

OBSERVATIONS ÉCOLOGIQUES ET BIOLOGIQUES SUR *MADAGAPOTAMON HUMBERTI*, BOTT 1955. (Crustacé, Décapode, Potamonidé) du massif de l'Ankarana (Madagascar)

PAR

Mme S. VUILLEMIN

(Laboratoire de Zoologie — Biologie générale)

RÉSUMÉ

Sur le plateau karstique de l'Ankarana (province de Diégo-Suarez) où se situe le biotope du Potamonidé *Madagapotamon humberti*, Bott 1955, des journées chaudes à température atmosphérique $\geq 25^{\circ}$ C sévissent constamment.

Les précipitations abondantes au cours de l'été, de décembre (602 mm.5 en 28 jours en 1967) à mars (138 mm.9 en 10 jours en 1963) se raréfient d'avril-mai à novembre.

Pendant cette période, les vents desséchants d'Est et l'alizé augmentent en fréquence et en violence ($50 \text{ km/h} < V \leq 75 \text{ km/h}$) accélérant l'évaporation.

Les mois d'août, septembre, octobre caractérisés par une insolation dépassant la demi-journée présentent parfois un déficit hydrique ; (précipitations $<$ évaporation).

Le manque d'eau joint, à une température minimale moyenne mensuelle basse pour le lieu (18° 9 en août 1963) et à un écart maximum (9° 9 C) des températures maximale et minimale moyennes mensuelles contraignent le crabe à mener une vie cavernicole dans des grottes profondes mais humides pour survivre et pouvoir réapparaître en surface au retour de la saison pluvieuse.

SUMMARY

On the « karstique » plateau of the Ankarana (Diégo-Suarez province), where the biotope of *Madagapotamon humberti* Bott, 1955 (Potamonidae) is situated, the days are continually hot with atmospheric temperature of $\geq 25^{\circ}$ C.

The abundant rains during the summer, from December (602,5 mm in 28 days in 1967) to march (138,9 mm in 10 days in 1963) become scarcer from april or may to november.

During this period withering winds from the East and tradewinds become more frequent and violent (50 to 75 km/h), increasing evaporation.

The months august, september and october, characterised by more than 12 hours of sunshine, sometimes show a negative water-balance (rain-fall $<$ evaporation).

The lack of water, combined with a low (for the area) mean monthly minimum temperature (18° 9 C in august 1963) and a maximum difference (9° 9 C) between the maximum and minimum mean monthly temperatures, force the crab to lead a subterranean life in deep but humid caves, in order to survive and be able to reappear on the surface when the rainy season returns.

I. MILIEU PHYSIQUE : L'ANKARANA

A. SITUATION ET NATURE

(LEMOINE, 1906 ; SAINT-OURS, 1958 ; BATTISTINI, 1965)

L'Ankarana représente la partie ouest d'un plateau calcaire barrant obliquement tout le nord de l'Ile, du nord d'Ambilobe à l'Océan Indien. Il fait suite, dans le secteur des Antankares, à l'escarpement long de 60 kilomètres de l'Analamera-Andrafiarana, allant de la Baie de Loky au Nord-Est, à la Mananjeba.

L'Ankarana et l'Andrafiarana sont séparés par une zone basse livrant passage à la route Ambilobe — Diégo, sur des coulées volcaniques récentes.

Bien que découpé, le plateau de l'Ankarana forme une dalle épaisse de calcaire jurassique, longue de 30 kilomètres environ, orientée du Nord-Est au Sud-Ouest et s'amenuisant du Nord (7 km de large) au Sud où elle se réduit à une enfilade de reliefs calcaires isolés surplombant la plaine alluviale de la Mananjeba et de la Mahavavy.

À l'Ouest, le plateau de l'Ankarana se termine par une falaise calcaire abrupte dominant des coulées basaltiques de la Montagne d'Ambre et surplombant la plaine littorale de 150 à 200 mètres.

Cette falaise est la « muraille de l'Ankarana », escarpement rectiligne de faille d'après BATTISTINI (1965).

Attaqué par l'érosion karstique, le plateau présente des lapiès spectaculaires de 10 à 15 mètres de haut que l'on observe aussi le long de la muraille.

La circulation sur les pentes du plateau est d'ailleurs rendue difficile par les innombrables éboulis rocheux, déchiquetés en lames ou en aiguilles, envahis d'épineux. La région supérieure des massifs de l'Ankarana est faite de calcaires cristallins très durs parfois coralliens.

L'examen microscopique révèle que des fragments de coquilles, réduites à des granulations sphériques, sont cimentés par de la calcite (SAINT-OURS, 1958).

B. VÉGÉTATION

D'après PERRIER de la BATHIE (1936), la végétation varie surtout en fonction de la nature du sol, aux basses altitudes de l'Ouest et du Nord où il distingue :

- Les broussailles xérophiles des dalles rocheuses exposées au soleil ;
- Les bois des terrains siliceux ;
- Les bois des terrains calcaires où le caractère xérique de la végétation s'accroît.

Les pentes du plateau calcaire de l'Ankarana disparaissent sous une forêt dense dont les arbres aux troncs minces dominent un sous-bois (*Pl. IV*), riche en lianes aphyllées, en euphorbes coralliformes et en buissons épineux achevant de les rendre inhospitalières. C'est au coupe-coupe qu'il faut se frayer un passage pour pouvoir accéder à la muraille.

Selon HUMBERT et COURS DARNE (1965), des espèces végétales, endémiques, sans moyen de dissémination à grande distance comme le *Tetrapterocarpon geayi* Humb., propres à la végétation xérophile de l'extrême Sud, se retrouvent sur les causses calcaires de l'Ankarana et de l'Analamera renforçant l'hypothèse d'une ancienne liaison des massifs calcaires de l'extrême Sud et de l'extrême Nord.

C. HYDROGRAPHIE

De nombreuses grottes qui ont autrefois servi de refuges aux populations Antankares sont creusées dans le plateau et la muraille. L'exploration spéléologique du massif faite à partir de la grotte d'Andrafiabe s'ouvrant au pied de la muraille occidentale a révélé à COQUET et SAINT-OURS, (1964) que le plateau de l'Ankarana contient un réseau de drainage entièrement souterrain, probablement très dense, anastomosé et aboutissant à des résurgences situées vers l'extrémité sud du plateau. Ces résurgences forment les sources de la rivière Antanakarana. L'une d'elles, importante, alimente la rivière Ankarana, bras nord de la Mananjeba traversant sûrement deux fois la muraille d'après LEMOINE (1906).

La grotte d'Andrafiabe possède une large rivière souterraine coulant en direction du Sud-Ouest mais s'asséchant en fin de saison des pluies (SAINT-OURS, 1959). Cette grotte donne accès à plusieurs kilomètres de galeries (5 km 600 explorés) riches en stalactites et stalagmites et généralement sèches en dehors de la saison des pluies (BATTISTINI, 1965).

D'autre part, selon BESAIRIE et COLLIGNON (1965), toutes les rivières temporaires du secteur Est se perdent rapidement dans les calcaires à gouffres visibles ou à dolines perméables, après la traversée de la route Ambilobe-Diégo.

SAINT-OURS (1958) signale d'ailleurs qu'il n'y a pas d'eau en saison sèche, (sauf sur quelques zones argileuses) dans le plateau calcaire Ankarana — Andrafiarana — Analamera.

Le réseau de drainage karstique du plateau de l'Ankarana est donc tributaire de la saison des pluies et au cours de cette période, la circulation des eaux incrustantes se fait dans le sens Nord-Est — Sud-Ouest (*Pl. II*).

