

Cah. ORSTOM, sér. Biol., n° 10 - décembre 1969.

NOTE SUR L'APPLICATION A MADAGASCAR DU QUOTIENT PLUVIOTHERMIQUE D'EMBERGER

PAR

P. MORAT*

RÉSUMÉ

Après avoir rappelé l'origine du quotient pluviothermique et son emploi dans la région méditerranéenne par L. EMBERGER, l'auteur suggère son application à Madagascar pour y définir des étages bioclimatiques qui sont comparés aux territoires phytogéographiques d'H. HUMBERT.

Après certaines critiques et restrictions d'emploi, les résultats de la synthèse climatique font apparaître certaines affinités bioclimatiques parfois peu évidentes au premier abord entre des régions géographiquement éloignées. Les résultats peuvent être utilisés pour connaître les conditions écologiques du climax d'une espèce donnée ou d'un ensemble physiologique.

SUMMARY

After having recalled the origin of the pluviothermic quotient and its use in the Mediterranean region by L. EMBERGER, the author suggests its application in Madagascar in order to determine the Madagascan bioclimatic stages, which are comparative with the phytogeographic territories of H. HUMBERT.

After some criticism and restrictions of use, the results of the climatic synthesis show certain bioclimatical affinities, hardly evident at first sight, between distant geographical regions. The results can be used so as to get a knowledge of the ecological conditions of the climax of a given species or a physiological whole.

Dans le but de définir et de caractériser avec précision et rapidité les différents territoires phytogéographiques, il nous est apparu intéressant d'appliquer à Madagascar, avec au besoin quelques modifications, le quotient pluviothermique et le climagramme d'Emberger.

* Chargé de recherches. — Centre O.R.S T O.M. de Tananarive, B.P. 434, Tananarive (Madagascar).

Rappelons brièvement que c'est vers 1930 qu'EMBERGER préconise pour l'étude du climat méditerranéen l'emploi du climagramme qui porte son nom.

Ce climagramme est une tentative de synthèse climatique.

Dans un plan défini par deux axes de coordonnées rectangulaires, sont portées les stations pour lesquelles on possède des données météorologiques. Le climat de ces stations est alors défini par deux valeurs :

— La première portée sur l'axe des ordonnées est le quotient pluviothermique Q_1 . Il s'obtient de la façon suivante :

$$Q_1 = \frac{P}{2 \frac{M + m}{2} (M - m)} \times 100$$

où P représente la pluviosité moyenne annuelle en mm.

M la moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré C.

m la moyenne des minima du mois le plus froid en degré C.

— Sur l'axe des abscisses est portée l'autre valeur choisie : m pris isolément — valeur à laquelle l'auteur attache une grande importance biologique.

Les stations sont alors figurées sur ce graphique, chacune, par un point. Les points représentatifs de ces stations sont groupées selon leurs affinités bioclimatiques.

En 1955, EMBERGER faisant remarquer que le dénominateur revenait à faire intervenir $M^2 - m^2$ et qu'en conséquence les stations ayant un m de signe contraire (bien qu'ayant par ailleurs P et M respectivement identiques) ont un même quotient pluviothermique, modifie sa formule. Il préconise alors un deuxième quotient pluviothermique modifié Q_2 :

$$Q_2 = \frac{1\ 000\ P}{\frac{M + m}{2} (M - m)}$$

où M et m s'expriment en degré Kelvin ($t\ ^\circ\text{C} + 273$).

Ce climagramme était ensuite amélioré par SAUVAGE en 1963 pour la région méditerranéenne.

1. APPLICATION A MADAGASCAR

La condition essentielle d'application de ces formules à une région est que cette région possède un même type de climat ; c'est le cas pour Madagascar où toutes les parties de l'Ile reçoivent un maximum de pluie estival et un minimum hivernal, où la durée des jours et des nuits est faiblement mais nettement inégale et où il existe des saisons thermiques.

Les différences climatiques entre les régions orientales et occidentales sont d'ordre quantitatif et non qualitatif.

Par contre, il ne sera évidemment pas question de comparer les chiffres obtenus à Madagascar, dans l'ensemble plus élevés, avec ceux obtenus par EMBERGER et SAUVAGE dans la région méditerranéenne où le régime des pluies est inversé.

