

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 08 Mai 1945 de GUELMA
FACULTÉ DES SCIENCES ET DE L'INGÉNIERIE
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE



11/570.048

MEMOIRE

Pour l'obtention du Diplôme de Magister en

BIOLOGIE-ÉCOLOGIE

Option : Écologie et Génie de l'Environnement :

Evaluation et suivi des marqueurs biologiques des zones humides

THÈME

Distribution spatio-temporelle des Genres *Daphnia* et *Simocephalus* dans les mares temporaires de la Numidie

Présenté par : Touati Laid

Membres de jury :

Président : Ounissi M, (Pr)
Examineur : Houhamdi M, (M.C)
Examinatrice : Chakri Khémis, (M.C)
Promoteur : Samraoui Boudjema (Pr)

Université d'Annaba.
Université de Guelma.
Université d'Annaba.
Université de Guelma.

Année 2008

Remerciements

Mes remerciements les plus sincères vont à:

Monsieur B. SAMRAOUI pour avoir accepté de diriger et de suivre de très près ce travail, malgré ces nombreuses préoccupations;

Monsieur M. OUNISSI pour l'honneur qu'il me fait d'avoir bien voulu présider mon jury;

Monsieur M. HOUHAMDJI pour avoir accepté d'examiner ce travail;

Mlle K. CHAKRI pour avoir pris de son temps et accepter de faire

Partie du jury en tant qu'examineur ;

A Yacine, Abdel Aziz, El Hadi, Amor, Abdel Ghani, Afef, Amina, Sadek et

Nadhira;

Toute l'équipe du Laboratoire de Recherche et de Conservation des Zones

Humides (L.R.C.Z.H).

Sommaire

Introduction	01
Chapitre 1. Biologie des genres <i>Daphnia</i> et <i>Simocephalus</i>	
1.1. Description	04
1.2. Morphologie et anatomie.....	04
1.3. Systématique.....	04
1.4. Répartition et distribution géographique.....	09
1.5. Reproduction	10
1.6. Développement et croissance de la population.....	12
1.7. Nutrition	14
1.8. Cyclomorphoses.....	14
Chapitre 2. Description des sites d'étude.	
2.1. Situation géographique.....	17
2.1.1. Présentation de la Numidie orientale.....	17
2.1.2. Description des sites d'étude.....	17
2.2. Climatologie.....	22
2.2.1. La température	22
2.2.2. La pluviométrie.....	23
2.2.3. L'humidité.....	23
2.2.4. Les vents.....	23
2.3. Bioclimats.....	25
2.3.1. Climagramme d'Emberger	25
2.3.2. Diagramme Ombro-thermique de Bagnouls et Gausсен.....	25
Chapitre 3. Matériel et Méthodes	
3.1. Sur le terrain	28
3.1.1. Choix des sites	28
3.1.2. Echantillonnage.....	28
3.2. Au laboratoire	28
3.3. Analyse des données	29
3.3.1. L'organisation d'un peuplement	29

3.3.2. La structure d'un peuplement.....	30
3.3.3. Analyse factorielle des correspondances.....	30

Chapitre 4. Résultats et discussion

4.1. Les facteurs abiotiques influençant l'écosystème (mares).....	32
4.1.1. La conductivité	32
4.1.2. La profondeur de l'eau.....	35
4.1.3. La température	38
4.1.4. L'assèchement	38
4.2. La composition spécifique de la biocénose crustacéenne.....	40
4.3. Dynamique saisonnière du zooplancton.....	40
4.4. Distribution spatiale.....	40
4.5. Distribution spatio-temporelle	43
4.6. Discussion.....	51
4.7. Indices de diversité	57
4.7.1. Richesse spécifique	57
4.7.2. Indice de diversité de Shannon.....	57
4.7.3. Indice d'équitabilité.....	57
4.8. Analyse des données par AFC.....	66
• Conclusion	70
• Références bibliographiques	71
• Résumés	79
• Annexes	82

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'Algérie dispose d'un ensemble de zones humides, se situant à l'interface entre les milieux aquatiques et les milieux terrestres. Le rôle multifonctionnel (fonction écologique, biologique, d'alimentation, de reproduction, d'abri, de refuge et climatique) de ces zones conduit à leur conférer un statut d'infrastructure naturelle (Samraoui & de Bélair, 1997, 1998).

Le Nord-Est algérien et plus particulièrement la région d'El Kala possède un ensemble de zones humides unique au Maghreb par sa dimension et sa diversité : lacs, étangs, marais, aulnaies, oueds, ... forment une mosaïque de biotopes remarquables où l'on peut voir côtoyer des espèces endémiques, boréales et tropicales dans un secteur qui rassemble plus de la moitié de la faune et de la flore aquatiques du pays (Samraoui & de Bélair, 1998). Ces zones sont des milieux vulnérables soumis à une forte pression anthropique intense (Hollis, 1992). Parmi les facteurs de dégradation des zones humides, l'introduction des espèces exotiques est particulièrement redoutable car potentiellement dévastatrice sur les écosystèmes (Metallaoui, 1999 ; Hammouda, 2000).

Les mares temporaires constituent un type de milieu très singulier, la saisonnalité très irrégulière de leur cycle hydrologique leur confère une dynamique qui a toujours attiré l'attention des scientifiques (Grillas & Roche, 1997).

Les mares ne sont pas de simples points d'eau, malgré leur petite taille, ce sont des écosystèmes très riches, lieux de rencontre des populations aquatiques qui devront résister à la phase d'assèchement plus ou moins durable, et des populations terrestres qui devront résister à une phase de submersion.

En dehors des espèces strictement aquatiques, beaucoup d'animaux terrestres trouvent ces biotopes favorables à leur reproduction et à leur développement. Les pontes d'arthropodes, de mollusques et d'amphibiens, sont donc nombreuses et engendrent une explosion larvaire transformant le milieu en véritable « crèche » (Lombardi, 1997).

Pour comprendre la dynamique des écosystèmes, il est important d'étudier la structure et la fonction du compartiment zooplanctonique qui constitue une étude complémentaire (systématique, biogéographique, composition, structure et abondance, distribution spatio-temporelle). Le zooplancton joue en effet un rôle important dans la dynamique des écosystèmes aquatiques, contrôle la croissance de phytoplancton, régénération de nutriment et cheminement de l'énergie et la matière de la production pélagique au réseau trophique (Khelifa- Touhami, 1998).

Des chercheurs du Laboratoire de Recherche des Zones Humides ont entrepris depuis de nombreuses années des études afin de comprendre le fonctionnement des différents écosystèmes algériens (Layachi, 1997 ; Terki, 1997 ; Bounaceur, 1997 ; Mekki, 1998 ; Houhamdi, 1998 ; Metallaoui, 1999 ; Boukhadcha, 1999 ; Redaounia, 1999 ; Hammoudi, 1999 ; Hammouda, 2000 ; Sebti, 2001 ; Benslimane, 2001 ; Gheraba & Hefafsa, 2001 ; Chaib, 2002 ; Menai, 2005).

Les connaissances requises sur les crustacés répertoriés en Algérie sont principalement dues à des travaux du siècle dernier Blanchard (1891) et Blanchard & Richard (1890) qui ont été les pionniers à avoir étudié les crustacés des lacs salés en Algérie. Cependant, Daday (1910, 1911, 1915) a pu mettre en évidence l'inventaire le plus complexe. Une stagnation dans la recherche en Algérie malgré les travaux de Gauthier (1928, 1931, 1933) ; Gauthier-Lièvre (1931) et plus tard de Dumont et al., (1991, 1995) sur le Sahara. Très récemment, les travaux de Samraoui (2002) et Samraoui et al. (2006) ont mis l'accent sur les grands branchiopodes de la Numidie.

Peu de données concernant le zooplancton des eaux continentales de l'Algérie sont recensées. Nous citons les travaux par excellence de Samraoui et al. (1998), Samraoui (2002) et Necibi, (2001). En revanche, et malgré l'importance internationale des zones humides, *Daphnia* a été le foccus de quelques études écologiques réalisés par Touati & Samraoui (2002), Chakri (2007). Une étude sur le polymorphisme enzymatique fût réalisée par Bouledroua & Kellout (1997). Mais les études écologiques sur le genre *Simocephalus* demeurent absentes et une seule a vu le jour celle de Ioumi (1997) relative a la biologie de *Simocephalus vetulus*.

Ce présent travail se veut une continuation des recherches focalisées sur le zooplancton, a pour but de contribuer à l'étude écologique des zones humides

algériennes et particulièrement des mares temporaires, afin d'aider à la conservation et au maintien de la biodiversité. C'est une étude dans le cadre du 6^{ème} cycle hydrologique, afin d'approfondir nos connaissances sur la répartition spatio-temporelle des genres *Daphnia* et *Simocephalus* dans les mares temporaires de la Numidie orientale.

-Ainsi, d'identifier les facteurs environnementaux qui régissent la structure et le fonctionnement de ces écosystèmes.

-Dresser une comparaison de nos résultats de cette présente étude (2006/2007) avec ceux des cycles hydrologiques antérieurs (on note la présence de cinq cycles qui s'étale entre (1996-2001).

Notre thèse est structurée comme suit :

-Le premier chapitre est consacré à la biologie des genres *Daphnia* et *Simocephalus*.

-Le second chapitre aborde la description générale des sites d'étude.

-Le troisième chapitre est réservé au matériel et méthodes utilisées dans cette étude.

-Enfin, le quatrième chapitre présente les résultats ainsi que leur discussion.

CHAPITRE 01:

Biologie des genres Daphnia et Simocephalus

1. Biologie des genres *Daphnia* et *Simocephalus*

1.1. Description

Trois groupes forment l'essentiel du zooplancton: les protozoaires, les rotifères, petits, qui colonisent rapidement le milieu, et les crustacés (cladocères filtreurs et copépodes qui peuvent être filtreurs, prédateurs omnivores voire carnivores).

Les crustacés sont des arthropodes aquatiques dont le corps est divisé en trois régions : la tête, le thorax et l'abdomen. Les deux premières paires d'appendices portées par la tête sont les antennules et les antennes. Le plancton des eaux douces comprend trois ordres de crustacés inférieurs (entomostracés) : les cladocères, les copépodes et les ostracodes.

Les crustacés cladocères filtrent des volumes d'eau 5000 fois plus importants que les rotifères. Les plus grands individus (*Daphnia magna*) peuvent atteindre 7 à 8 mm au stade adulte. La segmentation du corps est indistincte et une carapace bivalve transparente enclôt le tronc mais non la tête. Les yeux sont réunis en un oeil impair, sombre et volumineux. Les antennules sont très réduites, alors que les antennes sont longues, biramées et servent à la nage. Les principaux genres sont *Daphnia*, *Simocephalus*, *Chydorus*, *Moina* et *Bosmina*.... Les Cladocères sont présents sous toutes les latitudes et dans toutes les collections d'eaux, stagnantes ou à faible courant, pérennes ou temporaires. Ils dominent dans les eaux douces mais ils sont également représentés en milieu marin (Amoros, 1973 ; Anneville & Lainé, 2006).

1.2. Morphologie et anatomie

La carapace bivalve enveloppant le corps, laissant la tête libre. Yeux coalescents, fusionnés en un œil unique, 4 à 6 paires d'appendices thoraciques (Fig.1). Tous les cladocères présentent les caractères morphologiques suivants. La segmentation typique a disparu. On distingue la tête et le corps, parfois séparés par un sinus cervical bien marqué. Le corps est enveloppé par une carapace chitineuse bivalve transparente. Il comprend une région thoracique portant 5 à 6 paires d'appendices et un abdomen très court prolongé par un post-abdomen ou débouche l'anus. La carapace est très généralement bien développée, englobant entièrement le corps de l'animal ou, dans quelques cas, seulement la cavité incubatrice dorsale.

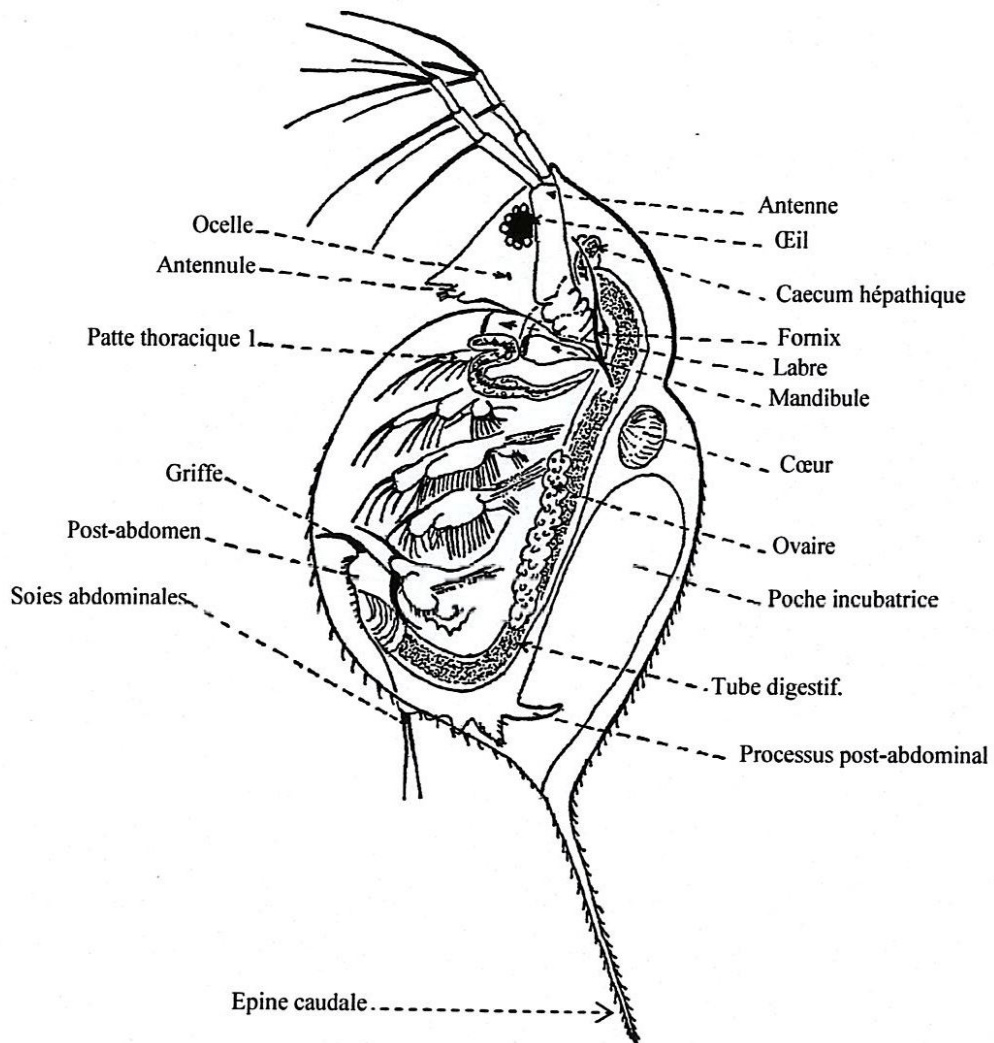


Fig. 1. Vue latérale d'une femelle de *Daphnia lumholzi* Sars (Rey & Saint-Jean, 1969).

- **Région céphalique**

La forme de la tête est assez variée, pouvant présenter ou non un prolongement postéro-ventral appelé rostre. La partie de la tête située en face de l'œil est dénommée vertex. La région antérieure ou frontale peut être prolongée par une épine céphalique (*Daphnia lumholtzi*) ou une corne frontale (*Ceriodaphnia cornuta*).

L'œil composé unique est mobile et orientable. L'ocelle, parfois absent, peut être rudimentaire ou, au contraire, aussi gros ou plus gros que l'œil et de forme caractéristique.

Les antennules (A1), paires, à valeur taxonomique, sont généralement petites et non articulées. Elles s'insèrent de part et d'autre de la tête, dans la région postéro-ventrale.

Chez les Chydoridae, elles sont plus ou moins enveloppées par le rostre. Elles portent typiquement un ou deux soies latérales et une touffe de soies olfactives terminales.

Les antennes (A₂), paires, servent à la locomotion. Elles sont généralement développées, avec un fort article basal sur lequel s'insèrent deux rames articulées, l'une dorsale, l'autre ventrale, portant ou non de un à plusieurs soies. Le nombre d'articles de chaque rame est utilisé dans l'identification.

A la base des antennes, côté dorsal, un repli chitineux renforcé : le fornix, est également utilisé comme critère systématique. Chez les Chydoridae, il rejoint le rostre et recouvre la base des antennes. La bouche s'ouvre à la limite tête-corps. Les pièces buccales sont représentées par deux robustes mandibules, deux petites maxillules (Mx 1), deux maxilles (Mx 2) vestigiales, une lèvre supérieure ou labre, une lèvre inférieure ou labium. Le labre s'étend postérieurement, recouvrant ventralement tous les autres appendices buccaux. Chez certains Macrothricidae et surtout les Chydoridae, le labre porte une carène ou « quille » à valeur systématique.

Les pores céphaliques sont probablement présents chez tous les Cladocères au moins à un stade de leur développement. Leur position, leur arrangement varient selon les familles et les genres. Ils se présentent en position latérale chez les Bosminidae, en position postéro-ventrale chez les Chydoridae et les Macrothricidae (de un à plusieurs pores chez les Chydoridae typiquement un

seul gros pore médian chez les Macrothricidae). L'observation peut se faire sur la capsule céphalique d'exuvies récoltées en même temps que les organismes, ou sur l'exuvie non encore détachée d'un individu venant (ou sur le point) de muer. Dans les autres cas il convient, avant examen, de dissoudre les tissus dans une solution de potasse portée à ébullition (Rey et al, 1969).

- **Région thoracique et abdominale**

Thorax, abdomen et post-abdomen sont enveloppés par les deux valves de la carapace dont l'ornementation est variable. La marge ventrale de la carapace présente une ciliation plus ou moins complexe, constituée de soies ou de soies épineuses dont l'arrangement peut être caractéristique au niveau spécifique. L'angle postéro-ventral est arrondi ou plus ou moins anguleux, formant parfois un prolongement net qui peut porter une ou plusieurs indentations tel le mucro de certaines *Bosmina*. L'angle postéro-dorsal est souvent prolongé par une épine postérieure plus ou moins développée (*Daphnia longispina*, *Ceriodaphnia cornuta*).

Le tube digestif est peu différencié. Il présente dans sa région antérieure, un ou deux caeca hépato-intestinaux dorsaux, intervenant dans le stockage et la digestion des aliments. L'intestin est droit ou forme une circonvolution appelée aussi boucle intestinale. La région postérieure, également pourvue d'un caecum, se termine par un rectum différencié. L'anus débouche sur la face dorsale du post-abdomen ou dans sa partie terminale.

Le cœur, dorsal, est sacciforme. Il reçoit le sang de l'hémocoèle par une paire d'ostioles latéraux et l'expulse vers la région antérieure. Il n'y a pas de vaisseaux sanguins, la circulation s'effectuant par un système de sinus et de lacunes. Les échanges gazeux se font au niveau des téguments, et principalement des appendices thoraciques et des marges ventrales internes de la carapace (Amoros, 1984). Le cœur du mâle bat plus vite que celui de la femelle et la vitesse des battements de deux sexes peut être altérée par plusieurs facteurs tels que l'augmentation de la température et manque d'oxygène (Bouloudroua, 1997).

Les organes génitaux sont pairs. Les ovaires débouchent dans la cavité métabasale, les testicules dans la région anale, près des griffes terminales du post-abdomen. Chez le mâle, antennules et post-abdomen sont bien différenciés.

Le système nerveux est représenté par un cerveau situé au-dessus de l'œsophage et une chaîne nerveuse ventrale double.

Les appendices thoraciques, caractéristiques des Branchiopodes, sont du type phyllopodia. Plus courts que ceux des Conchostracés, ils comprennent fondamentalement une rame dorsale et une rame ventrale, frangées de longues soies, différenciées en appareil collecteur de nourriture et constituant un dispositif de filtrage. Le battement des appendices thoraciques provoque un courant d'eau entre les valves ; les particules filtrées puis collectées sont ensuite conduites à la bouche. Leur structure est complexe et varie selon les familles. Chez les Sididae, les appendices thoraciques, au nombre de 5 à 6 paires, sont identiques ; dans les autres familles, les 2 premières paires sont plus ou moins modifiées.

L'abdomen est réduit. Il présente parfois un ou plusieurs processus abdominaux qui obturent la cavité incubatrice. La limite entre abdomen et post-abdomen est marquée par la présence de deux longues soies abdominales.

Le post-abdomen joue un rôle important dans l'identification au niveau générique et spécifique. Il est très fréquemment replié vers la partie ventrale du corps, ce qui a pour effet d'amener la région dorsale en position ventrale. Il se prolonge par deux griffes terminales dont l'armature est très diversifiée. Ces griffes peuvent présenter à leur base une ou plusieurs épines et des soies plus ou moins spinuleuses groupées en peigne. La sétation, l'armature (constituée de dents plus ou moins robustes) des flancs et des marges ventrales du post-abdomen, sont également caractéristiques. Grâce à des mouvements saccadés, le post-abdomen intervient dans le nettoyage des filtres des appendices thoraciques. Il peut également intervenir dans la locomotion de certaines formes benthiques ou peuplant les herbiers.

1.3. Systématique

La classification des Branchiopodes par Alonso (1996), a toutefois été modifiée en ce qui concerne les Macrothricidae et les Chydoridae selon Dumont & Silva-Briano (1998). Les Branchiopodes (ex-Cladocères) nord-africains appartiennent à deux ordres, six familles et 25 genres (Mouelhi et al., 2000). La famille des Daphniidae Strauss, 1820, regroupe quatre genres qui sont respectivement : *Daphnia* Müller, 1785 ; *Simocephalus* Schrödler, 1858 ; *Ceriodaphnia* Dana, 1853 et *Scapholeberis* Schrödler, 1858.

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Crustacea

Sous classe : Branchiopoda

Ordre : Cladocera

Famille : Daphniidae

Genre : *Simocephalus*

Espèce : *vetulus*

1.4. Répartition et distribution géographique

Les Cladocères sont essentiellement des organismes dulçaquicoles et peuplent la grande majorité des milieux stagnants. Certaines espèces sont typiquement planctoniques (*Leptodora*, *Diaphanosoma*, *Holopedium*, *Daphnia*, *Simocephalus*, *Bosmina*). Cependant le peuplement est nettement plus diversifié dans la zone littorale des lacs et des petites pièces d'eau. La quasi-totalité des espèces de Chydoridae et de Macrothricidae peuplent la zone littorale et les herbiers des collections d'eau de toute taille (Fernando, 2002).

Si on considère la faune africaine, *Diaphanosoma excisum* est une forme planctonique alors que *Diaphanosoma sarsi* et *Pseudosida bidentata* peuplent les petites collections d'eau.

Chez les Daphnidae, *Daphnia longispina*, *D. barbata*, *D. lumholtzi* sont pélagiques ; à l'opposé, *Scapholeberis* et *Simocephalus vetulus* sont des formes littorales, benthiques ou phytophiles.

Chez les Moinidae, *Moinodaphnia* habite les petites pièces d'eau, avec ou sans végétation, alors que *Moina* est également bien développée dans les grands lacs africains.

A l'exception de *Chydorus sphaericus* trouvé en pleine eau, l'ensemble des Chydoridae de même que la majorité des Macrothricidae sont des formes littorales souvent inféodées aux herbiers. Les facteurs déterminant cette répartition sont multiples (degré d'eurythermie, mode de nutrition...). La composition et la

concentration ionique, la teneur en gaz dissous du milieu peuvent également jouer un rôle important (Hutchinson, 1967).

Dans l'ensemble, les Cladocères se révèlent être un groupe cosmopolite. Ce caractère est essentiellement lié à l'existence d'œufs de durée qui facilitent la dissémination des espèces (transport et persistance de l'espèce lorsque les conditions de milieu deviennent défavorables). D'autre part, la faculté d'adaptation de la plupart des représentants du groupe (peu d'endémisme), explique aussi cette vaste distribution (Timms, 1988).

1.5. Reproduction

La reproduction se fait le plus souvent par parthénogenèse (Fig.2). La femelle parthénogénétique de *Daphnia*, ou de *Simocephalus* produit des œufs diploïdes à développement immédiat s'effectuant dans la cavité incubatrice (Brooks, 1957 ; Ford, 1972 ; Weider, 1985 ; Zaffagnini, 1987 ; Ward, 1992). Chez *Moina*, les œufs sont de très petite taille et leur développement est assuré grâce à des apports nutritifs transmis de la femelle à l'œuf par l'intermédiaire d'une sorte de placenta (Goulden, 1968). Le nombre d'œufs varie selon les espèces (la taille étant un facteur limitant). On note 1 à 2 œufs chez *Alona* et jusqu'à 10 œufs chez *Moina*. Dans les régions tempérées, ce nombre atteint 30 à 40 chez certains Chydoridae. Au sein de la même espèce, la production d'œufs varie avec l'âge, la taille, et dépend principalement des conditions de nutrition (Green, 1954 ; Zaffagnini, 1987).

Lorsque les conditions de milieu deviennent défavorables (refroidissement, assèchement...), la production d'œufs donnant des femelles parthénogénétiques décroît, puis cesse. Certains des œufs pondus donnent des mâles. La proportion des mâles demeure souvent très faible, chez certains espèces, les mâles sont encore inconnus. Les mâles ont une morphologie différente de celle des femelles (Fig.3). Ils sont plus petits, leurs antennules sont plus grandes et souvent munis de crochets, les premières pattes thoraciques portent un crochet utilisé lors de la copulation, le post-abdomen est aussi modifié (Hebert, 1978 ; Amoros, 1984). Les femelles produisent également des œufs haploïdes, plus foncés, pourvus d'une enveloppe plus épaisse, et qui seront recondes. Ce sont les œufs de durée. La recondation est suivie d'une transformation affectant principalement la poche incubatrice qui s'épaissit, prend une teinte foncée et donne une éphippie qui se détachera de l'exuvie à la mue suivante

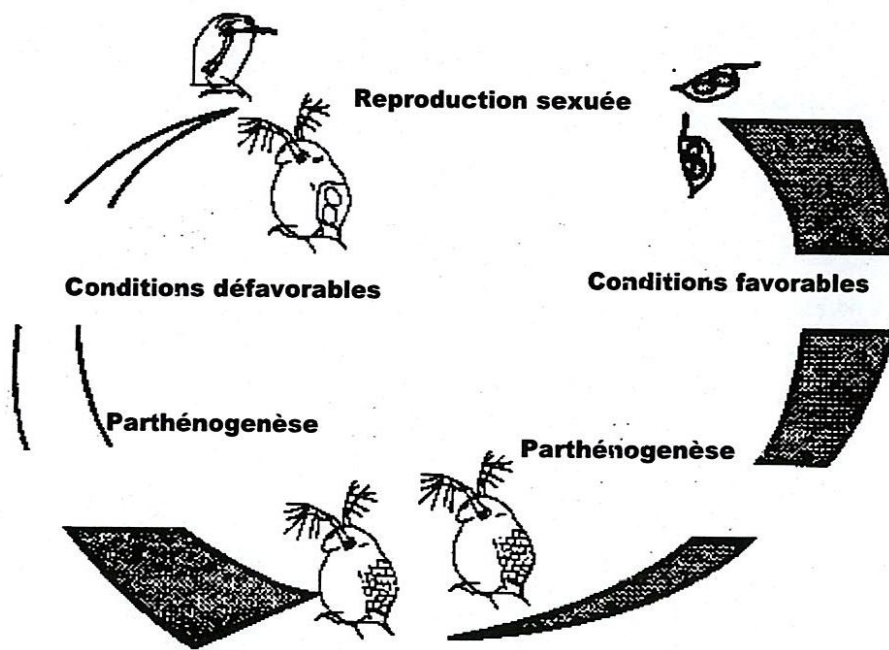


Fig. 2. La reproduction chez *D. magna* (Chakri, 2007).

(Fig.4). Chez de nombreux Chydoridae, la transformation affecte également l'ensemble de la carapace, et mue et éphippie restent solidaires. Chez les Sididae, les œufs de durée une fois fécondés seraient expulsés à la mue ou à la mort de la femelle, à l'image de ce qui se passe chez les Conchostracés. Les œufs de durée entrent alors dans une phase de repos. Leur développement reprend lorsque les conditions de milieu s'améliorent (remise en eau par exemple) pour aboutir à la formation de nouvelles femelles parthénogénétiques (Hebert, 1978 ; Amoros, 1984 ; Terra et al., 2003).

1.6. Développement et croissance de la population

Le développement de l'œuf est direct et s'effectue entièrement dans la poche incubatrice chez tous les Cladocères, à l'exception de *Leptodora kindtii*. La plupart des observations montrent que la durée du développement des œufs parthénogénétiques est essentiellement fonction de la température (Gras et al, 1978, Hebert, 1980, 1983 ; Lynch & Spitze, 1994).

Le juvénile atteint la maturité sexuelle après un nombre de stades variable selon les espèces, compris entre 2 et 8, limites observées *in vitro*. Ce nombre peut différer selon les populations ou les conditions de nutrition. Il peut même varier suivant les individus au sein d'une même espèce (Green, 1956, Gras et al., 1978).

Bien que les observations précises soient rares ou relatives à un nombre de genres restreint (Genre *Daphnia* essentiellement), on peut considérer que les différents stades sont d'inégale durée, les stades juvéniles étant plus courts que les stades adultes. Ainsi, chez *Daphnia longispina* et *D. magna*, la durée des stades juvéniles s'accroît progressivement depuis le premier stade jusqu'à l'état adulte. On observe également une augmentation, très atténuée, de la durée des stades avec l'âge à l'état adulte. Toutefois, on admet que la durée des stades adultes est indépendante de l'âge et approximativement égale à la durée du développement embryonnaire : il y a quasi-simultanéité entre l'expulsion des nouveaux-nés de la poche incubatrice, la mue terminant le stade, et la ponte de nouveaux œufs (Zaffagnini, 1964 ; Dumont & Negrea, 2002).

La durée du développement juvénile varie, avec de nombreux facteurs, en vraisemblablement à la fois par le changement de la durée et du nombre moyen de stades juvéniles dans la population. L'action respective des deux facteurs précités est encore mal connue.