D. LOCALISATION DU BIOTOPE

À 100 kilomètres au sud de Diégo-Suarez, la Besaloba rivière temporaire qui descend de l'Andrafiarana forme à l'ouest de la route Diégo-Ambilobe, une boucle et emprunte comme lit la dépression d'une coulée basaltique de la Montagne d'Ambre qui longe une partie du bord oriental du plateau de l'Ankarana. Cette rivière présente ensuite une boucle à l'est de la route Diégo-Ambilobe puis traverse cette dernière plus au Sud pour aller se perdre à l'Ouest, pendant la saison des pluies, dans un gouffre du plateau de l'Ankarana où une vaste galerie, avec laisses d'eau sans écoulement a été suivie sur 700 mètres jusqu'à une voûte mouillante par SAINT-OURS en 1959.

Au cours de cette période, la rivière dont les eaux sont hautes ne peut être traversée qu'en escaladant les énormes blocs de basalte, suffisamment rapprochés par endroits, qui émergent de son lit.

Après la saison des pluies, le lit de la rivière desséchée ne présente que quelques rares mares d'eau.

C'est au niveau de la première boucle ouest de la Besaboba, sur les pentes boisées et raides du Nord-Est du plateau de l'Ankarana, à 50 mètres de la rive droite très surélevée par rapport à la rivière que commence le biotope du Potamonidé.

Ce biotope s'étend en direction de la base de la « Muraille », jusqu'à mi-pente, sous une futaie dense, ombragée (Pl. III et IV), à sous-bois inextricable, encombré de nombreux blocs isolés de 1 mètre à 15 mètres de haut environ, dus à l'érosion ruini-forme des calcaires et qui sont autant de refuges à *Madagapotamon*. Seuls les plus hauts massifs, à sommet ensoleillé, émergeant entre les arbres, ne recèlent de crabes que sur leur base.

Pour *Madagapotamon*, crabe ombrophile, la limite supérieure de son biotope est fixée par l'ensoleillement total des blocs lapiézés se dressant dans les trouées de la mi-pente supérieure du plateau de l'Ankarana.

Avec leurs parois déchiquetées (Pl. V), leurs sommets ciselés de clochetons, cannelés à crêtes aigues (Pl. VII, ph. 1), les rochers éboulés offrent un spectacle étrange. Certains d'entre eux sont coiffés d'une dalle inclinée dont la surface est creusée de cavités juxtaposées de 10 centimètres de diamètre et de 6 centimètres de profondeur, limitées par un bord en arête aigue, coupante (Pl. VI, pl. 1 et 2). Au cours de la saison des pluies ces cavités sont autant de micro-piscines à ciel ouvert contenant parfois une exuvie révélant que les Potamonidés viennent muer en ces lieux.

Les parois latérales des rochers sont percées de trous menant à des cavernes plus ou moins sphériques d'une dizaine de centimètres de diamètre, dont le fond tapissé d'un faible dépôt terreux est recouvert de 3 à 4 centimètres d'eau pendant la saison des pluies (Pl. VII, ph. 2).

C'est en prospectant ces micro-piscines cavernicoles le 22 février 1967 que nous avons trouvé des *Madagapotamon* à raison d'un individu par cavité, flottant dans l'eau tout en laissant les pédoncules oculaires émergés, tels des périscoptes.

L'un d'entre eux, à la carapace molle, venait de muer. D'autres ont mué au cours de la nuit suivante dans l'eau douce d'un bac maintenu incliné de façon à présenter une partie sèche et une partie submergée.

Au cours de l'exuviation, la sortie du corps de la plupart de ces crabes s'est produite entre le bord postérieur de la carapace et le premier tergite abdominal, après rupture de la ligne épimerienne de la carapace. Toutefois, deux exemplaires ont présenté une exuviation céphalique rappelant celle constatée par PICHOD — VIALE en 1967.

Trois *Madagapotamon* seulement ont été capturés sur la litière épaisse et humide de feuilles mortes (Pl. IV, V), qui couvre le sol car la teinte

orange de leur carapace ne permet guère de les distinguer de celle du fond surtout s'ils sont immobiles. *Madagapotamon* est alors aussi difficilement repérable sur les feuilles qui jonchent le sol du plateau de l'Ankarana que l'est *Gecarcinautes antongilensis antongilensis* (RATHBUN, 1905) dans le sous-bois de la Montagne des Français : la carapace blanche de ce Potamonidé se confond avec les pierres mêlées aux feuilles mortes à l'entour d'éboulis rocheux calcaires.

Les plus gros exemplaires de *Madagapotamon* du plateau de l'Ankarana ont été extraits de fentes ou de cavités dépourvues d'eau mais humides, en février 1967, situées à flanc de rochers ou sous ces derniers, au contact du sol. Leur présence en ces lieux semble liée plus à la recherche de nourriture d'isopodes Oniscoides, cavernicoles, temporaires dont ils se nourrissent, qu'à un état lucifuge.

En effet, nous avons pu observer des individus qui se déplaçaient sur les parois plus ou moins verticales des rochers. Leur carapace orange dressée sur de longs péréiopodes, lie de vin, se détachait nettement de la teinte d'un blanc grisâtre des calcaires. Retenues solidement aux granulosités de la surface rocheuse par les dactylopodites acérés des p2, p3, p4, p5, ils grimpaient ou descendaient des rochers, cherchant probablement une micro-caverne, en quête soit de nourriture, soit d'eau pour muer. L'absorption d'eau par voie digestive (DRACH, 1939 ; DANDRIFOSSE, 1966) est en effet nécessaire pour provoquer l'exuviation et l'accroissement de la taille consécutif. En outre, chez *Madagapotamon*, l'eau facilite mécaniquement l'exuviation car ce Potamonidé, prédateur, à carapace mince, très léger (voir tableau) flotte dans l'eau grâce aux deux chambres pulmonaires et à des poches stomacales remplies d'air qui font office de flotteurs.

D'autre part, c'est uniquement dans l'eau stagnante des microcavernes de la paroi des blocs calcaires que les crabes peuvent trouver en dissolution le calcium nécessaire à la première consolidation de la carapace, les réserves calciques de l'hépatopancréas étant insuffisantes chez les Crustacés d'après DRACH (1939). En effet, ces calcaires contiennent d'après BESAIRIE et COLLIGNON (1965) :

SiO ₂	6. 73
Al ₂ O ₃ }	2. 29
Fe ₂ O ₃ }	
Ca O	43. 30
Mg O	1. 68
Perte au feu	39. 88
	98. 88 %

C'est dans une humidité atmosphérique de 93 p. 100 à 26° C que les crabes ont été récoltés le 22 février 1967 à l'ombre de la forêt où des milliers de Moustiques nous harcelaient. A 13 h. 30, l'humidité était de 88 p. 100 pour une température atmosphérique de 27° C.

En octobre 1967, en fin de saison sèche, sous les arbres et arbustes dépouillés pour la plupart de leurs feuilles, entraînant un ensoleillement plus ou moins total des rochers, aucun crabe n'a été aperçu. Il est probable qu'au cours de cette saison, les *Madagapotamon* se réfugient en profondeur, sous les blocs fissurés, dans les rares grottes qui demeureraient suffisamment humides pour leur permettre d'attendre le retour des pluies.

C'est que d'après PAULIAN (1961) « peu de ces cavités conservent de l'humidité. Certaines d'entre elles comportent des salles à revêtement continu de calcite recristallisée sans traces de terre, d'apports organiques extérieurs ou de racines ; d'autres sont envahies par les racines des arbres du couvert forestier ou par des débris de toutes sortes apportés par les eaux. Elles sont en partie au-dessous du niveau de la plaine qui est généralement inondable en saison des pluies ».