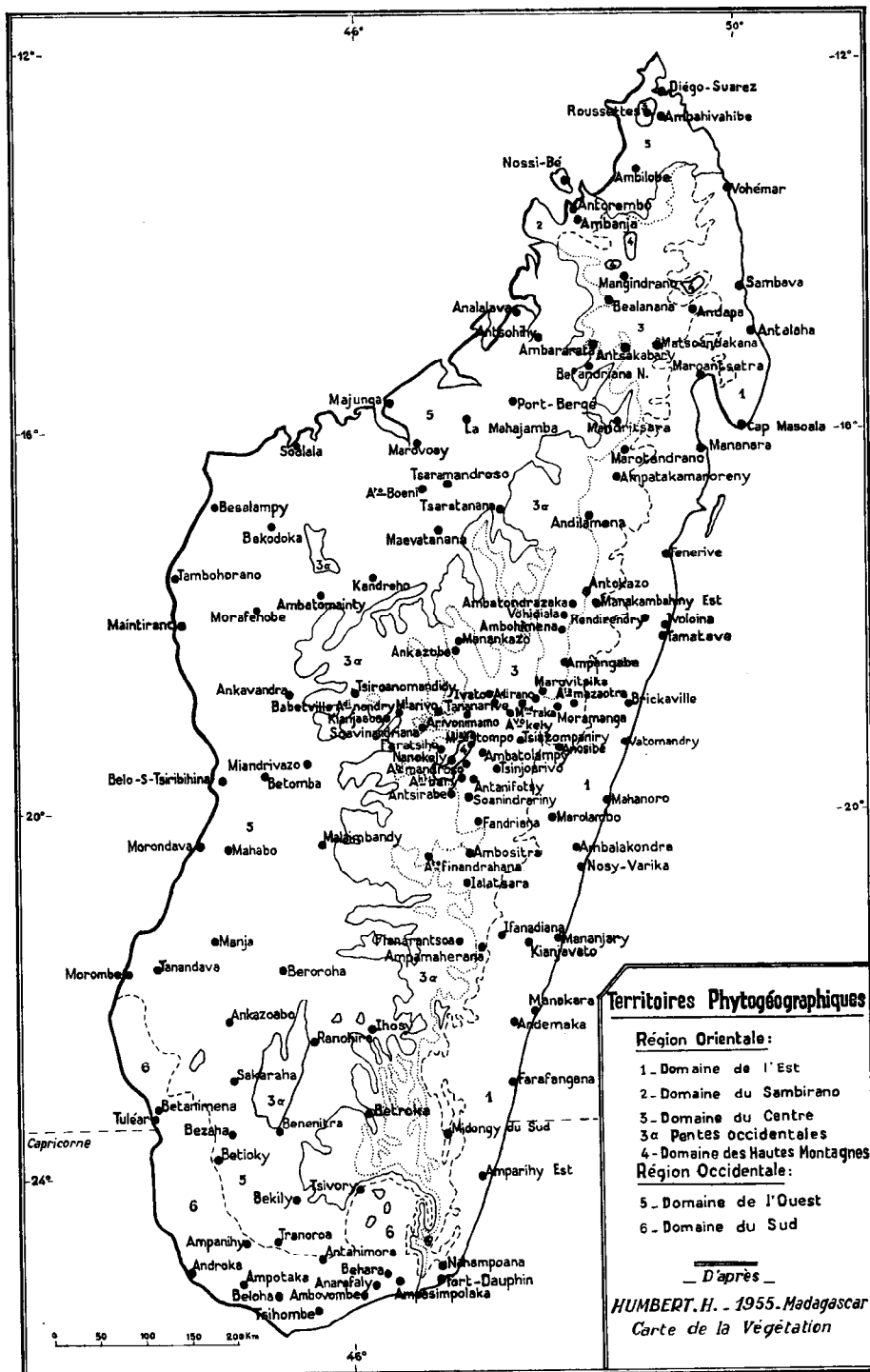


Fig. 1

En ce qui concerne le choix entre les 2 formules Q_1 et Q_2 , il est préférable de choisir la première pour faciliter les calculs étant donné que tous les relevés en notre possession ne possèdent que des m positifs. La station ayant le m le plus bas étant celle de Nanokely¹ où $m = 3,5$ °C.

Il n'est pas exclu qu'aux sommets des Hautes Montagnes il existe des régions où m soit négatif. Mais il n'y existe pas encore de stations météorologiques² relevées régulièrement qui pourraient le prouver. Nous avons constaté personnellement un minimum absolu de -12 °C au mois de juillet 1965 au pied du pic Boby à 2 400 m et au mois d'août 1956 le lieutenant BONNET a relevé -16 °C au même endroit.