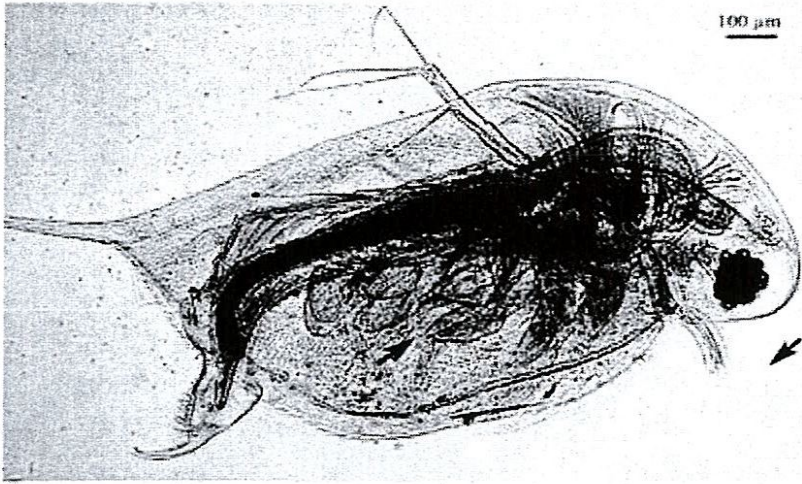


Fig.3. Structure de *Daphnia* mâle

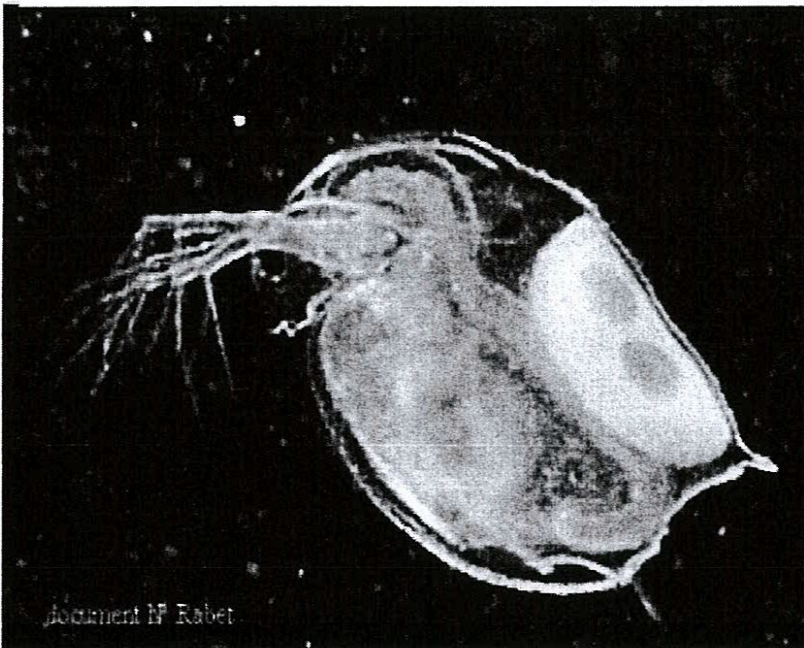


Fig.4. Femelle de *Daphnia* avec ephippie.

La durée de vie diffère selon les espèces ou les conditions d'environnement, notamment thermiques. *In vitro*, la durée moyenne de vie est ainsi de 108 jours à 8 °C, 40 jours à 25 °C, 29 jours à 28°C chez *Daphnia magna*; elle est de 42 jours à 20 °C et de 162 jours à 5 °C chez *Eurycerus lamellatus* (Green, 1954 ; Stross, 1966 ; Bottrell, 1975 ; de Meester, 1996, Bouledroua, 1997 & Toumi, 1997).

La croissance en taille ou en volume est, comme chez tous les Crustacés, discontinue et se fait pendant et peu de temps après la mue. Elle se poursuit après l'acquisition de la maturité sexuelle. La croissance en poids sec est approximativement continue. A la malléabilité du développement juvénile signalée plus haut correspond vraisemblablement une grande variabilité des lois de croissance dans les populations naturelles (Bottrell, 1975).

1.7. Nutrition

Dans leur très grande majorité les Cladocères sont considérés comme des producteurs secondaires. Ils sont phytophages mais aussi bactériophages ou détritivores à l'exception de prédateurs tels *Lepidodora* ou *Polyphemus* qui se nourrissent de protozoaires, rotifères ou petits crustacés (Fryer, 1999 ; Lampert, 1987).

Les Sididae, Daphnidae, Moinidae sont typiquement filtreurs tandis que Macrothricidae et Chydoridae peuvent, à l'aide de leurs premiers appendices modifiés, prélever les particules nutritives au niveau du substrat.

On considère généralement que les Cladocères ont une alimentation continue. Cependant les travaux expérimentaux montrent que l'activité nutritionnelle déduite du rythme de battement des appendices thoraciques ou estimée indirectement par diverses méthodes, varie avec la température et la concentration de nourriture (Burns, 1968 ; Lampert, 1987, Orlova- Bienkowskaya, 1998).

1.8. Cyclomorphoses

Les Cladocères et principalement les espèces pélagiques sont connus pour la variabilité spectaculaire de certains caractères morphologiques externes, compliquant parfois la tâche du systématicien.

La cyclomorphose est un phénomène qui décrit les changements saisonniers et cycliques dans la morphologie. Ce caractère a été reconnu chez plusieurs espèces y compris *Daphnia ambigua*, *D. cuculata*, *D. lumholtzi*, *D. cristata*, *D. galeata*, *D.*

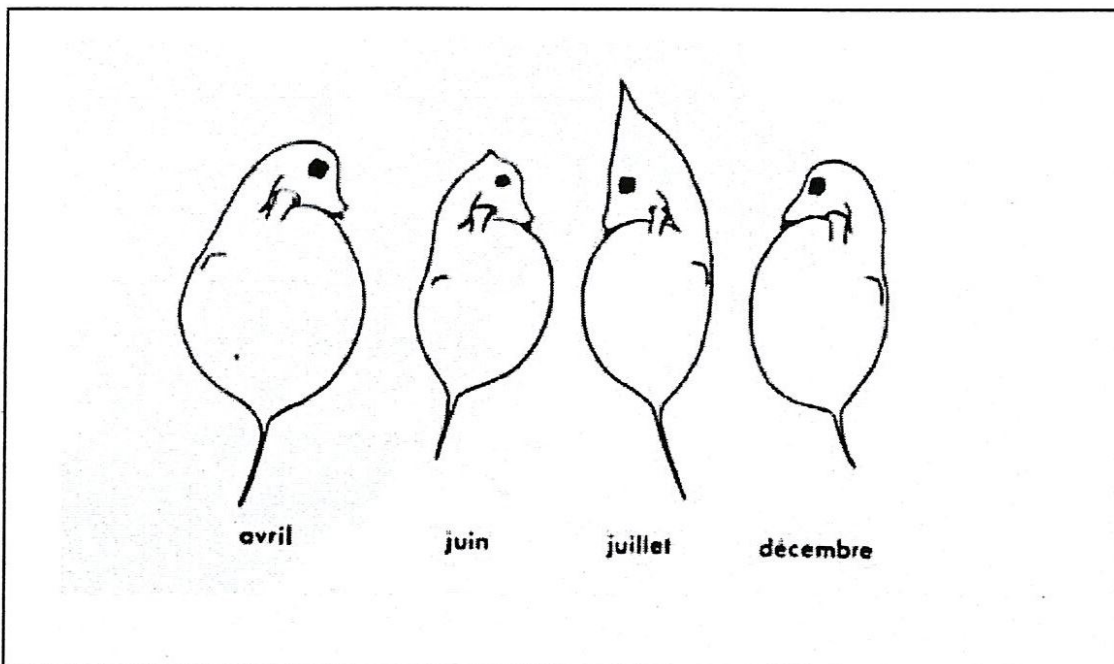


Fig. 5. Exemple de cyclomorphose : *Daphnia galeata* dans la Mindelsee (Einsel, 1966).

hyalina, *D. pulex*, *D. retrocurva*, *D. carinata* et *D. cephalata* (Brooks, 1957 ; Hebert, 1978 ; Lampert & Wolf, 1986, Mort, 1989, Manca & Tognota, 1993 et Pijanowska, 1992).

Daphnia lumholtzi montre une variation de la taille de l'épine céphalique. Les populations de *D. longispina* sont constituées d'individus de grande taille à gros œil et d'individus plus petits à œil réduit. Chez *Diaphanosoma excisum*, on note la présence de spécimens chez lesquels la tête et la région coxale de l'antenne ont une plus grande taille que chez la forme typique (Fig.5). Ces variations morphologiques peuvent intéresser les populations de façon relativement permanente. Elles peuvent aussi se produire avec une certaine périodicité, constituant les cyclomorphoses bien connues chez certaines formes des régions tempérées (*Daphnia hyalina*, *D. galeata*) (Rey et al, 1969; Pijanowska, 1990).

L'interprétation et le déterminisme de ce polymorphisme saisonnier ont fait l'objet de nombreux travaux établissant des corrélations avec des facteurs divers tel le changement saisonnier des conditions de milieu : viscosité, turbulence, lumière, température, la prédation ou la compétition, sans que l'on puisse donner une explication générale du phénomène (Green, 1967).

Il paraît qu'une épine caudale longue, est très efficace dans la réduction du risque de prédation des copépodes pour les juvéniles de *Daphnia middendorffiana* et des poissons pour *D. lumholtzi* (Balsiero & Vega, 1994 ; Swaffar & O'Brien, 1996 ; Riccardi et al., 2002).

CHAPITRE 02:

Description des sites d'étude

2. Description de la zone d'étude

2.1. Situation géographique

La Numidie, située dans le Nord-est algérien, est réputée pour ses zones humides qui sont réparties en deux grands complexes séparés par l'oued Seybouse : la Numidie orientale composée de complexes d'Annaba et d'El Kala et la Numidie occidentale représentée par le complexe de Guerbes Senhadja (Samraoui & de Belair, 1997) et le lac Fetzara (Chakri, 1997).

2.1.1. Présentation de la Numidie orientale

La Numidie recèle une grande variété de milieux aquatiques et terrestres (Samraoui & de Belair, 1998) ; cette richesse se traduit par une grande richesse floristique et faunistique. Une autre particularité de la Numidie est la présence d'espèces d'origines biogéographiques diverses (Samraoui et al., 1992 ; Samraoui & de Belair, 1998), et l'existence d'espèces reliques d'origine afrotropicale (Samraoui et de Belair, 1997).

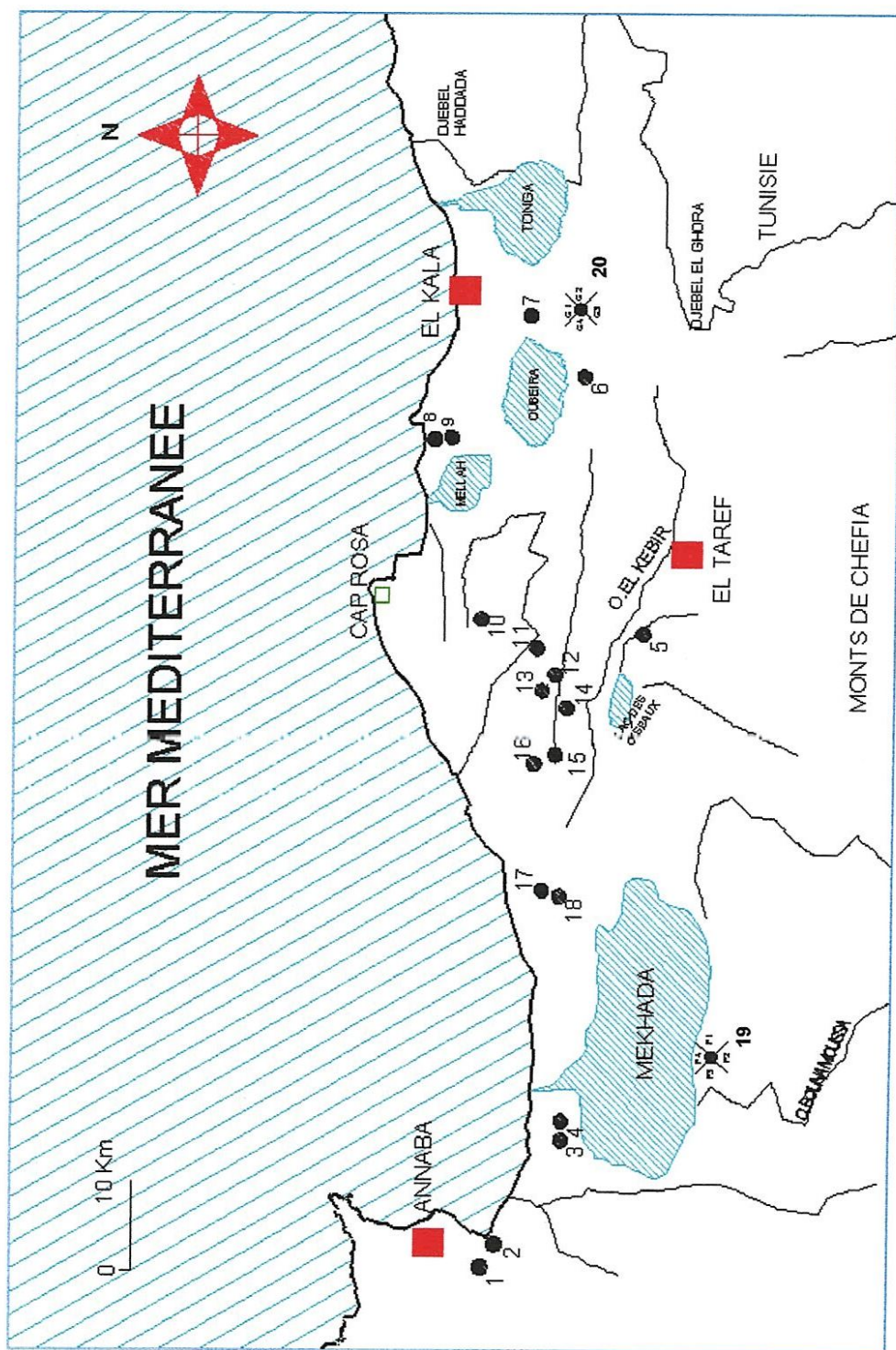
La Numidie orientale abrite un ensemble de zones humides qui a pour limite septentrionale la méditerranée et pour limite méridionale et orientale les collines de l'Atlas tellien, coïncidant à l'est avec la frontière algéro-tunisienne. La limite occidentale de cet ensemble est marquée par l'oued Seybouse (Samraoui & de Belair, 1998 ; Khaled Khodja, 1998).

2.1.2. Description des sites d'étude

Parmi ces milieux les plus connus figurent les mares qui représentent, en fait, une grande diversité de milieux allant des mares éphémères aux mares quasi-permanentes.

Le substrat, la salinité, la proximité de cours d'eau et la présence de poissons sont autant de facteurs diversifiants (Sebti, 2001).

Les vingt six sites (Fig. 6) représentés dans le tableau 1 renferment les principales caractéristiques pour chaque mare et qui sont comme suit : les coordonnées G.P.S (latitude- longitude), superficie, profondeur maximale, conductivité moyenne, turbidité, nature du substrat, altitude, avec quelques exemples de la végétation qui entoure le plan d'eau en question.



1. Boukhdra.
2. Salines.
3. Sangliers.
4. Mafragh.
5. M. Frènes.
6. Messida.
7. M. Frine.
8. Ruppia.
9. M. Lac Bleu.
10. Fedjoudj.
11. Gérard.
12. Isoète.
13. B. Ecole.
14. B. Sud.
15. Butomes.
16. Hrib.
17. Tamarix.
18. Carrière.
19. Mares El Feid.
20. Mares Gauthier.

Fig.6. Répartition des différentes stations au niveau de la Numidie orientale.

Tableau 1. Les vingt six sites et les principales caractéristiques pour chacun.

Sites	Longueur (m)	Largeur (m)	Longitude (E)	Superficie (ares)	Profondeur Max (mètres)	Conductivité Moyenne (mS/cm)	Nature de substrat	Quelques espèces végétales dominantes
El Feid 1	36	70'	8° 01.739'	0.5	1.5	1.15 ± 0.27	Limon	<i>Ranunculus baudotii</i>
	46							<i>Alisma plantago-aquatica</i>
El Feid 2	36	70'	8° 01.739'	0.5	1	0.85 ± 0.06	Argile-limoneux	<i>Callitriche obtusangula</i>
	46							<i>Ranunculus baudotii</i>
El Feid 3	36	70'	8° 01.739'	0.5	1.2	0.74 ± 0.11	Argile-limoneux	<i>Alisma plantago-aquatica</i>
	43							<i>Callitriche obtusangula</i>
El Feid 4	36	70'	8° 01.739'	0.5	0.8	0.99 ± 0.13	Argile-limoneux	<i>Ranunculus baudotii</i>
	43							<i>Alisma plantago-aquatica</i>
Frênes	36	61'	8°-16.066'	7	0.8	0.35 ± 0.1	Argile-limoneux	<i>Callitriche obtusangula</i>
	46							<i>Ranunculus baudotii</i>
Messida	36	69'	8° 26.611'	4.5	0.45	0.28 ± 0.11	Limon-argileux	<i>Alisma plantago-aquatica</i>
	48							<i>Callitriche obtusangula</i>
								<i>Fraxinus excelsior</i>
								<i>Ranunculus baudotii</i>
								<i>Scirpus lacustris</i>
								<i>Scirpus maritimus</i>

Sites	Latitude (N)	Longitude (E)	Superficie (ares)	Profondeur Max (mètres)	Conductivité Moyenne (mS/cm)	Nature de substrat	Quelques espèces végétales dominantes
Gauthier 1	36 50 43'	8°26.611'	0.45	0.45	0.19 ± 0.13	Limon	<i>Glyceria fluitans</i> ; <i>Isoetes velata</i> <i>Ranunculus baudotii</i> ; <i>Isoetes hystrix</i> <i>Callitriche obtusangula</i>
Gauthier 2	36 50 43'	8°26.611'	0.45	0.45	0.17 ± 0.08	Limon	<i>Glyceria fluitans</i> ; <i>Isoetes velata</i> <i>Ranunculus baudotii</i> ; <i>Isoetes hystrix</i> <i>Callitriche obtusangula</i>
Gauthier 3	36 50 43'	8°26.611'	2	0.75	0.15 ± 0.07	Limon	<i>Glyceria fluitans</i> <i>Ranunculus baudotii</i> <i>Callitriche obtusangula</i> <i>Isoetes velata</i> <i>Isoetes hystrix</i>
Gauthier 4	36 50 43'	8°26.611'	2.5	0.75	0.12 ± 0.04	Limon	<i>Glyceria fluitans</i> <i>Ranunculus baudotii</i> <i>Callitriche obtusangula</i> <i>Isoetes velata</i> <i>Isoetes hystrix</i>
Fedjoudj	36 51 52'	8°15.065'	6.5	1	0.23 ± 0.08	Limon-sableux	<i>Typha Angustifolia</i> <i>Callitriche obtusangula</i>

Sites	Latitude (N)	Longitude (E)	Superficie (ares)	Profondeur Max (mètres)	Conductivité Moyenne (mS/cm)	Nature de substrat	Quelques espèces végétales dominantes
Gérard	36° 51' 594"	8° 09.587'	3.5	0.45	0.34 ± 0.09	Limons argilo-sableux	<i>Glyceria fluitans</i> <i>Ranunculus baudotii</i> <i>Juncus heterophytus</i>
Isoetes	36° 51' 563"	8°	3	0.35	0.34 ± 0.15	Limons très sableux	<i>Glyceria fluitans</i> <i>Ranunculus baudotii</i> <i>Ranunculus ophioglossifolius</i> <i>Juncus heterophytus</i>
Berrihane-Ecole	36° 50' 169"	8° 08.888'	3.5	0.40	0.38 ± 0.12	Limons argilo-sableux	<i>Ranunculus baudotii</i> <i>Juncus heterophytus</i> <i>Apium crassipes</i> <i>Callitriche obtusangula</i> <i>Glyceria fluitans</i>
Berrihane-Sud	36° 50' 167"	8° 08.089'	5.5	0.65	0.38 ± 0.06	sableux	<i>Glyceria fluitans</i> <i>Apium crassipes</i> <i>Chara sp.</i>
Hrib	36° 50' 10"	8° 06.680'	6	1.4	0.34 ± 0.1	sableux	<i>Alisma plantago-aquatica</i> <i>Glyceria fluitans</i> <i>Ranunculus baudotii</i> <i>Juncus heterophytus</i> <i>Callitriche obtusangula</i>
Tamarix	36° 51' 49"	8° 04.603'	3.5	1.5	0.4 ± 0.12	Sable limoneux	<i>Sparganium erectum</i> <i>Scirpus lacustris</i> <i>Ranunculus baudotii</i>
Carrière	36° 50' 75"	8° 04.477'	3.5	0.7	0.26 ± 0.05	sableux	<i>Typha Angustifolia</i> <i>Zannichelia sp</i>

Sites	altitude (m)	Longitude (E)	Superficie (ares)	Profondeur Max (mètres)	Conductivité Moyenne (mS/cm)	Nature de substrat	Quelques espèces végétales dominantes
Mafragh	5° 3.440'	7° 56.875'	6.5	0.75	2.1 ± 0.96	Sableux	<i>Typha Angustifolia</i> <i>Juncus acutus</i> <i>Ranunculus baudotii</i> <i>Chara sp</i>
Boukhadra	5° 2.807'	7° 44.383'	20	0.60	6.24 ± 3.3	Limon	<i>Juncus</i> <i>Typha Angustifolia</i> <i>Scirpus maritimus</i> <i>Ranunculus baudotii</i>
Sangliers	5° 3.248'	7° 56.754'	7	0.75	2.66 ± 0.7	Sableux	<i>Juncus acutus</i> <i>Tamaris gallica</i> <i>Typha Angustifolia</i> <i>Potamogeton pectinatus</i>
Salines	5° 3.34'	7° 47.46'	100	0.45	16.89±12.96	Argileux	<i>Chara sp</i>
Ruppia	5° 3.503'	7° 20.56'	15	0.65	3.39 ± 1.41	Sableux	<i>Salicornia europaea</i> <i>Fragmites australis</i> <i>Tamaris gallica</i> <i>Ruppia maritima</i>
Frine	5° 3.118'	7° 25.56'	3	0.35	0.27 ± 0.12	Sableux	<i>Ranunculus baudotii</i> <i>Isoetes hystrix</i>
M. Lac Bleu	5° 3.701'	7° 20'	0.5	0.65	0.23 ± 0.06	Sableux	<i>Iris pseudo-acorus</i> <i>Wolffia arr-hiza</i> <i>Leerthia hexandra</i>
Butomes	5° 3.107'	7° 06.01'	15	0.65	0.38 ± 0.04	Alluvions	<i>Typha Angustifolia</i> <i>Scirpus lacustris</i> <i>Iris pseudo-acorus</i> <i>Butomus umbellatus</i>

(Samraoui & de B air, 1998).

2.2. Climatologie

Le climat est certainement un facteur du milieu très important. Il a une influence directe sur la faune et la flore. Un climat méditerranéen règne sur la région caractérisé par une pluviométrie abondante pendant la saison humide et les mois froids et par une sécheresse pendant l'été (Ozenda, 1982 ; Samraoui & de Bélair, 1998).

2.2.1. La température

La température dépend de l'altitude, de la distance du littoral et de la topographie (Seltzer, 1946). Les mois les plus froids sont janvier et février pour la région d'El Kala et la région d'Annaba, alors que juillet et août constituent les mois les plus chauds pour les deux régions (Tableau 2,3).

2.2.2. La pluviométrie

Les précipitations sont régulées par trois autres facteurs : l'altitude, la longitude (elles augmentent de l'ouest vers l'est et la distance à la mer (Seltzer, 1946). Le mois de décembre est le mois le plus arrosé pour El Kala et Annaba (Tableau 2,3).

2.2.3. L'humidité

La forte humidité de la région est causée par la forte évaporation de nombreuses zones humides et la proximité de la mer. Elle est invariable au cours de l'année. Les valeurs minimales sont observées respectivement les mois de juillet pour la région d'El Kala et de Annaba. Les valeurs maximales sont observées au mois de janvier pour la région de Annaba et le mois de décembre pour celle d'El Kala (Tableau 2,3).

2.2.4. Les vents

Les vents du Nord-ouest sont prédominants, surtout en hiver, et leur stabilité depuis le quaternaire est attestée par l'orientation des dunes dans toute la Numidie (Samraoui & de Bélair, 1998).

Tableau 2 . Valeurs météorologiques de la région d'El Kala.

Mois	Précipitations moyennes (mm)	Température (°C)			Humidité moyenne (%)	Fréquence moyenne de vents (km/h)
		Moyenne	Max	Min		
Janvier	85.19	10.96	16.15	6.66	77.36	13.86
Février	64.16	11.27	16.60	6.49	76.94	14.26
Mars	35.77	13.63	19.41	8.11	73.82	13.73
Avril	52.09	15.64	21.50	9.86	72.99	13.94
Mai	38.00	19.02	24.62	13.28	74.00	13.13
Juin	7.14	23.00	28.99	16.78	69.48	13.77
Juillet	2.46	25.39	31.20	19.26	68.86	14.58
Août	13.29	26.02	31.84	20.14	69.01	14.01
Septembre	52.15	23.38	29.07	18.07	72.42	13.36
Octobre	43.69	20.63	27.08	15.08	72.18	12.40
Novembre	107.47	15.89	21.57	11.22	75.94	13.69
Décembre	133.42	12.17	17.39	7.84	77.49	14.66

Source : Station météorologique d'El Kala (1997-2006).

Tableau 3 . Valeurs météorologiques de la région de Annaba.

Mois	Température	Précipitations moyennes (mm)	Humidité moyenne (%)	Fréquence moyenne de vents (m/s)
	Moyenne (°C)			
Janvier	11,06	97.42	78.7	3.46
Février	11,39	78.69	76.8	3.51
Mars	13,28	49.75	75.2	3.5
Avril	15,17	64.23	74.2	3.4
Mai	18,69	43.13	74.9	3.24
Juin	22,68	12.25	72.6	3.23
Juillet	25,04	3.03	69.9	3.44
Août	26,13	13.23	71.9	3.35
Septembre	22,59	37.32	73.5	3.2
Octobre	19,81	61.83	74.6	3.01
Novembre	15,36	86.94	75.9	3.2
Décembre	13,22	123.06	77	3.62

Source : Station météorologique des Salines (1990-2005).

2.3. Bioclimat

2.3.1. Climagramme d'Emberger

En 1955, Emberger a classé les climats méditerranéen en faisant intervenir deux facteurs essentiels : les précipitations et la température.

$$Q = \frac{p \ 1000}{[M+m]^{1/2} \times [M-m]}$$

Q = quotient pluviométrique

P = précipitations moyennes annuelles

M = température des maxima du mois le plus chaud (°K)

m = température des minima du mois le plus froid (°K)

Le quotient pluviométrique de la région d'El Kala Q= 103.71.

La Numidie est localisée dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud (Fig. 7).

2.3.2. Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausson

Pour l'élaboration du diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausson (1957), nous avons tenu compte des données climatiques bien précises qui sont les précipitations annuelles et les températures moyennes étalées sur plusieurs années des deux stations. Le but est de déterminer la période sèche et la période humide. Les courbes ombro-thermiques (Fig.8, 9) ainsi établies, nous ont permis de visualiser deux saisons distinctes :

- une saison sèche de mai à septembre
- une saison humide d'octobre à avril

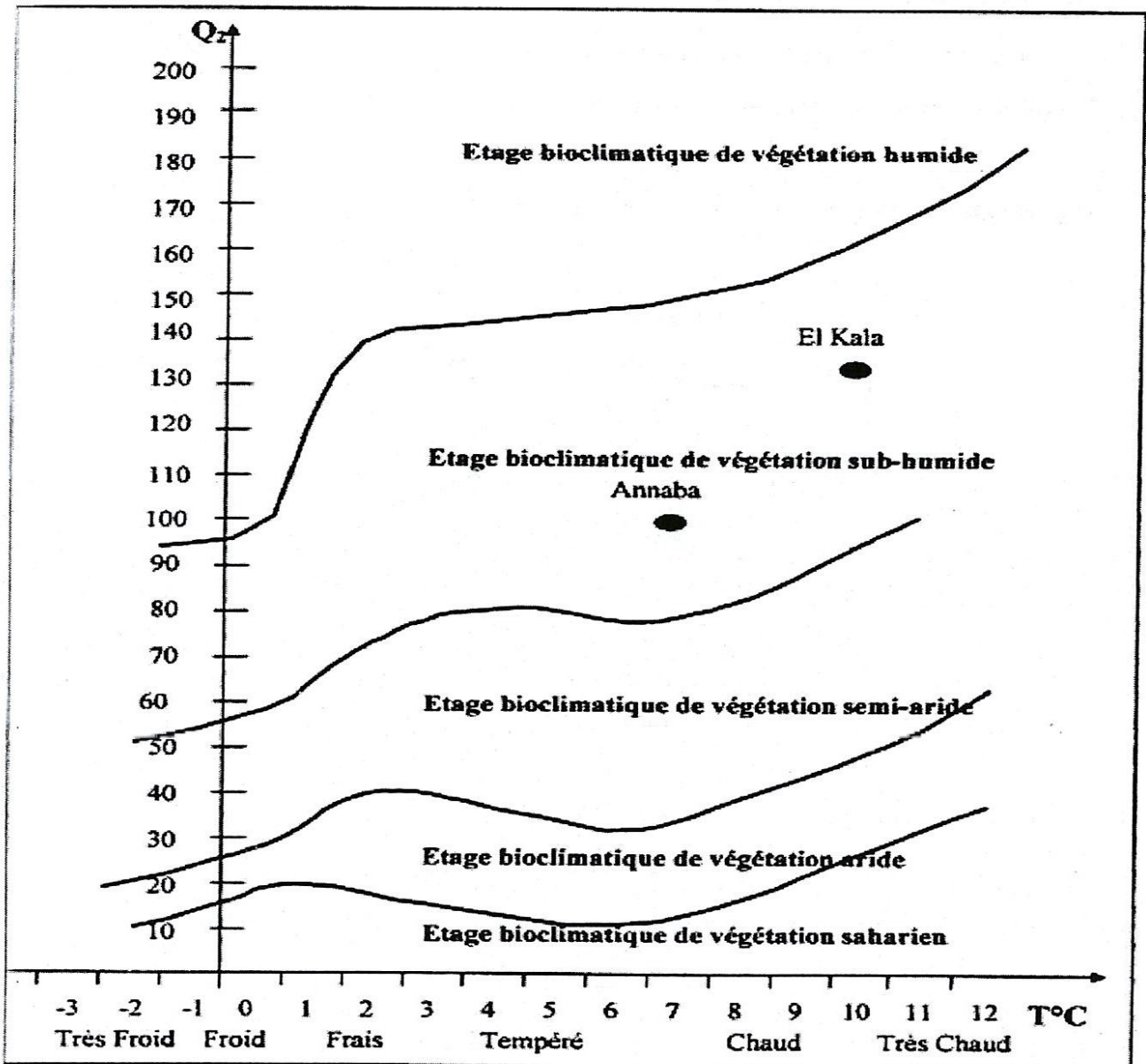


Fig.7. Situation des stations météorologiques de référence pour le climat de la Numidie dans le climagramme d'Emberger.

