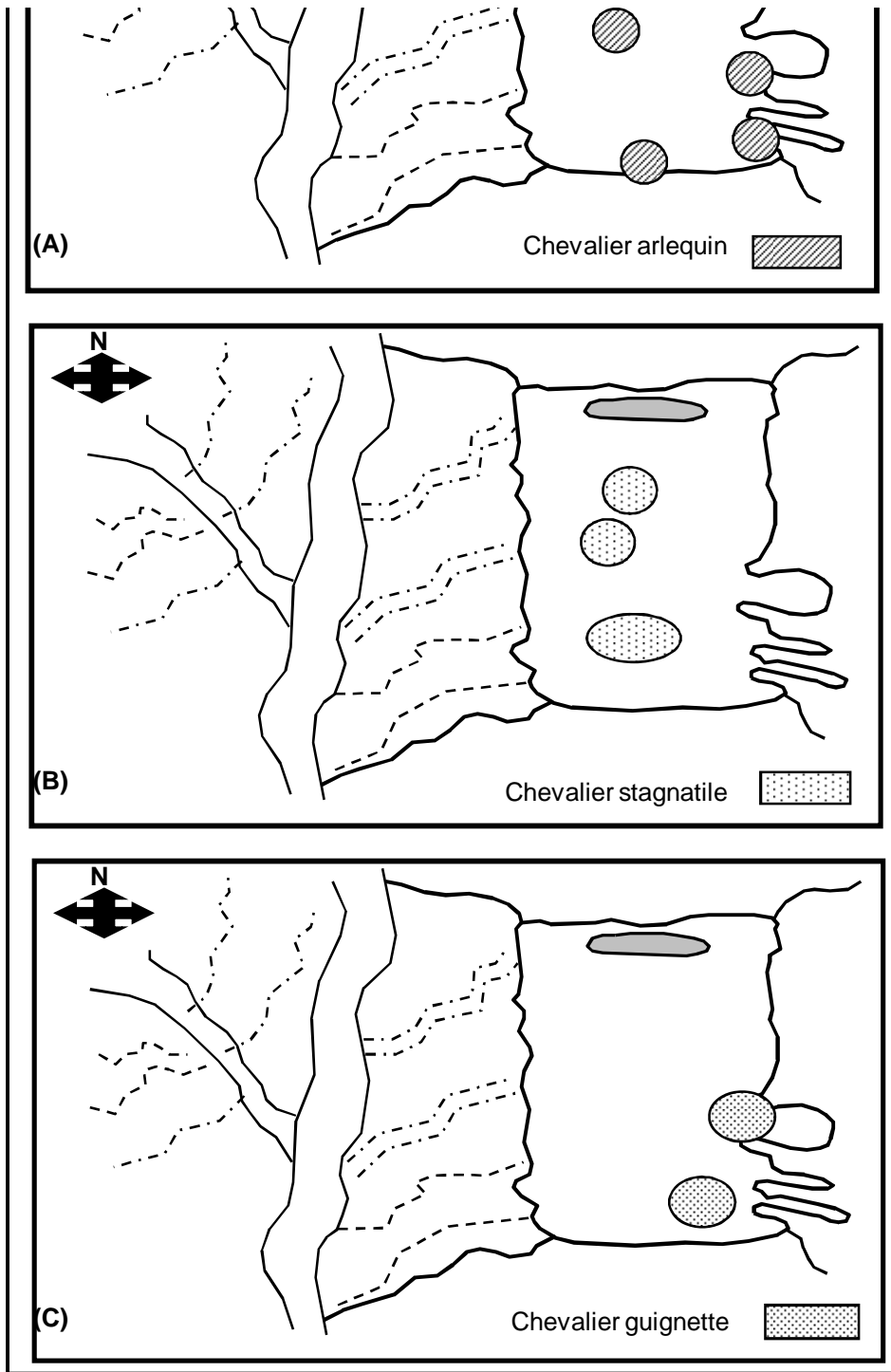


Fig.4.17. Occupation spatiale du Lac de Oued Khrouf par le Chevalier arlequin (A), Chevalier stagnatile (B) et le Chevalier guignette (C).