Par contre, la façon dont les pluies sont réparties dans l'année nous semble un facteur biologique important qu'il faudrait essayer de faire figurer dans la formule. Nous suggérons de corriger la pluviosité P du numérateur comme R. CHAMPSOLOIX l'a fait en 1961 pour la province de Tulear par le facteur $\frac{N}{365}$, N étant le nombre de jours de pluie dans l'année³. Ce chiffre N est donné par toutes les stations, même celles qui sont sommairement équipées.

Nous utiliserons donc sur l'axe des ordonnées le quotient pluviothermique suivant :

$$Q_T = \frac{P \times \frac{N}{365}}{2 \frac{M + m}{2} (M - m)} \times 100$$

où M et m s'expriment en degré C.

Sur l'axe des abscisses, il nous paraît judicieux de conserver la valeur m : moyenne des minima du mois le plus froid. Nous pensons que ce facteur conserve dans nos régions une grande valeur biologique. Sur les plateaux et dans le Sud-Ouest⁴, c'est certainement un facteur limitant la répartition des espèces et le métabolisme dans son ensemble. Sur la Côte est même, à *Ilaka*, la station de l'I.F.C.C. signale qu'au mois de juillet-août les *Coffea* ont leurs feuilles qui jaunissent avant de tomber. Or, il est difficile d'attribuer cet arrêt de végétation à une mauvaise répartition des pluies.

En fonction de ces données nous avons établi le climagramme représenté par la figure 2 A.

2. CRITIQUES ET RESTRICTIONS

Avant d'utiliser les résultats fournis par le climagramme, il importe de faire les restrictions suivantes :

1° Ces formules n'utilisant que des données météorologiques simples (pluies et température) — facteurs que la majorité des stations météorologiques sont en mesure

¹ Pour la localisation géographique des stations citées voir la fig. 3.

² Il n'existe actuellement qu'une seule station climatologique possédant un relevé régulier reflétant le climat particulier du Domaine des Hautes Montagnes. Il s'agit de la station de Nanokely, située à 2 100 m dans le Massif de l'Ankaratra. Les stations de Manjakatompny dans le même massif et d'Antanifotsy dans la chaîne de l'Andringitra ne sont respectivement situées qu'à 1 600 m et 1 900 m, c'est-à-dire au pied de ce Domaine et ne reflètent qu'une exagération du climat régnant sur les plateaux.

³ Remarquons au passage que $\frac{N}{365}$ nous donne plus une fréquence moyenne des jours de pluie, que la manière dont la pluie tombe, c'est-à-dire la durée de la saison sèche. Il y aurait une amélioration possible à rechercher dans cette voie.

⁴ Pour la station *Sakaraha-forêt* par exemple $m = 7,9$ °C.

de nous fournir — ne reflètent donc que les tendances macroclimatiques du pays. Il ne faudra pas y chercher une précision d'ordre mésoclimatique et encore moins microclimatique, tant que la densité des stations ne sera pas plus élevée.

2° Rappelons qu'outre les facteurs climatiques, il existe des facteurs stationnels extrêmement importants dans la répartition des espèces et des formes de végétation tels que le sol et l'exposition. Ils ne figurent pas dans ce climagramme car il est pratiquement impossible d'intégrer ces facteurs dans une formule simple. Il ne faudra donc pas s'étonner de constater parfois dans des étages qualifiés d'humides ou de subhumides la présence de groupements végétaux dont le climax devrait normalement se trouver dans l'étage semi-aride. C'est que le sol où des conditions particulières de mésoclimat, non reflétés dans les relevés météorologiques des stations, interviennent. C'est le cas, par exemple, des groupements à *Euphorbia leucodendron* Boiss. poussant sur une lentille de cipolin à quelques kilomètres au sud d'Ambatofinandrahana ou sur les dômes granitiques du Centre ou des groupements à Didieriacées des environs d'Ihosaloa. Ces groupements ont normalement leur maximum d'extension, donc leur optimum écologique, sur le littoral sud et sud-ouest de Madagascar là où la pluviosité atteint péniblement de 300 à 500 mm et où l'altitude ne dépasse pas 500 m. Ces conditions sont évidemment bien différentes de celles qui nous sont données par les stations d'Ambatofinandrahana et d'Ihosaloa (voir annexe).

