

# Succès de la reproduction et comportements de Polyboroïde rayé (*Polyboroides radiatus*) dans l'Aire Protégée de Bemanevika, Nord-ouest de Madagascar

Duvivier Razarazafy<sup>1</sup>, Lily-Arison Rene de Roland<sup>1</sup>, Marius Rakotondratsima<sup>1</sup> & Gilbert Razafimanjato<sup>1</sup>

<sup>1</sup> The Peregrine Fund Madagascar Project, BP 4113, Antananarivo 101, Madagascar  
E-mail: razarazafyduvivier@gmail.com, lilyarison@yahoo.fr, mariusphr@yahoo.com, rmanjato@yahoo.fr

## Résumé

La présente étude est principalement axée sur le succès de la reproduction et le comportement de *Polyboroides radiatus*, dans la forêt de Bemanevika, Nord-ouest de Madagascar. Elle a été menée pendant deux saisons de reproduction consécutives (de novembre 2013 à février 2014 et d'août 2014 à janvier 2015). Quatre couples reproducteurs ont été suivis durant ces périodes. La méthode d'étude a été basée sur l'observation directe. Toutes les activités, à l'intérieur et en dehors du nid, ont été enregistrées entre 6h 00 et 18h 00. Tous les couples étudiés ont réutilisé les anciens nids. La période d'accouplement a eu lieu aux mois d'août et de septembre. L'accouplement qui dure en moyenne  $31,3 \pm 18,2$  secondes ( $n = 73$  accouplements) est fréquent entre 8h 00 et 9h 00 du matin. La ponte se situe entre septembre et octobre. La taille de la couvée est constituée par un seul œuf par nichée. L'œuf a un poids moyen de 53,3 g ( $n = 4$  pontes), une longueur moyenne de 52,1 mm et une largeur moyenne de 43,8 mm. L'incubation dure en moyenne  $38,7 \pm 2,1$  jours ( $n = 3$  couples). Les deux sexes participent à la couvaison des œufs avec un taux de participation de 52,5 % pour la femelle, 43 % pour le mâle et 4,5 % pour l'absence des deux sexes. L'éclosion des œufs a principalement lieu au mois de novembre avec un taux de succès de 37,5 % durant les périodes d'étude. Seule la femelle assure les soins parentaux de poussins, le mâle consacre son temps pour l'apport des proies.

**Mots clés** : reproduction, rapace, période d'accouplement, ponte, œuf, éclosion

## Extended abstract

This study focused on the reproduction success and behavior of *Polyboroides radiatus*, in the Bemanevika Forest, northwestern Madagascar. This protected area comprises 37,041 ha of montane humid forest and with two contrasting periods: a wet season with considerable rainfall from November to April and a dry season from May to October. This research was conducted in consecutive years and two different reproduction seasons (November 2013 to February 2014 and August 2014 to January 2015). A total of 211 hours of observation were accrued in the first season and 534 hours the second season.

This research was based largely on direct observations from a lookout hide about 30m from the nest tree and four couples were followed during this study. All activities and behavior that occurred between 6:00 a.m. until 6:00 p.m. inside and outside the nest were recorded. All studied couples re-used former nests, which entailed some reconstruction, commencing in August and ending the day before the first egg was laid. The total reconstruction time was 380 minutes, with 76.8% by the female and 23.2% by the male. The four studied nests were situated 1.7 to 2.4 km apart, with an average distance of  $1.9 \pm 0.4$  km ( $n \pm 4$  nests).

The courtship display was marked by different types of behavior, which included a gliding flight performed by the male around the female perched in a tree, the emission of frequent cries, and the offering of food to the female. This sequence was only observed in August and most common in the morning between 7:00 and 08:00. The mating period took place in August and September, each copulation bout lasted on average  $31.3 \pm 18.2$  sec ( $n = 73$  copulations), and generally occurred between 8:00 to 9:00 a.m. Egg laying was between September and October, with a single egg per nest. On average, each egg ( $n = 4$ ) weighed of 53.3 g, with a length of 52.1 mm and width of 43.8 mm. Incubation lasted on average of  $38.7 \pm 2.1$  days ( $n = 3$  couples). Both sexes participated in egg brooding with a participation rate of 52.5% for the female, 43% for the male, and 4.5% no adult was present. Eggs hatched in November with a success

rate of 37.5%. Only the female reared the chicks, with the male being responsible for supplying the female and nestling with food.

**Key words:** reproduction, raptor, mating period, laying, egg, hatching

## Introduction

Les rapaces de l'Afrique tropical, principalement les régions Subtropicales du Sud, figurent parmi les groupes d'animaux les plus étudiés ces dernières années, alors que ceux de l'océan Indien occidental sont toujours méconnus (Virani & Watson, 1998). Les oiseaux de proie malgaches en font parties (Rene de Roland, 2000). Très peu d'information est encore disponible sur leur biologie de reproduction (Langrand, 1995 ; del Hoyo *et al.*, 1994) et leur écologie (Karpanty & Goodman, 1999).