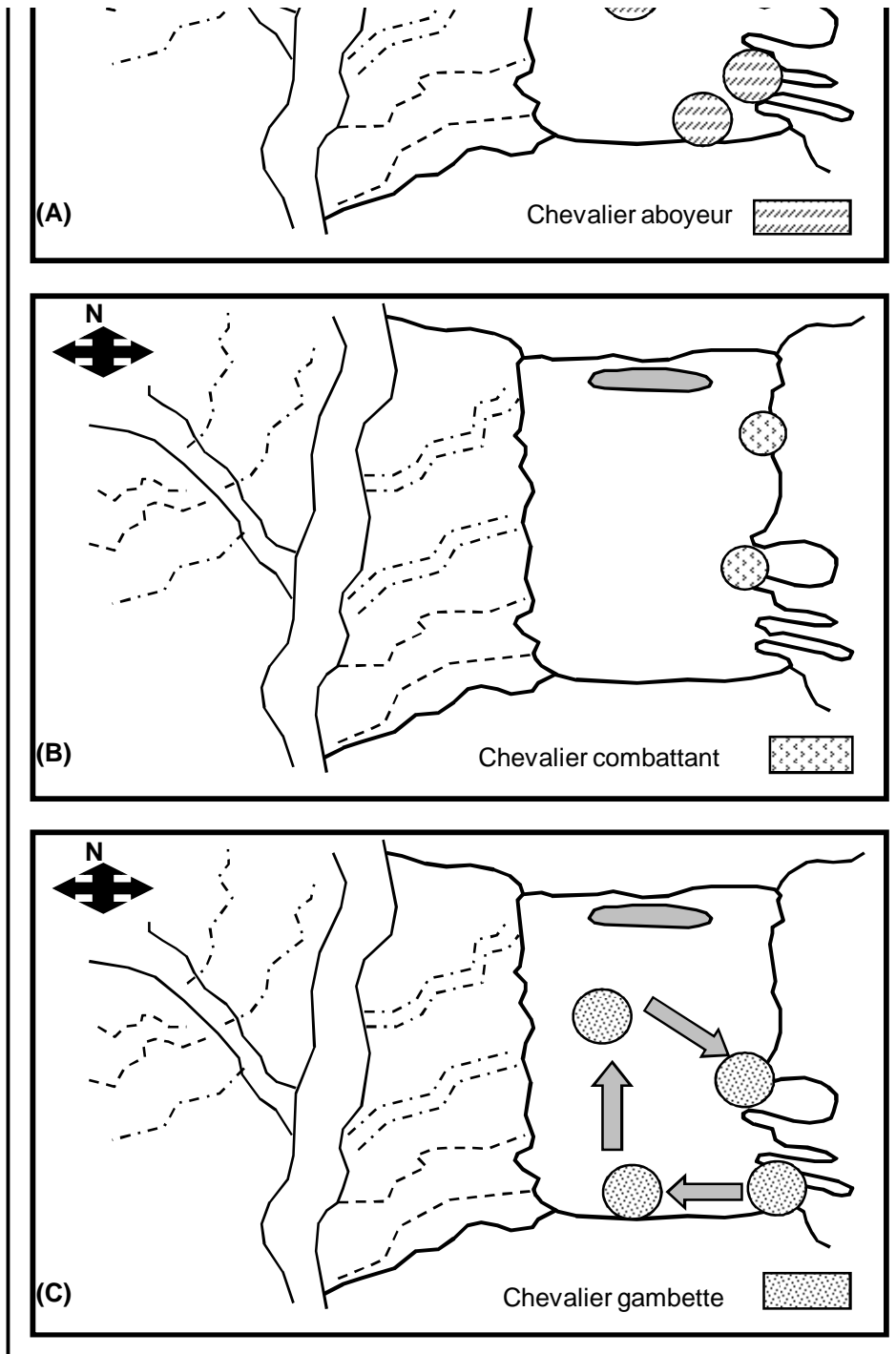


Fig.4.19. Occupation spatiale du Lac de Oued Khrouf par le Chevalier aboyeur(A),le Chevalier combattant (B) et le Chevalier gambette (C).