3° Les relevés météorologiques dont nous disposons pour l'établissement de ce climagramme ne portent malheureusement pas tous sur le même nombre d'années. C'est là une cause d'erreur dont nous sommes conscients. Au fur et à mesure de l'établissement des nouveaux relevés, il est vraisemblable de voir ces stations prendre la place exacte qui leur est due dans l'étage bioclimatique correspondant. Ainsi, la station d'Ambatobe par exemple dont nous ne possédons les relevés que depuis 5 ans (1956-1960), a une position sur le graphique trop éloignée de la station Tananarive SCM. Ces deux stations ne sont pourtant distantes sur le terrain que de 2 ou 3 kilomètres.

Enfin, certaines stations sont relevées plus ou moins régulièrement ou, ce qui est plus grave, plus ou moins consciencieusement. Ces erreurs seront difficiles à compenser à moins d'attendre un nombre relativement élevé d'années. Les résultats fournis sont donc sujets à subir quelques modifications dans les années à venir, au fur et à mesure de l'établissement des nouveaux relevés. Ceux-ci viendront pondérer les moyennes qui ne portent actuellement que sur un nombre d'années trop restreint.

3. DISCUSSION DES RÉSULTATS

Ce climagramme peut être divisé en *étages bioclimatiques* selon les valeurs de Q_T , puisque Q_T bien que tempéré par le facteur $\frac{N}{365}$ au numérateur et par $M^2 - m^2$ au dénominateur est proportionnel à la pluviométrie.

Ces valeurs repère de Q_T servant aux divisions en étage sont choisies en partie en fonction d'observations faites sur le terrain et concernant la végétation naturelle encore existante.

Il ne faut d'ailleurs pas attacher trop d'importance à ces valeurs intrinsèques. Ce n'est qu'un ordre de grandeur utilisé dans le but pratique de diviser ce climagramme. Ces lignes de séparation sont en gros horizontales mais subissent un relèvement à mesure que l'on va vers des m élevés. Ce qui s'explique par le fait que m augmentant, $(M - m)$ a tendance à diminuer et Q à augmenter.

On distinguera de bas en haut un étage semi-aride, un étage sub-humide, un étage humide, un étage superhumide.

3.1. — L'étage semi-aride.

Pour $Q_T < 20$ correspond au sud et au sud-ouest des Phytogéographes. Cet étage se caractérise par une pluviométrie faible ($P < 750$ mm) et très inégalement répartie. La saison sèche y est accusée (de 8 à 11 mois). Le climax de cet étage est une végétation fermée de caractère xérophytique marqué dont la physionomie est fortement influencée par la nature du sol. Ce qui est logique puisque l'eau est ici le facteur limitant. Selon la nature du sol, deux types de végétation coexistent : le *Bush à Didiereacées ou à Euphorbes* et la *forêt dense sèche caducifoliée* (en particulier sur les carapaces sableuses).

Il nous semble exagéré de parler d'étage aride à Madagascar. Même dans les endroits réputés les plus secs, l'élevage et les cultures y sont possibles avec plus ou moins de succès et des résultats inégaux certes mais permettant tout de même l'implantation de villages sédentaires. De plus le tamarinier (*Tamarindus indica L.*), arbre au feuillage très développé qui n'existe pas en Afrique sous les climats arides, est ici répandu partout.

Nous reconnaissons qu'il existe pourtant dans cet étage semi-aride une zone littorale le long des côtes sud et sud-ouest où la sécheresse y est plus accusée $Q_T < 5$. Le manque d'information météorologique ne nous permet pas de préciser les limites et le degré d'aridité de cette zone. Mais si l'on admet ultérieurement qu'on puisse parler d'étage aride à Madagascar, c'est dans cette région littorale qu'il faudrait évidemment le placer.

3.2. — L'étage subhumide.

$20 < Q_T < 65$ et plus, quand $m > 14$. Il correspond en gros aux pentes occidentales, au Moyen-Ouest et au Nord-Ouest. La végétation est soit une forêt sempervirente quand $m < 14$, soit une forêt caducifoliée quand $m > 14$. Nous voyons apparaître l'importance, à Madagascar, de ce facteur m . Cela nous amènera plus loin à envisager des sous-étages basés sur la valeur de m , à l'exemple de la région méditerranéenne.

Cette appellation d'étage subhumide sera certainement sujet à controverse, car comment expliquer cette juxtaposition contradictoire de forêt sempervirente et caducifoliée dans le même étage ?

