

moyens avec un taux qui varie de 40.91% à 41.46%. L'analyse de la variance ($F= 1.40$ $P=0,003$) et la comparaison des moyennes par le test de Fischer confirme ces résultats.

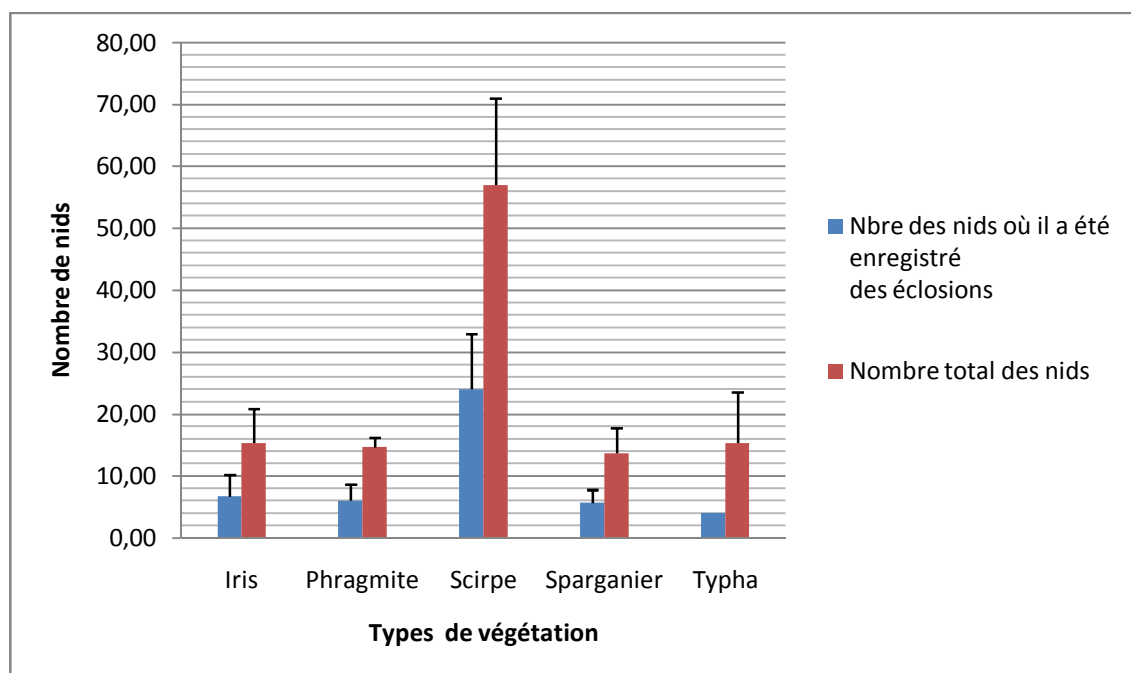


Figure (46) : le taux d'éclosion des nids selon le type de végétation. (2008,2009 & 2010)

2-4-2-2. La densité de la végétation

Pour calculer le test de corrélation, on a divisé la densité de la végétation en trois catégories à savoir ; faible « 1 » : de 0 à 49%, moyenne « 2 » 50% à 75% et haute « 3 » plus de 80% , le calcul du coefficient de corrélation entre la densité de la végétation et les nids qui ont présenté des éclosions, montre une relation positive « $r=0.183$, $p= 0.004$ » ce qui signifie que plus la végétation dense plus la probabilité de l'éclosion des nids est élevée.

On peut conclure de ces résultats qu'une densité de végétation assure probablement le camouflage des nids qui les mettent à l'abri des prédateurs et augmente la chance de l'éclosion des œufs.

2-4-2-3. la profondeur de l'eau

Pour calculer le test de corrélation, on a divisé la profondeur de l'eau en trois catégories à savoir : faible « 1 » moins de 1 m, moyenne « 2 » de plus de 1 à 1m50 et élevé « 3 » plus de 1m 50, le calcul du coefficient de corrélation entre la profondeur de l'eau au niveau des sites d'installation des nids et les nids qui ont présenté des éclosions montre une

relation positive « $r=2.273$, $p= 0.004$ » ce qui signifie qu'autant que l'eau de l'emplacement des nids profonde la probabilité de l'éclosion des nids est élevée.