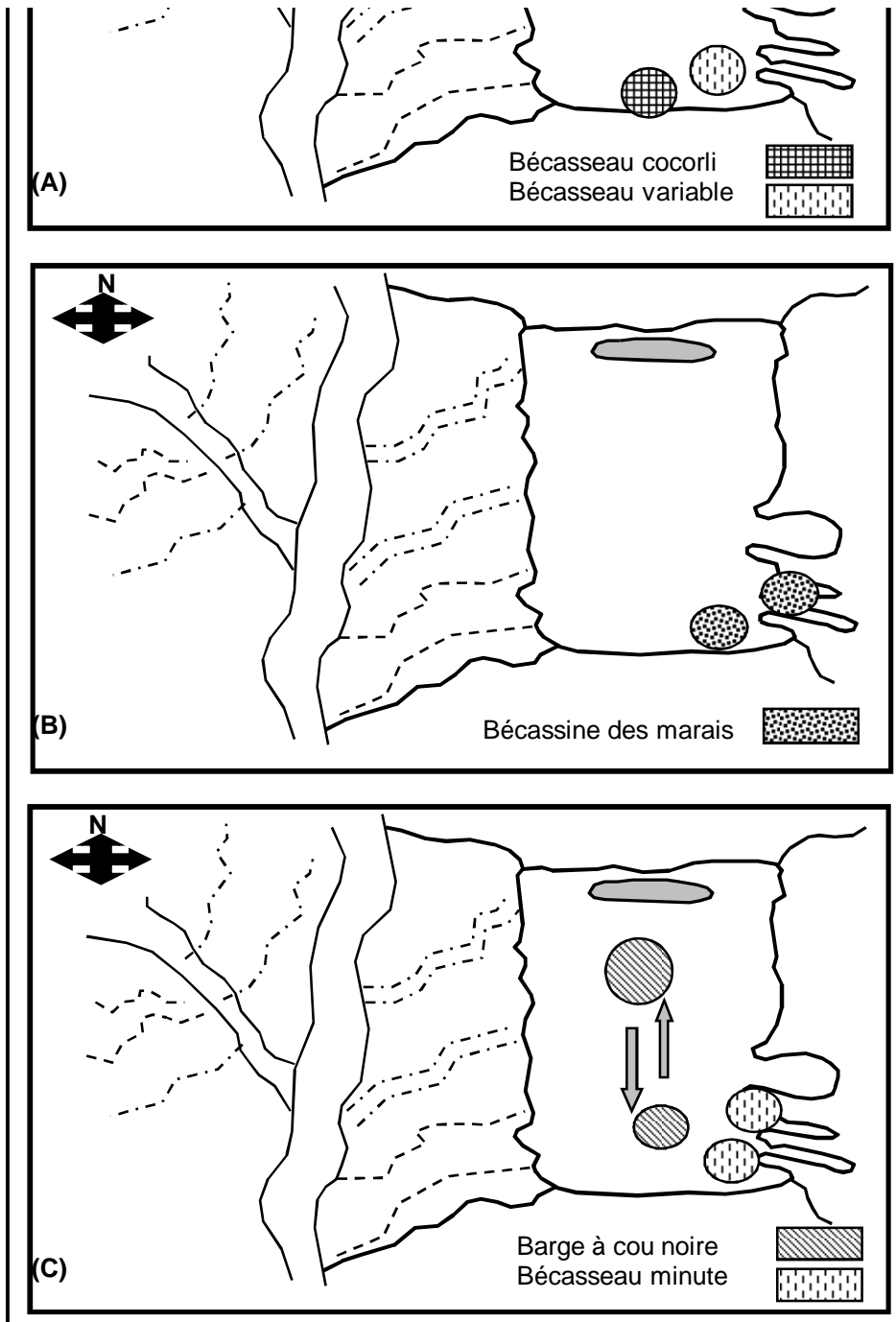
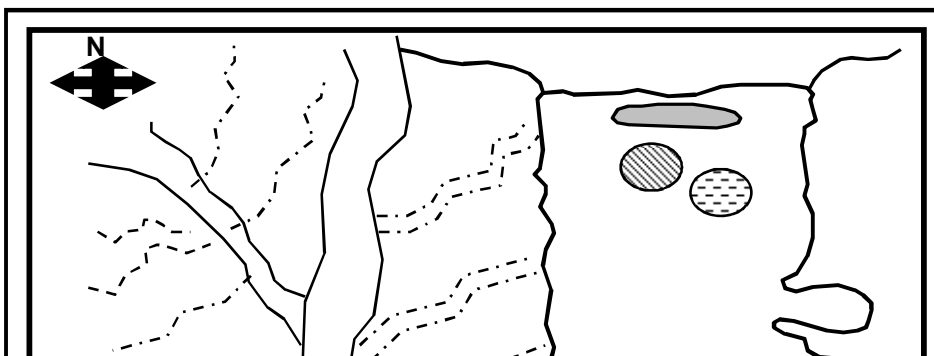


Fig.4.21. Occupation spatiale du Lac de Oued Khrouf par les Bécasseau cocorli et variable (A), la Bécassine des marais (B) et le Bécasseau minute, Barge à cou noire (C) .