Madagapotamon humberti, Bott 1965

	Poids (grammes)	Hauteur médio-dorsale de la carapace (cm)	Largeur maximale de la carapace (cm)	Observation
♂	2,2	1,6	2	ss p2 gauche, p5 droit. sans p5 droit. a mué dans la nuit 24. 25/2.
	2,55	1,6	2	
	2,2	1,5	2	
	3,25	1,8	2,3	
	4,05	1,9	2,6	
	3,55	1,8	2,4	
	1,35	1,4	1,7	
	1,57	1,4	1,8	
	10,06	2,4	3,2	
	2,42	1,6	2,1	
	3,35	1,8	2,5	
	♀	1,37	1,5	
2,2		1,6	2,1	
1,77		1,5	1,9	
1,32		1,4	1,7	
2,3		1,6	2,2	
2,2		1,6	2	
2,95		1,8	2,2	
2,2		1,6	2	

II. CLIMAT

Adapté à la vie terrestre, *Madagapotamon* est biologiquement tributaire de facteurs climatiques lui assurant une respiration pulmonaire, une reproduction et une croissance satisfaisantes.

1. TEMPÉRATURE ATMOSPHÉRIQUE

(cf. tableau en annexe)

La température atmosphérique facteur climatique important a mené RAVET (1956) à caractériser dans la région du Nord (Diégo-Suarez) une saison chaude et une saison fraîche :

Saison chaude : Amplitude de l'oscillation du maximum journalier 8° 6, amplitude de l'oscillation du minimum journalier 3° 7. Maximum de variation du maximum pour deux jours consécutifs 5° 3 (à la suite de fortes pluies) ; maximum de variation du minimum pour deux jours consécutifs 2° 1. Amplitude de la variation diurne de 3° à 9° 7.

Saison fraîche : Amplitude de l'oscillation du maximum journalier 4° 1 ; amplitude de l'oscillation du minimum journalier 4° 6. Maximum de variation du maximum pour deux jours consécutifs 3° 1 ; maximum de variation du minimum pour deux jours consécutifs 3° 2. Les variations des maximums sont moins importantes que pendant la saison chaude ; par contre, les variations des minimums sont un peu plus fortes, amplitude de la variation diurne de 6° 2 à 11° 4.

D'après les renseignements climatologiques fournis par la Météorologie Nationale de Tananarive, sur Diégo-Suarez (cf. *tableau des températures atmosphériques*) il ressort que le biotope de *Madagapotamon* est situé dans une région de Madagascar où constamment des journées chaudes à températures $\geq 25^\circ \text{C}$ se font sentir.

De 1963 à 1967, la t° maximale moyenne mensuelle (T_x) varie de 27° C (juillet, 1963) à 32° C (novembre, 1963). La température minimale moyenne mensuelle (T_n) oscille de 18° 8 C (juillet, 1964) à 23° 7 C (janvier, 1964).

Le nombre (N) de jours chauds à $t^\circ \geq 30^\circ \text{C}$ entraîne des variations climatiques caractéristiques du biotope.

Années	N	Durée	Période	Maximum de fréquence
1963	21 < N < 30	7 mois	Janvier, mars-mai. Octobre - décembre.	Novembre (N = 30)
	N = 14	Février.	
1964	21 < N < 31	6 mois	Janvier-avril, Novembre-décembre.	Décembre (N = 31)
	N = 15	Octobre.	
1965	23 < N < 28	5 mois	Janvier, avril, octobre - décembre.	Novembre
	11 < N < 16	4 mois	Février, mars, mai, septembre	(N = 28)
1966	20 < N < 29	8 mois	Janvier-mai, octobre - décembre.	Novembre (N = 29)
	N = 18	Septembre.	
1967	21 < N < 29	4 mois	Mars, avril, octobre, novembre.	Novembre
	12 < N < 19	3 mois	Janvier, février, décembre.	(N = 29)

C'est en novembre que le maximum de fréquence des jours chauds à $t^{\circ} \geq 30^{\circ} \text{C}$ se manifeste le plus souvent.

D'ailleurs, la température maximale, en valeur absolue, enregistrée à Diégo-Suarez serait de $36^{\circ} 7 \text{C}$ en novembre d'après RAVET (1952).

La fréquence des jours chauds à $t^{\circ} \geq 30^{\circ} \text{C}$ diminue brusquement en mai ou juin. Et N est inférieur à 10 pour une période de 3 à 5 mois appartenant à l'hiver austral.

Années	N < 10	Durée
1963	Juin-septembre	4 mois
1964	Mai-septembre	5 mois
1965	Juin-août	3 mois
1966	Juin-août	3 mois
1967	Juin-septembre	4 mois

C'est en juillet — août, en général que la fréquence des jours chauds à $t^{\circ} \geq 30^{\circ} \text{C}$ est la plus faible si ce n'est nulle.

Au cours de ces 2 mois, la t° minimale moyenne mensuelle est inférieure à 20°C .

Fréquence minimale	Mois	Tx et Tn
1963 (N = 0)	Juillet	(Tx = $27^{\circ} 4\text{C}$)
	Août	(Tn = $19^{\circ} 7\text{C}$)
1964 (N = 0)	Juillet	(Tx = $27^{\circ} 4\text{C}$) valeurs mini- (Tn = $18^{\circ} 9\text{C}$) males pour l'année.
	Juillet	(Tx = $21^{\circ} 8\text{C}$) valeurs mini- (Tn = $18^{\circ} 8\text{C}$) males pour l'année.
1965 (N = 1)	Juin	(Tx = $28^{\circ} 6\text{C}$)
	Juillet	(Tn = 19°C)
1966 (N = 2)	Juillet	(Tx = $28^{\circ} 5\text{C}$) valeurs mini- (Tn = 19°C) males pour l'année.
	Août	(Tx = $28^{\circ} 7\text{C}$) valeurs mini- (Tn = $19^{\circ} 4\text{C}$) males pour l'année.
1967 (N = 3)	Juin	(Tx = $29^{\circ} 1\text{C}$)
	Juillet	(Tn = $20^{\circ} 1\text{C}$)
	Juillet	(Tx = $28^{\circ} 7\text{C}$)
	Août	(Tn = $19^{\circ} 4\text{C}$)
		(Tx = $28^{\circ} 3\text{C}$) valeurs mini- (Tn = $19^{\circ} 1\text{C}$) males pour l'année.

Madagapotamon survit aux températures $<$ à 20°C . Elevés pendant plus de 5 mois au laboratoire,

à Tananarive, dans un terrarium fait de rochers et de feuilles mortes jouxtant une « micro-piscine » d'eau de pluie, des exemplaires de ce Potamonidé ont vécu à des températures atmosphériques dont les valeurs absolues sont les suivantes :

Février	Mars 1968	22°C
Avril	Mi-juin 1968	20°C
Mi-juin	Mi-juillet 1968	18°C
Mi-juillet	Fin-juillet 1968	17°C

Or, la valeur absolue de la température minimale enregistrée à Diégo-Suarez par RAVET est de 17°C en juillet.

Néanmoins, les températures les plus caractéristiques du biotope de *Madagapotamon* sont les températures maximales moyennes mensuelles. Elles sont élevées, agissent sur l'humidité, l'évaporation et sont sujettes à de fortes variations dépendant du régime des vents.

2. INSOLATION (cf. tableau en annexe)

D'après les statistiques établies de 1963 à 1967, l'insolation maximale quotidienne, de chaque mois, exprimée en heures et dixièmes varie de 10 h. 6 à 12 h. 7.

L'insolation quotidienne d'une durée au moins égale à une demi-journée se rencontre au maximum 3 fois au cours d'une année :

- 1963 : en janvier et décembre ;
- 1964 : en novembre ;
- 1965 : en octobre, novembre, décembre ;
- 1966 : en janvier, octobre novembre ;
- 1967 : en février et novembre.