On peut l'expliquer par le fait que cet étage étant caractérisé par une saison sèche marquée de 5 à 7 mois, dans un cas celle-ci est suffisamment accentuée pour provoquer la chute des feuilles dans une proportion telle qu'on considère physionomiquement la forêt comme caducifoliée (forêts denses sèches du Nord-Ouest qui reçoivent 1 500 mm de pluie et ont une saison sèche de 7 mois).

Remarquons que m viendra séparer en sous-étage ces deux types de végétation et rien ne prouve à l'heure actuelle qu'une forêt sempervirente des pentes occidentales ne perde pas ses feuilles si elle se trouvait placée dans des conditions de $m > 14$.

Nous nous devons de signaler une autre anomalie. La présence dans cet étage de la cuvette du lac Alaotra (représentée par les stations d'Ambatondrazaka et Alaotra) et de l'Ankaizaina (Bealanana, Mangindrano). Bien que les témoins de végétation encore existants de ces régions soient ceux d'une forêt dense relativement humide, nous pouvons penser que ces témoins n'ont pu subsister que sur des sols privilégiés et, qu'ailleurs, la végétation disparue était de caractère plus xérique. Le professeur HUMBERT place cette région dans les pentes occidentales. Il y aurait même vu des baobabs aujourd'hui disparus¹.

¹ Communication personnelle de M. R. CAPURON, Conservateur des Eaux et Forêts.

Les cartes dressées par RIQUEIER en 1958 concernant le bilan en eau des sols montrent d'ailleurs que ces régions ont la même évapotranspiration que Maintirano, un même ruissellement qu'à Soalala, Marovoay ou Ambilobe, un même indice d'humidité que Kandrehu, Morafenobe ou Analalava (toutes localités situées dans le Nord-Ouest).

Nous sommes là dans des régions de frontière climatique et le problème du tracé des limites entre deux flores ou deux végétations est toujours délicat.

Il ne faut pas oublier que Ambatondrazaka ne reçoit que 1 017 mm répartis en 92 jours.

Sans doute l'idéal aurait été de ne pas mêler dans un même étage la région du lac Alaotra et le Nord-Ouest. Le facteur qui pourrait les séparer, et que la formule ne fait pas apparaître, est sans doute la répartition des pluies dans l'année. Nous n'en avons

qu'une image très imparfaite avec $\frac{N}{365}$. Il y a là sans doute une voie de recherche si l'on veut améliorer cette synthèse climatique.

3.3. — L'étage humide.

Pour $65 < Q_T < 140$ et plus, quand $m > 14$.

Cet étage correspond aux Domaines du Centre et du Sambirano et à la région de Fort-Dauphin (Domaine de l'Est).

Il se caractérise par une pluviométrie élevée plus ou moins bien répartie. La saison sèche, si elle existe, est toujours compensée par des brouillards matinaux, des précipitations occultes ou des pluies fines de saison froide. Le climax est dans tous les cas une forêt sempervirente dont la physionomie varie selon l'altitude et la durée de la saison sèche.

3.4. — L'étage perhumide.

$Q_T > 140$.

Cet étage comprend tout le Domaine oriental (exception faite de la région de Fort-Dauphin) et la Montagne d'Ambre. La pluviométrie est très élevée (2 000 mm et plus) et régulièrement répartie dans l'année. Le climax est partout la forêt dense sempervirente humide.

Les divisions en *sous-étage* seront faites à partir des valeurs de m :

Nous retiendrons comme valeurs repère :

$m = + 3$ comme étant la limite des gelées fréquentes. Nous n'avons pas de station pour lesquelles $m < 3$, mais comme nous le disions précédemment, il est probable que certains sommets du Domaine des Hautes Montagnes devraient figurer dans ce sous-étage.

$m = + 7$ comme étant la limite des gelées peu fréquentes voire exceptionnelles. Pour les régions où $3 < m < 7$ l'hiver y est *froid*.

$m = + 10$ comme correspondant à l'altitude de 800-900 m. Cet isotherme est la limite du *tapia* (*Uapaca Bojeri* H. Bn.).

Pour $7 < m < 10$ l'hiver est *frais*.

$m = + 14$ cet isotherme tranche de façon très nette la région dite de « la Falaise » d'avec la côte *est* dans l'étage humide, et la région du lac Alaotra d'avec le Nord-Ouest dans l'étage subhumide.

Pour $10 < m < 14$ l'hiver est *tempéré*.

Pour $m > 14$, l'hiver est *chaud*, c'est le cas de presque toutes les régions côtières (Est et Nord-Ouest).