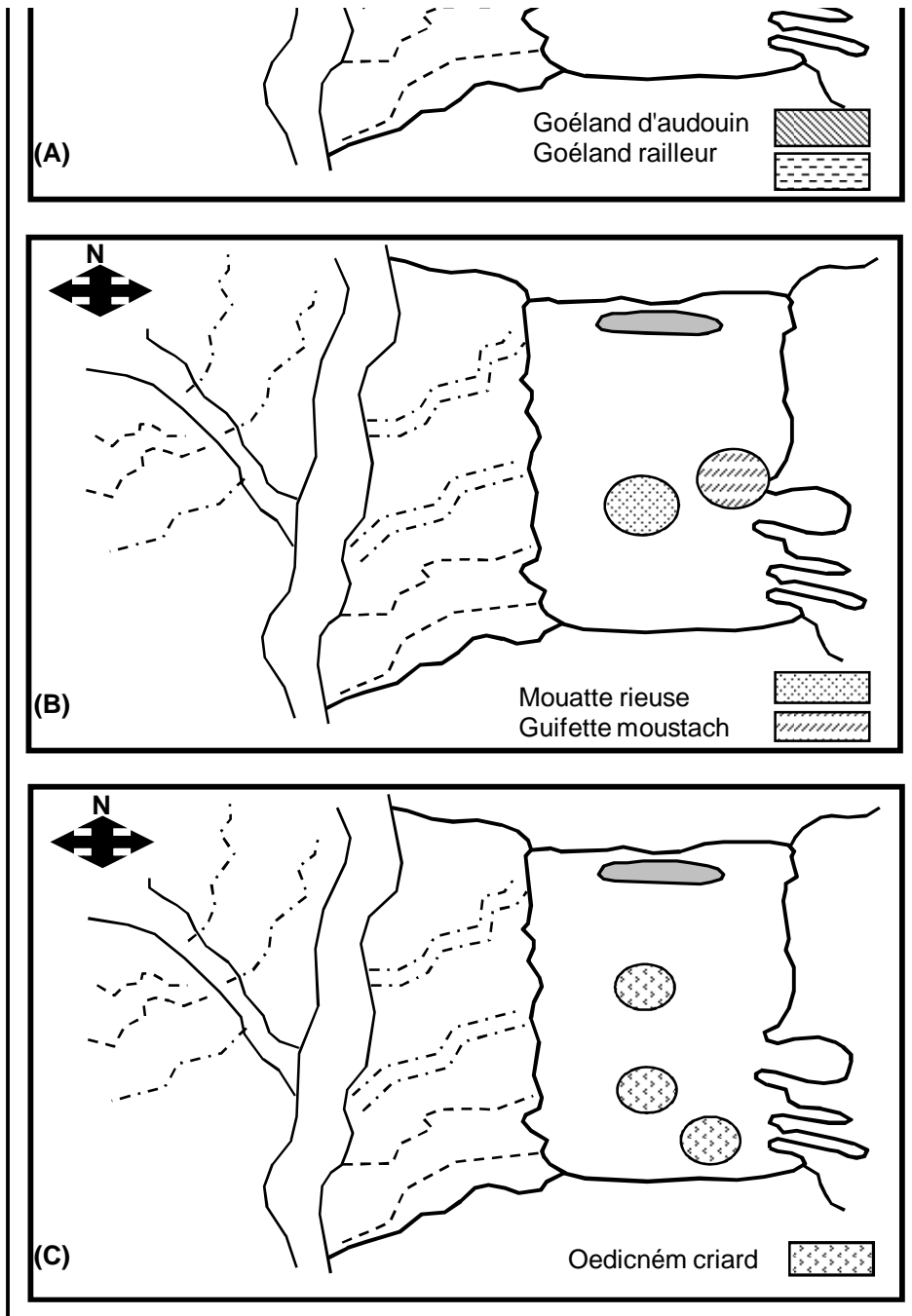


Fig.4.23. Occupation spatiale du Lac de Oued Khrouf par les Goélands railleur, audouin (A), la Mouatte rieuse, la Guifette moustach (B) et l'Oedicném criard (C).

Conclusion

Les oiseaux que ça soit dans les tropiques ou dans la toundra par nécessité de reproduction et d'autres critères liés à leur biologie se trouvent dans l'obligation de quitter leurs sites et immigrent périodiquement vers d'autres lieux généralement plus riches. Ainsi, les oiseaux d'eau nichant dans le Paléarctique occidental hivernent sur les rives du bassin méditerranéen qui par son climat plus chaud accueille chaque année un grand nombre d'oiseaux migrateurs. Cette région du monde caractérisée par sa diversité de milieux aquatiques (garaets, sebkhas et chotts) constitue pour ces espèces animales des refuges hivernaux idéaux. Cependant, certaines espèces semblent préférer hiverner dans les écosystèmes continentaux du sahara.

La Vallée de Oued Righ et principalement le lac de Oued Khrouf par sa diversité en écosystèmes a accueilli durant les deux saisons d'hivernage 44 espèces d'oiseaux appartenant à 13 familles. Il constitue pour ces espèces avifaunistiques un lieu propice pendant cette période l'année. D'une manière générale, la saison d'hivernage est subdivisée en trois périodes plus ou moins distinctes : le début de l'hivernage, la mi-hivernage et la fin d'hivernage. Durant la première période le plan d'eau est occupé par les hivernants précoces et les espèces de passage et de transit qui n'utilisent le lac que pendant une petite période. Elle est caractérisée par l'observation des meilleurs équilibres (les valeurs de l'indice de diversité et de l'équitabilité les plus élevés). Durant la seconde période, les espèces observées sont généralement ceux qui y hivernent dans la vallée. Il s'agit principalement des Anatidés et des Ardéidés. Ce sont les espèces les plus abondant dans le site. La dernière période est caractérisée par les passages prénuptiaux et par les regroupements des espèces hivernantes qui commencent à quitter progressivement ce plan d'eau. C'est la période la plus courte. Au delà de cette période, il ne demeure dans le site qu'un petit nombre d'espèces qui peuvent nicher dans ces conditions extrêmes.