Ce résultat est peut être en relation avec les paramètres anthropiques, les sites de nidification situés à faible profondeur sont aussi proches de la berge, l'activité humaine laborieuse sur la rive du lac conduit à une mauvaise couvaison, les nids proche de la berge sont aussi vulnérables à la prédation par les rongeurs, et sont facilement ramassés par les enfants des riverains.

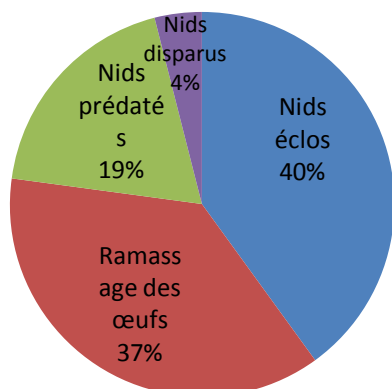
2-4-3- Les principales causes de l'échec de la reproduction

Les indices pris comme indicateurs de l'échec de la reproduction, c'est-à-dire les raisons pour lesquelles les œufs n'atteindront pas la phase d'éclosion, sont diverses, on peut les résumer en trois facteurs ; la prédation la disparition des nids et des œufs et le ramassage des œufs par les riverains.

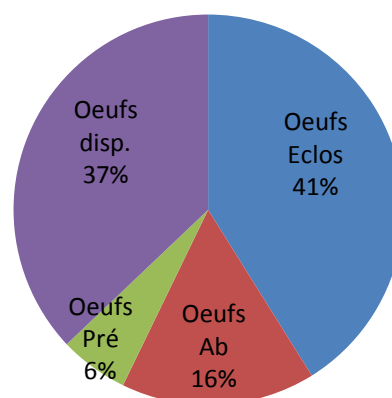
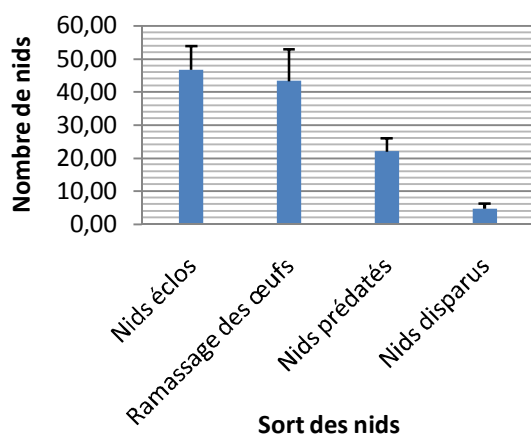
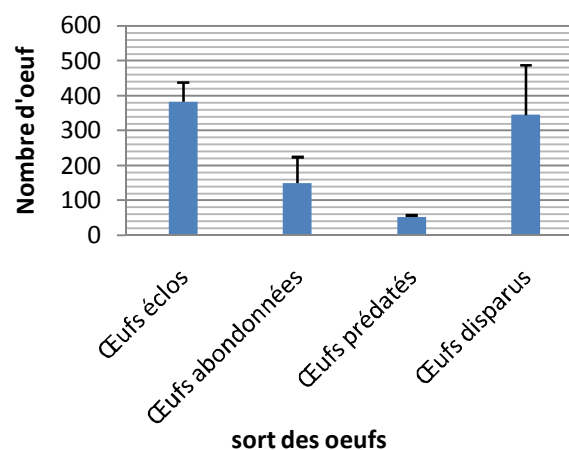
Les figures (47- 50) résument le sort des nids et des œufs, on constate que l'éclosion des œufs a été enregistrée sur 40% des nids, et 41% des œufs, la principale cause qui a conduit à l'échec de la reproduction est en relation avec l'activité humaine représentée par le ramassage des œufs qui présente 37% des nids, la figure (50) montre le taux de disparition des œufs qui inclut les œufs ramassés et disparus par les 'conditions naturelles' qui représente un taux considérable 37%, les causes naturelles de l'échec de la reproduction représentées par la prédation 19% des nids et 6% du nombre total des œufs pondus, tandis que la disparition des nids pour des raisons diverses présente (4%) des nids, le taux des œufs abandonnés représente 16% de la totalité des œufs pondus.