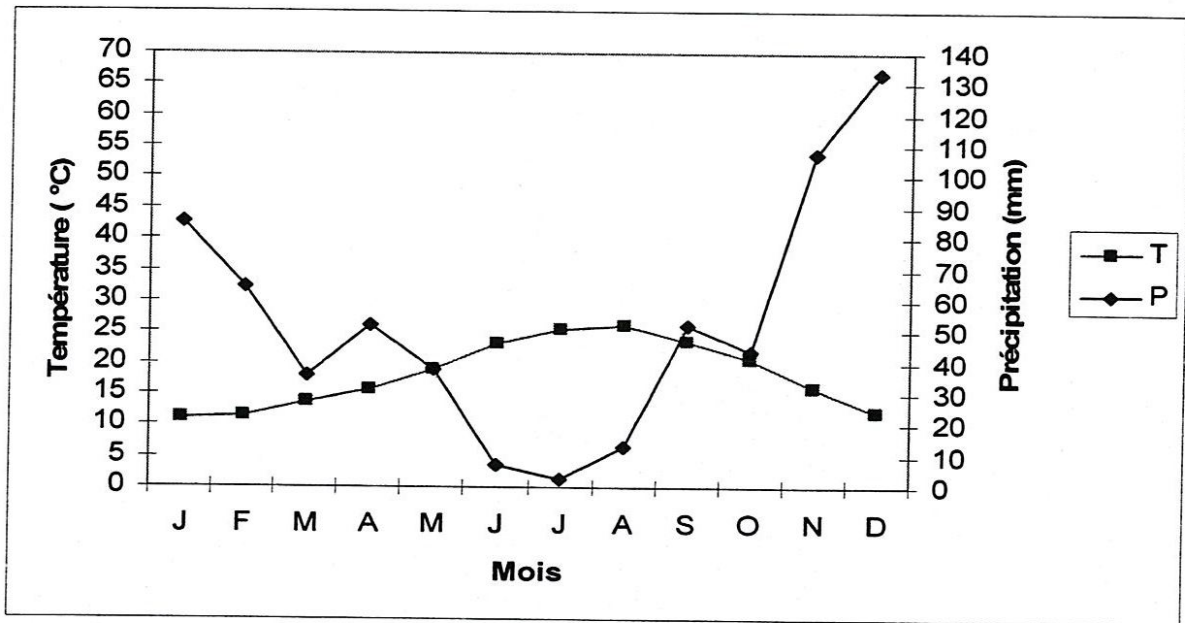


Fig.8. Diagramme ombro-thermique de la région d'El Kala.

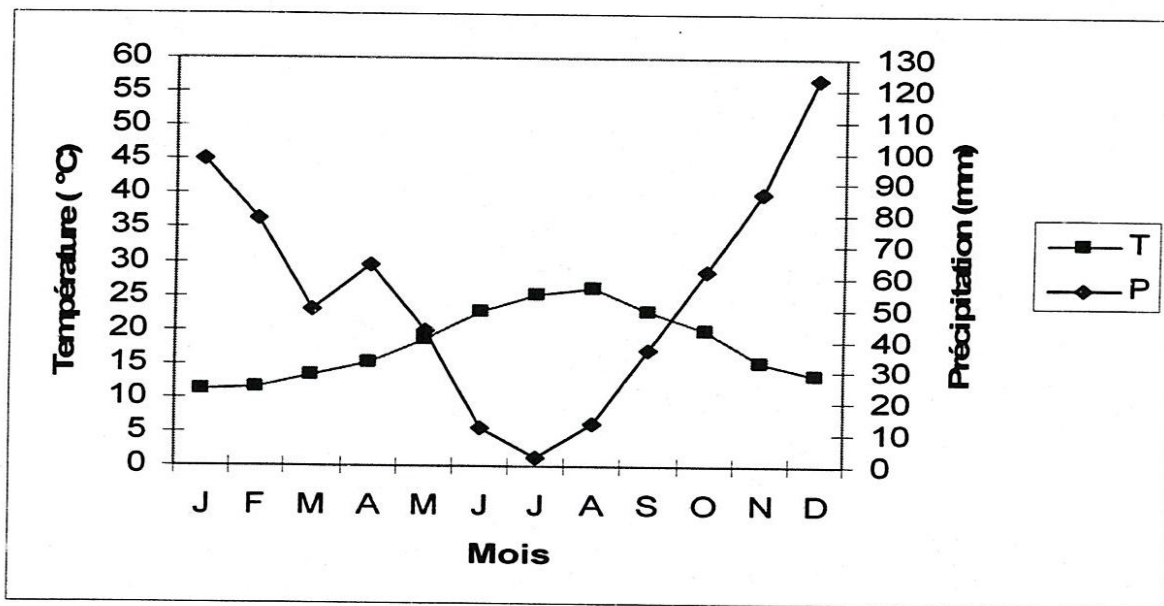


Fig.9. Diagramme ombro-thermique de la région de Annaba.

CHAPITRE 03:

Materiel & Méthodes

3. Matériel et méthodes

3.1. Sur le terrain

3.1.1. Choix des sites

Le choix de vingt six sites est basé sur les critères suivants :

- Les vingt six sites appartiennent à la même région (Numidie orientale). Ils partagent ainsi des conditions climatiques semblables.
- Les sites sélectionnés sont des mares temporaires qui ne partagent pas le même substrat.
- Présence de poissons dans certains sites.
- L'originalité et la richesse biologique qui caractérisent ces mares malgré leur caractère temporaire (Samraoui & de Bélair, 1998 ; Hammoudi, 1999 ; Gheraba & Hefafsa, 2001).

3.1.2. Echantillonnage

Nous avons procédé à un échantillonnage mensuel effectué au niveau de vingt six mares temporaires de la Numidie orientale, durant la période allant de décembre 2006 à juin 2007. Sachant que cette période (2006/2007) représente le 6^{ème} cycle hydrologique d'un suivi de mares. Nous rappelons que cinq cycles hydrologiques (1996-20001) sont déjà réalisés.

La technique de récolte consistait à utiliser un filet à plancton de 55 µm de vide de maille. Les coups de filet étant effectués au milieu et en bordure des berges dans les parties à forte végétation aquatique ainsi qu'au fond dans les parties boueuses et sableuses des mares.

Le contenu du filet à plancton est récupéré dans des flacons en plastique sur lesquels noms et dates des prélèvements sont inscrits. Les échantillons ainsi obtenus sont conservés dans du formaldéhyde à 5%. Sachant bien que chaque relevé est précédé par la mesure de la conductivité, la profondeur de la mare et la température de l'eau.

3.1.3. Au laboratoire

Nous avons procédé au dépouillement et au dénombrement du zooplancton. Généralement la communauté zooplanctonique est composée des cladocères dont les daphniidés font partie, les copépodes, les ostracodes ainsi les rotifères. Notre travail

visé dans le premier lieu de suivre les daphniidés et spécialement les genres *Daphnia* et *Simocephalus* dans les mares de la Numidie orientale.

L'identification est réalisée dans le Laboratoire de Recherche et de Conservation des Zones Humides (L.R.C.Z.H) qui dispose d'une vaste collection de référence qui a facilité l'identification des taxa zooplanctoniques. On a fait recours lors de l'identification à différents guides relatives aux cladocères et spécialement les genres *Daphnia* et *Simocephalus* (Amoros, 1984 ; Korinek, 1999, 2002 ; Benzie, 2005).

Une fois l'identification est faite, les lames de référence préparées sont conservées dans des boîtes de collection.

On utilise dans ces étapes le matériel suivant :

- Boîtes de pétri
- Flacons en plastiques
- Pinceaux
- Formaldéhyde à 5%.
- Une loupe binoculaire
- Boîtes de collection
- Un microscope
- Conductimètre
- Glycérine
- Lames et lamelles
- Epingles
- Pinces entomologiques

3.3. Analyse de données

3.3.1. L'organisation d'un peuplement

Les divers peuplements qui constituent une biocénose peuvent se définir quantitativement par un ensemble de descripteurs, il est possible de décrire la structure de la biocénose toute entière à travers les paramètres tels que la richesse spécifique, l'abondance, la dominance, la diversité spécifique... (Ramade, 1994).

- **Abondance** : correspond au nombre d'individus échantonnés.
- **Fréquence** : Elle peut s'exprimer par le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée. Elle peut être également exprimé par le pourcentage d'où :

$$C = p \cdot 100 / p.$$

P* : nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P : nombre total de relevés effectués.

3.3.2. La structure d'un peuplement

Elle exprime le mode de distribution des individus parmi les espèces qui composent le peuplement, c'est-à-dire l'organisation du tableau espèces relevés. L'étude de ce mode de répartition peut être faite :

1- L'analyse des distribution d'abondance (modèles de Preston, Motomura, Macarthur).

2- au moyen d'indice synthétique de diversité (Mekki, 1998).

3- La diversité d'un peuplement s'exprime aussi par le nombre d'espèces présentes (richesse spécifique). Parmi les indices de diversité permettant la comparaison des peuplements dans l'espace et le temps, nous avons :

- Indice de Shannon : cet indice a l'avantage d'intervenir l'abondance des espèces. Il se calcule par la formule suivante :

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Pi étant l'abondance relative de chaque espèce, égale à n_i/N (n : l'abondance de l'espèce et N, le nombre total de relevés).

- Equitabilité

Les valeurs de l'indice de diversité connaissent des déséquilibres qui peuvent être appréciés par l'indice d'équitabilité ou (régularité), comme étant le rapport :

$$E = H/H_{max}$$

Hmax : étant la diversité maximale ($H_{max} = \log_2 .S$).

S : richesse spécifique.

H : indice de diversité.

- Avantage des indices

- L'indice de Shannon tient en compte de l'abondance des espèces
- L'indice d'équitabilité sert à comparer les diversités de deux peuplements ayant des richesses spécifiques différentes.

3.3.3. Analyse factorielle des correspondances (AFC)

C'est une méthode qui a été appliquée avec succès à l'étude de nombreux groupements végétaux et de certaines associations animales. Elle permet de

rechercher les caractéristiques du milieu qui règlent la répartition des organismes (Dajoz, 1985).

C'est une méthode descriptive d'ordination où une correspondance est réalisée par des colonnes et les espèces par lignes ou l'inverse.

Chaque intersection relevé- espèce indique la présence ou l'absence de l'espèce. Le nuage des points représenté soit par les relevés, soit par les espèces dans l'espace multidimensionnel original est caractérisé par des directions d'allongements privilégiés. Il s'agit d'axes factoriels qui contiennent une certaine proportion de l'information totale des données, les axes sont donc extraits par l'AFC.

Le premier axe factoriel contenant le maximum d'information, le second un peu moins et ainsi de suite jusqu'au dernier axe. Sur ces axes factoriels pris deux à deux sont réalisés des projections de points relevés ou points espèces. Les valeurs propres et taux d'inertie qui quantifient la part de l'information expliquée par les différentes axes, permettant de décider du nombre d'axe à retenir (Chessel & Bournaud, 1987 ; Chessel & Doledec, 1992).

Les espèces rares présentes moins de trois fois dans les sites sont éliminées de l'analyse (Mekki, 1998).

CHAPITRE 04:

Résultats & Discussion

4. Résultats et discussion

4.1. Influence des variables abiotiques sur les écosystèmes (mares)

4.1.1. La conductivité

La conductivité est un paramètre très important pour la dynamique des peuplements surtout lorsqu'il s'agit d'une mare à salinité maximum.

La conductivité est proportionnelle à la quantité des sels ionisables dissous. Elle nous indique le degré de minéralisation des eaux (Bounaceur, 1997 ; Chakri, 2007).

Les courbes de l'évolution mensuelle de la conductivité, au niveau des sites échantillonnés, pour la période d'étude qui s'étend de décembre 2006 à juin 2007 montre que :

- Tamarix, Messida, Berrihane sud, Sangliers, Carrière et El Feid (1,2,3,4) sont des sites à conductivité stable que ce soit l'hiver ou le printemps.
- Une baisse de salinité au niveau de la mare Lac Bleu .
- Par contre, on a noté l'augmentation de la salinité dans la mare Boukhadra et les Salines.
- D'une manière générale, pour les autres sites on a remarqué que pendant l'hiver, une baisse de la conductivité dont la valeur varie d'un site à un autre, tandis qu'elle augmente où tend à se stabiliser dès l'arrivée du printemps (Fig.10 , 11).

Cependant, si on compare ces données actuelles avec ceux des cycles antérieures (1996/2001), nous remarquons que la conductivité moyenne dans la mare Boukhadra a augmenté ($8.97 \text{ mS/cm} \pm 3.03$) en 2006/2007, alors que la moyenne des cinq cycles hydrologiques était $6.24 \text{ mS/cm} \pm 3.3$. En outre, les Salines a connu une baisse de la conductivité moyenne ($8.06 \text{ mS/cm} \pm 2.97$) dans cette présente étude, tandis qu'elle était de $16.89 \text{ mS/cm} \pm 12.96$ pour les cinq cycles hydrologiques (1996/2001).

D'autre part, les mares Mafragh et Ruppia ont connu respectivement une baisse de la conductivité moyenne ($1.16 \text{ mS/cm} \pm 0.27$ et $2.05 \text{ mS/cm} \pm 0.64$). Cependant, la conductivité moyenne (1996/2001) a été de 2.1 ± 0.96 pour la première et de 3.39 ± 1.41 pour la dernière. Quant à la mare aux Sangliers, elle a connu une augmentation dans la valeur de la conductivité moyenne $3.50 \text{ mS/cm} \pm 1.97$. Elle était de 2.66 ± 0.7

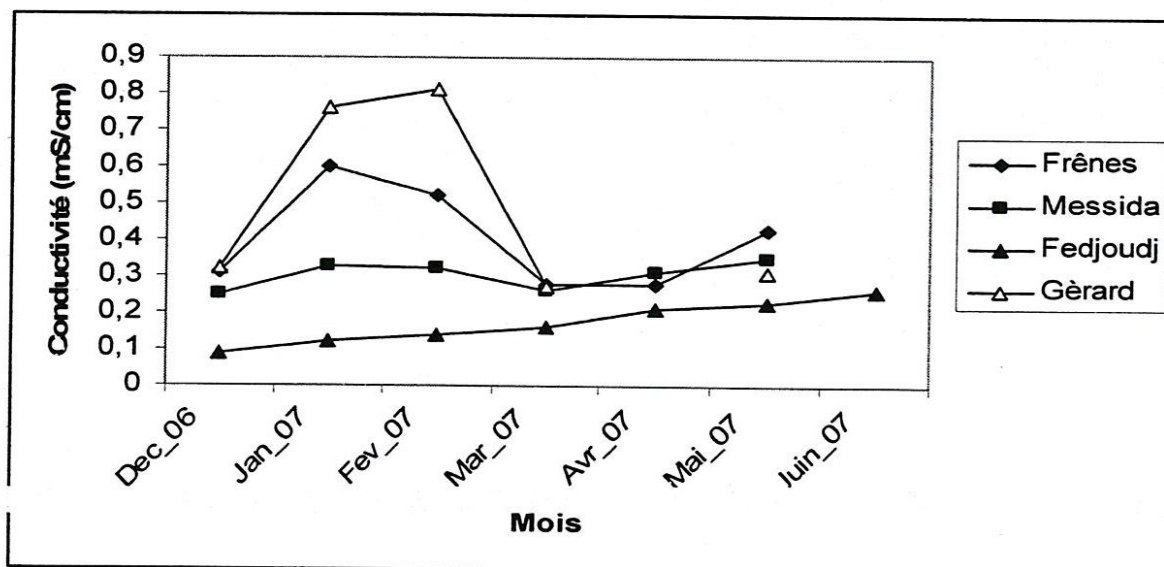
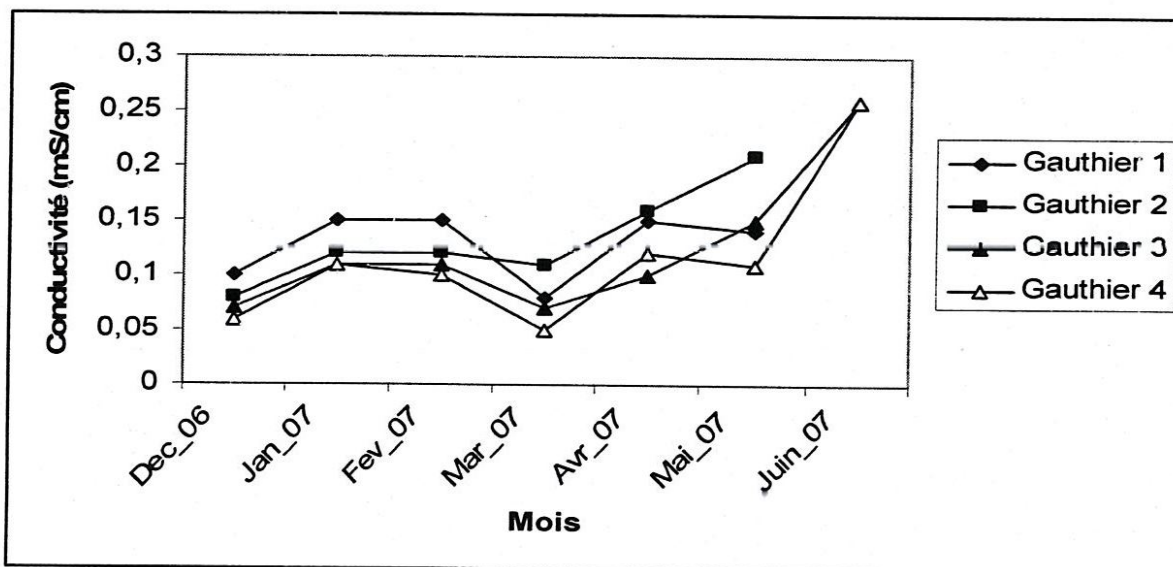
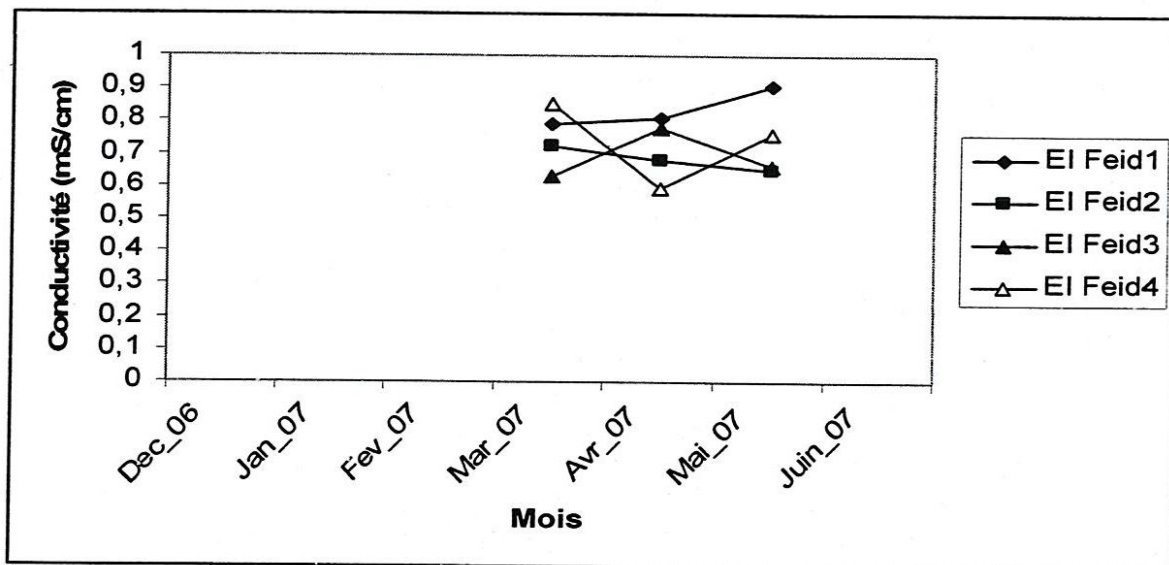


Fig. 10. Variation mensuelle de la conductivité dans les mares de la Numidie orientale.

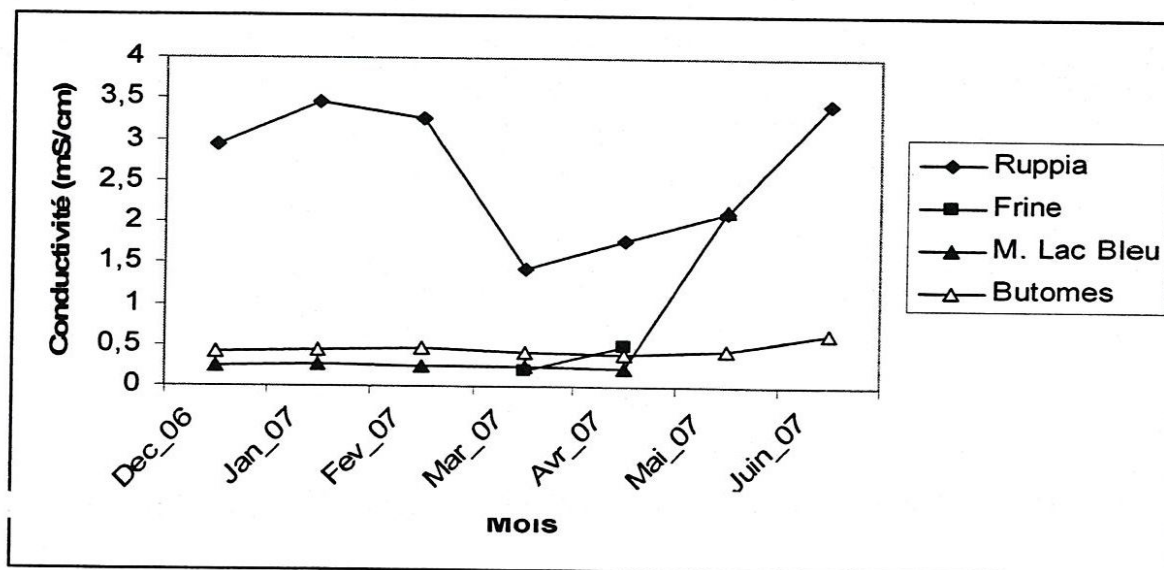
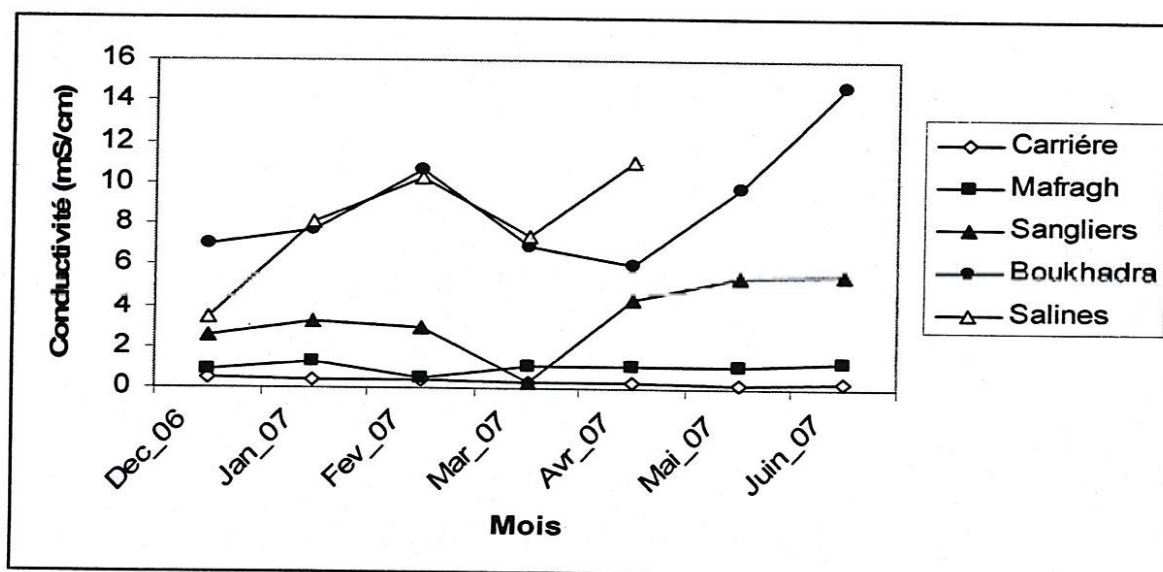
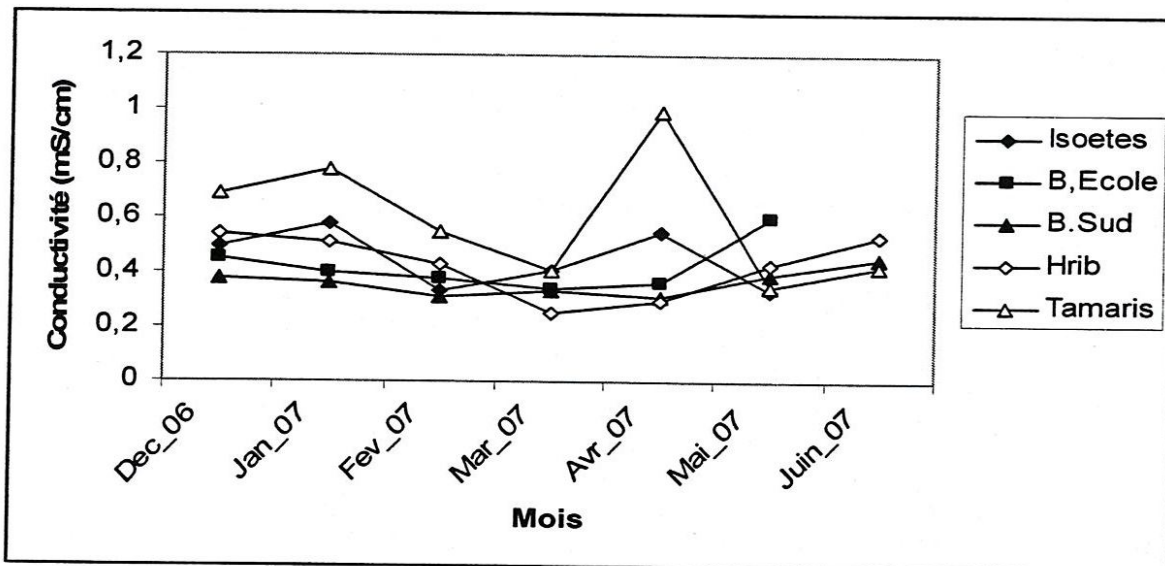


Fig. 11. Variation mensuelle de la conductivité dans les mares de la Numidie orientale.

Pour les cinq cycles hydrologiques (1996/2001).

4.1.2. La profondeur de l'eau

La profondeur de l'eau influence le réchauffement des eaux et donc l'installation et la prolifération de la faune et de la flore thermophiles. La profondeur de l'eau agit sur la teneur en O₂ qui est généralement supérieure à 50 % et souvent plus encore dans les mares. La surface peu profonde permet à l'air de se diffuser largement et de bien se mélanger, par contre dans les lacs, la profondeur est telle qu'elle conduit à la stratification thermique (Chakri, 2007).

Les courbes d'évolution mensuelle (Figs.12 et 13) de la profondeur montrent que :

- La profondeur dans les mares Isoetes, Salines et Frine ne dépasse pas les 20 cm durant notre étude. Cependant, les mares Butomes et Lac Bleu ont une profondeur relativement faible de 30 cm.
- La profondeur de l'eau dans certaines mares oscillent entre 40 cm et 80 cm. C'est le cas de la mare aux Frêne, El Feid (1,2,3,4), Messida, Ruppia, Gauthier (1,2,3,4), B. Ecole, Mafragh, Sangliers, Boukhadra, Hrib, Gérard, Carrière et B. Sud.
- En outre, les autres sites ont une profondeur qui dépasse les 100 cm qui est le cas pour les mares Fedjoudj et Tamarix.

Malheureusement, lors de nos sorties pour l'échantillonnage, nous avons pu relever l'effet anthropique sur ses ressources naturelles avec des aspects variés tels que le pompage pour irrigation des terres agricoles c'est le cas de la mare Isoetes, El Hrib, Gérard et Frine d'où la baisse du niveau d'eau et l'assèchement programmé des biotopes. Aussi, nous évoquons les travaux menés au niveau de la mare Tamarix, sans oublier l'effet direct des riverains sur la mare Lac Bleu qui s'est dégradée d'une façon dramatique.