Le plan d'eau du lac a été occupé de différentes manières. La phragmitae à *Phragmites australis* y joue un rôle important dans le maintien de cette avifaune. Elle constitue un refuge idéal pour un grand nombre d'entre elles et en même temps elle utilisée comme support de repos. Les régions dégagées du plan d'eau sont aussi d'un grand secours pour cette avifaune. Les lieux les moins profonds, naturellement riches en micro et macroinvertébrés sont aussi largement fréquentés par ces oiseaux d'eau. Ainsi, les limicoles trouvent en ces lieux une grande diversité de nourriture facilement capturable montrant que la quiétude joue un rôle primordial dans la dispersion et dans l'occupation d'un site par les espèces animales.

Résumé

Le lac de Oued Khrouf situé dans la Vallée de Oued Righ (Sahara algérien) a accueilli durant les deux dernières saisons d'hivernage 44 espèces d'oiseaux d'eau appartenant à 13 familles. La famille la plus représentée est celle des Anatidés avec 13 espèces. La quiétude semble le facteur le plus important qui gère la distribution des oiseaux d'eau dans un site. Les régions dégagées et les moins profondes (zones de balancement des eaux) sont les plus occupées.

L'analyse statistique de ces données nous a permis de diviser la saison d'hivernage en trois périodes, le début de l'hivernage, la mi-hivernage et la fin de l'hivernage. Chaque saison présente des caractéristiques plus ou moins dépendantes, souvent liées à la biologie et à l'écologie de l'espèce avienne. La première période est cependant la plus diversifiée et la plus équilibrée.

Références bibliographiques

ALLOUCHE L. (1987). Conservation sur l'activité alimentaire chez Canard Chipeau et les Foulques macroules hivernants en Camargue. *Alauda* 55 :316.

ALLOUCHE L. (1988). stratégie d'hivernage comparée du Canard Chipeau et de Foulque macroule pour un partage spatio-temporelle des milieux humides de Camargue. Thèse de doctorat. Univ. Science et Technique du Languedoc, montpellier.179p.

ALLOUCHE L., DERVIEUX A. et TAMISIER A. (1990). Distribution et habitat nocturnes comparées des Chipeaux et des Foulques en Camargue. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*. 45: 165-176.

ALLOUCHE L. et TAMISIER A. (1989). Activités diurnes du Canard Chipeau pendant son hivernage en Camargue, relation avec les variations environnementales et sociales. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)* Vol. 44: 249-260.

ALEMAN Y. (1996). La Talève sultane *Porphyrio porphyrio*. Une nouvelle espèce nicheuse pour la France. *Ornithos* 3: 176-177.

BAGNOULS. et GAUSSEN H. (1957). Les climats biologiques et leurs classifications. *Ann. Géogr. Fr.* 355: 193-220.

BENGSTON S. A. et SVENSSON B. (1968). Feeding habitats of *Calidris alpina* L. and *Calidris minuta* Leisl. (aves) in relation to the distribution of marine shore invertebrates. *Oikos* 19: 152-157.

BOUCHEKER. A. 2005, *Ecologie de la reproduction de l'Avocette élégante (Recurvirostra avosetta) dans les hautes plaines de l'est algérien*. Mémoire de Magistère Centre universitaire Oum El Bouaghi.50p.

BOULAKHSSAIM M., HOUHAMDI M. et SAMRAOUI B. (2006a). Status and diurnal behaviour of the Shelduck Tadorna tadornain the Hauts Plateaux, northeast Algeria. *Wildfowl* 56: 65-78.

BOULAKHSSAIM M., HOUHAMDI M., SAHEB M., SAMRAOUI-CHENAFI F. et SAMRAOUI B. (2006b). Breeding and banding of Greater flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria, August 2006. *Flamingo* 14 : 21-24.

BOUMEZBEUR A. (1998). Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. DGF. 56p.

BRICKELL N. et SHIRLY R.M. (1988). Ducks Geese and Swans of Africa and its outling islands. Franssen publishers. 211p.

CAMPREDON P. (1982). *Démographie et écologie du Canard Siffleur Anas penelope L. pendant son hivernage en France*. Thèse de doctorat. Univ. De montpellier. 163p.

CAMPREDON P. (1984a). Comportement alimentaire du Canard Seffleur (*Anas penelope* L.) en période hivernal. *Gibier Faune Sauvage* 3 :5-19.