C'est donc au cours de la période allant d'octobre à février que se manifeste une insolation maximale quotidienne d'une durée comprise entre 12 h. et 12 h. 7. Le mois de novembre semble avoir le privilège de bénéficier souvent d'une insolation maximale quotidienne de plus de 12 heures :

$$12.1 \leq I. x q \leq 12.7$$

La moyenne mensuelle de l'insolation est en général minimale en février (été austral) et maximale en octobre (en fin de saison hivernale).

MOYENNE MENSUELLE

Années	Maximale	Minimale
1963	10.4 en octobre	5.8 en février.
1964	10.8 en octobre.	6.2 en février.
1965	10.9 en août. (10.2 en octobre et novembre).	6.6. en février.
1966	10.4 en mai et septembre. (10.1 en octobre).	7.4 en janvier. (7.6. en février).
1967	10.5 en octobre.	5.5. en décembre.

La luminosité solaire atteint les rochers en hiver, lorsque la plupart des arbres de la forêt du plateau de l'Ankarana sont dépouillés de leurs feuilles. Elle provoque la disparition des Potamonidés, qui se sont révélés ombrophiles, dans des anfractuosités rocheuses profondes, des cavités souterraines creusées dans les calcaires redisséqués.

D'autre part, la luminosité jointe au rayonnement solaire qu'on ne peut dissocier favorise l'évaporation. Elle est particulièrement néfaste, au cours de la période hivernale pendant laquelle les jours de pluies sont rares et les précipitations faibles car elle favorise l'évaporation de l'eau qui pourrait s'accumuler dans des cavités rocheuses ou ruisseler.

L'hiver austral s'étendant d'avril-mai à octobre-novembre a une luminosité qui varie de 7.3 à 10.9 de 1963 à 1967.

L'insolation qui se manifeste mensuellement à une durée qui varie en moyenne de 1/4 de journée à la demi-journée. Cette longue luminosité crée une photosynthèse intense assurant une atmosphère plus oxygénée, salubre aux Potamonidés dont la respiration pulmonaire est très importante.

3. LES VENTS (cf. tableau en annexe)

Le régime des vents a une influence capitale sur la biogéographie insulaire. Or la masse d'air tropical, austral de l'océan Indien est affecté par l'alizé du Sud-Est (Varatraza) et par la mousson du Nord-Ouest (Talió).

a. L'alizé austral :

Comme l'orientation générale de l'île est perpendiculaire à la direction de l'alizé austral, le vent principal de Madagascar est l'alizé du Sud-Est. La couche inférieure de ce vent humide qui souffle en permanence sur la côte orientale est déviée par les montagnes vers le Nord sur la côte Nord-Est.

Le plateau de l'Ankarana, orienté du Nord-Est au Sud-Ouest reçoit les vents d'Est et du Sud-Est.

En effet, par les percées permettant le passage de la Mahavavy, de la Mananjeba, de la Loky, la première cuesta gréseuse dite de l'Andavakoera (altitude, 584 mètres) ne forme pas un écran protecteur. Il en est de même de la seconde cuesta karstique Andrafiarena — Analamera, d'altitude moyenne 600 mètres qui est séparée de la première cuesta par une zone déprimée drainée par la Loky et son affluent l'Andrevobe.

L'Analamera, entaillé de vallées profondes est coupé au sud de l'Irodo par le large fossé (5 kilomètres de large) d'effondrement d'Andranomantsy, de direction Nord-Ouest — Sud-Est, abaissant les hauteurs.

Quant à l'Andrafiarena, son relief karstique s'évanouit vers le Sud, près de la zone basse qui le sépare de l'Ankarana laissant ainsi les vents atteindre le plateau de l'Ankarana.

Les couches supérieures de l'alizé austral atteignent les plateaux au centre de l'île. Lorsqu'elles arrivent sur les pentes occidentales après avoir perdu beaucoup de leur humidité, elles accentuent considérablement la sécheresse des plaines du Nord-Ouest sur lesquelles souffle alors le foehn.

La grande activité du vent dominant du Sud-Est se manifeste pendant l'hiver austral. Au cours de la période allant de 1960 à 1967, c'est en juillet, août, septembre, octobre que sa vitesse maximum, 51 kilomètres < V ≤ 75 kilomètres, est atteinte, le plus souvent à midi, d'après les données du Service Météorologique de Diégo-Suarez, station la plus venteuse de l'île.

De mai à novembre, la fréquence maximum des vents du Sud-Est varie de 82 p. 100 (mai, juillet à 7 heures) à 84 p. 100 (novembre à 7 heures) en passant par un maximum de 96 p. 100 (août, à 7 heures).

b. La Mousson

C'est en été que la mousson (GUILCHER, 1956), du Nord-Ouest, à bout de course atteint la côte ouest malgache et se substitue à la brise de terre qui souffle la nuit.

Durant l'été austral, le nord de Madagascar se trouve donc au contact d'un alizé affaibli et de la mousson du Nord-Ouest qui s'estompe. Il en résulte un accroissement de l'instabilité de l'air et un état favorable aux précipitations. Ce plateau de l'Ankarana qui reçoit les vents d'Est et du Sud-Est présente sa muraille à la mousson.

L'été austral est aussi une saison cyclonique. D'une façon générale, les trajectoires des cyclones se déroulent de l'Est vers l'Ouest en passant sur les Mascareignes et Tromelin et atteignent la côte orientale malgache. Parfois les cyclones traversent l'île et vont se perdre le plus souvent en mer dans le Mozambique. Quelques-uns se recourbent vers le Sud et viennent s'estomper sur la région ouest de Madagascar. C'est au cours de la nuit du 26 au 27 décembre 1965 que la dépression tropicale « chaude » a atteint la côte nord-est de Madagascar. Elle a traversé rapidement le nord de l'île à la vitesse maximale instantanée de 112 kilomètres à l'heure et a provoqué des précipitations abondantes.

4. PRÉCIPITATIONS (cf. tableau en annexe)

La pluviométrie, élément fondamental caractérisant le climat proprement dit est un facteur d'une importance vitale dans la biologie de *Madagapoton*.

En comparant la pluviosité annuelle de Diégo-Suarez à celle d'Anivorano-Nord, située au Sud, sur la surface générale de planèze du massif volcanique de la Montagne d'Ambre, à 30 kilomètres au nord-est du plateau de l'Ankarana, au cours des années 1963-1967, nous constatons que les précipitations sont plus fortes à Anivorano-Nord. En effet, la montagne d'Ambre de 1445 mètres d'altitude (1475 mètres au pic d'Ambre, point culminant), de 80 kilomètres de diamètre, dont la région élevée des cratères est couverte d'une dense forêt ombrophile, constitue le premier obstacle que rencontre l'alizé générateur de pluies. L'écran condensateur que forme la montagne d'Ambre entraîne des précipitations presque permanentes. La pluviométrie annuelle qui varie de 814 millimètres (1963) à 1596 millimètres 4 (1967) à Diégo-Suarez dépasse 2 500 millimètres à la montagne d'Ambre.

Aussi, pour ce qui concerne les précipitations, les données climatiques de la station d'Anivorano-Nord sont plus proches que celles de Diégo de celles qui pourraient être relevées sur le biotope de *Madagapotamon*. L'extrémité nord-est du plateau de l'Ankarana, jouxtant la planèze orientale de la montagne d'Ambre encadrée, à l'Est, comme à l'Ouest de coulées basaltiques récentes, a une pluviosité tributaire de la proximité de la montagne d'Ambre, de l'arrivée des vents d'Est et du Sud-Est sur ses pentes peu élevées mais boisées et de la rencontre en été de l'alizé avec la mousson du Nord-Ouest.