L'analyse de la variance montre une différence non significative entre les années d'études, pour le sort des nids et des œufs respectivement ($F=0.01$, $p=0,988$), ($F=0.05$, $p=0,948$), et une différence significative pour les différentes destinées des nids et des œufs, ($F=28.43$, $p=0,000$), ($F=10.25$, $p=0,004$), les moyennes sont classées en trois catégories les nids éclos et les nids dont leurs œufs ont été ramassés, sont dans la même catégorie, suivis par les nids prédatés, les nids disparus représentent une minorité (fig.49), la comparaison des moyennes montre aussi que le nombre d'œufs éclos et les œufs disparus sont similaires, les restes des œufs sont partagés à part égale entre prédatations et œufs abandonnés(fig.50).

Sort des nids

**Figure (47) :** le sort total des nids (exprimé en%)(2008,2009 & 2010)

Sort des oeufs

**Figure (48) :** le sort total des œufs (exprimé en%)(2008,2009 & 2010)**Figure (49) :** le sort total des nids (2008,2009 & 2010)**Figure (50) :** le sort total des œufs (2008,2009 & 2010)

2-4-3-1 . La prédation

Les principaux prédateurs des œufs de la foulque macroule dans le Lac Tonga sont les couleuvres, (ROUAG et BENYAGOUR, (2006) ont inventorié cinq espèces de couleuvres à savoir ; *Macroprotodon cucullatus mauritanicus* (Couleuvre à capuchon) *Hippocrepis hippocrepis* (Couleuvre fer-à-cheval) , *Malpolon monspessulanus insignitus* (Couleuvre de Montpellier), *Natrix maura* (Couleuvre vipérine) et *Natrix natrix astreptophora* (Couleuvre à collier) présentent dans le parc national d'El Kala.

Les couleuvres ne sont pas venimeuses, on pense qu'ils s'attaquent aux œufs. D'après nos observations la couleuvre vipérine (*Natrix maura*) est la plus abondante dans le site

d'étude, c'est un serpent de la famille des Natricidae, elle vit dans les milieux humides, elle est souvent observée en train de nager ou de se réchauffer au soleil au bord de l'eau (fig. 51 a et b.) et (Fig. 52)



Figure (51. a -) : une couleuvre vipérine en train de se réchauffer au soleil (Photo personnelle)



Figure (51. b-) : une couleuvre vipérine (femelle) en train de se réchauffer au soleil (Identifiée par BONNET, X. (2014))



Figure (52) : une couleuvre vipérine dans un nid de foulque. (Photo personnelle)

Les rapaces sont aussi de redoutables prédateurs qui attaquent les nids d'oiseaux moins protégés en détruisant les nids et leurs contenus, provoquant ainsi l'aversion de la femelle en vers son nid où elle l'abandonne complètement, cette observation a été signalée par TERRY LELAND (1987), ils n'hésitent pas à enlever des oisillons et ils attaquent aussi les adultes (fig. 53). BENYAKOUB et CHABI 2000 ont recensé vingt et une espèces de rapaces nicheurs dans le parc national d'El Kala, réparti entre espèces abondantes, peu abondantes, communes, et espèces rares, les espèces abondantes sont ; Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), Buse fécoco (*Buteo rufinus*), Chouette cheveche (*Athene noctua*), Chouette effraie (*Tyto alba*), Chouette hulotte (*Strix aluco*), Epervier d'Europe (*Accipiter nisus*), Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) et Milan noir (*Milvus migrans*)

Les rongeurs peuvent causer des dégâts, souvent sur les nids proches de la berge, ils attaquent les œufs, les signes des œufs cassés avec le jaune d'œuf sur la surface des nids sont les symptômes qui indiquent ce type de prédation.