- CAMPREDON P. (1984b). Régime alimentaire du canard Seffleur pendant son hivernage en Camargue. *L'Oiseau et RFO* 54 :189-200.
- CHESSEL D. et DOLEDEC S. (1992). ADE software. Multivariate analysis and graphical display for environmental data (version 4). Université de Lyon.
- DANEL K. et SJOBERG K. (1977). Seasonal emergence of Chironomids in relation to egg-laying and hatching of ducks in a restored lake (Northern Sweden). *Wildfowl* 28: 129-135.
- EMBERGER L. (1955). *Une classification biogéographique des climats*. Rev. Trac. Bot. Géol. Zool. Fase. Sci. Montpellier, série botanique: 343p.
- FASOLA M. et CANORA L. (1993). Diel activity of resident and immigrant waterbirds at lake Turkana, Kenya. *Ibis* 135: 442-450.
- FIGUEROLA J. et BERTOLERO A. (1996). Differential autumn migration of Curlew sandpipers (*Calidris ferruginea*) through the Ebro delta, North-East Spain. *Ardeola* 43: 169-175.
- FIGUEROLA J. et BERTOLERO A. (1998). Sex differences in the stopover ecology of Curlew sandpipers *Calidris ferruginea* at a refuelling area during autumn migration *Birds study* 45: 313-319.
- FOURNIER O. (1969) Recherche sur les barges à queue noire *Limosa limosa* et les combattants *Philomachus pugnax* stationnant en Camargue au printemps 1966. *Nos Oiseaux*. 325. 87-102.
- FOURNIER O. et SPITZ F. (1965). Etude biométrique des limicoles. I. Ecologie et bionature des barges à queue noire *Limosa limosa* hivernant sur le littoral du sud de la Vendée. *L'Oiseau et R.F.O.* 39: 15-20.
- FREDERIKSEN M. (1992). The breeding population of the grey heron in Denmark 1991. *Orn. Foren. Tid* 136: 129-136.
- FUCHS E. (1973). Durchzug und Überwinterung des Alpens trandläufers *Calidris alpina* in der Camargue. *Orn. Beob.* 70: 113-134.
- FUCHS E. (1975). Observation sur les ressources alimentaires et l'alimentation des bécasseaux variables, minutes et cocorli: *Calidris alpina*, *minuta* et *ferruginea* en Méditerranée, au passage et pendant l'hivernage. *Alauda* 43: 55-69.
- GOSS-CUSTARD J.D. (1969). The winter feeding ecology of the Red shank *Tringa totanus*. *Ibis* 111: 338-356.
- HAFNER H., KAYSER Y., FASOLA M., JULLIARD A-M., PRADEL R. et CEZILLY F. (1998). Local survival, natal dispersal and recruitment in little egret *Egretta garzetta*. *Journal of avian biology* 29: 216-227.
- HENRY P-Y., BENEAT Y. et MAINE P. (1998). Consommation de jeunes grenouilles «vertes» *Rana KL esculenta* par un Chevalier gambette *Tringa totanus*. *Nos Oiseaux* 45: 57-58.

- HEPP G. et HAIR J.D. (1983). Reproductive behavior and pairing chronology in wintering dabbling duck. *The Wilson Bulletin* 95: 675-682.
- HOLMES R.T. (1966). Breeding ecology and annual cycle adaptations of the Red-backed Sandpipers (*Calidris alpina*) in northern Alaska. *Condor* 68: 3-46.
- HOUHAMDI M. (1998). *Ecologie du Lac des Oiseaux, Cartographie, Palynothèque et utilisation de l'espace par l'avifaune aquatique*. Thèse de Magister. Univ. Badji Mokhtar, Annaba. 198p.
- HOUHAMDI M. (2002). *Ecologie des peuplements aviens du Lac des Oiseaux: Numidie orientale*. Thèse de doctorat d'état en Ecologie et environnement. Univ. Badji Mokhtar, Annaba. 146p.
- HOUHAMDI M. BENSACI T., NOUIDJEM Y., BOUZEGAG A. et SAHEB M. (2008). Éco-Éthologie du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* hivernant dans les oasis de la vallée de Oued Righ (Sahara algérien). *Aves* 45 (1) : 15-27.
- HOUHAMDI M; et SAMRAOUI B. (2001). Diurnal time budget of wintering Teal *Anas crecca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl*, 52: 87-96.
- HOUHAMDI M; et SAMRAOUI B. (2002). Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux (Algérie). *Alauda*, 70: 301-310.
- HOUHAMDI M. et SAMRAOUI B. (2003). Diurnal and nocturnal behaviour of F *Anas penelope* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl* 54: 51-62
- HOUHAMDI et SAMRAOUI (SOUMIS). Diurnal time budget of wintering Wigeon *Anas pelope* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl*.
- ISENMANN P. et MOALI A. (2000). *Les oiseaux d'Algérie*. SEOF. 336p.
- ISENMANN, P., GAULTIER, T., EL-HILI, A., AZAFZAF, H., DLENSI, H. & SMART, M. (2005). Oiseaux de Tunisie. Société d'Etudes Ornithologiques de France. Paris.
- JENNI D.A. (1969). A study of the ecology of four species of herons during the breeding season at Lake Alice, Alachoa country. Florida. *Ecol. Monogr.* 39: 245-270.
- JENNI D.A. (1973). Regional variation in the food of nestling Cattle egrets. *Auk* 90: 821-826.
- JOHNSON A.R. (1979). L'importance des zones humides algérienne pour les Flamants roses *Phoenicopterus ruber roseus*. Rapport dactylographié. INA. El-Harrach. 18p.
- JOHNSON A.R. et HAFNER H. (1972). Dénombrement de la sauvagine en automne 1971 sur les zones humides de Tunisie et d'Algérie. Rapport polycopié. *Bull. B.I.R.S.* 33: 51-62.
- KAYSER Y., WALMSLEY J., PINEAU O. et HAFNER H. (1994). Evolution récentes des effectifs de Hérons cendrés (*Ardea cinerea*) et de Hérons pourprés (*Ardea purpurea*) nicheurs sur le littoral méditerranéen français. *Nos Oiseaux* 42: 341-355.