SAINT-OURS (1958) indique les hauteurs de pluie suivantes :

Pluies (en mm)	Novembre à avril	Mai à octobre	Total
Diégo-Suarez	850	36	888
Montagne d'Ambre	2 136	428	2 564
Ambilobe	1 893	77	1 970

BESAIRIEE et COLLIGNON (1965) signalent aussi que la plaine d'Ambilobe subit un climat à forte pluviométrie en été (1700 mm. à 1800 mm.) et une sécheresse prolongée en hiver, aggravée par un vent d'Est desséchant.

Avec ses 900 millimètres de pluviosité annuelle, la région de Diégo a un climat de tendance sub-aride, comparable à celui de l'extrême Sud (BATTISTINI, 1965).

Le nombre de jours de pluie de chaque mois révèle qu'en 1963, seul février présente deux semaines de pluie. Pour tous les autres mois de cette année.

$$1 < J < 10$$

De 1963 à 1967, le nombre de jours de pluie du mois de janvier augmente progressivement. S'il dépasse à peine la semaine (9 jours) en 1963, il dépasse les deux semaines en 1964 (17 jours), approche des 3 semaines en 1965 (20 jours) et 1966 (19 jours) pour être à un jour près de quatre semaines en 1967 (27 jours).

Février présente deux semaines de pluie en 1963, près de 3 semaines en 1964 (20 jours) et est entièrement pluvieux en 1965, à 1 jour près (27 jours). En 1966, les précipitations se produisent pendant un peu plus de 3 semaines (23 jours) et en 1967, pendant presque 3 semaines (19 jours).

Le nombre de jours de pluie du mois de mars passe de 1 semaine 1/2 environ en 1963 (10 jours) à trois semaines en 1967.

En 1964, 1965, 1966, 2 semaines 1/2 $< J <$ trois semaines.

En 1963, avril marque le début de la période sèche avec une pluviosité mensuelle de 7 millimètres 2 qui sont tombés en deux jours. Les précipitations s'étalent en avril 1964 et 1965, respectivement sur 12 jours et 11 jours pour atteindre un maximum de 15 jours en avril 1966 et 1967.

Au mois de mai 1964 (18 mm. en 2 jours), 1965 (30 mm.5 en 7 jours), 1966 (15 mm.6 en 6 jours) commence la saison sèche. En 1967, le mois de mai est pluvieux pendant 15 jours et le mois de juin amorce la période sèche avec 8 millimètres 6 de pluviosité totale pour 5 jours de pluie.

En somme, de 1963 à 1967, les mois de janvier, février, mars, avril deviennent d'année en année plus pluvieux par augmentation du nombre de leurs jours de pluie. L'étalement des jours de pluie s'accroît également au mois de mai de 1964 à 1967.

La fin de la saison des pluies se trouve alors retardée. Cette modification climatique a une importance capitale pour *Madagapotamon*, plus sensible au nombre de jours de pluies qu'à une forte chute de pluies.

La période hivernale de sécheresse caractérisée par une prédominance des mois qui ont tout au plus une semaine pluvieuse est d'environ 7 mois dans la région d'Anivorano-Nord, alors qu'à Diégo-Suarez elle atteint 8 mois (avril-novembre) en 1963 et 1965.

ANIVORANO-NORD

Années	Limites	Durée	Nom- bre de jours de pluie	Pluio- sité (mm)
1963	Avril-octobre	7 mois .	27	229.7
1964	Mai-novembre	7 mois .	50	138.1
1965	Mai-novembre	7 mois .	36	157.3
1966	Mai-novembre	7 mois .	41	97.9
1967	Juin-octobre	5 mois .	35	124.4

La répartition saisonnière des précipitations est la suivante :

Années	Saison estivale pluvieuse (mm)	Saison hivernale à faible pluviosité (mm)	Total annuel (mm)
1963	955.3	229.7	1 185
1964	1 115.9	138.1	1 264
1965	1 284.3	157.3	1 441.6
1966	1 221.6	97.9	1 319.5
1967	1 876.4	124.4	2 000.8

Chaque année, le plus souvent à la mi-saison hivernale, au cours de laquelle des orages (ou un cyclone) se produisent, la pluviosité mensuelle s'étale sur un nombre de jours qui est un maximum pour cette période. Cette pluviosité représente parfois (juillet 1963 et 1964, août 1965) la pluviosité mensuelle maximale de la saison hivernale.

Cette saison est en outre caractérisée par un mois à pluviosité mensuelle, minimale pour l'année et répartie sur un nombre minimal annuel de jours :

- 1963 : 1 mm.5 en 1 jour en septembre ;
- 1964 : 1 mm. en 1 jour en août ;
- 1965 : 8 mm.5 en 3 jours en juillet ;
- 1966 : 8 mm.3 en 4 jours en juin ;
- 1967 : 8 mm.6 en 5 jours en juin.

Du point de vue biologique, les critères climatiques importants sont ceux fournis par les relations entre la température atmosphérique et les précipitations et non par chacune de ces données prises isolément.

CARACTÉRISTIQUES PLUVIOMÉTRIQUES DES DEUX MOIS LES PLUS MARQUANTS DE LA SAISON HIVERNALE.

Hiver	Mois à durée de pluviosité mensuelle, maximale pour la saison	Mois à pluviosité mensuelle minimale et à durée la plus restreinte pour l'année
1963	<p>Juillet</p> <p>RR = 99.9 J = 8 Tx = 27°4 C (minimum annuel) Tn = 19°7 C (minimum 18°9 (en août) 31 jours à t° ≥ 25° C</p>	<p>Septembre</p> <p>RR = 1,5 J = 1 Tx = 28°6 C Tn = 19°6 C (minimum annuel) 1 j. ≥ 30° C 29 j. à 25° C ≤ t° < 30° C</p>
1964	<p>Juillet</p> <p>RR = 50.2 J = 15 Tx = 28°1 C (minimum) Tn = 18°8 C (annuel) 31 j. à 25° C ≤ t° < 30° C</p>	<p>Août</p> <p>RR = 1 J = 1 Tx = 28°1 C Tn = 18°9 C 2 jours à t° ≥ 30° C 29 j. à 25° C ≤ t° < 30° C</p>

Hiver	Mois à durée de pluviosité mensuelle, maximale pour la saison	Mois à pluviosité mensuelle minimale et à durée la plus restreinte pour l'année
1965	<p>Août</p> <p>RR = 26,3 cyclone « Brenda » J = 9 Tx = 28°6 C Tn = 19°1 C 3 jours à t° ≥ 30° C 28 j. à 25° C ≤ t° < 30° C</p>	<p>Juillet</p> <p>RR = 8,5 J = 3 Tx = 28°5 C (minimum) Tn = 19° C (annuel) 1 jour à t° ≥ 30° C 30 j. à 25° C ≤ t° < 30° C</p>
1966	<p>Août</p> <p>RR = 18,6 J = 8 Tx = 28°7 C, minimum Tn = 19°4 C annuel 2 jours à t° ≥ 30° C 29 j. à 25° C ≤ t° < 30° C</p>	<p>Juin</p> <p>RR = 8,3 J = 4 Tx = 29°4 C Tn = 20°5 C 9 jours à t° ≥ 30° C 21 j. à 25° C ≤ t° < 30° C</p>
1967	<p>Août</p> <p>RR = 51,3 J = 10 Tx = 28°3 C, minimum Tn = 19°1 C annuel 3 jours à t° ≥ 30° C 28 j. à 25° C ≤ t° < 30° C</p>	<p>Juin</p> <p>RR = 8,6 J = 5 Tx = 29°1 C Tn = 20°1 C 5 jours à t° ≥ 30° C 25 j. à 25° C ≤ t° < 30° C</p>

5. HUMIDITÉ ATMOSPHÉRIQUE (cf. tableau en annexe)

L'humidité atmosphérique a une importance capitale au cours de la saison sèche, car il est indispensable aux Potamonidés de maintenir humide leurs chambres respiratoires.