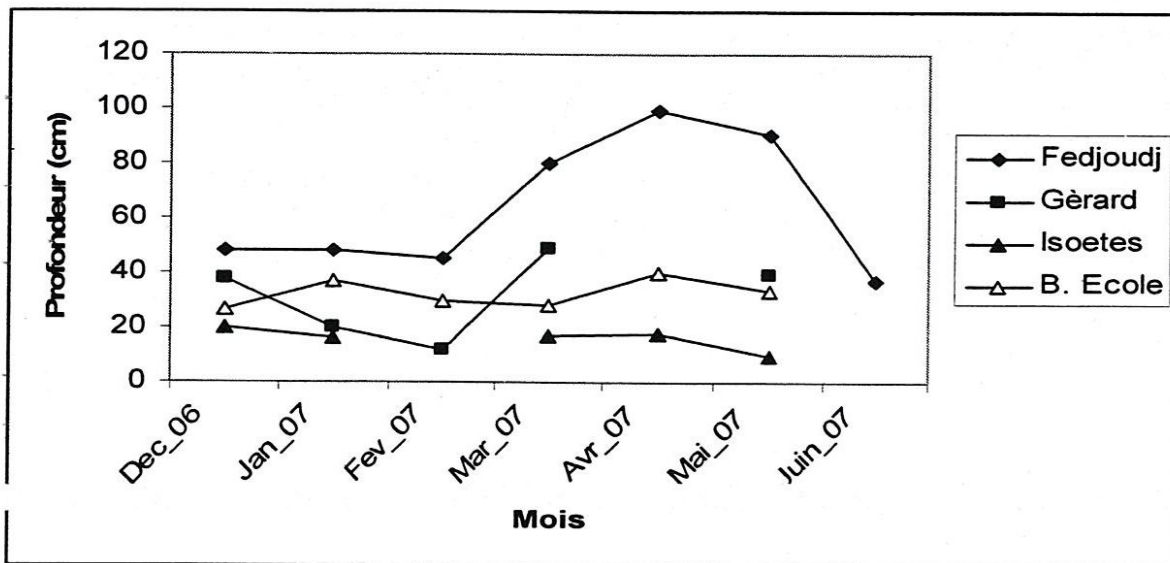
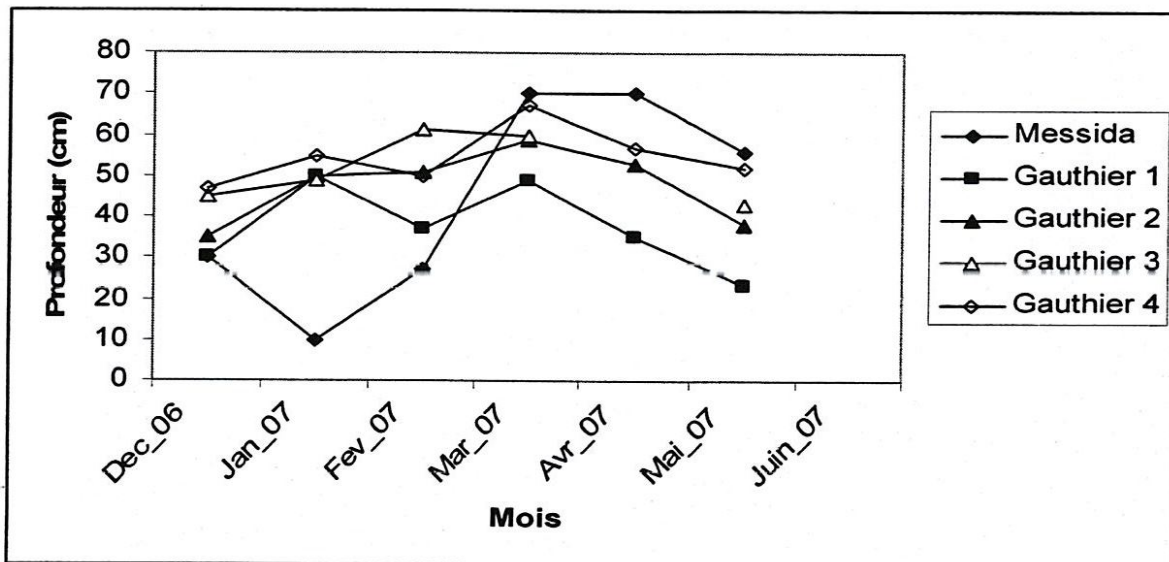
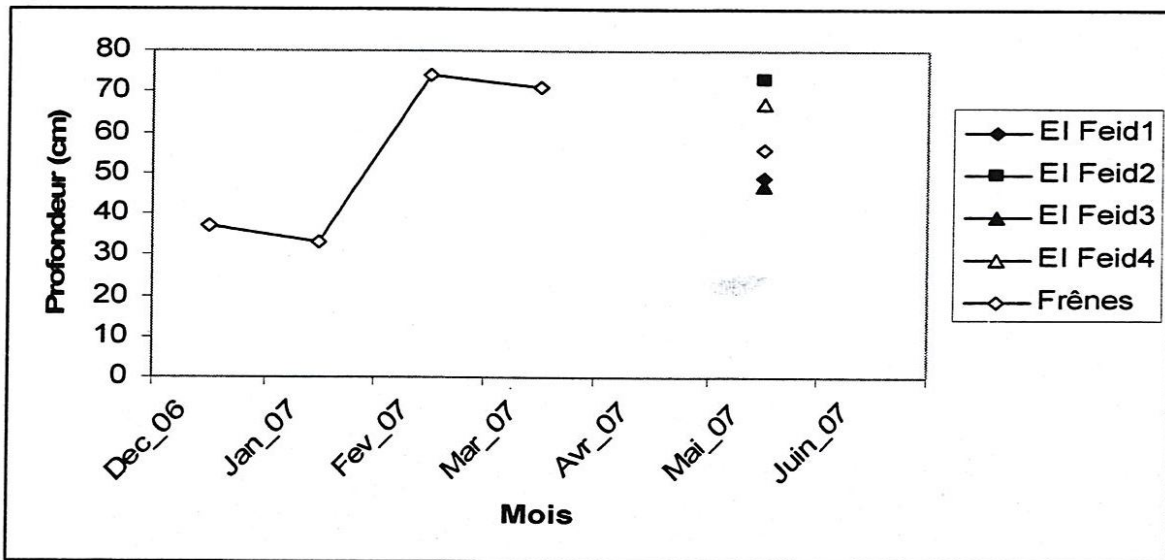


Fig. 12. Variation mensuelle de la profondeur de l'eau à travers les mares de la Numidie orientale.

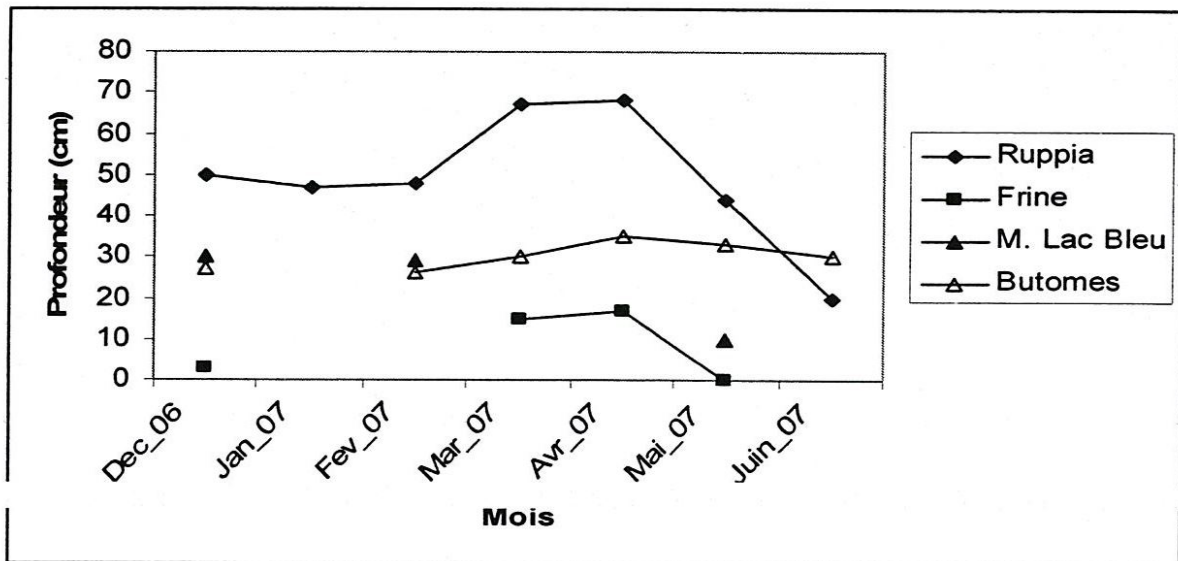
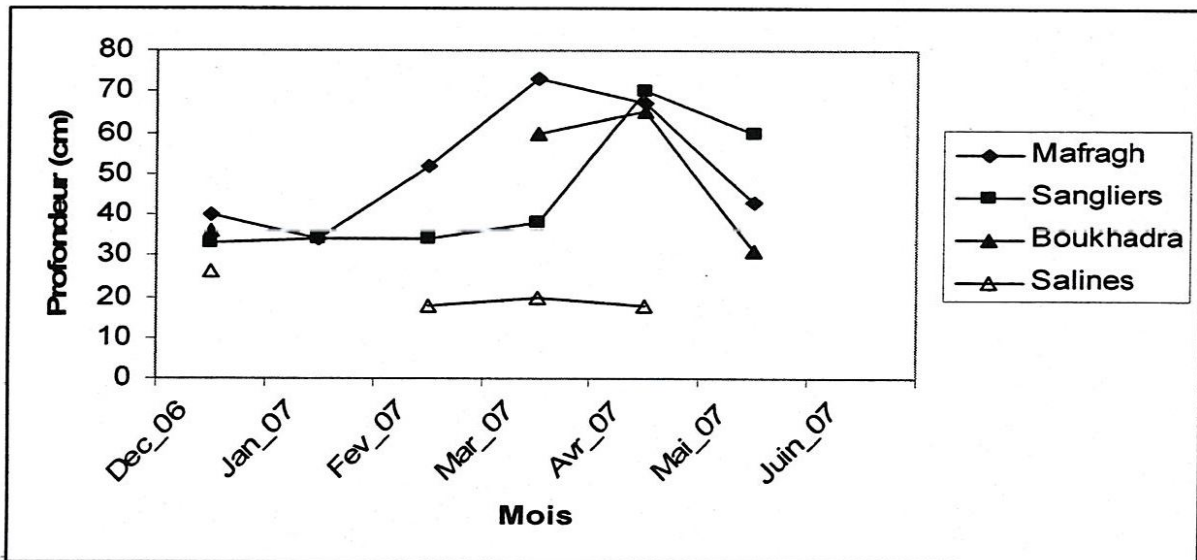
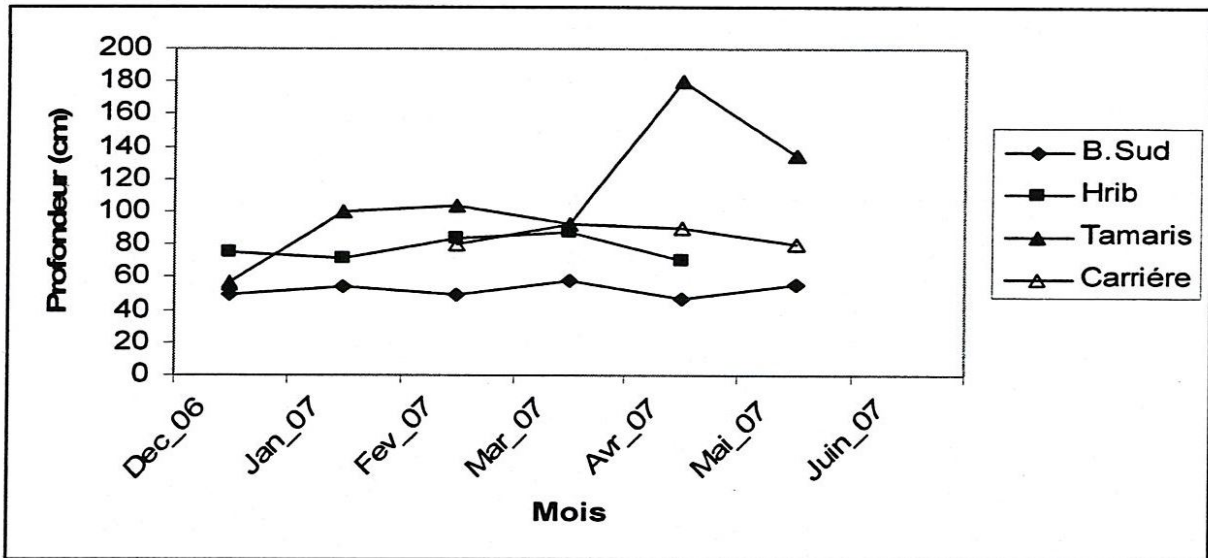


Fig. 13. Variation mensuelle de la profondeur de l'eau à travers les mares de la Numidie orientale.

4.1.3. La température

La température joue un rôle important dans le développement, la croissance et le cycle biologique de la majorité des insectes aquatiques. Elle peut agir également sur la localisation des espèces et la densité des populations (Dajoz, 1985).

La température intervient non seulement par sa valeur moyenne mais aussi par ses fluctuations qui peuvent être nécessaire pour lever les dormances des graines (*Rumex*) parfois en combinaison avec la lumière (*Lycopus europaeus*) (Grillas & Roche, 1997).

La courbe de l'évolution de la température de l'eau mensuelle moyenne dans les mares temporaires de la Numidie (Fig. 14), montre qu'elle varie entre ($7.85^{\circ}\text{C} \pm 2.77$) au mois de décembre et ($21, 57^{\circ}\text{C} \pm 2.74$) pour le mois de juin.

La température minimale de l'eau ($3,3^{\circ}\text{C}$) a été enregistrée dans le mois de décembre (Fig. 15). Quant, à la température maximale elle a été notée au mois de juin ($25,4^{\circ}\text{C}$)

4.1.3. L'assèchement

Du fait de la faible superficie et de la profondeur, les mares ont un volume d'eau relativement réduit et sont donc soumis à des fluctuations. En été, l'assèchement peut être complet.

Des études sur les mares temporaires ont souligné la rudesse apparente de l'environnement qu'elles fournissent, particulièrement par les phases de mise en eau et d'assèchement. Cependant les mares temporaires fournissent une variété d'opportunités qui ont été exploitées par différentes espèces (Biggs et al., 1994).

Les assèchements réguliers des mares conduisent à la minéralisation de la nourriture et ainsi à promouvoir la productivité (Gray, 1988).

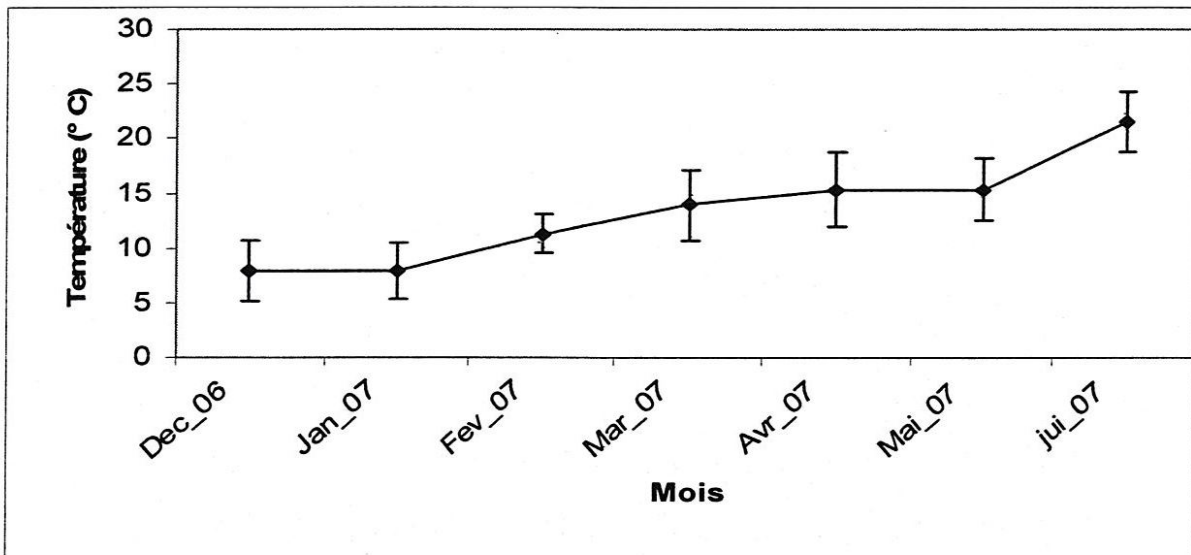


Fig. 14. Variation mensuelle moyenne de la température dans les mares de la Numidie orientale.

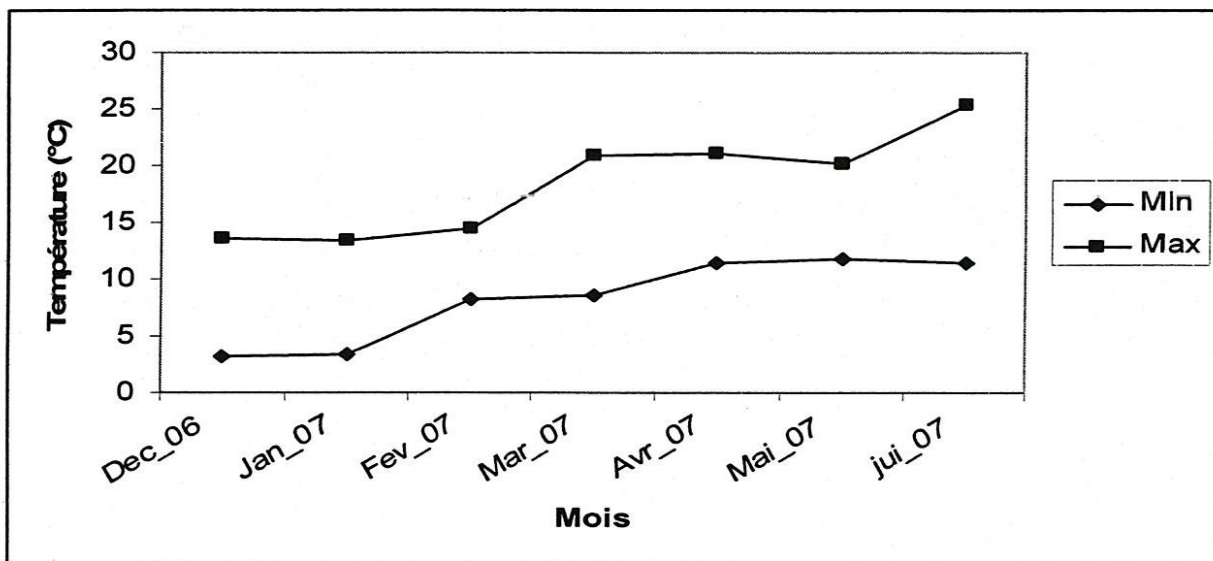


Fig. 15. Variation mensuelle de la température dans les mares de la Numidie orientale.

4.2. Composition spécifique de la biocénose crustacéenne

Dans les mares temporaires de la Numidie, la classe des branchiopodes (Cténopoda et Anomopoda), représente également 23.21 % de la communauté zooplanctonique crustacéenne (Fig. 16). Le genre *Daphnia* comprend *D. magna*, *D. Chevreuxi*, *D. pulex* tandis que le genre *Simocephalus* est représenté par *S. vetulus* et *S. exspinosus*.

La sous- classe des copépodes (environ 65 %) se compose quant à elle de l'ordre des cyclopoïdes et calanoïdes. Les calanoïdes dominent la communauté zooplanctonique (55.21 %) alors que les cyclopoïdes ne représentent que 9.38 %. Les ostracodes sont effectivement présents dans les mares de la Numidie dans ce 6^{ème} cycle hydrologique (12,18 %).

4.3. Dynamique saisonnière du zooplancton dans les mares de la Numidie

Les cladocères dont les daphnies font partie semblent avoir deux pics, l'un est enregistré en hiver pendant le mois de février et un autre moins important printanier en avril (Fig. 17). Les abondances hivernales maximales sont alors atteintes en février. Les abondances printanières sont assez faibles. Les copépodes calanoïdes sont très abondants. Les maximums sont observés avec un pic au mois de janvier. Cependant, un autre pic très important au mois d'avril qui reflète bien leur dynamique saisonnière. Les copépodes cyclopoïdes et également les ostracodes sont présents dans ces écosystèmes « mares temporaires » avec des effectifs relativement faibles par rapport à ceux des copépodes calanoïdes et les cladocères.

4.4. Distribution spatiale des genres *Daphnia* et *Simocephalus* dans la Numidie

A la lumière des données recueillies de la distribution des genres *Daphnia* et *Simocephalus* pendant notre étude sur les mares temporaires de la Numidie, nous avons recensés trois espèces de *Daphnia* : *D. magna*, *D. pulex* et *D. chevreuxi* et deux espèces de *Simocephalus* : *S. exspinosus* et *S. vetulus*. Les figures obtenues (Fig. 18,19, 20, 21, 22) de l'abondance des populations de *Daphnia* et *Simocephalus* montrent ceci :

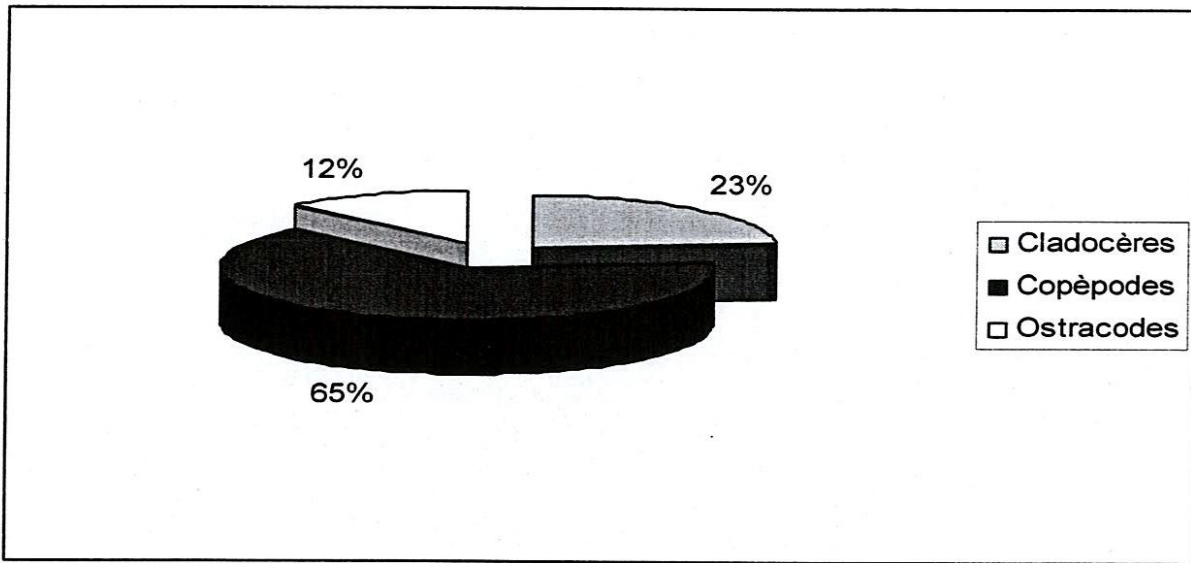


Fig. 16. Composition spécifique de la biocénose crustacéenne

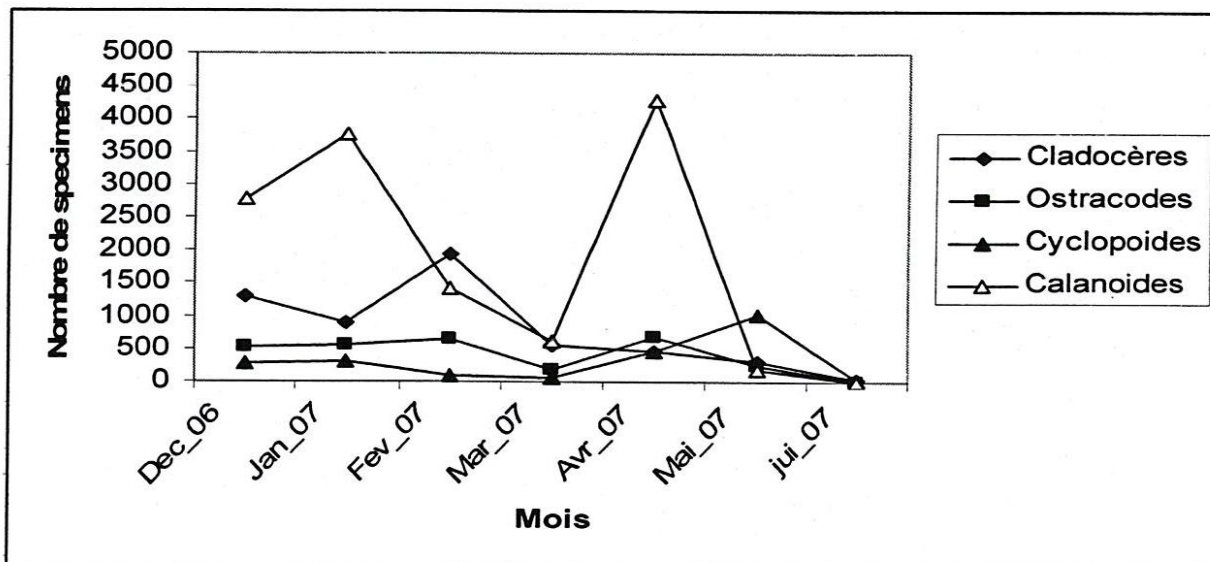


Fig.17. Evolution saisonnière du peuplement crustacéen dans les mares de la Numidie orientale.

- ✓ Les populations de *D. magna* habitent les sites poly-saumâtres (Salines) et saumâtres (Boukhadra). La population est abondante dans les Salines. La mare aux Sangliers, présente une abondance également élevée par rapport à celle de la mare Boukhadra. Les mares Gauthier 1, El Feid 2 et El Feid 4 ont une abondance relativement faible. Les populations de *D. magna* sont inféodées aux sites argileux (Salines), limoneux (Boukhadra) et sableux (Sangliers) (Fig. 18).
- ✓ Les résultats obtenus montrent que *D. chevreuxi* est rencontrée dans six sites (Fig.19) plus particulièrement dans la mare aux Frênes qui est riche en matière organique et dont les eaux sont douces. *D. chevreuxi* habitent les eaux turbides à substrat argile-limoneux (Frênes). Elle est abondante dans la mare Hrib (sableux et les eaux sont douces). On a enregistré la présence de *D. chevreuxi* aussi dans les mares Tamaris, B. Sud, Messida et Butomes.
- ✓ Les données recueillies (Fig. 20) indiquent que les sites abritant les populations de *D. pulex* sont des sites à eaux douces (Isoetes et Frênes). Cette espèce colonise les sites à substrat limon-sableux (Isoetes) et argile-limoneux (Frênes). L'abondance élevée est également recensée dans les Frênes.
- ✓ Les résultats révèlent que *S. exspinosus* colonise huit sites (Fig. 21) dont les eaux sont soit saumâtres (Boukhadra), soit oligo-saumâtres (Mafragh, El Feid 1, El Feid 2, El Feid 3 et El Feid 4) et douces (Gérard et B. Sud). On peut dire que cette espèce habite des sites à substrat argile-limoneux (El Feid 2, El Feid 3 et El Feid 4) tandis que celui d'El Feid 1 est limoneux, ce qui est le cas pour Boukhadra.
- ✓ Les populations de *Simocephalus vetulus* habitent dix sept sites parmi les vingt six sites explorés (Fig.22). Elles colonisent les sites limoneux (Gauthier 1, Gauthier 2, Gauthier 3 et Gauthier 4), sableux (B. Sud, Frine, Carrière, Tamarix, Sangliers, Hrib, mare Lac Dieu et Ruppia), limon-argile-sableux (B. Ecole), limon- argileux (Messida), limon-sableux (Isoetes et Fedjoudj) et Salines à substrat argileux.

En résumé, il semble que les facteurs abiotiques qui régissent la répartition spatiale de *Daphnia* et *Simocephalus* sont la conductivité/salinité, la nature de substrat et la profondeur de l'eau.

4.5. Distribution spatio-temporelle des genres *Daphnia* et *Simocephalus* dans la Numidie

Sur la base des courbes de l'évolution mensuelle des populations de *Daphnia* et *Simocephalus* (Fig. 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30) pendant la période d'échantillonnage au niveau de vingt six sites de la Numidie orientale, nous constatons ce qui suit :

D. magna est présente dans six sites : les Salines, Boukhadra, Sangliers, Gauthier 1 , El Feid 2 et El Feid 4. Les populations de *D. magna* apparaissent dans les Salines, Sangliers et Boukhadra au mois de décembre et les adultes disparaissent respectivement au mois de mai, juin et décembre. L'abondance maximale est observée au mois mars pour les salines et sangliers et au mois de janvier pour Boukhadra (Fig. 23). On remarque aussi que, dans la mare Gauthier 1 que *D. magna* apparaît au mois de décembre et disparaît au mois de mars. En occurrence, dans les mares El Feid 2 et El Feid 4, les populations de *D. magna*, sont observées tardivement au mois de mars et disparaissent au mois de juin (Fig. 23).

D. chevreuxi est également rencontrée dans six mares (B. Sud, Messida, Butomes, Tamaris, Hrib et les Frênes). Dans la Messida, B. sud et la mare aux Frênes, les populations apparaissent au mois de décembre et disparaissent respectivement aux mois de mars et au mois d'avril. Les deux premières populations persistent trois mois tandis que celle des Frênes quatre mois. L'abondance maximale est atteinte au mois de décembre pour les trois sites. Cependant, les populations de *D. chevreuxi* dans les mares Butomes, Tamarix et Hrib, apparaissent tôt au mois de décembre et disparaissent simultanément au mois de mars. Le maximum de l'abondance est enregistré au mois de janvier (Fig. 27).