- LAROUSE A. (1998) Afflux de Bécasseaux minutes *Calidris minuta* en France à l'automne 1996. *Ornithos* 5: 49-53.
- LE DREAN-QUENEC'HDU S. et MAHEO R. (1997). Les Limicoles séjournant dans les traicts du Croisis (Presqu'île Guêrandaise, Loire-Atlantique): Régime alimentaire et impact sur les populations de mollusques bivalves. *Alauda* 65: 131-149.
- MATHIEU L. et GERDEAUX D. (1998). Etude comparée du régime alimentaire du Grand Cormoran *Phalacrocorax carbo sineusis* sur les Lacs Lémans d'Annecy et du Bourget. *Nos Oiseaux* 45: 163-171.
- MATHEVET R. (1997). La Talève sultane *Porphyrio porphyrio* en France méditerranéenne. *Ornithos* 4: 28-34.
- MAUMARY L., BANDRAZ M. et Guillaume T. (1997). La migration pré-nuptiale des Laro-Limicoles (Charadriiformes) à l'embouchure de la Venoge (rive nord du Lac Léman). *Nos Oiseaux* 44: 125-155.
- MOCCI A (1972). Le statut de la Poule sultane (*Porphyrio porphyrio*) en Sardaigne. *Aves* 9: 187-197.
- MOREIRA F (1996). Diet and feeding behaviour of Grey plovers *Pluvialis squatarola* and Red Shanks *Tringa gaotanus* in a southern european estuary. *Ardeola* 43: 145-156.
- MOSER M. (1984). *Ressources partitioning in colonial herons with particular reference to the grey heron Ardea cinerea L. and the purple heron Ardea purpurea L. in the Camargue. South France.* Thesis. Univ of Durham. 128p.
- NEDJAH R. (2005). *Ecologie de la reproduction de l'Echasse blanche (Himantopus himantopus) dans la sebkhia d'Ouled M'Barek, Khenchla, Algérie.* Mémoire de Magistère Centre universitaire Oum El Bouaghi. 54p.
- NAVARRO-MEDINA J. (1969). Observation de *Childonia leucopterus* en Murcia. *Ardeola* 15:141-142.
- PAULUS S.L. (1980). *The winter ecology of gadwall in Louisiana.* Thesis Grand forks, North Dakota. Univ. North Dakota. 167p.
- PAULUS S.L. (1983). Dominance relations, resources use, and pairing chronology of gadwalls in winter. *The Auk* 100: 947-952.
- PIROT J.Y. (1981). *Partage alimentaire et spatial des zones humides camarguaises par cinq espèces de Canards de surface en hivernage et en transit.* Thèse de doctorat. Univ. Pierre et Marie Curie. 135p.
- PIROT J.Y., CHESSEL D. et TAMISIER A. (1984). Exploitation alimentaire des zones humides du Camargue par cinq espèces de Canard de surface en hivernage et en transit modélisation spatio-temporelle. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)* 39 :167-192.

PUTTICK G.M. (1979). Foraging behaviour activity budgets of Curlew sandpipers. *Ardeola* 67: 111-122.

RAPPORT DU BUREAU NATIONAL D'ETUDE POUR LE DEVELOPPEMENT RURAL (B.N.E.D.R. AVRIL 1994).Projet de mise en valeur de la vallée de Oued Righ. 80p.

RIZI H., BENYACOUB S., CHABI Y. & BANBURA J. (1999). Nisting and reproductive characteristics of coot *Fulica atra* breeding on two lakes in algeria *Ardeola* 46 :176-186.