En effet, d'après Edney (1960), la diffusion de l'air à travers une membrane chitineuse deséchée n'est que le 1/30 de celle qui se produit au niveau d'une membrane chitineuse immergée.

La montagne d'Ambre, située à proximité du biotope joue un rôle très important de condensateur d'humidité.

Les variations, au cours de la période hivernale, de l'humidité relative maximale en 24 heures et de l'humidité relative minimale en 24 heures propres à chaque mois sont les suivantes :

Année	Période	Humidité relative maximale en 24 heures	Humidité relative minimale en 24 heures
1963	Août-octobre	72 % (septembre, octobre) à 87 % (juin)	49 % (juillet) à 64 % (avril)
1964	Mai-novembre	72 % (août) à 85 % (juin)	52 % (septembre) à 61 % (mai, octobre, novembre).
1965	Mai-novembre	79 % (juillet-août) à 88 % (juin)	56 % (août) à 64 % (mai)
1966	Mai-novembre	76 % (septembre) à 85 % (novembre)	54 % (juillet) à 68 % (mai)
1967	Mai-novembre	74 % (octobre) à 88 % (juillet)	59 % (juillet) à 64 % (septembre)

L'humidité relative minimale en 24 heures est un facteur climatologique vital pour ces crabes terrestres contraints à subir une longue saison sèche et ensoleillée.

De 1963 à 1967, la plus faible valeur atteinte par l'humidité relative minimale en 24 heures, pour la période hivernale connue pour l'année varie de 49 % à 59 % et semble s'élever avec les années.

L'écart mensuel entre l'humidité relative maximale en 24 heures et l'humidité relative minimale en 24 heures est le plus fort au cours de la saison hivernale pendant laquelle il varie de :

13 % (octobre) à 32 % (juillet) en 1963.

13 % (octobre) à 26 % (juin) en 1964.

18 % (juillet) à 26 % (juin) en 1965.

15 % (mai) à 26 % (août) en 1966.

14 % (octobre) à 28 % (août) en 1967.

6. ÉVAPORATION (ÉVALUÉE EN MILLIMÈTRES ET EN DIXIÈMES)

De 1963 à 1967, la moyenne mensuelle de l'évaporation maximale quotidienne est la plus faible en février.

MOYENNE MENSUELLE DE L'ÉVAPORATION MAXIMALE QUOTIDIENNE

Année	Minimum	Maximum
1963	2.4 en février	10.4 en septembre
1964	2 en février	15.2 en septembre
1965	2 en février	9 en octobre
1966	2.8 en février	9.7 en octobre
1967	2.1 en mars (2.2 en février)	8.6 en septembre

Or de 1963 à 1966, février est chaque année le mois le plus pluvieux. Il présente en effet la plus forte hauteur mensuelle de pluie et le plus grand nombre de jours de pluie. En 1967, la pluviosité du mois de février suit en importance, celle de décembre caractérisée par la plus grande hauteur mensuelle de pluie (602.5) étalée sur le maximum de jours (28).

C'est en septembre-octobre, que la moyenne mensuelle de l'évaporation maximale quotidienne est la plus forte de 1963 à 1967.

D'après LEGRIS et BLASCO (in HUMBERT et COURS DANE, 1965), un mois est sec lorsque le total mensuel des précipitations (en millimètres) est inférieur au double de la valeur moyenne mensuelle de la température exprimée en degrés centigrades ($P < 2t$).

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1963	2t	53.7	52.5	53.2	54.2	51.9	49.2	47.1	46.3	48.2	51.7	55.3	54.7
	P	170.6	380.8	138.9	7.2	46.3	65.7	99.9	6.8	1.5	2.3	93.4	171.6
	E	3.5	2.4	3.7	5.7	7.3	6.4	7.4	8.7	10.4	9.6	8.5	5.2
	Bilan (P-E)	167.1	378.4	135.2	1.5	39.0	59.3	92.5	1.9	8.9	7.3	85.9	166.4
					φφφφφφφφφφ								
					secs						très secs		
1964	2t	54.5	53.6	54.3	53.0	49.5	48.4	46.9	47.0	49.3	50.2	52.3	54.1
	P	368.9	404.8	138.3	113.1	18.0	20.3	50.2	1.0	9.8	11.2	27.6	101.7
	E	4.3	2.0	3.1	5.4	6.9	6.3	8.0	10.6	15.2	10.4	7.1	5.7
	Bilan (P-E)	363.7	402.8	135.2	107.7	11.1	14.0	42.2	9.6	5.4	0.8	20.5	96.0
					ooooo						φφφφφ	ooooo	
					secs					très secs		secs	
1965	2t	52.8	52.0	52.2	52.5	50.3	47.6	47.5	47.7	49.6	51.8	53.9	53.5
	P	206.1	452.2	280.9	70.5	30.5	9.8	8.5	26.5	17.0	44.0	21.0	274.6
	E	2.7	2.0	3.0	4.0	5.6	5.2	6.4	7.6	8.2	9.0	8.6	4.6
	Bilan (P-E)	203.4	450.2	277.9	66.5	24.9	4.6	2.1	18.9	8.8	35.0	13.4	270.0
					ooooo	φφφφφφφφφφ	ooooo	ooooo	ooooo	ooooo	ooooo	ooooo	ooooo
					secs								
1966	2t	53.5	53.7	53.5	52.7	52.0	49.9	48.6	48.1	49.9	51.5	53.3	53.8
	P	375.4	391.4	161.9	84.4	15.6	8.3	10.3	18.6	11.8	8.5	25.0	208.5
	E	4.6	2.8	3.7	4.0	4.6	7.7	8.0	8.4	9.0	9.7	6.5	4.6
	Bilan (P-E)	370.8	388.6	158.2	80.4	11.0	0.6	2.3	10.2	2.8	1.2	18.5	203.9
					ooooo	φφφφφφφφφφ	ooooo	ooooo	ooooo	ooooo	ooooo	ooooo	ooooo
					secs								
1967	2t	51.5	52.5	53.0	53.1	51.3	49.2	48.1	47.4	49.2	51.7	54.2	51.6
	P	368.9	392.8	207.8	170.7	34.8	8.6	20.8	51.3	23.9	19.8	98.9	602.5
	E	2.2	2.8	2.1	3.4	5.9	7.3	7.2	7.7	8.6	8.2	5.9	2.2
	Bilan (P-E)	366.7	390.0	205.7	163.3	28.9	1.3	13.6	43.6	15.3	11.6	93.0	600.3
					ooooo	ooooo	ooooo	ooooo	ooooo	ooooo	ooooo	ooooo	ooooo
					secs								

φφφφφφφφφφ == Mois le plus défavorisé par le bilan P - E. O.

ooooo == Mois à faible pluviosité.

== Mois déficitaire en eau.

En comparant l'évaporation à la pluviométrie, nous constatons qu'en 1963, l'évaporation l'emporte sur les précipitations au mois d'août, septembre, octobre, au cours desquels la moyenne mensuelle de l'insolation maximale quotidienne atteint ses plus hautes valeurs, soit respectivement : 9,1 ; 9,7 ; 10,4.

Le mois de septembre est le plus déficitaire en eau car il est caractérisé par des précipitations les plus faibles de l'année (1.5) qui tombent en un jour alors que la moyenne mensuelle de l'évaporation maximale quotidienne est la plus forte de l'année (10.4).

Août présente le plus faible déficit hydrique. La saison la plus sèche de l'année 1963 est donc limitée à août-septembre-octobre. Au mois d'avril 1963, les précipitations réparties sur 2 jours ne surpassent l'évaporation mensuelle que de 1 millimètre. Ce mois d'avril 1963, le plus défavorisé de l'année malgré la supériorité des précipitations sur l'évaporation mensuelle marque le début d'une période de 7 mois dont les 4 premiers ont une pluviosité relativement faible par rapport à celle des mois d'été et répartie sur peu de jours (2 à 8) et les 3 derniers sont caractérisés par un déficit en eau.