Le Polyboride rayé, *Polyboroides radiatus*, est un rapace diurne facilement reconnaissable par sa grande taille et sa couleur grise. De plus, il n'est pas seulement endémique de Madagascar mais aussi l'unique espèce représentative du genre *Polyboroides* dans la Grande île. En plus de son comportement très discret, il s'observe parfois en solitaire ou en couple (Langrand, 1995). En termes de distribution géographique, *Polyboroides radiatus* se trouve un peu partout à Madagascar. Elle colonise différents types de biotopes comme toutes les forêts originelles et les zones boisées dégradées (Langrand, 1995).

Des études antérieures sur *Polyboroides radiatus* ont été déjà effectuées dans certaines parties de Madagascar. Karpanty & Goodman (1999) ont étudié son régime alimentaire dans la Réserve privée de Berenty et Bealoka, Sud-est de Madagascar. Thorstrom & La Marca (2000) ont réalisé une recherche sur la biologie de la reproduction et le comportement de cette espèce dans la partie Nord-est de Madagascar, précisément au Parc National Masoala. Malgré ces informations, la collecte des données, en particulier dans la région du Nord-est, est relativement importante afin de les enrichir et de mieux connaître *Polyboroides radiatus*. Les résultats issus de cette étude permettront également de comparer les différents aspects sur sa biologie de reproduction et ses comportements dans la zone d'étude par rapport à d'autres zones étant donné la variation altitudinale et climatique ainsi que les types d'habitat existant dans une zone à une autre. De plus, ils augmentent la notoriété du site d'étude à l'échelle nationale et internationale car l'Aire Protégée de Bemanevika est toujours peu connue malgré ses

potentiels écotouristiques grâce à la richesse en biodiversité.

Ces multitudes raisons nous ont poussés à entreprendre une étude sur la bio-écologie et l'éthologie de *Polyboroides radiatus* à Bemanevika. La présente étude se focalise surtout sur le succès de la reproduction et les comportements de l'espèce.

## Méthodologie

### Site d'étude

L'étude a été faite dans l'Aire Protégée (AP) de Bemanevika qui se localise dans la partie Nord-ouest de Madagascar. Cette AP fait partie intégrante de l'Ecorégion des Hautes Terres du Nord et se trouve en majeure partie entre 700 et 1800 m d'altitude (The Peregrine Fund, 2014). Elle est à cheval entre les Communes rurales d'Antananivo-Haut et de Beandrazona, District de Bealanana, Région Sofia (Figure 1) et s'étend sur une superficie de 37 041 ha et est située entre les coordonnées géographiques suivantes : 14°10' - 14°35' S et 48°25' - 48°50' E.

La région subit un régime tropical d'altitude caractérisé par la présence de deux saisons en contraste : une saison chaude et humide qui s'étend de novembre à mars et une saison sèche d'avril à octobre. Ces deux saisons sont alternées par une période hivernale de juin à août. La température varie de 18° à 30° C, et pendant la période hivernale, elle peut descendre jusqu'à 10° C (The Peregrine Fund, 2014).

L'AP de Bemanevika constitue l'unique refuge du fuligule de Madagascar, *Aythya innotata*, qui est une espèce de canard sauvage à l'état critique suivant la liste rouge 2012 de l'UICN. L'habitat est formé par quatre types d'écosystèmes bien distincts : forêt, lacs volcaniques, marais et savanes. La forêt est composée de forêts denses humides de montagne juxtaposées avec le corridor de Sambirano (Rajaonarison & Rabe, 2010). Du point de vue écologique et habitat de cet oiseau, cette forêt fournit à la fois au *Polyboroides radiatus* un territoire de chasse et de reproduction.

### Collecte des données

Cette étude a été menée pendant deux saisons de reproduction consécutive : de novembre 2013 à février 2014 et d'août 2014 à janvier 2015. La durée totale d'observation sur le terrain est de 744,9 heures dont 210,8 heures pour la première saison et 534,1 heures pour la deuxième saison.