SAHEB M., NADJAH R., BOUCHEKER A., HOUHAMDI M. et SAMRAOUI B. (2004). Ecologie de l'avocette élégante *Recurvirosta avocetta* et de l'Echasse blanche *Himantopus himantopus* dans les sebkhas les zones humides des hautes plaines de l'Est algérien. 11^{ème} Congrès panafricain d'Ornithologie PAOC 11. Ile de Djerba (Tunisie) (20-25/11/2004).

SAHEB M., BOULAKHSSAIM M., OULDJAOU A., HOUHAMDI M. & SAMRAOUI, B. (2006). Sur la nidification du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* en 2003 et 2004 en Algérie. *Alauda* 74: 368-371.

SAMRAOUI B., DE BELAIR G. et BENYACOUB S. (1992). A much threatned lake: Lac des Oiseaux (North-East Algeria). *Environnemental conservation*. 19: 264-267+276.

SAMRAOUI B. et DE BELAIR G. (1994). Death of a lake: Lac Noir in Northeastern Algeria. *Environnemental conservation*. 21: 169-172.

SAMRAOUI B. et DE BELAIR G. (1997). The Guerbes-Sanhadja wetlands: Part I. Overview. *Ecologie*, 28: 233-250.

SAMRAOUI B. et DE BELAIR G. (1998). Les zones humides de la Numidie orientale: Bilan des connaissances et perspectives de gestion. *Synthèse (Numéro spécial)* 4. 90p.

SAMRAOUI B., OULDJAOU A., BOULKHSSAIM M., HOUHAMDI, M., SAHEB M., & BECHET A. (2006). The first recorded reproduction of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria: behavioural and ecological aspects. *Ostrich* 77: 153-159.

SAMRAOUI F. et SAMRAOUI B. (2007). The reproductive ecology of the Common Coot *Fulica atra* L. in the Hauts Plateaux, northest Algeria . *Waterbirds* 30 (1): 133-139.

SCHEKKERMAN H., NEHLS G., HÖTKER H., TOMKOVICH P.S., KANIA W., CHYLARECKI P., SOLOVIEV M. et VAN ROOMEN M. (1998). Growth of Little Stint *Calidris minuta* chaeks on the Taimyr Peninsula, Siberia. *Bird Study* 45: 77-84.

SEIGFRIED W.R. (1966). On the food of nesting cattle egrets. *Ostrich* 37: 219-220.

SEIGFRIED W.R. (1971). The food of nesting cattle egrets. *J.Appl.Ecol* 8: 447-468.

SERRA L., BACCETTI N., CHERUBINI G. et ZENATELLO M. (1998). Migration and moult of Dunlin *Calidris alpina* wintering in the central mediterranean. *Bird Study* 45: 205-218.

SNODDY E. (1969). On the beahviour and food habitats of the cattle egrets. *J. Georgia* 35: 235-367.

- SPITZ F. (1965). Vue générale sur les stationnements d'Anatidés et de Limicoles dans quelques grandes baies du littoral atlantique. *Oiseaux de France* 44: 26-36.
- SWANSON G.A. et NILSON H.K. (1976). Fiding ecology of breeding gadwall on saline wetlands. *J. Wildl.Mgmt.* 40: 69-81.
- TAMISIER A. (1966). Dispersion crépusculaire de Sarcelles d'hiver *Anas crecca crecca* en recherche de nourriture. *Terre et Vie.* 3: 316-337.
- TAMISIER A. (1972). *Etho-écologie des Sarcelles d'hiver Anas c. crecca L. pendant son hivernage en camargue.* Thèse de doctorat. Univ. Montpellier 157p.
- TAMISIER A. (1974). Etho-ecological studies of Teal wintering in the Camargue (Rhône delta, France). *Wildfowl*, 25: 107-117.
- TAMISIER A., ALLOUCHE L., AUBRY F. ET DEHORTER O. (1995). Wintering strategies and breeding success: hypothesis for a trade-off in some waterfowl. *Wildfowl* 46: 76-88.
- TAMISIER A. et DEHORTER O. (1999). *Camargue, Canards et Foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver.* Centre Ornithologique du Gard. Nîmes. 369p.
- THEVENOT M., VERNON R. et BERGIER P. (2003). The Birds of marocco. Bou.cheklist N: 20. J 09p.
- THOMAS G. (1976). Habitat usage of wintering duckes at de Ouse Waches England. *Wildfowl* 27: 148-152.
- TRECA B. (1984). La barge à queue noire (*Limosa limosa*) dans le delta du Sénégal: Régime alimentaire, données biométriques, importance économique. *L'Oiseau et RFO.* 54: 247-262.
- YESOU P. (1992). Importance de la baie de l'Aiguillon et de la pointe d'Arçay (Vendée, France) pour les Limicoles. *L'Oiseau et RFO.* 62: 213-233.
- WORRALL D.H. (1984). Diet of the Dunlin *Calidris alpina* in the Severn Estuary. *Bird Study* 31: 203-212.