En août et septembre 1964 la pluviosité mensuelle, la plus faible de l'année (1 mm. tombé en 1 jour en août ; 9 mm.8 répartis sur 4 jours en septembre) est inférieure à la moyenne mensuelle d'évaporation qui atteint ses plus fortes valeurs (10,6 pour août, 15,2 pour septembre). Le plus grand déficit en eau est propre au mois d'août.

Ces deux mois représentent la période la plus sèche de l'année 1964 dont tous les autres mois ont une pluviosité mensuelle supérieure à la moyenne mensuelle d'évaporation. Parmi ceux-ci, octobre est le mois le plus défavorisé.

En effet, ses précipitations mensuelles réparties sur 6 jours ne sont supérieures que de 0.8 à la moyenne mensuelle d'évaporation. Ce trimestre de sécheresse fait suite au mois le plus arrosé de la période (juillet).

Après octobre, c'est mai qui est le plus défavorisé par le bilan pluviosité — évaporation. Avec ses 18 millimètres de pluviosité mensuelle tombés en deux jours et une moyenne d'évaporation mensuelle de 6.9, mai marque le début de la saison la moins pluvieuse de l'année 1964. Elle est même relativement sèche car s'étendant de mai à novembre, elle est caractérisée par deux mois de déficit hydrique.

En août 1965, le cyclone « Brenda » de faible intensité, formé dans l'alizé atteint la face orientale du Tsaratanàna à la vitesse de 31 kilomètres à l'heure. Il provoque d'abondantes précipitations sur la région du Nord-Est et fait de ce mois d'août le mois le plus arrosé (28 mm.5 répartis sur 9 jours) de la saison hivernale caractérisée par la prédominance de la pluviosité, mensuelle sur la moyenne mensuelle d'évaporation. Si l'année 1965 ne possède de mois à déficit hydrique, elle présente des mois plus ou moins défavorisés par le bilan pluviosité mensuelle - évaporation mensuelle.

La saison à faibles précipitations en peu de jours commence en 1965, en mai avec 7 jours de pluies (30 mm.5) et se termine en novembre avec 6 jours de pluies pour 21 millimètres de pluviosité mensuelle. Elle est coupée en deux périodes par le mois d'août qui doit sa relative abondance de précipitations au cyclone.

En 1966, les mois secs vont de mai à novembre avec 4 à 9 jours mensuels de pluies. Le mois d'octobre est celui qui présente un déficit hydrique et le mois de juin est le plus défavorisé des mois à faibles précipitations.

En 1967, le mois d'août, le plus arrosé de la saison (51 mm.3 en 10 jours) sépare 2 périodes défavorisées par le bilan pluviosité mensuelle — évaporation mensuelle.

La saison sèche s'étend d'avril-mai à octobre-novembre. Au cours de cette période, la fréquence des vents desséchants d'Est (44 % à midi en novembre) et de l'alizé (96 % en août) augmente (25 km/h < V ≤ 50 km/h à 51 km/h < V ≤ 75 km/h). La violence de l'alizé accélère l'évaporation.

L'insolation maximale quotidienne atteint une moyenne mensuelle qui dépasse la demi-journée et les écarts mensuels de températures (Tx — Tn) présentent un maximum de 9° 9 C.

Aussi, dans la seconde moitié de la saison sèche qui possède parfois des mois à déficit hydrique, *Madagapotamon* semble avoir opté pour une existence cavernicole dans des grottes profondes, encore humides. En effet, il ne se rencontre plus sur les feuilles mortes ou sur les rochers et ne réapparaît sur le plateau que lorsque la saison des pluies est à nouveau bien amorcée.

BIBLIOGRAPHIE

- BATTISTINI (R.). — *Problèmes géomorphologiques de l'extrême nord de Madagascar*. « Rev. Géogr. Univ. Madagascar, Tananarive », n° 6, 1-60, 1965.
- BAUCHAU (A.). — *La vie des Crabes*. « Ed. Lechevalier, Paris », 1-138, 1966.
- BESAIRE (H.) et COLLIGNON (M.). — *La géologie de la province de Diégo-Suarez*. « Trav. Bur. Géol. Tananarive », n° 171, 1-194, 1965.
- BOTT (R.). — *Die Süßwasserkrabben von Madagaskar (Crustacea, Decapoda)*. « Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. 2° sér., 37, 2, 335-350, 1965.
- COQUET (G.), de SAINT-OURS (J.). — *Exploration de la grotte d'Andrafiabe (30 kilomètres nord d'Ambilobe)*. « Rev. Géogr. Univ. Madagascar, Tananarive », n° 4, 133-136, 1964.
- DANDRIFOSSE (G.). — *Absorption de l'eau au moment de la mue chez un Crustacé Décapode, Maia squinado Herbst*. « Arch. Internat. Physiol. Biochim. Belg. » 74, 2, 329-331, 1966.
- DECARY (R.). — *Notes géologiques sur la région de Diégo-Suarez*. « Bull. Acad. Malgache », VI, 51-57, 1922 — 1923.

- DRACH (P.). — *Mue et cycle d'intermue chez les Crustacés Décapodes*. « Ann. Inst. Océanogr. », XIX, 103 — 391, 1939.
- EDNEY (E.-B.). — *Terrestrial adaptations in the physiology of Crustacea, I. Metabolism and growth*. « Waterman, Academic Press, New York », II, 367-393, 1950.
- GUILCHER (A.). — *Étude géomorphologique des récifs coralliens du nord-ouest de Madagascar*. « Ann. Inst. Océanogr. » XXXIII, 2, 1-129, 1956.
- HUMBERT (H.) et COURS DARNE (G.). — *Notice de la carte de Madagascar — Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques à 1/1.000.000*. « Trav. Sect. Sci. et Techn. Institut Français de Pondichéry ». Hors sér. 6, 1-152, 1965.
- LEMOINE (P.). — *Études géologiques dans le nord de Madagascar — Contributions à l'Histoire géologique de l'Océan Indien*. « Thèse Doc. ès-Sci. Paris », 1-520, 1906.
- PAULIAN (R.). — *La Zoogéographie de Madagascar et des Iles voisines* — « Faune de Madagascar, XIII, Inst. Rech. Sci. Tananarive-Tsimbazaza », 1-484, 1961.
- PERRIER de la BATHIE (H.). — *Biogéographie des plantes de Madagascar*. « Soc. Edit. Géogr. Marit. et Colon. », Paris, 1-156, 1936.
- PICHOD — VIALE (D.). — *L'exuviation céphalique au cours de la mue des Crustacés Décapodes*. « Vie et milieu », 17, 3, 1235 — 75, 1966 paru 1967.
- RAVET (J.). — *Statistiques du vent au sol à Madagascar, aux Comores et à la Réunion*. « Publ. Serv. Météorol. Madagascar, Tananarive », 17, 3-80, 1949.
- RAVET (J.). — *Notice sur la climatologie de Madagascar et des Comores*. « Mém. Inst. Scient. Madagascar », sér. D., IV, 1, 1-36, 1952.
- RAVET (J.). — *Température de l'air sous abri à Madagascar, aux Comores et à la Réunion*. « Publ. Serv. Météorol. Tananarive », 25, 1956.
- DE SAINT-OURS (J.-L.). — *Études géologiques dans l'extrême nord de Madagascar et l'archipel des Comores*. « Thèse Doc. ès-Sci. Strasbourg », 1-205, 1958.
- DE SAINT-OURS (J.). — *Les phénomènes karstiques à Madagascar*. « Ann. Spéleo. » XIV, 3-4, 1959.