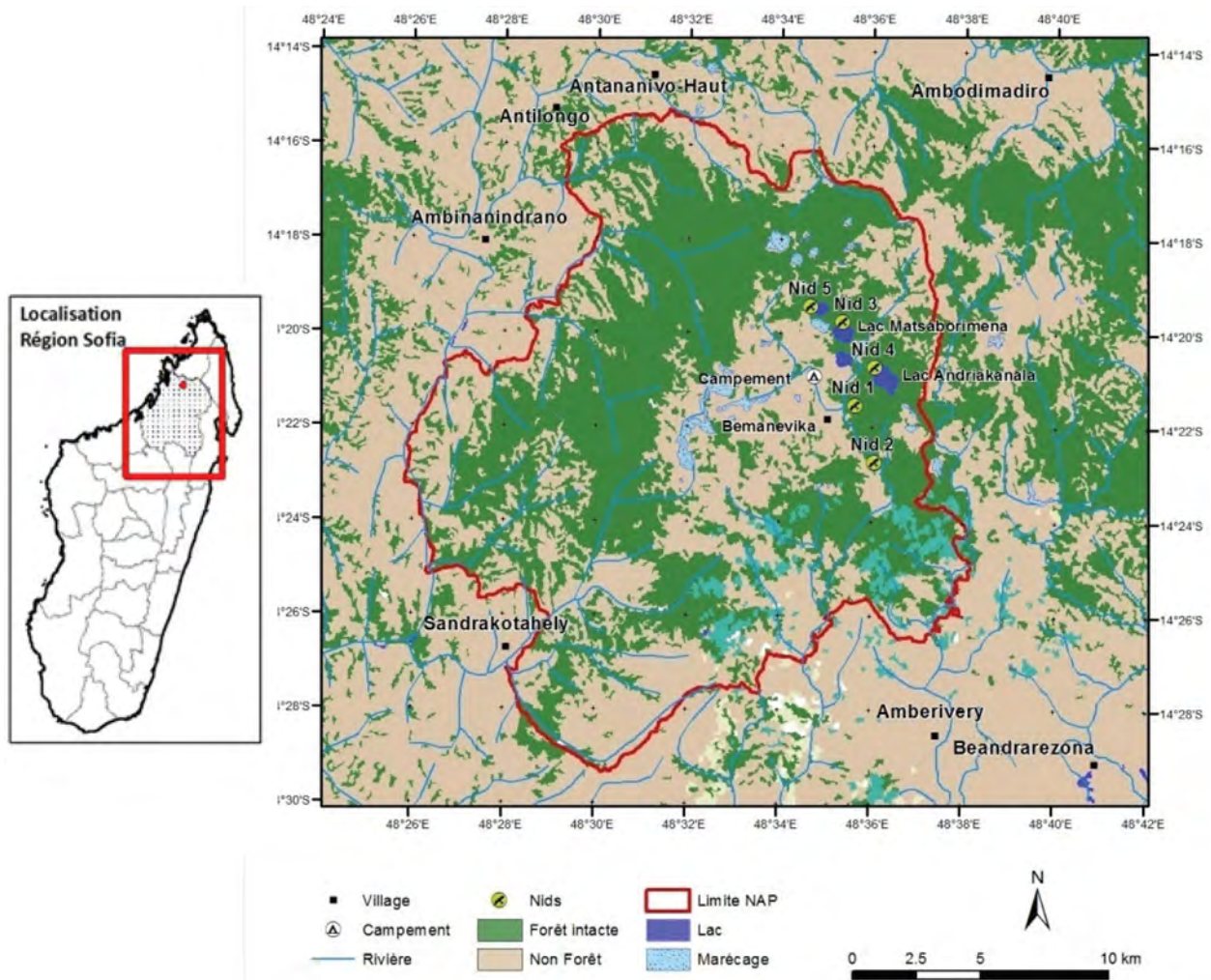


Figure 1. Carte montrant la localisation du site d'étude.

Pour la recherche des individus et le site de nidification, l'espèce a été localisée à partir de son cri et des lieux les plus fréquentés (Robenarimangason, 1999). L'effort d'observation a été multiplié quand des cris ont été entendus. Tous les endroits susceptibles d'être un site de nidification ont été prospectés entre 9h00 et 11h00 du matin, et de 13h00 à 15h00 pour l'après-midi. Une fois que l'individu ou le couple a été repéré, il est suivi jusqu'à son territoire de nidification. Durant cette étude, quatre couples reproducteurs ont fait l'objet de suivis. Tous les nids observés ont été codés de N1 à N4.

La méthode d'étude a été basée sur l'observation directe moyennant d'une paire de jumelles et d'un télescope pointé au nid. Toutes les activités et les comportements des adultes qui se sont passés à l'intérieur et aux alentours du nid ont été enregistrés. L'observation a été systématiquement menée entre 06h00 et 18h00, soit 12h00 de temps par jour. Elle a été faite à partir d'un affût situé environ à 30 m de l'arbre du nid pour éviter toutes formes de perturbation des adultes au cours de leurs activités.

Cette cachette a permis à l'observateur d'avoir un champ de vision optimale.

La durée d'accouplement a été chronométrée à partir du moment où le mâle est sur le dos de la femelle jusqu'à ce qu'il est descendu. Pour cette étude, seules les copulations observées ont été notées pour ne pas biaiser les résultats. Le poids des œufs ont été prises à l'aide d'une balance « Pesola » et leur dimension avec un pied à coulisse. La manipulation a été faite au nid en grimpant sur l'arbre pendant l'absence des adultes. Le succès des nids est calculé à partir du rapport entre le nombre de nids qui peut avoir un succès d'envol et le nombre total de nids actifs, c'est-à-dire, ceux qui renferment un ou des œufs au cours d'une saison de reproduction.