Le comptage des nids prédaté (fig. 54) montre qu'il suit la même évolution des nids en éclosion, les premiers signes de prédation s'aperçoivent dès l'installation des nids, et puis ne

cessent d'augmenter en fonction du nombre de nids installés, jusqu'à la dernière semaine du mois de juin où le nombre de nids prédatés commence à diminuer.

Cette constatation nous a permis de conclure que la prédation n'affecte pas grièvement la reproduction, par rapport aux facteurs anthropiques.



Figure (53) : une foulque adulte prédatée par un rapace (ZITIUNI, 2008)

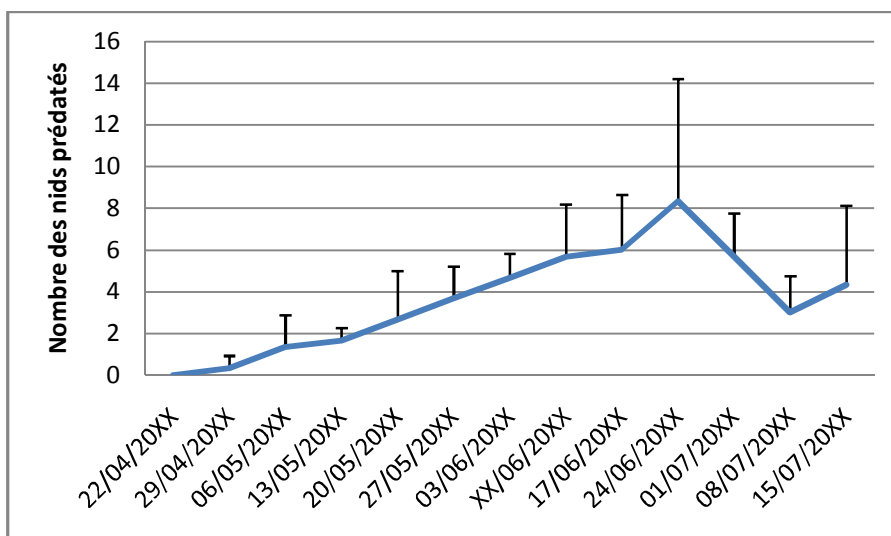


Figure (54) : évolution du nombre des nids prédatés au cours de la saison de reproduction. (2008,2009 & 2010)

La foulque macroule est aussi a des attaques parasitaires, qui conduisent à la maladie voire la mort des individus adultes sont souvent trouvés morts sans signes de prédation visibles, ROUAG *et al.*, en 2007 a inventorié sept espèces de parasites de la foulque macroule dans le Lac Tonga, dominée par les mites et les poux.

Le Lac Tonga est un site de pêche des anguilles, les barques des pêcheurs font trop de dégâts sur les nids, les filets de pêche des anguilles parfois deviennent des pièges pour certains individus qui plongent à la recherche de la nourriture mais ils ne reviendront jamais à la surface (fig.55) .



Figure (55) : les pêcheurs d'anguille, dans le la Tonga, en train d'installer leurs filets de pêche

2-4-3-2 La disparition des nids et des œufs

La disparition des nids est fréquente, elle est notamment naturelle, le vent peut déplacer les nids parfois sur une longue distance dans les endroits dégagés, les pluies soudaines accompagnées de l'orage qui caractérise le printemps dans cette région conduisent à la noyade et parfois à la démolition des nids.

La disparition d'une partie des œufs dans un nid est fréquente chez la foulque macroule, soit naturelle ou par le ramassage illégal des œufs, parfois on marque les premiers œufs et pendant la sortie suivante on trouve de nouveaux œufs pondus et une partie ou l'ensemble des anciens œufs ont tous disparus, les causes sont diverses soient naturelles ou d'origine humaine.

2-4-3-3 le ramassage des œufs.