ANNEXE

TEMPÉRATURE ATMOSPHERIQUE A DIÉGO-SUAREZ

Année		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1963	T _x	30.8	29.7	30.3	30.9	30.2	28.6	27.4	27.4	28.6	30.5	32.0	31.7
	T _n	22.9	22.8	22.9	23.3	21.7	20.6	19.7	18.9	19.6	21.2	23.3	23.0
	≥ 25°	31	27	31	30	31	29	31	31	30	31	30	31
	≥ 30°	22	14	25	27	21	4	0	0	1	23	30	28
1964	T _x	30.8	30.2	30.7	30.4	29.5	28.7	28.1	28.1	28.8	29.9	30.6	31.6
	T _n	23.7	23.4	23.6	22.6	20.0	19.7	18.8	18.9	19.5	20.3	21.7	22.5
	≥ 25°	31	29	31	29	31	30	31	31	30	31	30	31
	≥ 30°	23	21	26	25	8	2	0	2	1	15	22	31
1965	T _x	30.4	29.8	29.8	30.6	29.5	28.6	28.5	28.6	29.5	30.5	31.4	30.8
	T _n	22.4	22.2	22.4	21.9	20.8	19.0	19.0	19.1	20.1	21.3	22.5	22.7
	≥ 25°	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
	≥ 30°	23	12	16	27	11	1	1	3	13	23	28	26
1966	T _x	30.3	30.7	31.0	30.1	30.3	29.4	28.9	28.7	29.9	30.7	31.1	31.1
	T _n	23.2	23.0	22.5	22.6	21.7	20.5	19.7	19.4	20.0	20.8	22.2	22.7
	≥ 25°	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
	≥ 30°	22	20	27	20	25	9	5	2	18	27	29	27
1967	T _x	29.4	30.1	30.4	30.8	29.9	29.1	28.7	28.3	29.4	30.4	31.6	29.8
	T _n	22.1	22.4	22.6	22.3	21.4	20.1	19.4	19.1	19.8	21.3	22.6	21.8
	≥ 25°	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
	≥ 30°	12	19	24	26	16	3	3	3	7	21	29	13

N.B. — T_x = Température maximale moyenne mensuelle en °C et dixièmes.

T_n = Température minimale moyenne mensuelle en °C et dixièmes.

≥ à 25°

≥ à 30° Nombre de jours chauds par mois.

INSOLATION ET ÉVAPORATION A DIÉGO-SUAREZ

Année		Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1963	Insolation ...												
	Maximale quotidienne	12.1	11.8	11.0	11.0	11.0	10.6	10.8	11.1	11.2	11.9	11.8	12.0
	Moyenne mensuelle.....	7.1	5.8	6.9	8.1	7.8	7.3	8.5	9.1	9.7	10.4	8.9	6.8
Evaporation .	Evaporation maximale quoti-												
	dienne.....	6.3	5.1	6.9	9.3	12.8	13.4	12.8	12.5	15.6	15.4	17.4	11.6
	Moyenne mensuelle.....	3.5	2.4	3.7	5.7	7.3	6.4	7.4	8.7	10.4	9.6	8.5	5.2
1964	Insolation ...												
	Maximale quotidienne	11.8	11.0	11.0	11.1	11.0	10.8	10.8	11.2	11.2	11.9	12.7	11.4
	Moyenne mensuelle.....	6.3	6.2	7.5	7.5	9.7	8.5	7.6	9.4	9.5	10.8	10.0	9.6
Evaporation .	Evaporation maximale quoti-												
	dienne.....	9.6	3.0	6.7	8.9	9.9	9.5	11.5	15.3	16.9	15.5	10.7	9.3
	Moyenne mensuelle.....	4.3	2.0	3.1	5.4	6.9	6.3	8.0	10.6	15.2	10.4	7.1	5.7
1965	Insolation ...												
	Maximale quotidienne	11.6	11.2	11.3	11.2	11.0	11.1	11.0	11.3	11.2	12.0	12.0	12.2
	Moyenne mensuelle.....	6.8	6.6	7.6	8.4	8.5	8.5	9.1	10.9	9.9	10.2	10.2	7.3
Evaporation .	Evaporation maximale quoti-												
	dienne.....	5.7	4.8	6.5	8.2	8.6	10.8	9.8	10.7	13.2	12.0	13.5	9.5
	Moyenne mensuelle.....	2.7	2.0	3.0	4.0	5.6	5.2	6.4	7.6	8.2	9.0	8.6	4.6
1966	Insolation ...												
	Maximale quotidienne	12.1	11.5	11.4	11.2	11.2	10.9	10.9	11.2	11.5	12.0	12.0	11.7
	Moyenne mensuelle.....	7.4	7.6	8.8	7.2	10.4	9.3	9.3	9.7	10.4	10.1	8.9	7.9
Evaporation .	Evaporation maximale quoti-												
	dienne.....	8.5	6.8	8.2	7.1	7.8	11.8	14.3	13.2	15.7	12.4	11.7	10.6
	Moyenne mensuelle.....	4.6	2.8	3.7	4.0	4.6	7.7	8.0	8.4	9.0	9.7	6.5	4.6
1967	Insolation ...												
	Maximale quotidienne	11.9	12.0	11.5	11.2	11.1	10.9	10.9	11.3	11.4	11.7	12.1	11.6
	Moyenne mensuelle.....	6.0	6.7	6.9	7.2	8.8	9.7	8.9	9.3	9.5	10.5	8.7	5.5
Evaporation .	Evaporation maximale quoti-												
	dienne.....	5.1	6.3	4.6	7.1	8.0	10.5	11.4	11.7	11.8	11.9	9.5	6.5
	Moyenne mensuelle.....	2.2	2.8	2.1	3.4	5.9	7.3	7.2	7.7	8.6	8.2	5.9	2.2

PRÉCIPITATIONS — ANIVORANO-NORD

Année		Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1963	RR	170.6	380.8	138.9	7.2	46.3	65.7	99.9	6.8	1.5	2.3	93.4	171.6
	J	9	14	10	2	4	8	8	3	1	1	7	10
	RR max. 24 h	41.0	67.8	34.8	6.0	22.0	39.0	33.5	3.4	1.5	2.3	52.0	44.0
1964	RR	368.0	404.8	138.3	113.1	18.0	20.3	50.2	1.0	9.8	11.2	27.6	101.7
	J	17	20	20	12	2	8	15	1	4	6	8	6
	RR max. 24 h	65.4	77.1	33.6	36.7	16.3	7.2	8.1	1.0	4.1	2.5	4.7	40.9
1965	RR	206.1	452.2	280.9	70.5	30.5	9.8	8.5	26.5	17.0	44.0	21.0	274.6
	J	20	27	19	11	7	3	3	9	4	4	6	15
	RR max. 24 h	23.1	88.1	42.5	21.9	12.3	6.2	5.8	8.0	7.5	25.6	6.3	71.7
1966	RR	375.4	391.4	161.9	84.4	15.6	8.3	10.3	18.6	11.8	8.5	25.0	203.5
	J	19	23	18	15	6	4	4	8	5	5	9	18
	RR max. 24 h	80.0	126.5	20.4	10.8	5.2	4.1	4.1	4.2	3.5	3.0	6.2	48.5
1967	RR	368.9	392.8	207.8	170.7	34.8	8.6	20.8	51.3	23.9	19.8	98.9	602.5
	J	27	19	21	15	15	5	8	10	6	7	16	28
	RR max. 24 h	48.5	93.5	32.5	43.8	4.0	3.9	6.0	12.0	8.2	5.2	13.5	109.1

RR = Hauteur mensuelle de pluie en millimètres et dixièmes.

J = Nombre de jours par mois.

RR m x. 24 h. = Hauteur maximale de pluies en 24 heures.