## Résultats

La parade nuptiale est marquée par différents types de comportements tels que le vol plané effectué par le mâle autour de la femelle perchée sur un arbre, l'émission des cris fréquents et l'offrande des

proies à la femelle. Après quelques séries de vols et d'offrandes de proies, les adultes perchent côte à côte sur une même branche. Le mâle part de nouveau à la chasse après cette pause. Tous ces comportements sont fréquents surtout le matin entre 7h00 et 8h00. Ils se produisent toujours au mois d'août, soit à la première, soit à la deuxième saison d'étude, ce qui permet d'en déduire que la formation du couple se déroule au cours de ce mois chez *Polyboroides radiatus*.

Pour le choix du nid durant cette étude, aucun nouveau nid n'a été observé. Les quatre nids suivis sont tous anciens. Ainsi, les observations se sont principalement focalisées sur la reconstruction de ces nids. C'est toujours le mâle qui visite en premier le nid que le même couple a probablement utilisé pendant la dernière saison de reproduction. Ensuite, il a émis des cris fréquents depuis l'intérieur pour attirer l'attention de la femelle d'y venir et une fois qu'elle accepte, le processus de reconstruction est déclenché.

Les nids N1, N2, N3 et N4 sont distants de 1,7 à 2,4 km l'un de l'autre dont la moyenne est de 1,9 ± 0,4 km (n = 4 nids). La reconstruction est débutée au mois d'août et s'est terminée la veille de la ponte du premier œuf, c'est-à-dire, à la dernière semaine de septembre, soit une durée moyenne de 48,3 ± 8,5 jours (n = 4 couples). Le mâle et la femelle ont assuré ensemble le réarrangement des matériaux de construction. La femelle est plus active que le mâle pour la reconstruction avec des taux de participation respectifs de 75 % (n = 48 participations) et 25 % (n = 16 participations). La durée totale du travail de reconstruction est de 380 mn, avec 292 mn (76,8 %) pour la femelle et 88 mn (23,2 %) pour le mâle. Les couples amènent des brindilles ou des rameaux provenant des alentours de la canopée de grands arbres dans leur territoire de reproduction, de 0 à 88,5 m de leurs arbres de nid.

L'accouplement s'est déroulé entre le 18 août et le 16 octobre 2014, soit en 59 jours (n = 4 couples) au cours de la deuxième saison d'étude. Autrement dit, il a commencé dès la première observation de la parade nuptiale jusqu'à la ponte. La durée d'observation est de 432 heures. L'accouplement est caractérisé par des longs cris aigus effectués par les deux sexes.

Durant les observations, la fréquence de copulations varie de 3 à 10 par jour (n = 4 couples) chez l'espèce étudiée. Un total de 73 accouplements a été enregistré et chronométré pour l'ensemble des couples suivis. Une copulation dure en moyenne

31,3 ± 18,3 secondes (n = 73 accouplements). Elle est fréquente entre 8h00 et 9h00 (n = 73 accouplement) du matin et elle se passe soit au nid, soit sur l'un des perchoirs à l'intérieur du territoire de nidification.

La ponte a lieu entre la dernière semaine de septembre et la deuxième semaine d'octobre (n = 4 pontes) pour l'ensemble des deux saisons. La taille de la couvée est constituée d'un seul œuf par nichée, quatre œufs par saison de reproduction, c'est-à-dire, huit au total chez les couples étudiés. Ces derniers sont de couleurs blanches parsemés de taches marron (Figure 2). Deux parmi eux seulement ont été mesurés et pesés à cause de l'inaccessibilité des autres nids. Ces œufs ont un poids moyen de 53,2 g (50,5 et 56,0 g), une longueur moyenne de 52,1 mm (53,7 et 50,5 mm) et une largeur moyenne de 43,8 mm (42,1 et 45,5 mm) (n = 2 œufs).

La période d'incubation a été enregistrée au mois d'octobre et de novembre, d'une durée moyenne de 38,7 ± 2,1 jours (36 à 41 j) (n = 3 couples). Un total de 241,6 heures a été dépensé pour cette période. Les deux sexes participent à cette activité avec des taux respectifs de 43 % (n = 93 heures) pour le mâle et 52,5 % (n = 114 heures) pour la femelle. Ainsi, le temps de repos est de 4,5 % (n = 10 heures). L'analyse effectuée avec le test de Chi-deux n'a pas révélée une différence significative entre les taux de participation des deux sexes pour la couvaison des œufs ( $X^2_{\text{cal}} = 14,558 > X^2_{\text{tab}} = 3,841$ , ddl = 1, avec  $\alpha = 0,05$  [ $X^2_{\text{cal}} > X^2_{\text{tab}}$ ]). Mais les résultats suggèrent que la femelle a consacré un peu plus de temps pour la couvaison des œufs que le mâle. Pendant la deuxième saison, trois parmi les quatre œufs ont été éclos entre le 6 et le 19 novembre 2014 (n = 3 nids), alors que le nid N4 n'a pas eu de succès d'éclosion.