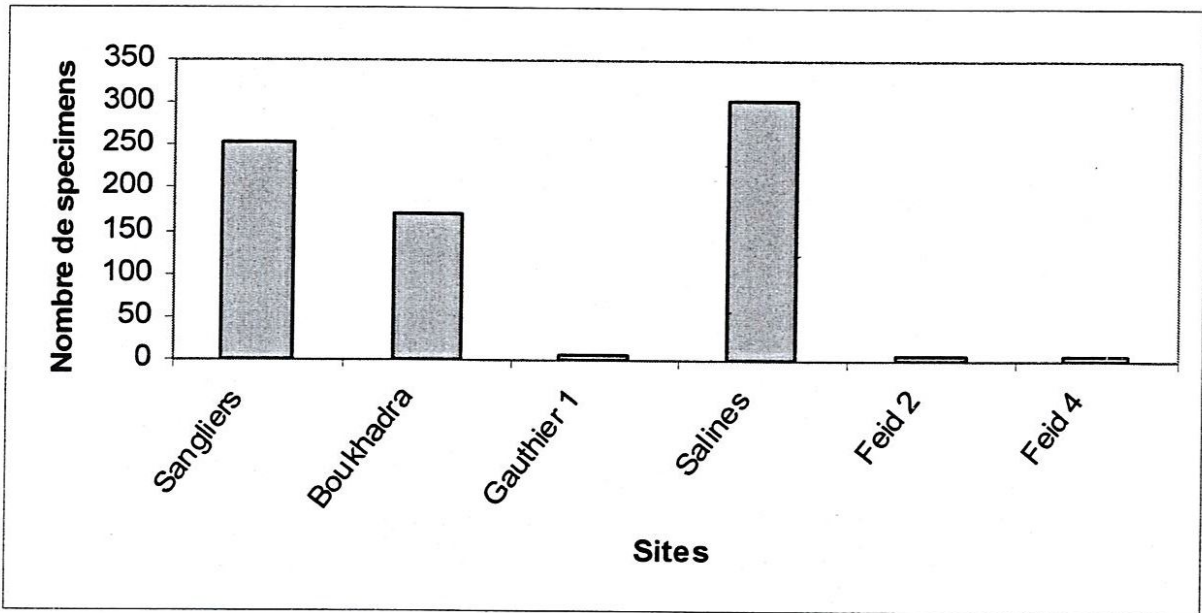


Fig. 18. Abondance des populations de *Daphnia magna* dans les mares de la Numidie orientale.

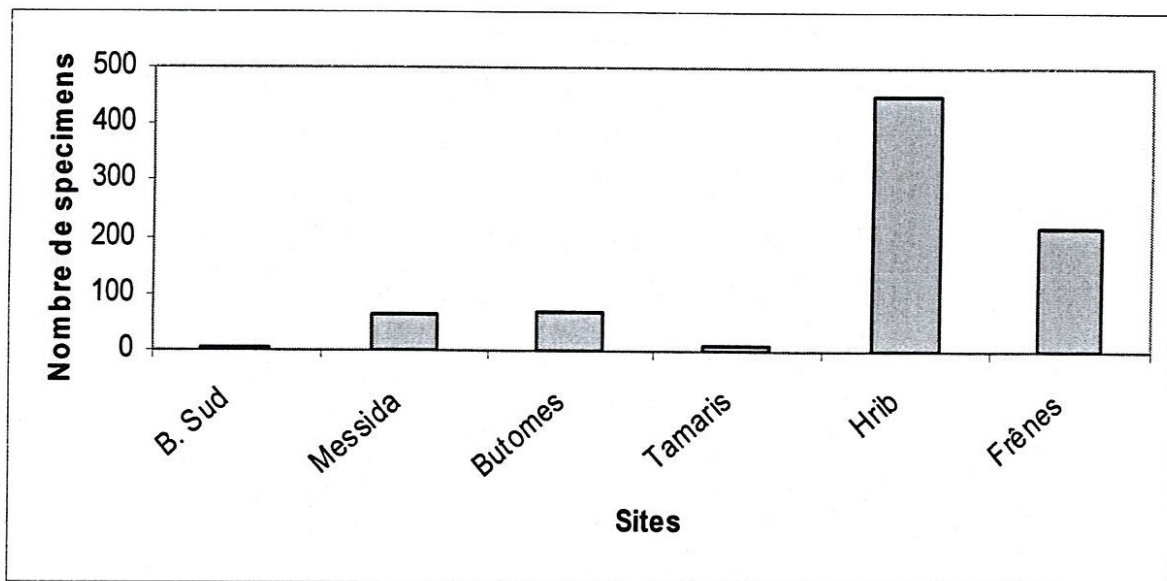


Fig.19. Abondance des populations de *Daphnia chevreuxi* dans les mares de la Numidie orientale.

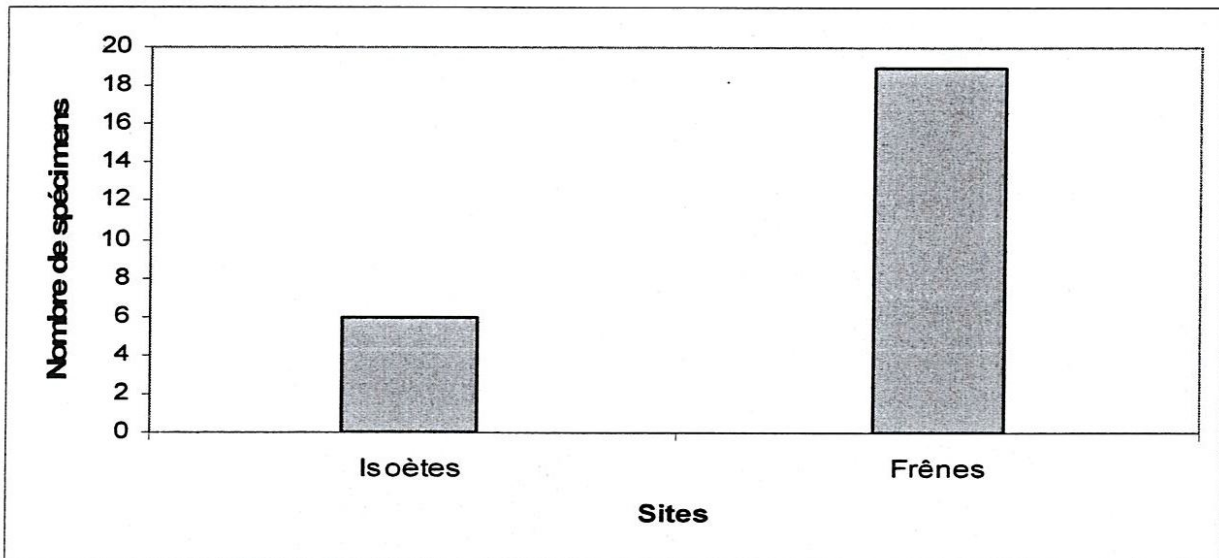


Fig. 20. Abondance des populations de *Daphnia pulex* dans les mares de la Numidie orientale.

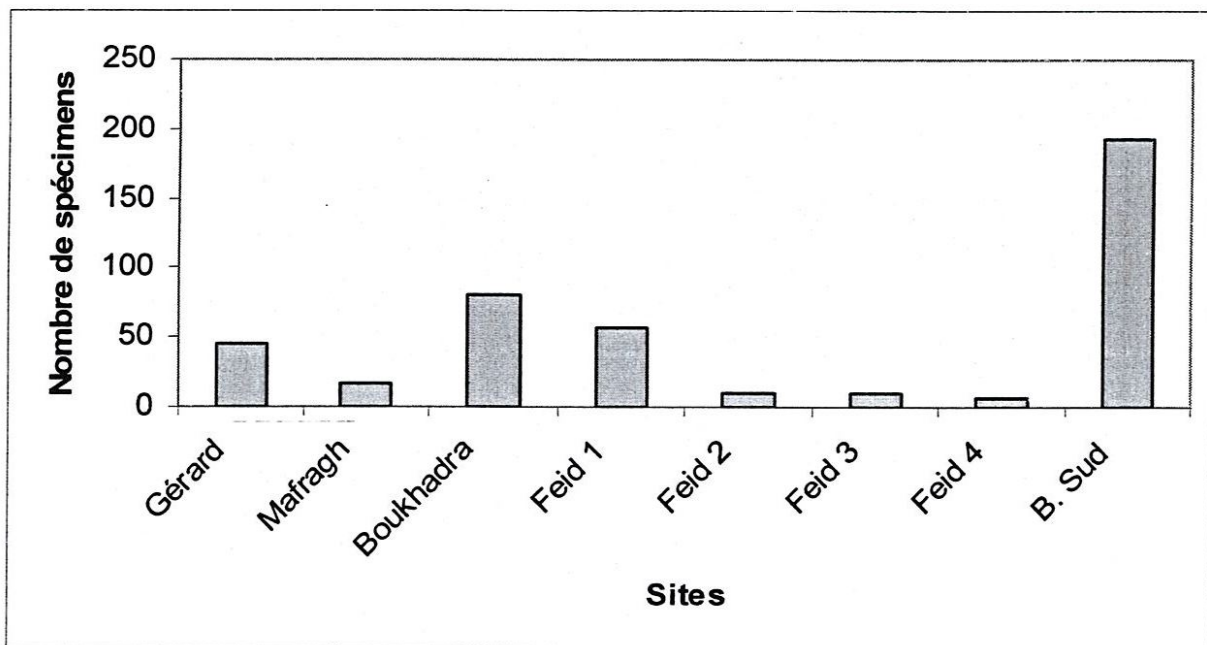


Fig. 21. Abondance des populations de *Simocenthalus exsinosus* dans les mares de la Numidie orientale.

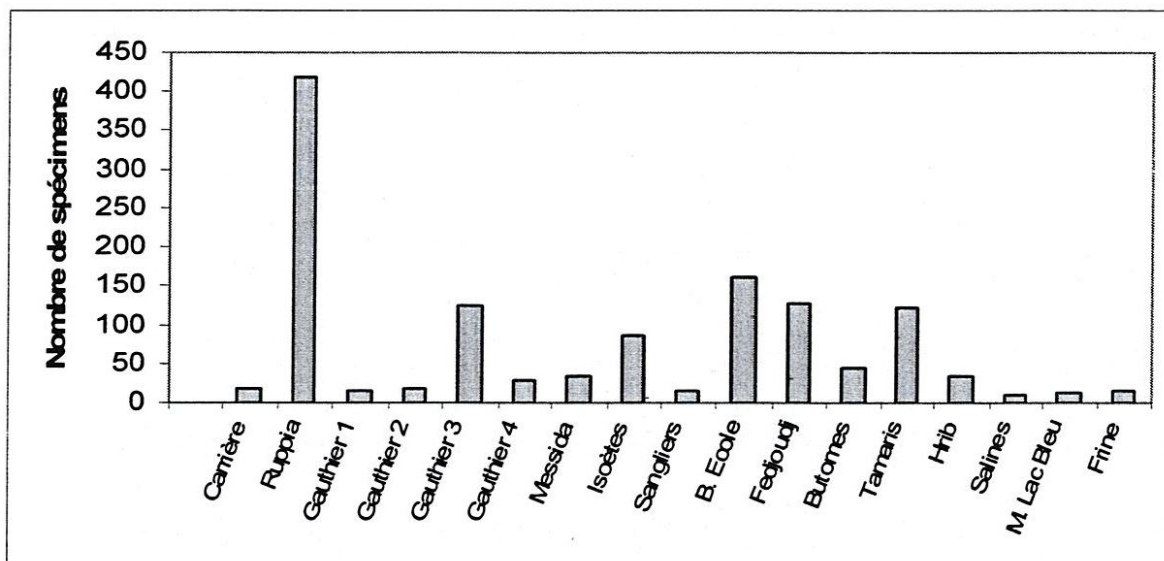


Fig. 22. Abondance des populations de *Simocephalus vetulus* dans les mares de la Numidie orientale.

Nos résultats signalent que *D. pulex* existent dans deux mares : Isoètes et la mare aux Frênes. Les populations de *D. pulex* apparaissent dans la mare Isoètes et la mare aux Frênes respectivement au mois de décembre et au mois de mars. Les deux persistent trois mois mais la disparition de la première (Isoetes) est notée au mois de mars et la dernière au mois de juin (Fig. 25).

Les résultats obtenus révèlent que *S. exspinosus* ont été enregistrées dans huit sites : El Feid 1, el Feid 2, El Feid 3 , El Feid 4, Mafragh, Gérard, Boukhadra et B. Sud. Dans les mares, El Feid2, El Feid 3 et El Feid 4, les populations apparaissent au mois de mars et disparaissent au mois juin. Elles persistent trois mois. Quant, à El Feid 1, la population de *S. exspinosus* apparaît au mois d'avril et disparaît au mois de juillet. L'abondance des populations est observée au mois de mars pour El Feid 2 et El Feid 4, alors que au mois d'avril pour El Feid 3 et au mois de mars pour El Feid 1 (Fig. 26, 27). Les mares Gérard, Mafragh, Boukhadra et B. Sud, les populations apparaissent respectivement au mois de janvier, décembre et disparaissent successivement au mois de juin et Juillet (Fig. 26, 27).

Les résultats révèlent également que les populations de *S. vetulus* ont été notées dans dix sept sites étudiés : Carrière, Ruppia, Gauthier1, Gauthier 2, Gauthier 3, Gauthier 4, Messida, Isoètes, Mare aux Sangliers, B. Ecole, Fedjoudj, Butomes, Tamaris, El Hrib, Salines, Mare Lac Bleu et Frine (Fig. 28, 29, 30).

Dans les mares Gauthier, les populations apparaissent au mois de décembre et disparaissent respectivement au mois de mars pour Gauthier 3 et mai pour Gauthier 1, Gauthier 2 et Gauthier 4 (Fig. 28, 29). Dans les mares Carrière, Ruppia, Messida, Isoètes et Sangliers, les populations apparaissent successivement au mois de mars, décembre, février et disparaissent dans l'ordre au mois de juillet, mai, juin.

Dans B. Ecole, Fedjoudj, Butomes, Tamarix et Hrib, les populations de *S. vetulus* apparaissent respectivement au mois de décembre pour les trois premiers sites et janvier février pour les autres. Elles disparaissent successivement au mois de mai, juin, juillet (Fig. 28, 29, 30).

Enfin, dans les mares Frine, Salines et Lac Bleu, les populations apparaissent dans l'ordre au mois de décembre, février et mars. Les deux premières disparaissent au mois de mai tandis que la dernière persiste jusqu'au mois de juin (Fig. 28, 29, 30).

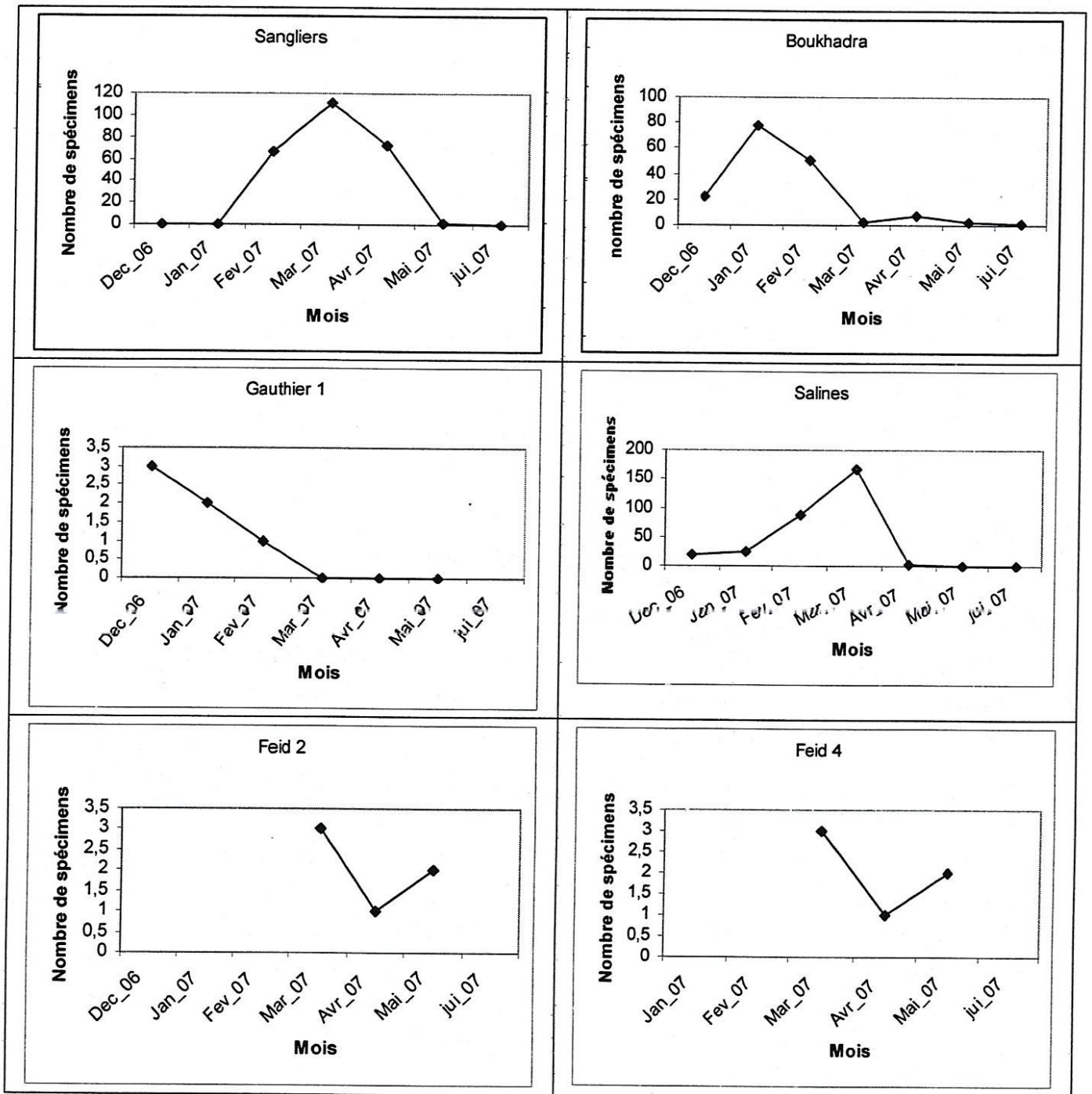


Fig. 23. Evolution mensuelle des populations de *Daphnia magna* dans les mares de la Numidie orientale.

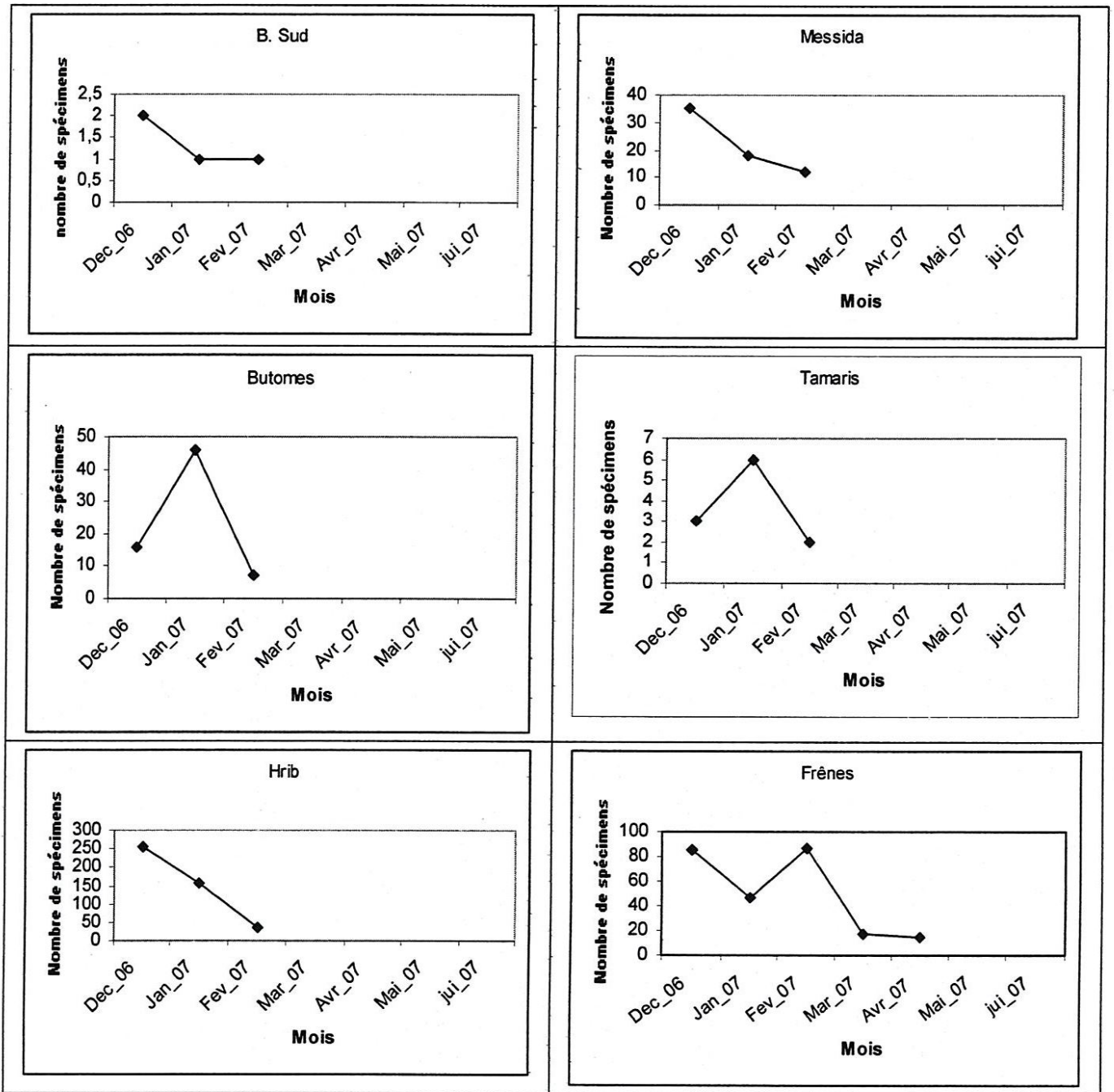


Fig. 24. Evolution mensuelle des populations de *Daphnia chevreuxi* dans les mares de la Numidie orientale.

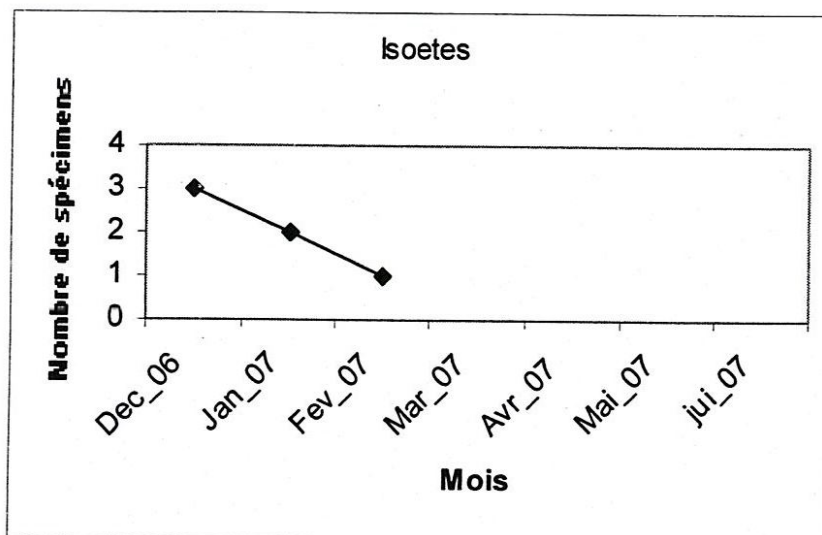
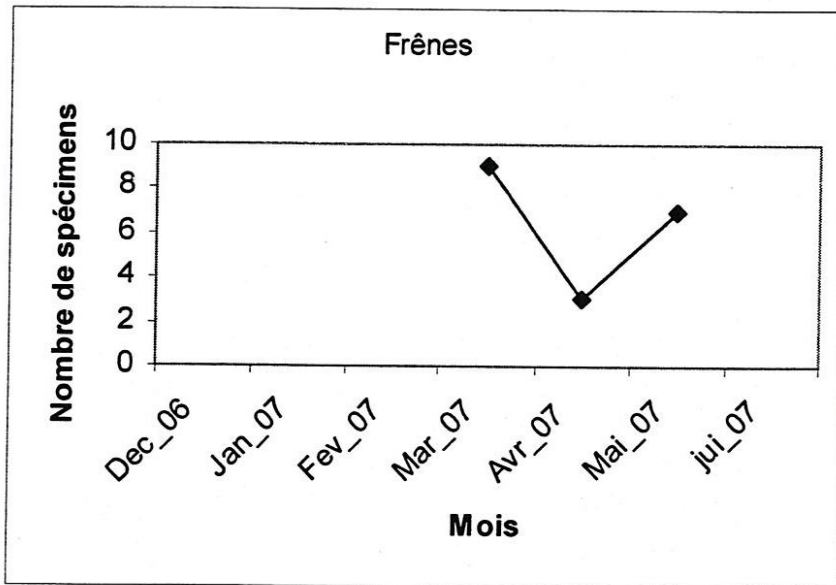


Fig. 25. Evolution mensuelle des populations de *Daphnia pulex* dans les mares de la Numidie orientale.

Il est à noter que la disparition de *Daphnia* est précoce (entre février et mai). Par contre, celle de *Simocephalus* est tardive (entre mai et août).

4.6. Discussion

D'après les résultats obtenus, on note la présence de cinq espèces entre le genre *Daphnia* et *Simocephalus*. Ce sont *D. magna*, *D. chevreuxi* et *D. pulex*. Le genre *Simocephalus* regroupe *S. exspinosus* et *S. vetulus*. Au total quatre espèces de *Daphnia*, avec l'addition de *D. obtusa* (Samraoui et al., 1998) et deux espèces de *Simocephalus* existant dans la Numidie.

Les résultats de la distribution spatiale au niveau de vingt six sites de la Numidie orientale, révèlent que les facteurs environnementaux qui semblent régir la répartition spatiale de *Daphnia* et *Simocephalus* sont la conductivité/ salinité, le substrat, et de même la profondeur de l'eau. La distribution temporelle est liée aussi à l'hydropériode qui prolonge la persistance des espèces.

L'étude comparative de cette présente étude avec les cycles hydrologiques précédents montre que les populations de *Daphnia* disparaissent tôt, principalement au mois de mars et au mois d'avril, tandis que celles du genre *Simocephalus* disparaissent particulièrement au mois de mai et au mois de juillet. Cela est peut être du probablement à l'effet des facteurs de densité-dépendance (Chakri, 2007). La persistance des populations durant ce cycle est relativement attribuée à l'hydropériode.

Exceptionnellement, au niveau de cette présente étude, *D. magna* au niveau de la mare Boukhadra a persisté jusqu'à juillet (07 mois) contrairement aux données antérieures (mois d'avril dans le cycle 2)(Chakri, 2007).

D. chevreuxi et *D. pulex* cohabitent dans le même site (mare au Frènes). La première apparaît au mois de décembre et disparaît au mois de mars, alors que la dernière apparaît au mois de mars et disparaît au mois de juin.

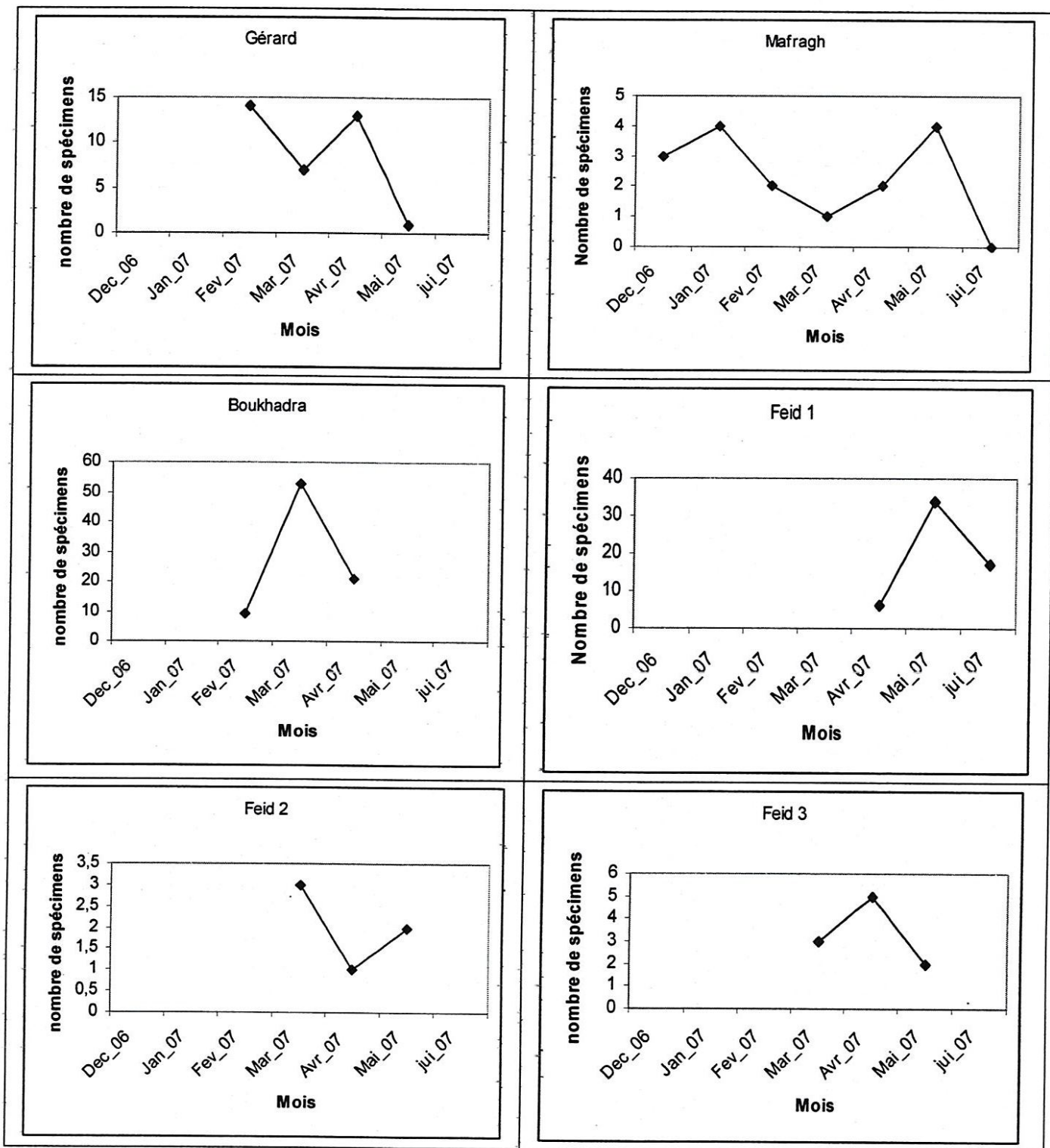


Fig. 26. Evolution mensuelle des populations de *Simocephalus exspinosus* dans les mares de la Numidie orientale.