Malgré la coopération des riverains pendant la réalisation de ce travail, la collecte des œufs par les enfants reste un problème majeur qui menace la reproduction de la foulque dans Lac Tonga, le nombre abondant et la taille satisfaisante ont fait des œufs de la foulque une convoitise pour tous ceux qui fréquentent le Lac Tonga, soit pour la chasse illégale ou par la pêche.

2-4-3-4 Les nids et les œufs abandonnés.

La foulque macroule abandonne son nid pour des différents motifs, mais les signes de prédation restent les sources majeures, le coefficient de corrélation entre le nombre d'œufs prédatés et le nombre d'œufs abandonnés ($r=0.359$, $p=0,000$ en 2008), ($r=0.725$, $p=0,000$ en 2009), ($r=0.505$, $p=0,000$ en 2010), montre une relation étroite, ce qui indique que les nids prédatés seront aussi abandonnés, en particulier s'il y reste des œufs cassés, avec le jaune et le blanc d'œuf écoulé dans les nids.

Les œufs enfouillés au fond du nid sont fréquents, ils sont considérés comme des œufs abandonnés, on n'a pas calculé leur nombre, mais ils sont en particulier présents dans les nids ayants un nombre d'œufs plus ou moins élevé. On trouve occasionnellement des œufs éparpillés au voisinage du nid dont leur nombre est variable d'un seul œuf à plusieurs.

2-5- Le parasitisme de couvée

Dans la nature, il existe plusieurs types de concurrence, mais aussi de coexistences entre les espèces d'oiseaux, les plus importants entre eux sont ; la compétition pour la nourriture ou **kleptoparasitisme** ; forme de commensalisme « exploitation non parasitaire d'une espèce par une autre » propre à certaines sociétés animales dans laquelle une espèce vole la nourriture à une autre espèce à fin de nourrir sa propre progéniture (RAMADE, 2008), le kléptoparasitisme intraspacifique est fréquent chez la foulque macroule, en particulier pendant l'hivernage quand se réunit un nombre très élevé sur le même site ou la nourriture deviennent précieuse, KÄLLANDER, 2013.

Le parasitisme de couvée « *brood parasitism* », une forme de parasitisme sociale pratiquée par certains oiseaux, dans lequel les œufs d'oiseau parasite sont pondus dans les nids d'autres oiseaux, et les obligeant à faire éclore et les jeunes seront élevés par les hôtes,

c'est en pondant des œufs dans plus d'un nid, pour faire augmenter la probabilité de survie aux oisillons, (PÖYSÄ et PESONEN, 2007).

Le parasitisme de couvée est souvent rencontré chez la foulque macroule, qui est intra ou inter spécifique, dans notre travail on a constaté la présence des deux types, les espèces parasites courantes de la foulque macroule dans le Lac Tonga sont essentiellement le grèbe castagneux (*Tachybaptus ruficollis*) et la poule sultane (*Porphyrio porphyrio*) (fig. 56), pendant la saison 2008 on a trouvé un nid parasité par des œufs du Blongios nain (*Ixobrychus minutus*) qui a niché à proximité du nid parasité.

La foulque macroule est considérée aussi comme parasite de couvée pour d'autres espèces en particulier le grèbe huppé (*Podiceps cristatus*) (ROUIBI, 2013), en fait la foulque macroule est une espèce très féconde, qui pond jusqu'à 15 œufs par nichée, pendant la réalisation de ce travail on a constaté que la foulque macroule peut pondre des œufs à intervalles d'une seule journée, on pense que le parasitisme de couvée de cette espèce est en rapport avec la destruction ou la prédation de leurs propres nids ce qui l'oblige à pondre des œufs dans des nids des autres espèces ou dans un nid d'une autre femelle, la couleur différente d'un œuf et autres indices, tels que l'augmentation des œufs d'une femelle après une période de couvaison indique ce type de comportement.



Figure (56) : nid de foulque macroule parasité par un œuf d'une poule sultane (Photo personnelle)