La durée du séjour des poussins dans le nid varie de 47 à 60 jours, soit 55 ± 5,3 jours (n = 3 poussins)



**Figure 2.** Un œuf de *Polyboroides radiatus* dans un nid. (Cliché par Razarazafy.)

**Tableau 1.** Succès des nids *Polyboroides radiatus* dans l'Aire Protégée de Bemanevika pendant deux saisons de reproduction consécutives.

| Années       | Nids actifs | Nombre d'œufs | Nombre d'œufs éclos | Nombre de juvéniles envolés | Juvéniles envolés / nids actifs | Succès des nids (%) |
|--------------|-------------|---------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------------|
| 2013         | 4           | 4             | 0                   | 0                           | 0 (0/4)                         | 0 (4)               |
| 2014         | 4           | 4             | 3                   | 3                           | 0,75 (3/4)                      | 75 (4)              |
| <b>Total</b> | <b>8</b>    | <b>8</b>      | <b>3</b>            | <b>3</b>                    | <b>0,37 (3/8)</b>               | <b>37 (8)</b>       |

en moyenne. Quand les poussins sont encore dans le nid, seule la femelle qui assure le soin parental et le mâle consacre ses temps pour l'apport de proies. Quand ils atteignent un certain âge (environ à 21 jours), la femelle participe également à la recherche de nourriture surtout si les proies apportées par le mâle sont insuffisantes. Le premier envol des poussins a lieu entre le 23 décembre et le 15 janvier 2015, c'est-à-dire  $55 \pm 6,56$  jours ( $n = 3$  poussins) pendant la deuxième saison d'étude. Ces poussins ne sont plus revenus dans leur nid à partir de cette période. Le succès de la reproduction des couples étudiés est présenté dans le Tableau 1.

Dans huit nids actifs, parmi les huit œufs pondus, trois seulement sont éclos et trois juvéniles ont atteint l'âge de leur premier envol. En 2013, le zéro succès était probablement dû à l'insuffisance de temps d'incubation par les adultes ( $n = 2$  œufs) et à la disparition des œufs dans le nid ( $n = 2$  œufs). Ainsi, la productivité est de 0,37 (3/8) poussins par nichée pour l'ensemble de deux saisons et le taux de succès des nids enregistré représente 37 % (variant de 0 à 75 %) des observations.

## Discussion

La présente étude a permis d'identifier certains comportements qui pourraient déterminer la période de formation de couple chez cette espèce. Il s'agit d'une parade nuptiale marquée par des vols planés, des émissions des cris fréquents et des apports de proies effectués par le mâle à la femelle. Ces comportements se terminent toujours par un accouplement. Les résultats obtenus par Thorstrom & La Marca (2000) ont confirmé la détermination de la formation de couple chez *Polyboroides radiatus* durant leur recherche à Masoala. Mais Village (1990) a avancé que le processus de la formation d'un couple chez les oiseaux de proie est mal connu, étant donné qu'il se passe très rapidement.

Des études similaires sur des espèces de la famille des Falconidae ont déjà évoquées certains des comportements observés chez *Polyboroides radiatus*. Roland (1990) a remarqué que des espèces de cette famille pratiquent des vols acrobatiques

et une cérémonie d'offrande de proies aboutissant à un accouplement. Ces observations permettent d'avancer que les comportements des espèces représentatives de la famille des Accipitridae ressemblent beaucoup à ceux des membres de la famille des Falconidae au cours de la formation de couple.

La formation de couple a été enregistrée au mois d'août, pendant la saison sèche au cours de cette étude. Tarboton (1978) a avancé que les activités de reproduction de cette espèce commencent au mois d'août et se terminent au mois de janvier. Boshoff (1997) a mentionné qu'en Afrique du Sud, l'activité de reproduction d'une autre espèce du même genre, *P. typus* (poids environ 570 g), commence au mois de septembre et se termine en mars, c'est-à-dire, à la fin du printemps, avant le début des pluies d'été (Thurow & Black, 1981). Aussi, la reproduction de *P. radiatus* commence avant celle de *P. typus*. La différence entre les périodes de reproduction de ces deux espèces serait en rapport avec les facteurs climatiques de deux pays. D'une manière générale, cette période varie d'une espèce de rapaces à l'autre. Pour *Accipiter henstii* et *Eutriorchis astur*, qui ont une taille similaire par exemple, les activités de reproduction commencent en juillet et en août (Rene de Roland, 2010). Mais celles de *Haliaeetus vociferoides* se déroulent de mai à octobre entre Morondava et Antsiranana, dans l'Ouest et au Nord-ouest de Madagascar (Rabarisoa *et al.*, 1997). Aussi, les formations de couples chez *H. vociferoides* et *A. henstii* se passent avant celles de *P. radiatus* et d'*E. astur*. Ces résultats permettraient d'avancer que cette période varie entre les mois de mai et d'août pour les espèces de rapaces de grande taille.