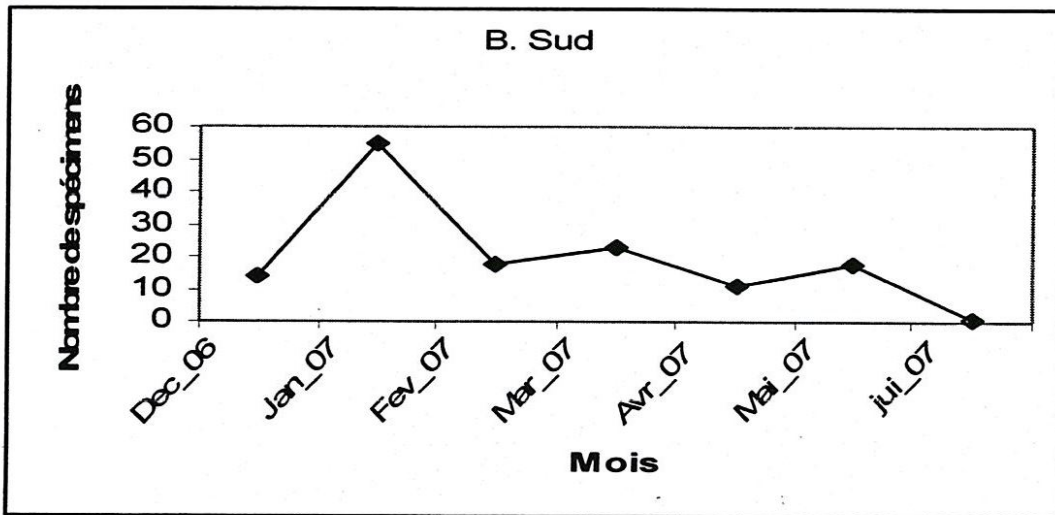
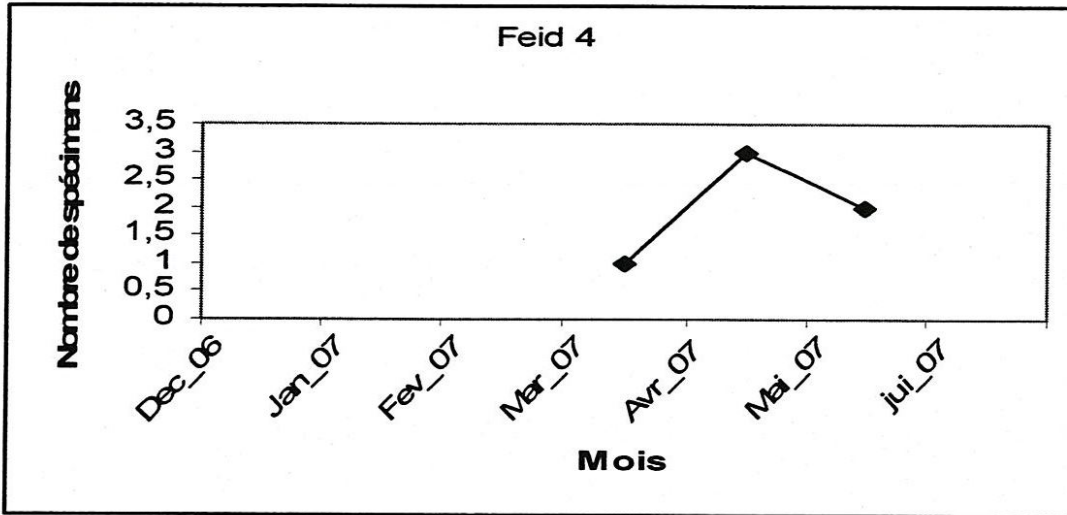


Fig. 27. Evolution mensuelle des populations de *Simocephalus exspinosus* dans les mares de la Numidie orientale.

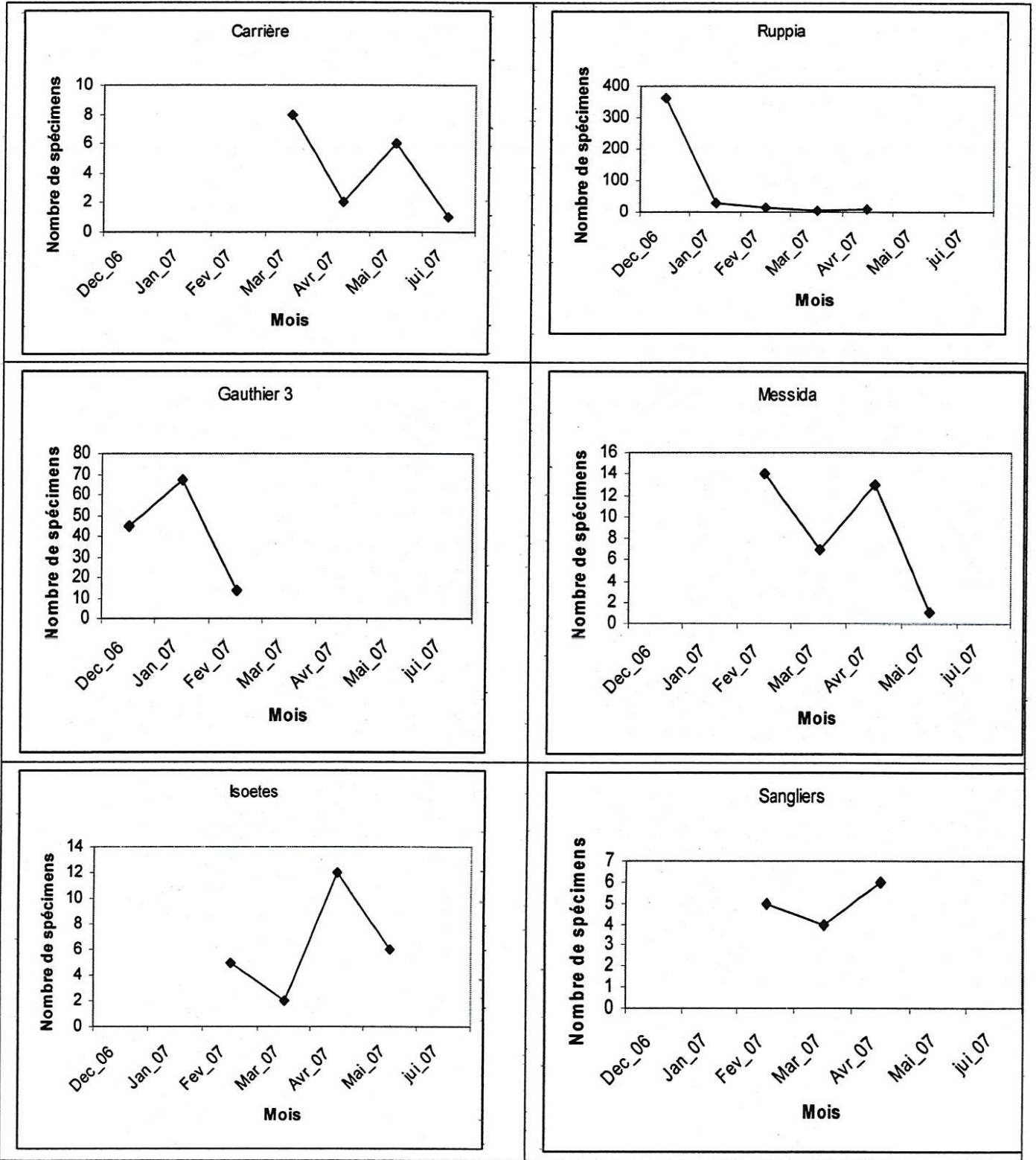


Fig. 28. Evolution mensuelle des populations de *Simocephalus Vetulus* dans les mares de la Numidie orientale.

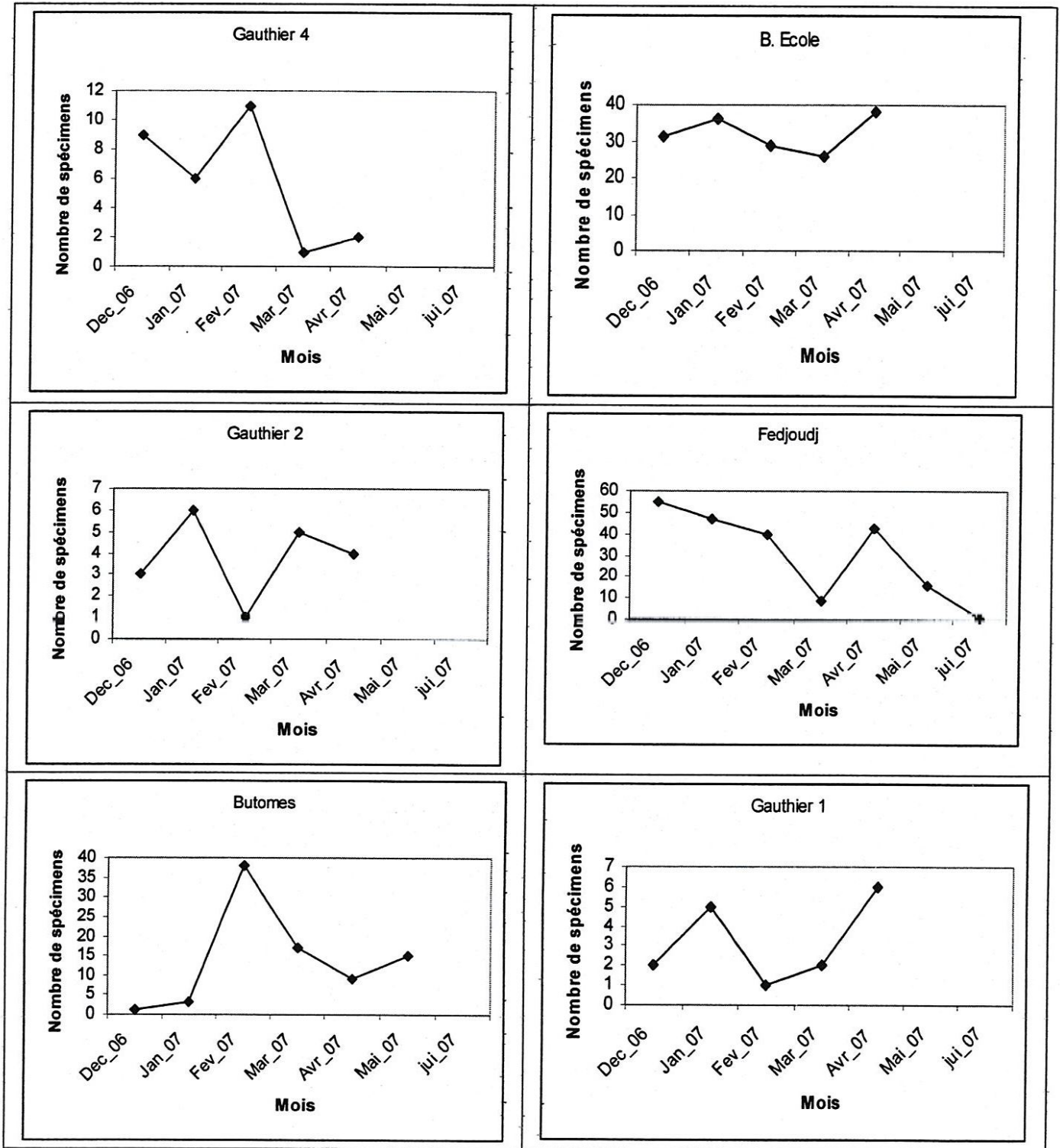


Fig. 29. Evolution mensuelle des populations de *Simocephalus vetulus* dans les mares de la Numidie orientale.

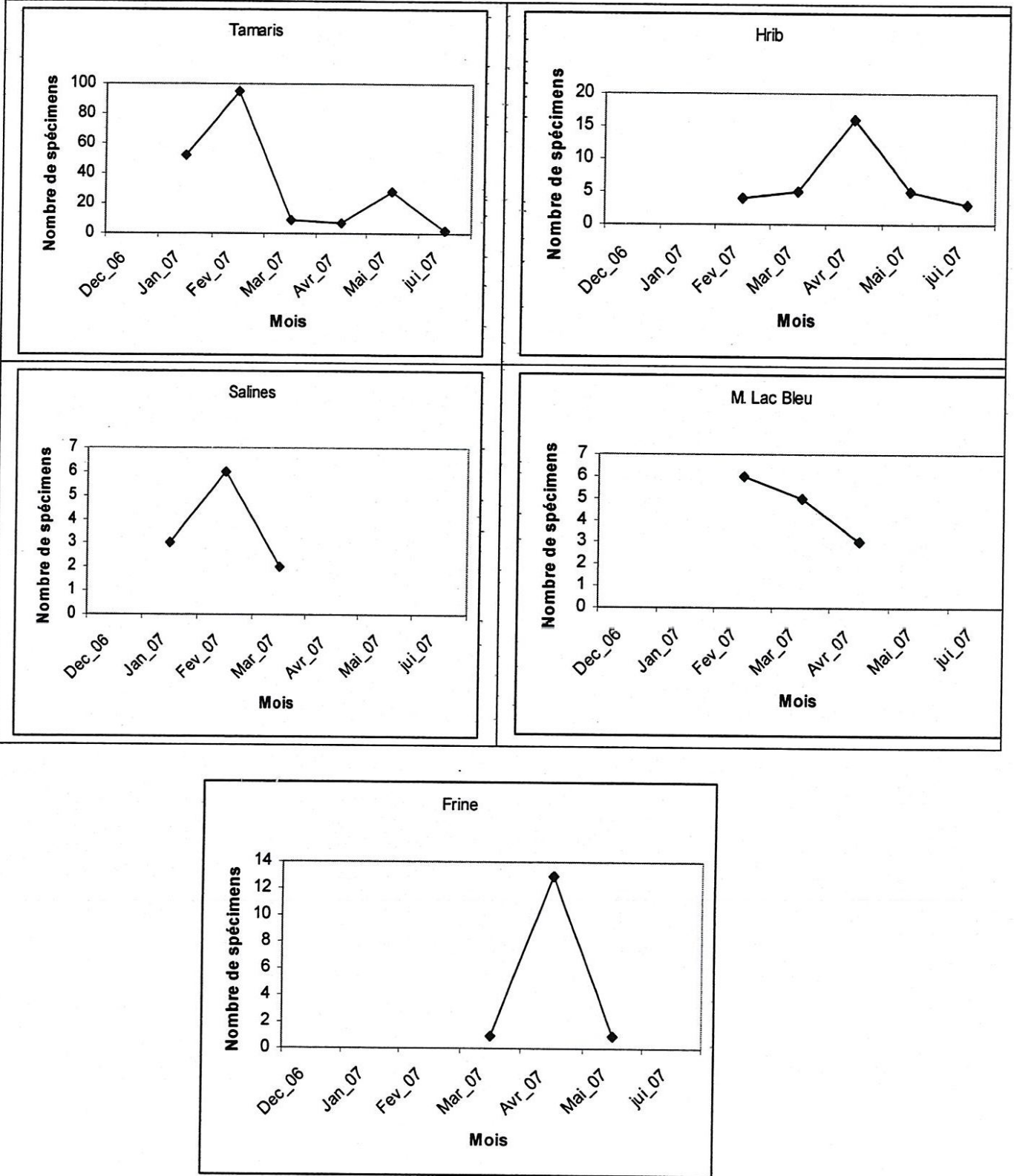


Fig. 30. Evolution mensuelle des populations de *Simocephalus vetulus* dans les mares de la

4.7. Indices de diversité

4.7.1. Richesse spécifique

Sur la base des résultats obtenus (Fig. 31, 32, 35) montrent que pendant la période d'échantillonnage au niveau de vingt six sites de la Numidie orientale, nous pouvons dire que la valeur de la richesse spécifique est réduite. La valeur maximale a été enregistrée dans la mare B. Sud avec la présence de cinq espèces pendant les mois de décembre, janvier et février. La richesse spécifique entre les mares (Fig.35) atteint son maximum dans les sites suivants: B. Sud, El Feid 2, El Feid 4, Frênes, Messida, Gauthier 1, Isoètes, Hrib, Tamarix, Sangliers, Boukhadra, Salines et Butomes. Alors que d'autres sites sont moins riches que les autres.

La baisse de la richesse spécifique de zooplancton est notée essentiellement au niveau des mares. Les mares sont plus pauvres en zooplancton inversement aux dépressions dunaires et les lacs à cause de leurs grandes superficies c'est-à-dire plus la superficie augmente plus l'hétérogénéité d'habitat augmente alors la richesse spécifique augmente.

4.7.2. Indice de diversité de Shannon

Les résultats de la diversité (Fig. 33, 34, 36) montrent que les valeurs maximales sont enregistrées dans les mares suivantes : El Feid 2, Boukhadra, Messida, B. Sud, Isoètes. Cependant, les valeurs minimales sont également notées dans les sites d'El Feid 1 et Fedjoudj.

4.7.3. Indice d'équitabilité

L'équitabilité par définition varie de 0 à 1 (Dajoz, 1985). L'équitabilité calculée pour chaque relevé dans les sites d'étude est presque toujours élevée. Elle confirme les résultats de l'indice de Shannon. Elle atteint son maximum ($E=1$) pour les mares suivantes Carrière, El Feid 2, M. Lac Bleu et El Feid 3 (Fig. 37, 38, 39).

Les valeurs minimales sont enregistrées dans les sites : Sangliers, Tamaris, El Feid 1, Fedjoudj.

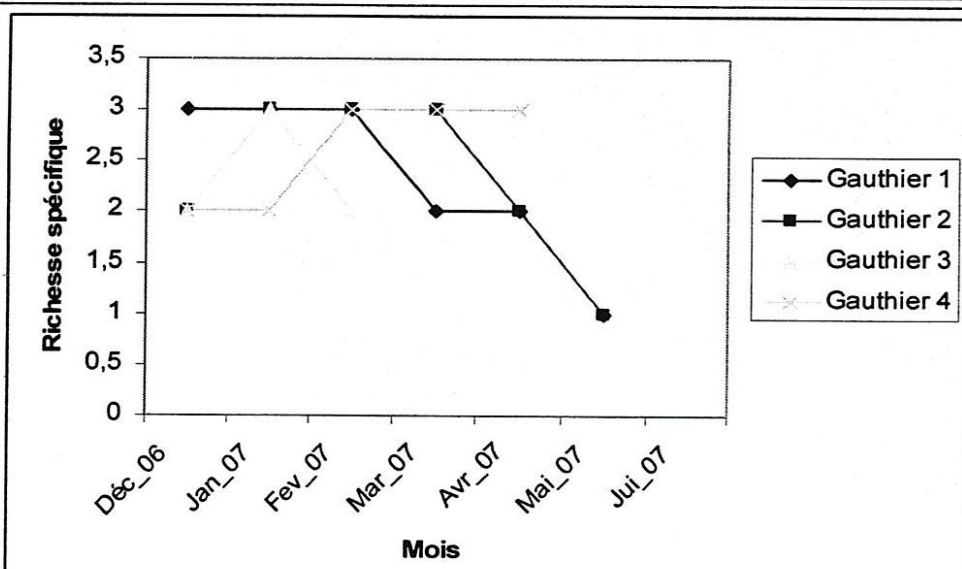
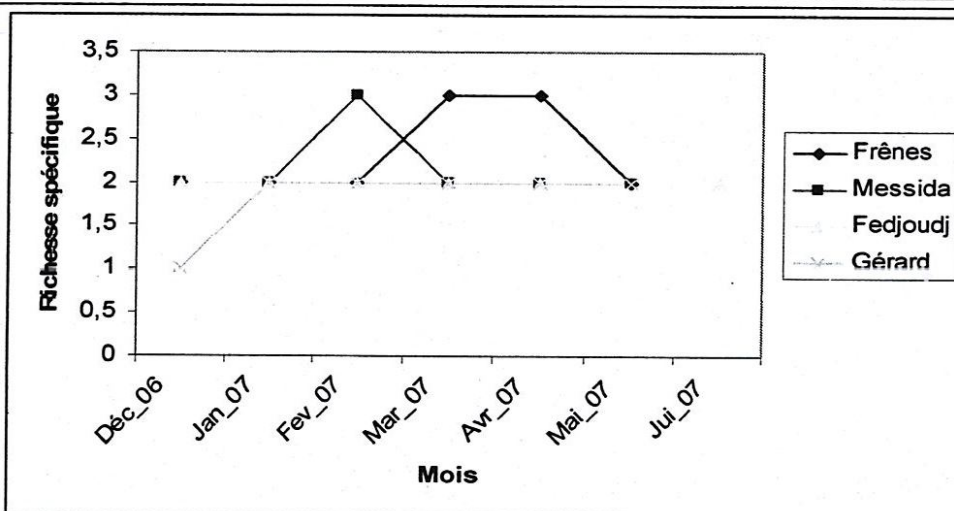
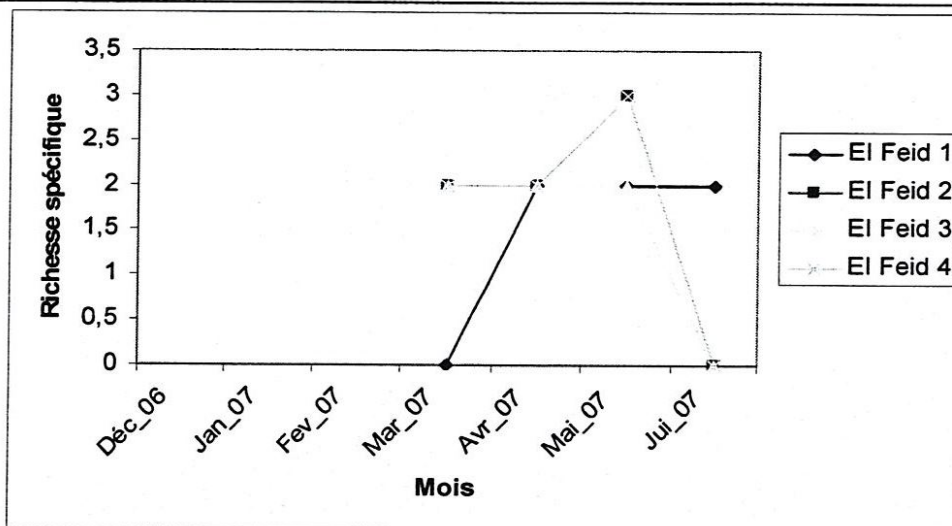


Fig. 31. Evolution mensuelle de la richesse spécifique dans les mares de la Numidie orientale.

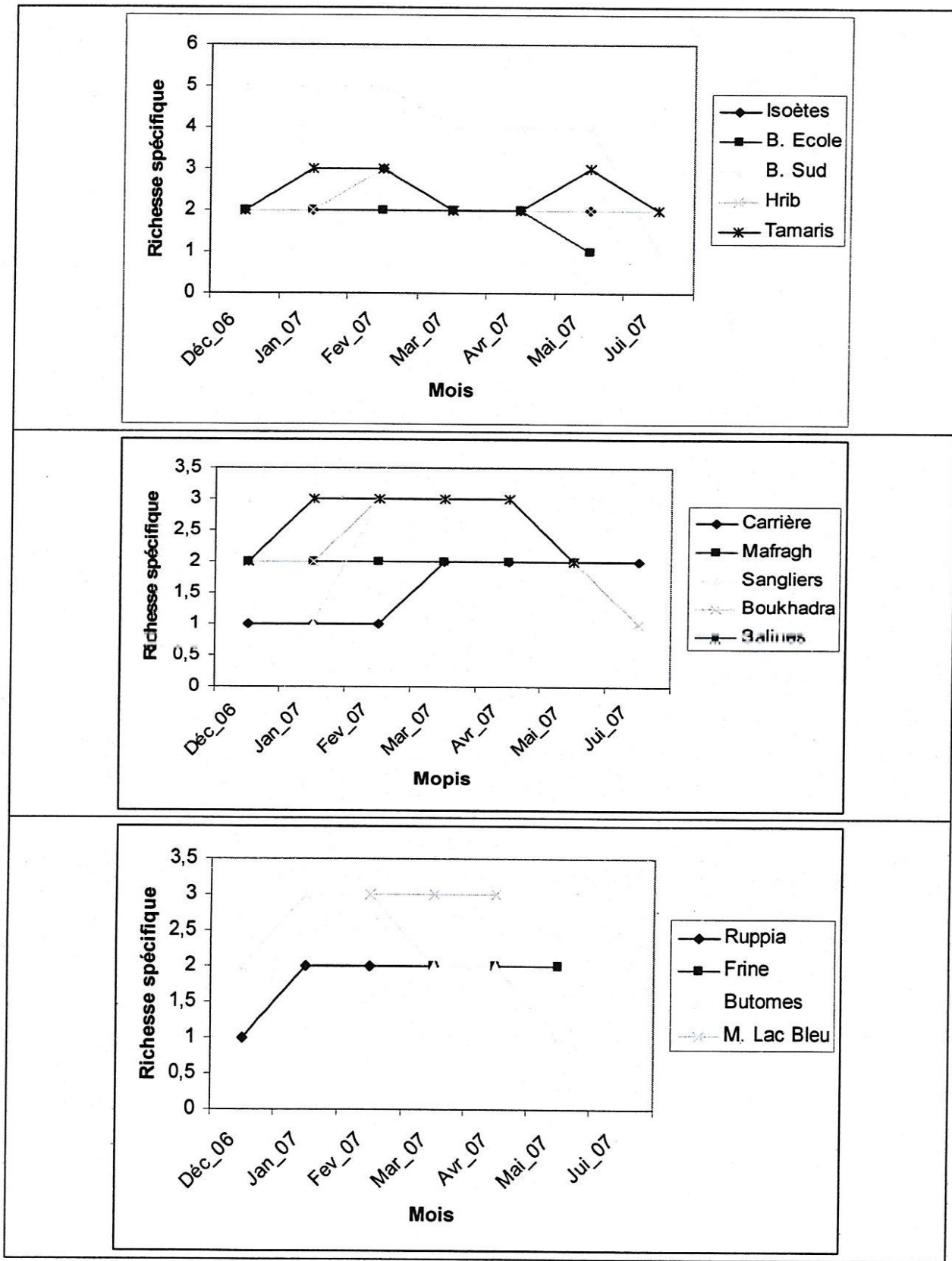


Fig. 32. Evolution mensuelle de la richesse spécifique dans les mares de la Numidie orientale.

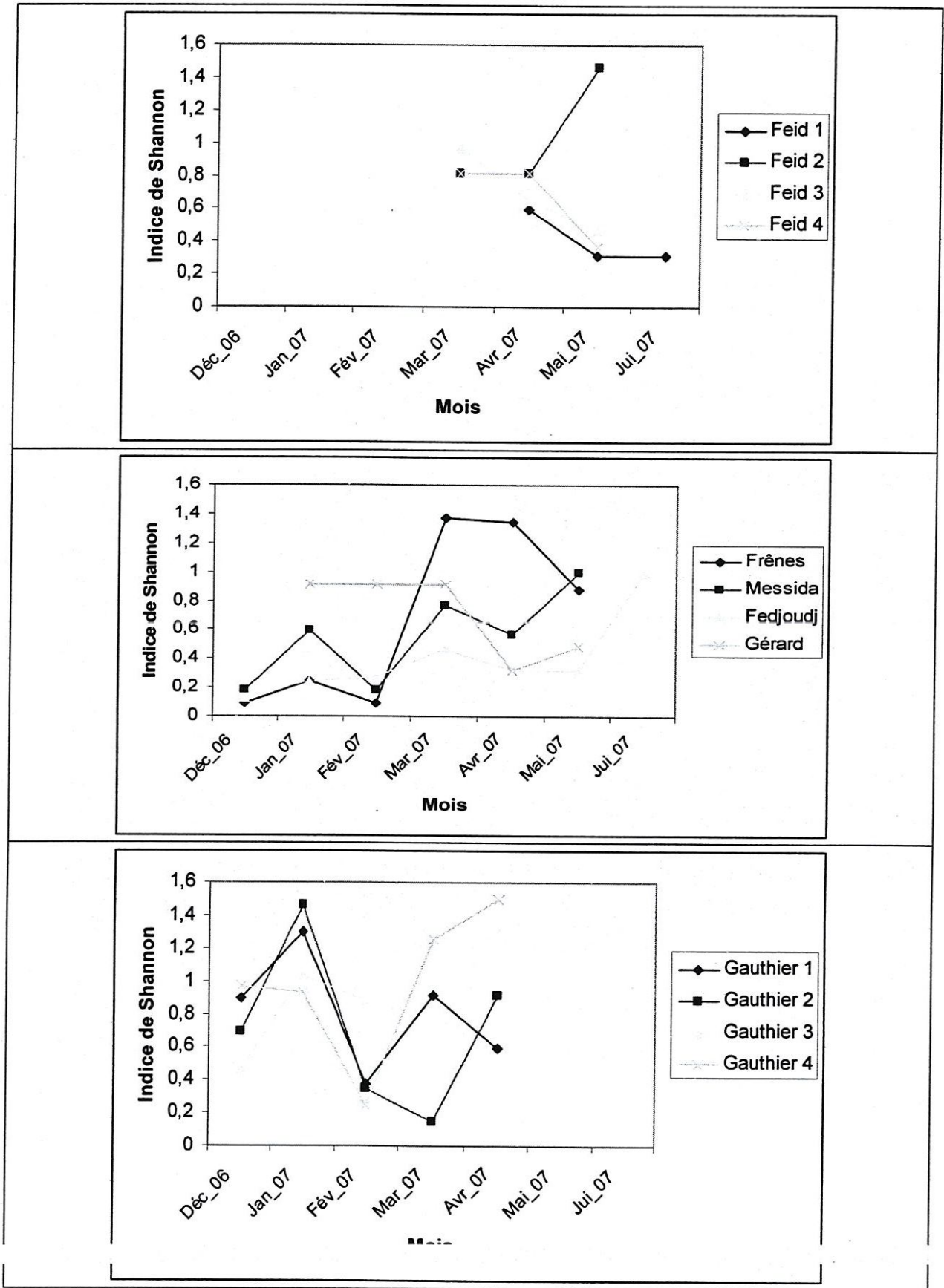


Fig. 33. Evolution mensuelle de l'indice de diversité de Shannon dans les mares de la Numidie orientale.