La durée moyenne de la reconstruction du nid est environ 48 jours. Au cours de cette étude, aucune nouvelle construction n'a été observée. Les couples suivis ont tous réutilisé leurs anciens nids, alors que chez *E. astur*, le couple change de nid à chaque saison de reproduction, ceci est probablement liée à son comportement discret (Benjara, 2015). Rene de Roland (2010) a avancé que les adultes d'*A. henstii* ont dépensé plus de temps, voire le double,

pour une nouvelle construction (53 jours) que pour une reconstruction (24 jours). Pourtant, la durée de l'agencement du nid de l'espèce étudiée semble être plus longue que celle d'*A. henstii*. Chez les oiseaux de proies, la construction de nid exige beaucoup plus de temps et d'énergie (Newton, 1979 ; Collias & Collias, 1984). Aussi, il est possible que le même cas se produise également chez *P. radiatus*.

La durée moyenne d'accouplement observée est de 31 secondes (6 à 54 secondes) chez l'espèce étudiée. Elle paraît être plus longue que celle qui a été avancée par Rene de Roland (2013) qui est de 22 secondes (variant de 10 à 34 secondes) lors de son étude sur la même espèce à Masoala. Cet écart est dû à la différence des méthodes appliquées lors de chronométrage. En effet, Rene de Roland (2013) n'a enregistré seulement que le contact cloaque-cloaque, alors que le temps considéré lors de cette étude comprend le moment où le mâle est sur le dos de la femelle jusqu'à ce qu'il descend. Le mâle a pris 3 à 4 secondes sur le dos de la femelle avant le contact cloaque-cloaque. Mais quoiqu'il en soit, la durée d'accouplement de *P. radiatus* est relativement longue. Pour *A. henstii*, Rene de Roland (2000) a enregistré une durée moyenne d'accouplement de 12,9 secondes (variant de 7 à 18 secondes), qui est nettement plus courte que celle de *P. radiatus*. La taille de ces deux espèces pourrait être à l'origine de cette différence de la durée d'accouplement. En effet, l'espèce étudiée a une taille plus large que celle d'*A. henstii*. Des études ont également montré que la durée d'accouplement chez les rapaces dépend de la taille de l'espèce (Rene de Roland, 2000 ; Razafimanjato, 2001). Plus la forme de l'espèce est grande, plus la durée est plus longue.

La période de ponte se situe entre la dernière semaine de septembre et la deuxième semaine d'octobre à Bemanevika. Elle est similaire à celle observée dans la région Sud-ouest de Madagascar (Mangoky) sur la même espèce (Appert, 2011) et à Masoala (Thorstrom & La Marca, 2000) ou à celles d'autres rapaces comme *Eutriorchis astur* dans la même forêt (Thorstrom & Rene de Roland, 2000). Mais d'autres informations ont révélé que la période de ponte de *P. radiatus* s'observe entre juillet et août (Rene de Roland, 2013) et que celle de *Haliaeetus vociferoides* se déroule entre fin mai et mi-juillet (Watson *et al.*, 1999). Ces résultats permettent d'avancer que cette phase se situe entre mai et octobre pour les espèces de grande taille.

La taille de la couvée de l'espèce observée dans la forêt de Bemanevika au cours de cette étude est

d'un seul œuf par nichée qui est la même que celle trouvée par Rene de Roland (2013) à Masoala. Mais deux œufs par nichée sont également notés dans ce parc (Thorstrom & La Marca, 2000). Ce dernier cas a été également observé chez *P. typus* au Kenya (Thurrow & Black, 1981). La différence entre les nombre d'œufs par couvée de l'espèce étudiée à Bemanevika et à Masoala est probablement due aux conditions climatiques et à l'altitude de ces deux forêts étant donné leurs positions géographiques opposées et leurs topographies. En effet, le climat de Bemanevika, au Nord-ouest de l'île est légèrement moins chaud et moins arrosé que celui de Masoala, au Nord-est qui est plus chaud et avec une précipitation très abondante (Goodman *et al.*, 2018). Mais d'autres facteurs comme l'âge déterminent aussi la performance des individus qui a une influence sur leur succès reproductif. En outre, la taille de la couvée de *P. radiatus* à Bemanevika ne semble pas un cas unique, *E. astur* a aussi un seul œuf par nichée dans ce site du Nord-ouest (Benjara, 2015).

L'incubation de *P. radiatus* à Bemanevika s'est déroulée entre octobre et novembre, avec une durée moyenne de  $38,7 \pm 2,1$  jours (36 à 41 jours) ( $n = 3$  couples), alors qu'aux mêmes mois, elle dure 39 jours à Masoala (Thorstrom & La Marca, 2000 ; Rene de Roland, 2013) et celle de *P. typus* est d'environ 36 jours au Kenya (Thurrow & Black, 1981). La période et la durée d'incubation est presque la même chez les rapaces comme *Accipiter henstii* (Rene de Roland, 2000). C'est également le cas d'*E. astur* à Bemanevika, mais la durée d'incubation semble varier pour cette espèce ; les informations connues sont de 23 jours (Thorstrom & Rene de Roland, 2000) et de 46 jours (Benjara, 2015). Pour *H. vociferoides*, la durée moyenne est de 39,7 jours (37 à 43 jours). Ainsi, la majorité des espèces de grande taille de Madagascar réalise donc l'incubation entre octobre et novembre et la durée d'incubation étant entre 23 à 43 jours.

L'éclosion des œufs de *P. radiatus* est asynchrone à Masoala : le premier œuf est éclos deux jours avant le second œuf (Rene de Roland, 2013). Ce cas n'a pas été observé à Bemanevika car chaque nid suivi ne contient qu'un seul œuf. Pourtant, le décalage de l'éclosion des œufs est commun chez la plupart des rapaces comme *A. henstii* (Rene de Roland, 2000) et *Milvus aegyptius* (Andriamalala, 2005). Durant cette étude à Bemanevika, le stade d'éclosion s'est déroulé vers novembre. Cette période est similaire à celle d'*A. henstii* (Rene de Roland, 2000).

Thorstrom & La Marca (2000) ont trouvé un phénomène de siblicide chez cette espèce lors de leur étude à Masoala. Le premier poussin a tué le deuxième qui est moins vigoureux que lui par des coups de bec. Ce cas n'est pas trouvé dans le site d'étude à cause de la petite taille de la couvée.

Basé sur les observations réalisées au cours de cette étude, les poussins de *Polyboroides radiatus* sont aptes à s'envoler quand ils atteignent 55 jours en moyenne mais Thorstrom & La Marca (2000) ont rapporté qu'ils quittent leur nid à 50 jours. L'envol des poussins dépend surtout de leur force physique à faire des mouvements et de leur état physique. Etant donné que ces mouvements demandent beaucoup d'énergie, la disponibilité et la qualité de la nourriture, et la capacité physique de ces animaux pourraient ainsi expliquer en partie la différence entre les temps d'envol de poussins. En outre, la durée avant l'envol est moins courte chez d'autres espèces comme les cas d'*A. henstii* (44 jours) (Rene de Roland, 2000) et d'*E. astur* (45 jours) (Benjara, 2015). La taille des espèces pourrait être à l'origine de cette différence.

Malgré toutes les informations obtenues, la détermination de la période de dispersion des juvéniles constitue encore une faille pour cette étude comme pour les autres études antérieures. Ainsi, l'extension de la période d'étude jusqu'à ce stade est d'une importance capitale afin de combler cette lacune.

## Conclusion et recommandations

Cette étude a permis de collecter des informations sur le succès de la reproduction et les comportements de *Polyboroides radiatus*. Elles complètent davantage celles qui sont déjà disponibles et permettent ainsi de connaître mieux la biologie et les comportements de l'espèce étudiée. Ces données servent également un outil de base pour l'élaboration du plan de sa conservation et de la biodiversité de l'AP de Bemanevika. Pour ce faire, les points suivants sont suggérés : un recensement couvrant la totalité de l'AP s'avère également nécessaire pour connaître la taille de la population restante ; une étude approfondie sur les causes du faible succès de reproduction chez cette espèce serait à mener ; et finalement, l'optimisation de l'effort de sensibilisation de la population riveraine est d'une importance capitale afin d'assurer la pérennisation de la population existante dans cette AP.

## Remerciements

Nous adressons nos sincères remerciements aux bailleurs qui supportent les activités du projet The Peregrine Fund à Madagascar. Nous formulons également nos sincères gratitude à Jeannette Rajesy et Tolojanahary Andriamalala pour leurs commentaires et critiques afin d'améliorer cet article. Nos remerciements s'adressent aussi au personnel du projet « The Peregrine Fund » pour leur contribution dans la collecte et l'analyse des données. Nous sommes reconnaissants envers Steve Goodman, Marie Jeanne Raherilalao et Roger Safford qui ont apporté des commentaires constructifs dans la version précédente de ce manuscrit.

## Références bibliographiques

- Andriamalala, T. R. A. 2005.** Contribution à l'étude de la biologie de reproduction du Milan noir à bec jaune *Milvus aegyptius* (Hartlaub, 1877) dans le complexe des trois lacs (Ankerika, Befotaka, Soamalipo) du District d'Antsalova. Mémoire de DEA, Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo, Antananarivo.
- Appert, O. 2011.** Zur Brutsaison der Vögel im Mangoky Gebiet, Südwest-Madagaskar. *Ornithologische Beobachter*, 108: 173-204.
- Benjara, A. 2015.** Biologie et écologie de l'Aigle serpenteur de Madagascar *Eutriorchis astur* (Sharp, 1875) dans la Nouvelle Aire Protégée de Bemanevika, District Bealanana. Mémoire de DEA en Biodiversité et Environnements Tropicaux, Université de Toliara, Toliara.
- Boshoff, A. F. 1997.** Gymnogone. In *The atlas of southern African birds*, volume 1: Non-passerines, eds. J. A. Harrison, D.G. Allan, L. G. Underhill, M. Herremans, A. J. Tree, V. Parker & C. J. Brown, pp. 244-245. BirdLife South Africa and Avian Demography Unit, Johannesburg, South Africa.
- Brown, L. & Amadon, D. 1989.** *Eagles, hawks and falcons of the world*, volume 1. Wellfleet, New York.
- Collias, N. E. & Collias, E. C. 1984.** *Nest building and bird behaviour*. Princeton University Press, Princeton.
- Dee, T.J. 1986.** *The endemic birds of Madagascar*. ICBP, Cambridge, U.K.
- Del Hoyo, J., Elliot, A. & Sargatal, J. 1994.** *Hand-book of the birds of the world*, volume 2. New World Vultures to Guinea fowl. Lynx Edicions, Barcelona.
- Goodman, S. M., Raherilalao, M. J. & Wohlhauser S. 2018.** *Les aires protégées terrestres de Madagascar : leur histoire, description et biote / The terrestrial protected areas of Madagascar: Their history, description, and biota*. Association Vahatra, Antananarivo.
- Karpanty, S. M. & Goodman, S. M. 1999.** Prey profile of the Madagascar Harrier-Hawk (*Polyboroides radiatus*)