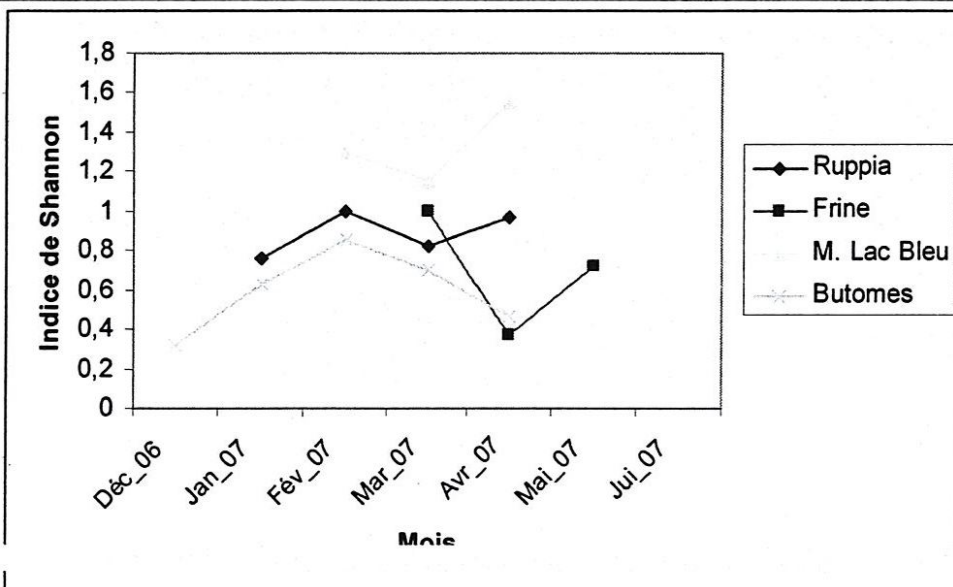
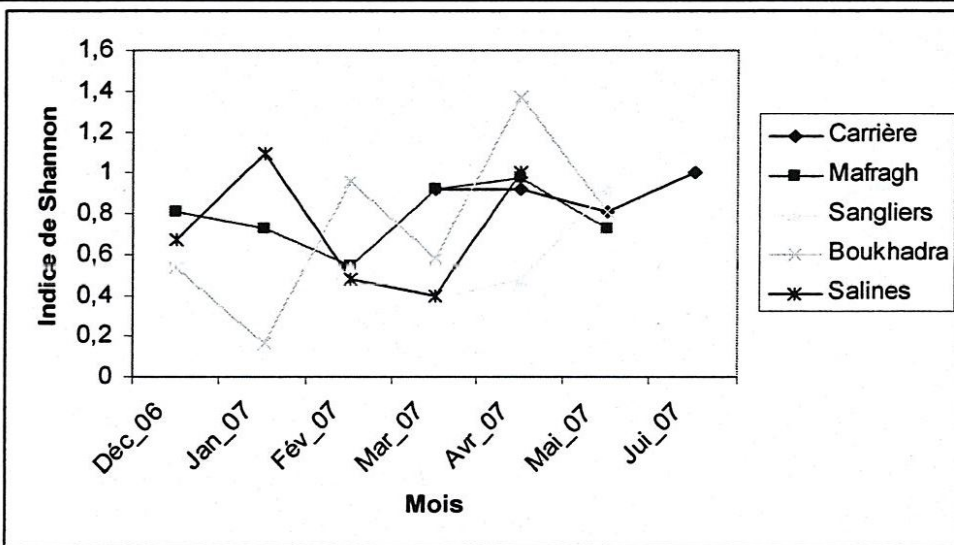
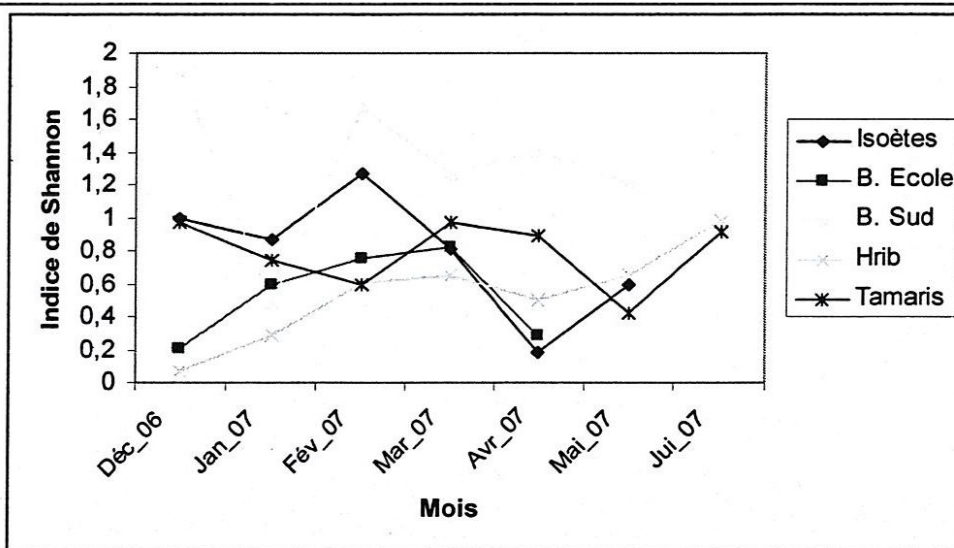


Fig. 34. Evolution mensuelle de l'indice de diversité de Shannon dans les mares de la Numidie orientale.

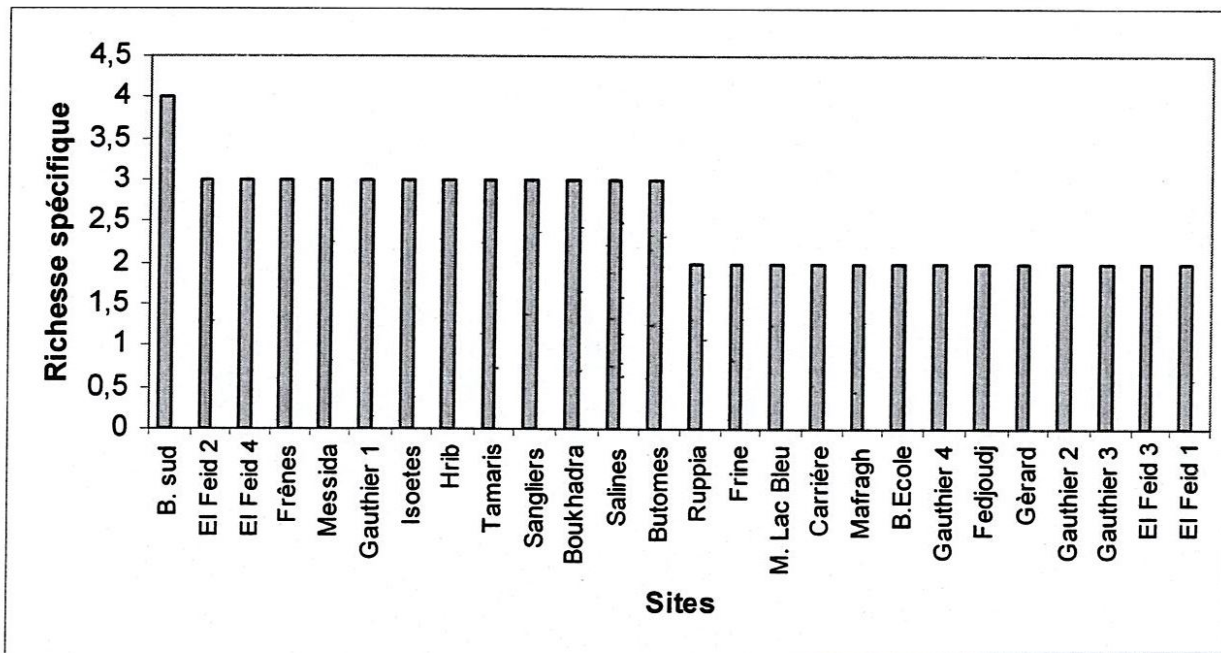


Fig. 35. Variation de la richesse spécifique entre les mares de la Numidie orientale.

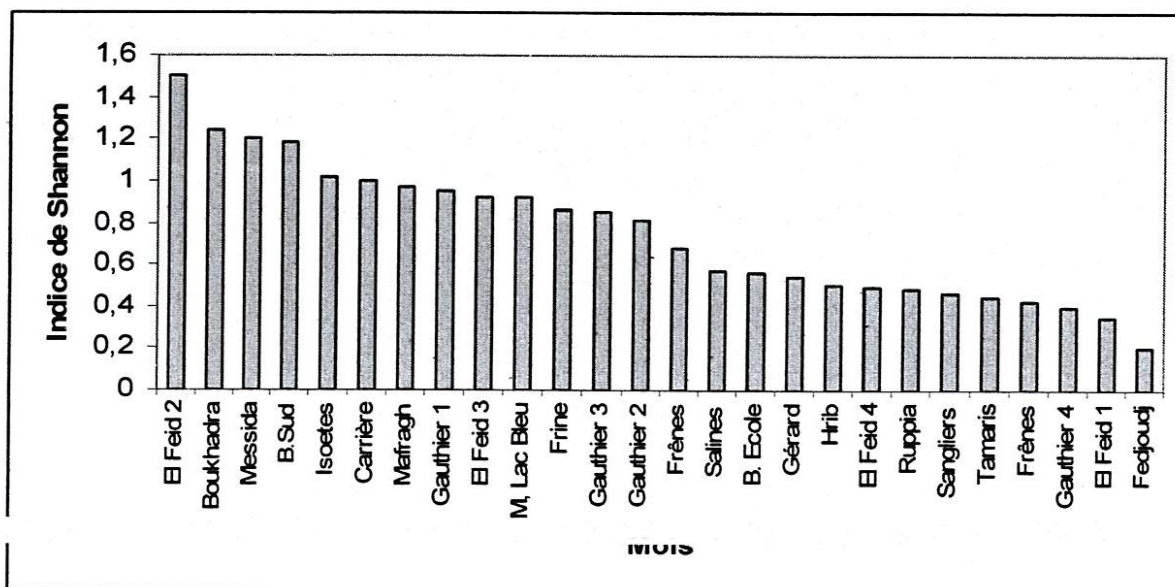


Fig. 36. Variation de l'indice de diversité de Shannon entre les mares de la Numidie orientale.

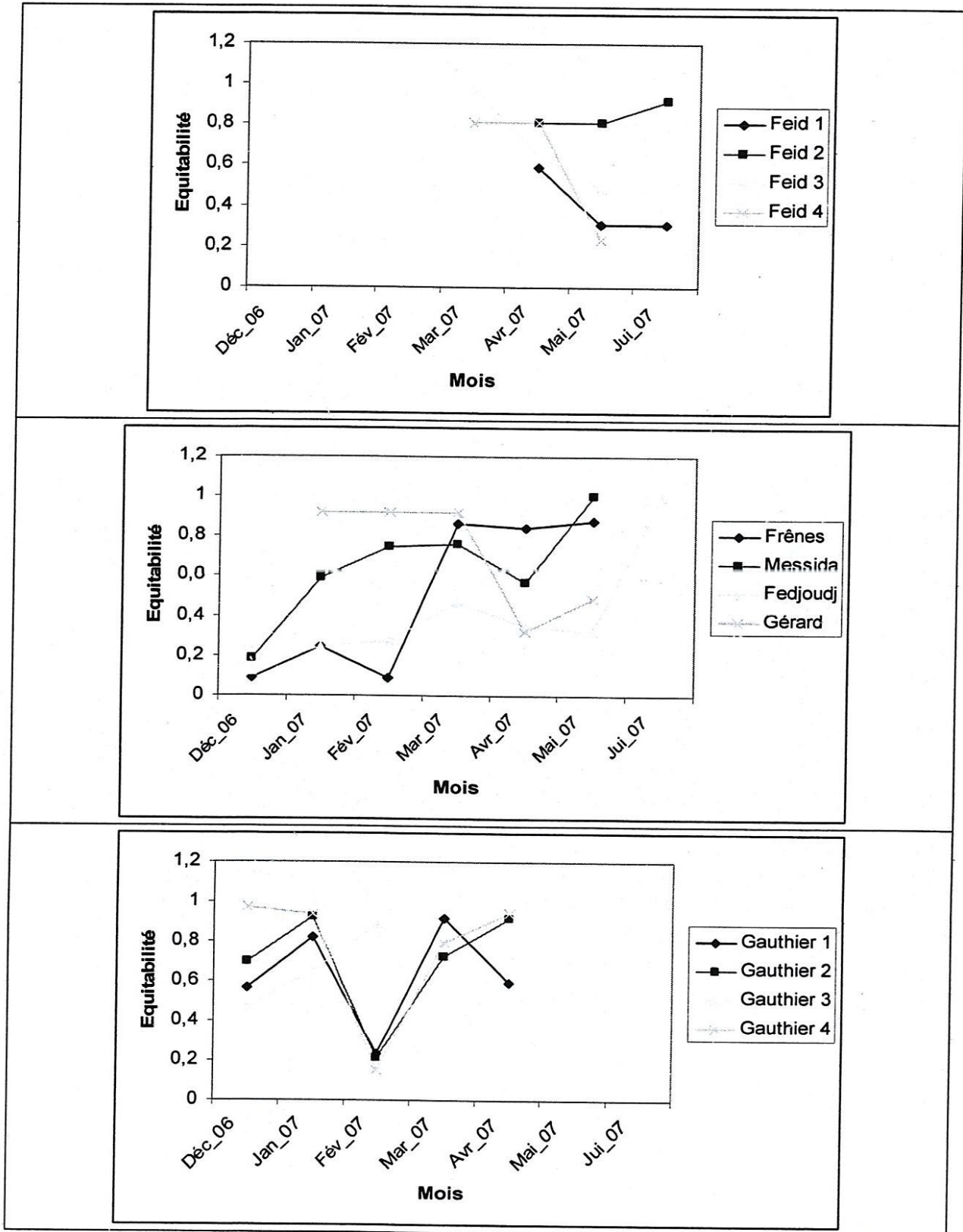


Fig. 37. Evolution mensuelle de l'équitabilité dans les mares de la Numidie orientale.

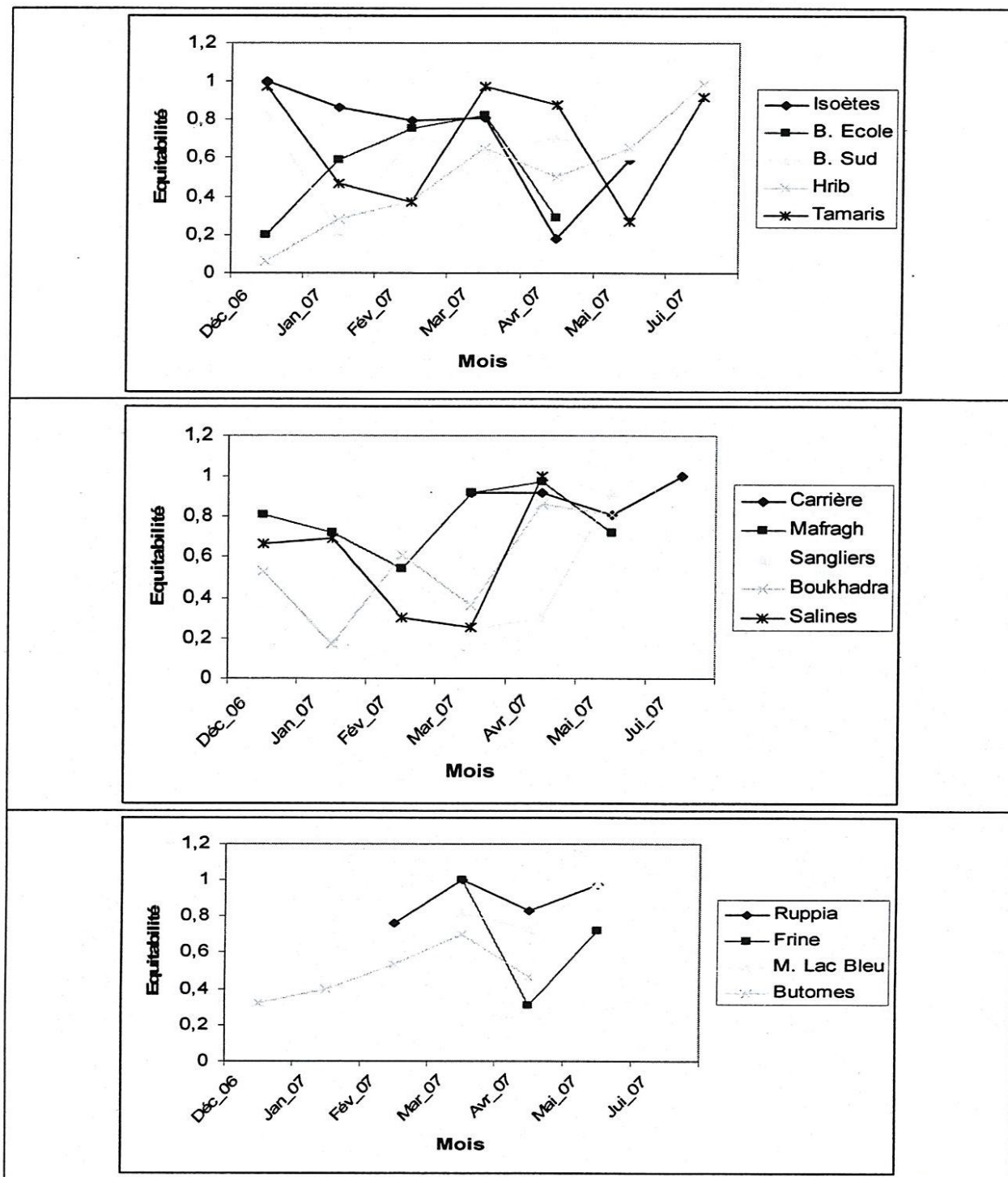


Fig. 38. Evolution mensuelle de l'équitabilité dans les mares de la Numidie orientale.

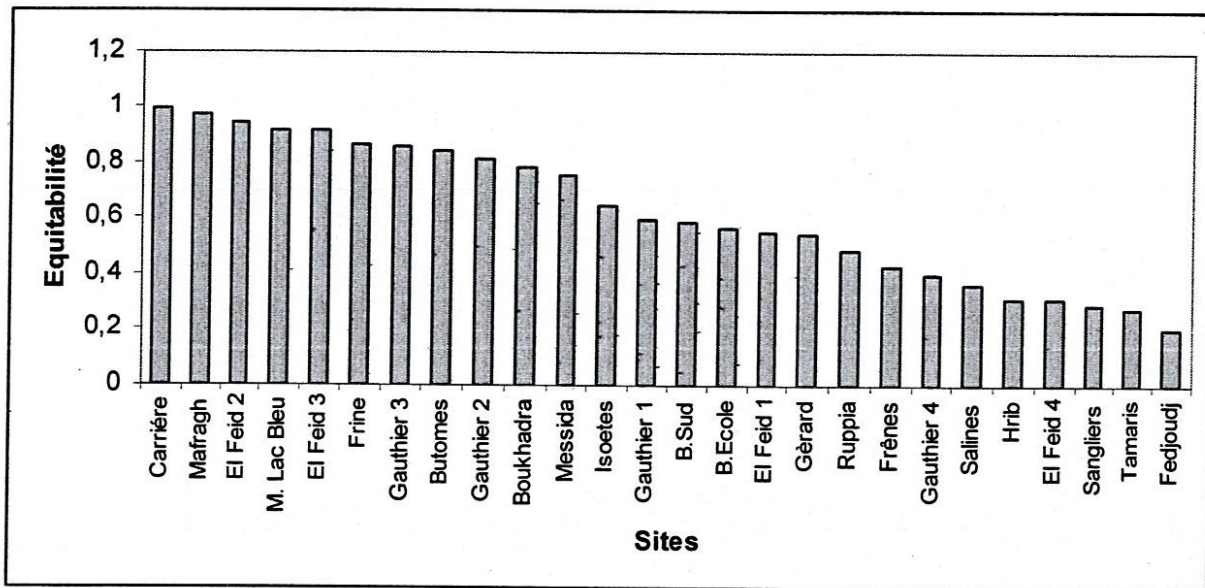


Fig. 39. Variation de l'indice d'équitabilité entre les mares de la Numidie orientale.

4.8. Traitement des données par l'AFC

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée à l'aide d'un logiciel ADE-4 (Chessel & Doledéc, 1992). Nous avons réalisé une analyse de l'ensemble des relevés effectués durant la période d'échantillonnage (2006/2007), formant une matrice de 05 taxa et 26 mares.

La majorité de l'information est contenue dans les trois premiers axes 37%, 31%, 29%.

La figure 40 représente la projection des relevés dans les plans factoriels (1x2). On a trois informations qu'on peut en tirer :

La première regroupe les deux espèces de *D. chevreuxi* et *D. pulex*. La première est présente dans les mares suivantes : Frênes (substrat argile limoneux et turbide) et riche en matière organique, Hrib (sableux et les eaux sont douces), Messida et Butomes. Tandis que *D. pulex* existe dans la mare Isoètes (substrat limon-sableux) et les Frênes.

La deuxième information concerne *D. magna* qui se trouve dans les mares des Salines (sites saumatres, argileux), Boukhadra (sites poly-saumatres, limoneux) et Sangliers (sableux oligo-saumatres). Ainsi que, *Simocephalus exspinosus*, se trouvent dans les sites suivants : El Feid 1, El Feid 2, El Feid 3, El Feid 4, Gérard et B. Sud. Les mares El Feid (eaux oligo-saumatres) tandis que B. Sud et Gérard (eaux douces)

La troisième information concernant *Simocephalus vetulus* qui occupe plusieurs sites comme Tamarix, Fedjoudj, Isoètes, Gauthier 1, Gauthier 2, Gauthier 3, Gauthier 4, Ruppia, Mafragh, Mare Lac Bleu, Frine et Carrière.

On peut dire que l'axe 1 sépare les sites selon la nature du substrat. Les sites à substrat limon-argileux de ceux à substrat sableux, limon sableux, limoneux, limon-argilo-sableux et argileux.

L'axe 2 sépare les mares des eaux douces à conductivité $<0.5 \mu\text{S/cm}$ et celles des eaux poly-saumâtres, saumâtres et oligo-saumâtres à conductivité qui varie entre $0.5-40 \mu\text{S/cm}$.

La figure 41 représente la projection des relevés dans les plans factoriels (1x3). La première information regroupe les deux espèces de *D. chevreuxi* et *D. pulex* et *S. vetulus*. La première est présente dans les mares suivantes : Frênes, Hrib, Messida

et Butomes. Tandis que *D. pulex* existe dans la mare Isoètes et les Frênes. Cependant, *Simocephalus vetulus* qui occupe plusieurs sites comme Tamarix, Fedjoudj, Isoètes, Gauthier 1, Gauthier 2, Gauthier 3, Gauthier 4, Ruppia, Mafragh, Mare Lac Bleu, Frine et Carrière.

La deuxième information concerne *D. magna* qui se trouve dans les mares des Salines, Boukhadra et Sangliers.

Enfin le dernier groupe est relativement lié à *Simocephalus exspinosus*, se trouve dans les sites suivants : El Feid 1, El Feid 2, El Feid 3, El Feid 4, Gérard et B. Sud.

La figure 41 montre également que l'axe 1 sépare les sites selon la profondeur de l'eau. Des mares où la profondeur varie entre 20 à 70 cm alors que pour d'autres sites, elle oscille entre 80 et plus de 100 cm.

L'axe 3 sépare les mares des eaux douces et celles des eaux poly-saumâtres, saumâtres et oligo-saumâtres

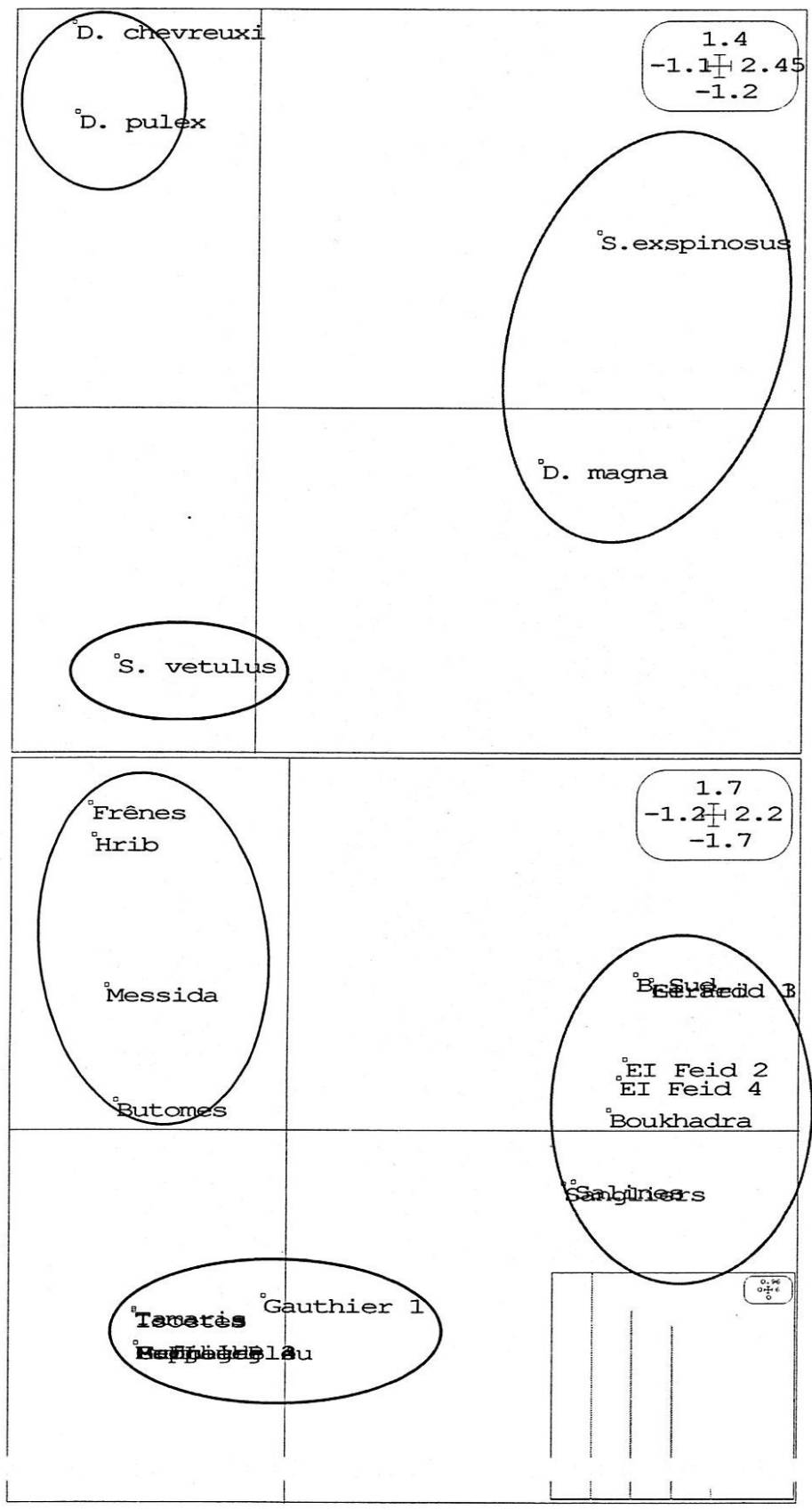


Fig. 40. Axe 1x2. Analyse factorielle des correspondances (AFC), (05 Taxa et 26 mares).

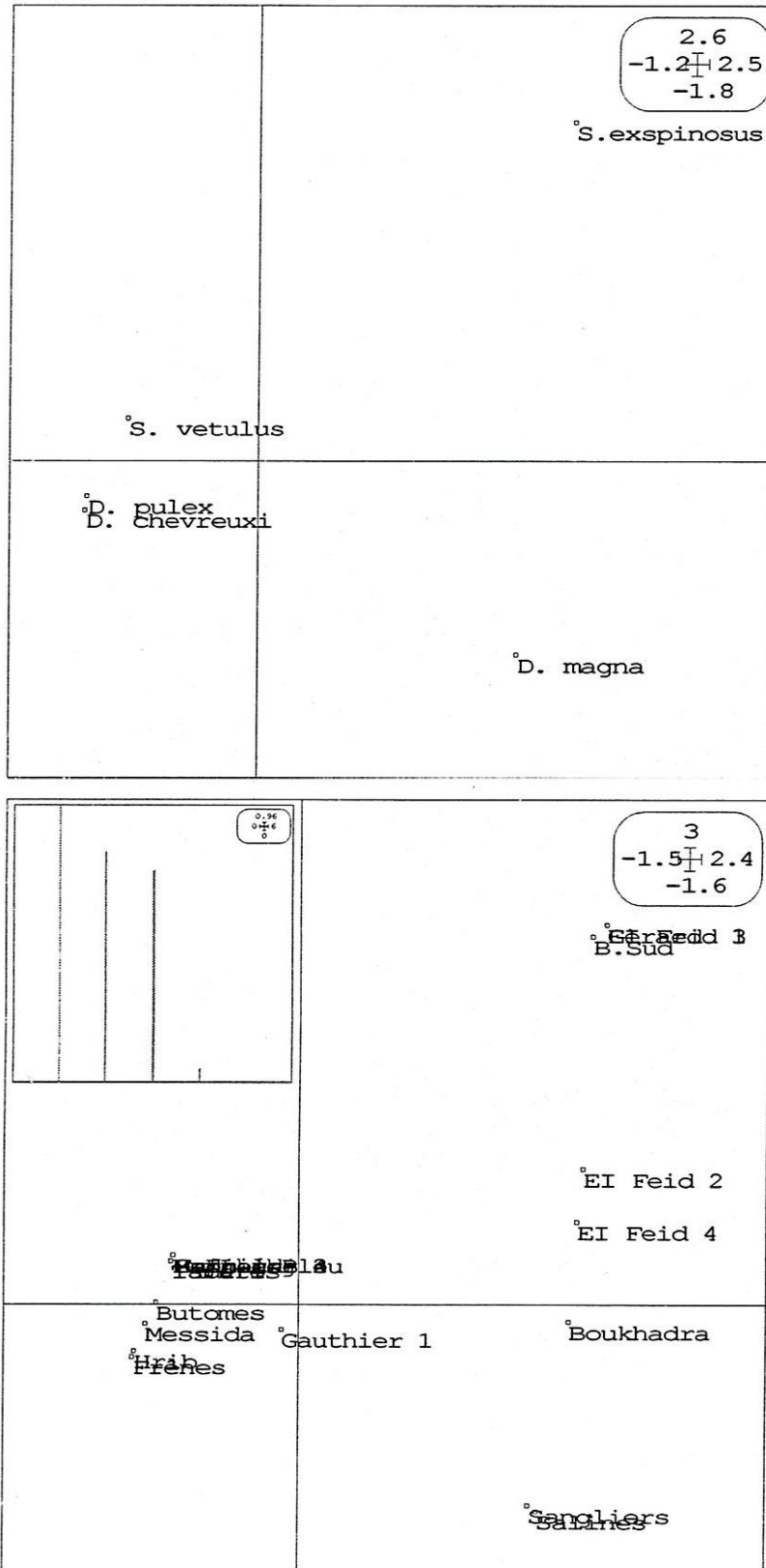


Fig. 41. Axe 1x3. Analyse factorielle des correspondances (AFC), (05 Taxa et 26 mares).