- in southeastern Madagascar. *Journal of Raptor Research*, 33: 313-316.
- Langrand, O. 1995.** *Guide des oiseaux de Madagascar*. Délachaux et Niestlé. Lausanne.
- Newton, I. 1979.** *Population ecology of raptors*. Buteo Books, Vermillion, South Dakota.
- Rabarisoa, R., Watson, R. T., Thorstrom, R. & Berkelman, J. 1997.** Status of the Madagascar Fish eagle. *Ostrich*, 68(1): 8-12.
- Rajaonarison, J. L. & Rabe, A. H. 2010.** Etude d'impact environnemental et social de la Nouvelle Aire Protégée de Bemanevika, District Bealanana, Région Sofia. Rapport scientifique final, The Peregrine Fund, Antananarivo.
- Razafimanjato, G. 2001.** Etude bio-éco-éthologique comparative du Faucon pèlerin *Falco peregrinus* (Tunstall, 1771) des hauts-plateaux et de la partie sud de Madagascar. Mémoire de DEA en Sciences Biologiques Appliquées, Université d'Antananarivo, Antananarivo.
- Razarazafy, D. 2015.** Biologie de la reproduction de Polyboride rayé : *Polyboroides radiatus* (Scopoli, 1876), dans la Nouvelle Aire Protégée (NAP) de Bemanevika (Bealanana). Mémoire de DEA en Biodiversité et Environnements Tropicaux, Université de Toliara, Toliara.
- Rene de Roland, L. A. 2000.** Contribution à l'étude biologique, écologique et éthologique de trois espèces d'*Accipiter* dans la presqu'île de Masoala. Thèse de Doctorat de troisième cycle en Biologie, Ecologie et Conservation Animales, Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo, Antananarivo.
- Rene de Roland, L.-A. 2013.** Madagascar Harrier-hawk *Polyboroides radiatus* *Gymnogène de Madagascar*. In *The birds of Africa, volume VIII, The Malagasy region*, eds. R. Safford & F. Hawkins, pp. 283-285. Christopher Helm London.
- Robenarimangason, H. 1999.** Contribution à l'étude biologique, écologique, et éthologique de la famille de Falconidae, Faucon de Newton, *Falco newtoni*, et Faucon à ventre rayé, *Falco zoniventris*, dans la partie occidentale de la presqu'île de Masoala. Mémoire de DEA, Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo, Antananarivo.
- Roland, E. 1990.** Que signifie la curieuse parade du fauconnet à collier *Microhierax caerulescens* (L)? *Revue d'écologie (Terre Vie)*, 45: 289-293.
- Tarboton, W. R. 1978.** Avian populations in Transvaal savanna. In *Proceedings IV Pan African Ornithological Conference*, ed. D. N. Johnson, pp 113-124. *Ostrich* (Supplement).
- The Peregrine Fund. 2014.** Plan d'aménagement et de gestion de la Nouvelle Aire Protégée de Bemanevika. Rapport non publié. The Peregrine Fund, Antananarivo.
- Thorstrom, R. & La Marca, G. 2000.** Nesting biology and behavior of the Madagascar Harrier-Hawk *Polyboroides radiatus* in northeastern Madagascar. *Journal of Raptor Research*, 34(2): 120-125.
- Thorstrom, R. & René de Roland, L.-A. 2000.** First nest description, breeding behavior and distribution of the Madagascar Serpent-Eagle *Eutriorchis astur*. *Ibis*, 142: 217-224.
- Thurrow, T. L. & H. L. Black. 1981.** Ecology and behaviour of the Gymnogène. *Ostrich*, 52: 25-35.
- Village A. 1990.** Raptors biology: Reproduction. In *Bird of prey*, ed. I. Newton, pp. 124-140. Fact on File, Inc, U.S.A.
- Virani, M. & Watson, R. T. 1998.** Raptors in the east African tropics and western Indian. Ocean Islands: state of ecological knowledge and conservation status. *Journal of Raptor Research*, 30: 28-39.
- Watson, R. T., Razafindramanana, S., Thorstrom, R. & Rafanomezantsoa, S. 1999.** Breeding biology, extra-pair birds, productivity, siblicide and conservation of the Madagascar Fish Eagle. *Ostrich*, 70 (2): 105-111.