Conclusion!

Conclusion

Ce travail vise à mieux connaître la distribution spatio-temporelle des genres *Daphnia* et *Simocephalus* au niveau des mares temporaires de la Numidie orientale, et d'identifier également les facteurs importants qui régissent la structure et le fonctionnement de ces milieux.

Notre étude a révélé la présence de trois espèces de *Daphnia* : *D. magna*, *D. chevreuxi* et *D. pulex*, et deux espèces de *Simocephalus* : *S. vetulus* et *S. exspinosus*.

Les résultats obtenus ont montré, que les facteurs qui semblent régir la distribution spatiale de *Daphnia* et *Simocephalus* sont la conductivité/ salinité, la profondeur de l'eau. Par contre, l'hydropériode contrôle leurs distributions spatio-temporelles.

Cette étude a révélé la cohabitation de *D. chevreuxi* et *D. pulex* et la persistance de *D. magna* jusqu'au mois de juin.

References bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alonso, M., 1996. Crustacea Branchiopoda. Fauna Iberica. Vol. 7, Madrid: 486 pp.
- Amoros, C., 1973. Evolution des populations de Cladocères et de Copépodes dans trois étangs piscicoles de la Dombes. Annales.limnol, 9, 2 : 135-155.
- Amoros, C., 1984. Crustacés cladocères. Association Française de Limnologie 5 :72-150.
- Anneville, O. & L. Lainé, 2006. Evolution du zooplancton du Léman. Rapp. Comm. Int. Prot.eaux léman contre pollution., Campagne 2005,2006, 127-132.
- Bagnouls, F. & H. Gaussen, 1957. Les climats biologiques et leurs classifications. Ann. Géogr. Fr. N°335 : 193-220.
- Balsiero, E.G. & M. Vega, 1994. Vulnerability of *Daphnia middendorffiana* to parabroteas sarsi predation : the role of the tail spine. J. Plankton Res. 16: 783-793.
- Becker, C., 2003. resource quality effects ou life histories of *Daphnia*. Limnol. Oceanogr., 48(2) : 700-706.
- Benslimane, N., 2001. Contribution à l'étude écologique des zones humides de la Numidie orientale et des zones de Guerbes. Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar, 76 p.
- Benzie, A.H., 2005. Cladocera. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World.The Genus *Daphnia* (including *Daphniopsis*) (Anomopoda: Daphniidae). Kenobi Productions, Ghent. 376 p.
- Biggs, J., N.H. Collinson, A. Corfield., M.J. Hodson., D. Walker., M. Whitfield & P.J. Williams, 1994. Temporary and permanent ponds: an assessment of the effects of drying out on the conservation value of aquatic macroinvertebrate communities. Hydrobiologia, 24(2):125-133.
- Blanchard, R & J. Richard, 1890. Sur les Crustacés des sebkhas et des chotts d'Algérie. Bull. soc. Zool. France 45 : 136-138.
- Blanchard, R., 1891. Résultats d'une excursion zoologique en Algérie. Mém. Soc. Zool. France 4: 208-245.
- Bottrell, H.H., 1975. Génération Time, Length of Life, Instar Duration and Frequency of Moulting. and their relationship to Temperature in eight Species from the river Thames, Reading. Oecologia, 19 : 129-140.
- Brooks, J.L., 1957. The systematics of North American *Daphnia*. Mem.Connecticut Acad. Arts Sci. 13: 1-80.

- Boukhadcha, M., 1999. Typologie des zones humides de la Numidie. Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar, 94 p.
- Bouledroua, F. & N. Kellout, 1997. Polymorphisme enzymatique chez *Daphnia* et techniques électrophorétiques. Mémoire de D.E.S. Université Badji Mokhtar, 41 p.
- Bounaceur, F., 1997. Contribution à l'étude écologique de *Gambusia affinis* (Baird & Girard, 1953) dans trois sites humides du Parc National d'El Kala. Thèse de Magister. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (E.N.S.A El Harrach). 104 p.
- Burns, G.W., 1968. Direct observation of mechanisms regulating feeding behavior of *Daphnia* in lakewater. Internat. Revue Ges. Hydrobiol., 53, 1: 83-100.
- Chaib, N., 2002. Contribution à l'étude écologique et hydrochimique de quelques hydrosystèmes de la Numidie (Région d'El Kala et de Guerbes-Sanhadja). Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. 118 p.
- Chakri, K., 2007. Contribution à l'étude écologique de *Daphnia magna* (Branchiopoda: Anomopoda) dans la Numidie, et inventaire des grands branchiopodes en Algérie. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba. 173 p.
- Chessel, D & M. Bourneaud, 1987. Progrès récents en analyse de données écologiques. Communication au 4^{ème} colloque de l'AFIE « La gestion des systèmes écologiques ».
- Chessel, D & S. Doledec, 1992. ADE software. Multivariate analysis and graphical display for environmental data (version 4). Univ. Lyon.
- Crosetti, D & F.G. Margaritora, 1987. Distribution and life cycles of cladocerans in temporary pools from central Italy. Freshwater Biology: 165-175.
- Daday, E. Von., 1910. Monographie systématique des Phyllopoetes Anostracés. Ann. Sci. Nat. Zool. 11: 91-489.
- Daday, E. Von., 1911. Quelques Phyllopoetes Anostracés nouveaux. Ann. Sci. Nat. Zool. 12: 241-264.
- Daday, E. Von., 1915. Monographie systématique des Phyllopoetes Conchostracés. Ann. Sci. Nat. Zool. 20: 39-330.
- Dajoz, R., 1985. Précis d'écologie. Dunod., Paris, 505 p.
- De Bélair, G., 1990. Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustres et marécageuses (El Kala, Est algérien). Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle Université de Montpellier II I S T Languedoc. 193 p.
- De Meester, L., 1995. Life history characteristics of *Daphnia magna* clones in phototactic behaviour. Hydrobiologia 307: 167-175.

De Meester, L., 1996. Local genetic differentiation and adaptation in freshwater zooplankton populations : patterns and processes. *Ecosciences* 3: 385-399.

Dumont, H.J., C. De Walsche & J. Mertens, 1991. Distribution and morphological variation of *Streptocephalus torvicornis* (Waga, 1942) in North Africa. *Hydrobiologia* 212: 203-208.

Dumont, H.J., J. Mertens & A. M. Maeda- Martinez, 1995. Historical biogeography and morphological differentiation of *Streptocephalus torvicornis* (Waga) Since the Wurm III- glaciation. *Hydrobiologia* 298: 281-286.

Dumont, H.J. & M. Silva-Briano., 1998. A reclassification of the Anomopod families Macrothricidae and chydoridae, with the creation of a new suborder, the Radopoda (Crustacea: Branchiopoda). *Hydrobiologia* 384: 119-149.

Dumont, H.J. & S.V. Negrea, 2002. Introduction to the class Branchiopoda. Guides to the microinvertebrates of the world. H.J. Dumont (ed). Vol.19. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 398 p.

Dussart, B., 1966. Limnologie. L'étude des eaux continentales. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 676 p.

Einsel, U., 1969. Einige Beobachtungen und Hypothesen zur Taxionomie der gattung daphnia. *Schrift. Ver. Ges. Bodensees Seiner Umgebung*, 84: 1-17.

Emberger, L., 1955. Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trac. Bot.géo. Zool. Fasc. Scie : Montpellier, série botanique*. 243 p.

Fernando, C.H.(ed.), 2002. A guide to tropical freshwater zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 291 p.

Ford, E. B., 1992. Génétique écologique. Gauthier Villard, Paris.

Fryer, G., 1987. Morphology and the classification of the so-called Cladocera. *Hydrobiologia* 145: 19-28.

Fryer, G., 1991. Functional morphology and the adaptive radiation of the Daphniidae (Branchiopodea : Anomopoda). *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 331 : 1-99.

Gauthier, H., 1928. Nouvelles recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et la Tunisie. Alger. Imp. Minerva. 419 p.

Gauthier, H., 1931. Faune aquatique du Sahara central. Récoltes de M. Seurat au Hoagar. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr.N.* 22: 350-400.

Gauthier- Lièvre, L., 1931. Recherches sur la faune des eaux continentales de l'Afrique du Nord, Mémoire hors série. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, Alger, 299 p.

- Gauthier, H., 1933. Nouvelles recherches sur la faune des eaux continentales de l'Algérie et la Tunisie. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. 24: 63-68.
- Gheraba, S. & M. S., 2001. La structure spatio-temporelle de la végétation de 26 mares de la Numidie orientale. Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 28 p.
- Goulden, C. E., 1968. The systematics and évolution of the Moinidae. Trans. amer-philos. Soc, 58, 6 : 98 p.
- Gras, R. & L. Saint-Jean., 1978. .Durée et caractéristiques du développement juvénile de quelques Cladocères du Lac Tchad. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol, vol. XII, n° 2 : 119-136.
- Gray, J., 1988. Evolution of the freshwater ecosystem: The fossil record. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology. 62:1-214.
- Green, J., 1954 a. *Daphnia*, the water flea. New Biology 23: 48-65.
- Green, J., 1954 b. Size and reproduction in *Daphnia magna* (Crustacea: Cladocera). Proc. Zool.Soc. London 124: 535-545.
- Green, J., 1956. Growth, size and reproduction in *Daphnia*. Proc. Zool.Soc. London 126: 173-204.
- Green, J., 1967. The distribution and variation of *Daphnia lumholtzi* (Crustacea : Cladocera) in relation to fish prédation in Lake Albert, East Africa. J. Zool. Lond., 151 : 181-197.
- Grillas, p & Roche, J., 1997. végétation des marais temporaires : écologie et gestion. Collection étudiée par : Skinner j & Crivelli, a. 86 p.
- Hammouda, S., 1999. Impact de *Gambusia affinis* sur les milieux aquatiques . Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 55 p.
- Hammoudi, H., 1999. Biotypologie des mares de la Numidie orientale. Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 54 p.
- Hebert, P.D.N., 1978. Cyclomorphosis in natural populations of *Daphnia cephalata* King. Freshwater. Biol. 8 : 79-90.
- Hebert, P.D.N., 1980. The genetics of Cladocera. pp. 329-336. in : W.D. Kerfoot (ed.). Evolution and ecology of zooplankton communities. University Press of New England, Hanover, New Hampshire.
- Hebert, P.D.N., 1983. Clonal diversity in cladoceran populations. Pp. 37-59. In : C.E. King and P.S. Dawson. (eds). Populations biology : retrospect and prospect. Columbia University Press, New York.

- Hollis, T., 1992. The causes of wetland loss and degradation in the Mediterranean. I.W.R.B. Special publication 20: 83-90.
- Houhamdi, M., 1998. Ecologie du Lac des Oiseaux : Cartographie, palynothèque et utilisation de l'espace par l'avifaune. Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. 186 p.
- Hutchinson, G.E., 1967. A treatise on limnology. Vol. II Ed. John Wiley and Sons, Inc. New York, 115 p.
- Khaled-Khodja, S., 1998. Ecologie de deux sites dulçaquicoles de la Numidie algérienne (La garaâ de Bourdim et la Nechâ d'Oum El Agareb. Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. 142 p.
- Khelifi-Thouhami, M., 1998. Composition et abondance du zooplancton dans les eaux côtières de l'Est- algérien de golfe de Annaba et plateau continental d'El Kala. Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. 131 p.
- Korinek, V., 1999. A guide to limnetic species of Cladocera of African inland waters (Crustacea : Branchiopoda) (using the morphology of parthenogenetic females). The International association of Theoretical and applied Limnology. 57 p.
- Korinek, V., 2002. Cladocera. A guide to Tropical Freshwater Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 69-122.
- Korovchinsky, N.M., 1992. Sididae et Holopediidae (Crustacea: Daphniiformes), in Dumont, H.J.F. (ed.), Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental waters of the world. Vol. 3. SPB Academic Publishing Amsterdam, 85 p.
- Lampert, W. & H.G. Wolf., 1986. Cyclomorphosis in *Daphnia cuculata* : morphometric and population genetic analyses. J. Plankton. Res. 8 : 289-303.
- Lampert, W., 1987. Feeding and nutrition in *Daphnia*. Mem. Ist. Ital. Idiobiol. 45: 143-192.
- Layachi, N., 1997. Etude comparative de deux étangs dunaires : Gareat Estah et Gareat Dakhla (Nord-est algérien). Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 53 p.
- Lombardi, J., .1997. Animaux des mares. Le courrier de la nature (Spécial mares) 161: 16-29.
- Lynch & Spitze (1994). Evolutionary genetics of *Daphnia*. Pp. 107-128. In: L.A. Real (ed.). Ecological Genetics, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Manica, M. & A.G. Tognola, 1973. Seasonal changes in morphology and size of *Daphnia hyalina* Leydig in Lake Maggiore. Hydrobiologia 264: 159-167.
- Mekki, M., 1998. Etude comparative de l'écologie de quatre dépressions dunaires du Nord-est algérien. Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 49 p.

- Menai, R., 2005. Contribution à l'étude des macro-invertébrés des eaux continentales de l'Algérie : inventaire, écologie et biogéographie des Odonates. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba. 160 p.
- Metallaoui, S., 1999. Etude écologiques des mares endoréiques et temporaires. Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. 131 p.
- Mort, M.A., 1989. Cyclomorphopsis in *Daphnia galeata mendotae* : variation and stability in phenotypic cycles. *Hydrobiologia*. 171: 159-170.
- Mouelhi, S., G. Balvay & M. M. Kraiem, 2000. Branchiopodes (Cténopodes et Anomopodes) et Copépodes des eaux continentales d'Afrique du Nord : inventaire et biodiversité. *Zoosystema* 22(4) : 731-748.
- Necibi, F., 2001. Inventaire et écologie des calanoides des eaux continentales de la Numidie Orientale. Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 62 p.
- Orlova-Bienkowskaya, M.F.Y., 1998. Cladocera : Anomopoda. Daphniidae : genus *simocephalus*. Guide to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental waters of the World. Vol. 17. 130 p.
- Ozenda, P., 1982. Les végétaux dans la biosphère. Doin. Paris, 431 p.
- Pijanowska, J., 1990. Cyclomorphopsis in *Daphnia* : an adaptation to avoid invertebrates predation. *Hydrobiologia* 198 : 841-850.
- Pijanowska, J., 1992. Anti-predator defence in three *Daphnia* species. *Int.Revue ges. Hydrobiol.* 77: 153-163.
- Pirow, R., f. Wollinger & R.J. paul, 1999. The sites of respiratory gaz exchange in the planktonic crustacean *Daphnia magna*: an in vivo study employing blood haemoglobin as an internal oxygen probe. *The Journal of Experimental Biology* 202: 3089-3099.
- Ramade, F., 1994. Eléments d'écologie : écologie fondamentale. 2^{ème} Edition. Ediscience Internationale. 517 p.
- Redaounia, A., 1999. Etude d'un gradient floro-faunistique sur un échantillon de neuf mares (mares Gauthier). Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 102 p.
- Rey, J & L. Saint-Jean, 1968. Les cladocères (Crustacés, Branchiopodes) du Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol., vol. II, N° 3-4.*
- Rey, J & L. Saint-Jean. 1969. Les Cladocères (Crustacés : Branchionodes) du Tchad deuxième note. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol., 3, 3/4 : 21-42.*
- Riccardi, N., G. Giussani & L. Lagorio., 2002. Morphological variation and life history changes of a *Daphnia hyalina* population exposed to *Chaoborus flavicans* larvae predators (L. candia, Northern Italy). *J. Limnol.*, 61(1): 41-48.

- Riccardi, N., G. Giussani, F. Margaritora & B. Couchaud, 2004. Population dynamics of the pioneer of *Daphnia parvula*, Fordyce during the invasion of lake Candia (Northern Italy). *J. Limnol.*, 63(1): 44-52..
- Samraoui, B., G. de Belair & S. Benyacoub, 1992. A much threatened lake : Lac des oiseaux in Northeastern Algeria. *Environmental Conservation*, 19: 264-276.
- Samraoui, B., & G. de Bélair, 1997. The Guerbes- Senhadja wetlands (N.E. Algeria). Part I : an overview. *Ecology* 28: 233-250.
- Samraoui, B. & G. de Bélair, 1998. Les zones humides de la Numidie orientale (bilan des connaissances et des perspectives de gestion). Synthèse N° 4. 1-98.
- Samraoui, B., H. Segers., S. Maas., D. Baribwegure & H. J. Dumont, 1998. Rotifera, Cladocera, Copepoda and Ostracoda from coastal wetlands in Northeast Algeria. *Hydrobiologia* 386: 183-135.
- Samraoui, B., 2002. Branchiopoda (Ctenopoda & Anomopoda) and Copepoda from eastern Numidia, Algeria. *Hydrobiologia* 47: 173:179.
- Samraoui, B., K. Chakri & F. Samraoui, 2006. Large branchiopodes (Branchiopoda : Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) from the salt lakes of Algeria. *Journal of Limnology* 65 (2): 2-6.
- Sebti, S., 2001. Contribution à une étude typologique des mares temporaires de la Numidie. Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 70 p.
- Seltzer, p., 1946. le climat de l'Algérie. Imp. La Typo-Litho et J. Carbonel, Algiers.
- Stross, R. G., 1966. Light and temperature requirements for diapause development and release in *Daphnia*. *Ecology*, Vol. 47, N°3: 368-374.
- Swaffar, S.M. & W.J. O'Brien, 1996. Species of *Daphnia lumholtzi* create feeding difficulties for juvenile blue-gill sunfish (*Lepomis macrochirus*). *J. Plankton. Res.* 18 : 1055-1061.
- Terra, N. R. & I. R. Feiden, 2003. Reproduction and survival of *Daphnia magna* Strauss, 1820 (Crustacea: Cladocera) under different hardness conditions. *Acta Limnol. Bra.*, 15(2) : 51-55.
- Terki, F., 1997. Etude comparative de deux dépressions dunaires : le Lac Bleu et la Saoulaie (Parc National d'El Kala). Mémoire d'ingénieur. Université Badji Mokhtar Annaba. 62 p.
- Timmins, B.V., 1988. The biogeography of cladocera (Crustacea) in tropical Australia. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 45 : 367-388.
- Touati, L. & B. Samraoui, 2002. Ecology of *Daphnia chevreuxi* Richard in Northeast Algeria (Crustacea: Anomopoda). *Sciences et Technologie. Numéro spécial D.* 75-81.

Toumi, N., 1997. Introduction à la génétique écologique. Mémoire de D.E.S. Université Badji Mokhtar Annaba. 28 p.

Ward, R.D., R.M. Tollit. & m. A. Bickerton, 1991. Genetic variation and reproductive mode in population of *Simocephalus vetulus* (Branchiopoda: Iadocera) from the East Midlands of England. *Freshwater biology* 25, pp. 41-50.

Weider, L. J., 1985. Spatial and temporal genetic heterogeneity in a natural daphnia population. *Journal of Plankton Research* vol. 7, n°1, pp. 101-123.

Williams, D. D., 1987. The ecology of temporary waters. Croon Helm, Kent, England.

Zaffagnini, F., 1964. Osservazioni comparative sull'a cerescimento e la riproduzione in tre specie di Cladoceri. *Mem. Ist. ital. Idrobiol.*, 17: 103-114.

Zaffagnini, F., 1987. Reproduction in *Daphnia*. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* 45: 245-284.

Annexes

Tableau 1. Variation mensuelle de la conductivité (mS/cm) dans les mares de la Numidie orientale.

#	Sites	Dec_06	Jan_07	Fev_07	Mar_07	Avr_07	Mai_07	Juin_07
1	El Feid1				0,79	0,81	0,91	
2	El Feid2				0,72	0,68	0,65	
3	El Feid3				0,63	0,78	0,66	
4	El Feid4				0,85	0,59	0,76	
5	Frênes	0,31	0,6	0,52	0,28	0,28	0,43	
6	Messida	0,25	0,33	0,32	0,26	0,31	0,35	
7	Gauthier 1	0,1	0,15	0,15	0,08	0,15	0,14	
8	Gauthier 2	0,08	0,12	0,12	0,11	0,16	0,21	
9	Gauthier 3	0,07	0,11	0,11	0,07	0,1	0,15	0,26
10	Gauthier 4	0,06	0,11	0,1	0,05	0,12	0,11	0,26
11	Fedjoudj	0,09	0,12	0,14	0,16	0,21	0,23	0,26
12	Gérard	0,32	0,76	0,81	0,27		0,31	
13	Isoetes	0,5	0,58	0,33	0,41	0,55	0,33	
14	B. Ecole	0,45	0,4	0,38	0,34	0,36	0,6	
15	B.Sud	0,38	0,36	0,31	0,33	0,31	0,39	0,45
16	El Hrib	0,54	0,51	0,43	0,25	0,3	0,43	0,53
17	Tamaris	0,69	0,78	0,55	0,41	0,99	0,35	0,42
18	Carrière	0,46	0,4	0,38	0,27	0,25	0,23	0,34
19	Mafragh	0,88	1,3	0,52	1,09	1,06	1,08	1,3
20	Sangliers		3,26	2,95	0,26	4,37	5,45	5,56
21	Boukhadra	7,05	7,67	10,65	6,9	6	9,78	14,74
22	Salines	3,46	8,06	10,31	7,44	11,03		
23	Ruppia	2,93	3,45	3,26	1,42	1,79	2,13	3,44
24	Frine				0,19	0,5		
25	M. Lac Bleu	0,25	0,27	0,24	0,24	0,21	2,14	
26	Butomes	0,41	0,45	0,48	0,42	0,4	0,45	0,64

Tableau 2. Variation mensuelle de la profondeur d'eau (cm) dans les mares de la Numidie orientale.

#	Sites	Dec_06	Jan_07	Fev_07	Mar_07	Avr_07	Mai_07	Juin_07
1	El Feid1						49	
2	El Feid2						73	
3	El Feid3						47	
4	El Feid4						67	
5	Frènes	37	33	74	71		56	
6	Messida	30	10	27	70	70	56	
7	Gauthier 1	30	50	37	49	35	23	
8	Gauthier 2	35	50	51	59	53	38	
9	Gauthier 3	45	49	61	60		43	
10	Gauthier 4	47	55	50	67	57	52	
11	Fedjoudj	48	48	45	80	99	90	37
12	Gérard	38	20	12	49		39	
13	Isoetes	20	16		17	18	10	
14	B. Ecole	27	37	30	28	40	33	
15	B.Sud	50	54	50	58	47	55	
16	El Hrib	75	71	84	88	70		
17	Tamaris	57	100	104	93	180	135	
18	Carrière	56		80	92	90	80	
19	Mafragh	40	34	52	73	67	43	
20	Sangliers	33	34	34	38	70	60	
21	Boukhadra	36			60	65	31	
22	Salines	26		18	20	18		
23	Ruppia	50	47	48	67	68	44	20
24	Frine	3			15	17	0	
25	M. Lac Bleu	30		29			10	
26	Butomes	27		26	30	35	33	30

Tableau 3. Variation mensuelle de la température (°C) dans les mares de la Numidie orientale.

#	Sites	Dec_06	Jan_07	Fev_07	Mar_07	Avr_07	Mai_07	Juin_07
1	El Feid1				9	12,2	11,8	
2	El Feid2				9,2	11,7	12,2	
3	El Feid3				9,1	11,5	11,7	
4	El Feid4				9,2	11,9	12,3	
5	Frènes	4,9	3,7	8,7	8,6	11,7	11,8	
6	Messida	4,7	3,4	8,2	10,5	12,7	12,9	
7	Gauthier 1	7,2	6	9,5	13,2	12,6	12,7	
8	Gauthier 2	6,6	6,1	9,5	13,1	12,2	12,3	
9	Gauthier 3	8,1	8,4	10,9	14,1	12	13,1	17,7
10	Gauthier 4	7,8	7,6	10,4	16,1	11,7	13,1	18,3
11	Fedjoudj	9	10,4	11,8	12,3	17,5	17,7	19,3
12	Gérard	10,9	11,6	13,4	15		17,8	
13	Isoetes	12,7	13,4	13,6	20,9	20,2	17,3	
14	B. Ecole	10,5	11,8	14,4	18,6	19,7	17,5	
15	B. Sud	7,6	8,6	10,4	13,6	17,7	16,2	20,8
16	El Hrib	9,7	10	11,8	16,8	18,1	17,5	22
17	Tamaris	5,8	7,1	11,4	16,5	21	19,2	21,8
18	Carrière	5,5	6,9	11,5	15,5	18,9	17,9	24,2
19	Mafragh	4	6,9	9,9	13,3	17,2	17,1	25,4
20	Sangliers	6,2	6,4	12	14,8	18,4	14,9	25,4
21	Boukhadra	9	6,4	10,4	14,7	18,4	18	24,2
22	Salines	7,6	6,9	10,7	16	18,8	sec	
23	Ruppia	10,3	7,9	11	14,3	13,6	15,5	18,8
24	Frine				13,6	12,3	sec	
25	M. Lac Bleu	13,6	10,2	13,1	17,5	14,3	20,1	
26	Butomes	3,3	7	14,1	17,3	17,7	18,2	21

Tableau 4. Classification des sites selon le substrat.

Sables	Sable-limoneux	Limons	Limon-sableux	Limon-argilo-sableux	Argile-limoneux	Limon-argileux	Argiles
B. Sud El Hrib Carrière Mafragh Ruppia Frine M. Lac Bleu Sangliers	Tamaris	Gauthier 1 Gauthier 2 Gauthier 3 Gauthier 4	Isoetes	B. Ecole Fedjoudj Gérard	Frênes El Feid 2 El Feid 3 El Feid 4	Messida	Salines

Tableau 5. Classification des sites selon la conductivité (moyenne annuelle) (1996/2001).

Classification (Aguesse, 1957)	Sites	Conductivité moyenne ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	
Eaux poly-saumâtres	Salines	16890	16-40./..
Eaux saumâtres	Boukhadra	6240	5-16./..
Eaux oligo-saumâtres	Sangliers Mafragh El Feid 1 El Feid 2 El Feid 3 El Feid 4	2660 2100 850 740 990 760	0.5-5./..
Eaux douces	Frênes Messida Gauthier 1 Gauthier 2 Gauthier 3 Gauthier 4 Fedjoudj Gérard Isoetes B. Ecole B. Sud El Hrib Tamaris Carrière Frine M. Lac Bleu	350 280 190 170 150 120 230 340 340 360 380 340 400 260 270 280	< 0.5./..

Tableau 6. Classification des sites selon la turbidité.

Sites turbides	Sites non turbides
Gauthier 2	M. Lac Bleu
Gauthier 3	Carrière
Gauthier 4	Isoetes
Frênes	B. Ecole
Fedjoudj	B. Sud
El Feid 3	El Hrib
Gérard	Tamaris
Frine	Messida
	Gauthier 1
	El Feid 1
	El Feid 2
	El Feid 4
	Sangliers
	Mafragh
	Salines
	Boukhadra
	Ruppia
	Butomes

Tableau 7. Dates d'échantillonnage.

#	Sites	1	2	3	4	5	6	7
1	El Feid1				x	x	x	x
2	El Feid2				x	x	x	x
3	El Feid3				x	x	x	x
4	El Feid4				x	x	x	x
5	Frênes	x	x	x	x	x	x	x
6	Messida	x	x	x	x	x	x	
7	Gauthier 1	x	x	x	x	x	x	
8	Gauthier 2	x	x	x	x	x	x	
9	Gauthier 3	x	x	x	x	x	x	x
10	Gauthier 4	x	x	x	x	x	x	x
11	Fedjoudj	x	x	x	x	x	x	x
12	Gérard	x	x	x	x	x	x	
13	Isoetes	x	x	x	x	x	x	
14	B. Ecole	x	x	x	x	x	x	
15	B. Sud	x	x	x	x	x	x	x
16	El Hrib	x	x	x	x	x	x	x
17	Tamaris	x	x	x	x	x	x	x
18	Carrière	x	x	x	x	x	x	x
19	Mafragh	x	x	x	x	x	x	x
20	Sangliers	x	x	x	x	x	x	x
21	Boukhadra	x	x	x	x	x	x	x
22	Salines	x	x	x	x	x		
23	Ruppia	x	x	x	x	x	x	x
24	Frine				x	x	x	
25	M. Lac Bleu		x	x	x	x	x	
26	Butomes	x	x	x	x	x	x	x

Dates :

1 : 28/12/2006

4 : 16 /03/2007

7 : 22/07/2007

2 : 29/01/2007

5 : 12 /04/2007

3 : 18/02/2007

6 : 18 /05/2007