L'examen du climagramme montre que nous retrouvons groupées entre elles les stations ayant un bioclimat voisin. Nous pouvons faire des comparaisons suggestives.

Indépendamment des valeurs repère Q_T et m choisies pour définir les étages et sous-étages, nous constatons :

1° Que d'après ce climagramme, il y a beaucoup plus d'affinités entre les domaines du Sud et du secteur du Sud-Ouest (à voir l'intrication des stations appartenant à ces régions) qu'entre ce dernier et le secteur du Nord-Ouest, lequel en est complètement séparé sur le graphique.

En effet le Nord-Ouest se singularise du Sud-Ouest par sa pluviométrie plus élevée, son m supérieur, sa saison sèche moins marquée. A la différence du Sud-Ouest, il tolère des intrusions de la Flore orientale telles que le *Raphia ruffia* Mart. et le *Ravenala madagascariensis* Adans.

2° Que la région de Fort-Dauphin semble avoir d'assez grandes affinités avec le Sambirano. Il serait intéressant de la prouver par des comparaisons botaniques ou agronomiques. On peut déjà souligner le fait que le *Cycas thouarsii* R. Br. présent sur toute la Côte Est y compris la région de Fort-Dauphin (Pointe Itaperina) existe aussi dans le Sambirano. Tandis que le *Raphia ruffia* Mart. qui existe en grande quantité sur la Côte Est et dans le Nord-Ouest ne serait pas spontané ni dans la région de Fort-Dauphin (sa limite méridionale serait le fleuve Mananjary) ni dans le Sambirano (cf. carte de répartition et texte de J. BENOIT) cette assertion est reprise par R. MOURANCHE en 1955.

4. UTILISATION

En notant sur le climagramme toutes les stations où existe une espèce caractéristique d'un climax et en enveloppant ces stations, on obtient l'aire potentielle correspondant au climax de cette espèce.

Du tracé de ces aires, on peut en tirer immédiatement des renseignements d'ordre écologique concernant l'espèce envisagée.

Si on considère l'aire du Tapia (*Uapaca Bojeri* H. Bn). On peut en déduire que cette espèce est peu sensible à la pluviométrie (de $Q_T = 20$ à $Q_T = 120$) au contraire de la température. Son climax est compris entre $m = 7$ et $m = 10$.

D'après M. F. FRIEDMANN¹ le climax du *Coffea buxifolia* Chev. est sensiblement le même que celui du tapia mais légèrement décalé vers les m inférieurs. Cette espèce semble avoir par contre des exigences en eau supérieures (de $Q_T = 35$ à $Q_T = 120$). Les climax de ces deux espèces sont intéressants à comparer car elles poussent toujours à proximité immédiate, mais rarement ensemble dans la même formation, du moins sur les témoins de végétation qui subsistent.

Il est ainsi possible de tracer sur ce graphique les régions correspondantes au climax d'espèces dont la répartition est assez bien connue.

Nous avons donné à titre d'exemple (cf. fig. 2 B) les aires correspondant au climax de :

- *Terminalia Mantaly* H. Perr.
- *Raphia ruffia* Mart.
- *Cycas thouarsii* R. Br.
- *Terminalia seyrigii* (H. Perr.) R. Capuron,
- *Didiereacées*.

¹ Communication personnelle.

Les agronomes pourraient aussi y tracer les climax des espèces à intérêt économique. Nous ne donnons ici qu'un aperçu de ce que l'on peut tirer de ces synthèses climatiques et nous livrons ce climagramme aux botanistes et agronomes afin qu'ils le complètent et l'améliorent.

Nous sommes conscients qu'il est loin d'être parfait mais qu'il contribue, néanmoins, à une meilleure connaissance des rapports plante-milieu à Madagascar.

BIBLIOGRAPHIE

- BENOIT (J.) — 1939 — Le palmier raphia de Madagascar. *Bulletin économique de Madagascar*. Tananarive.
- CAPURON (R.) — 1967 — Les combrétacés arbustives ou arborescentes de Madagascar. *Centre technique forestier tropical*. Tananarive.
- EMBERGER (L.) — 1930 — Sur une formule applicable en géographie botanique. *C. R. Acad. Sci.* 191 : 389. Paris.
- EMBERGER (L.) — 1955 — Une classification biogéographique des climats. *Rec. trav. lab. bot. geol. zool. Fac. Sc. Montpellier*, série bot., 7 : pp. 3-43.
- HUMBERT (H.) — 1954 — Les territoires phytogéographiques de Madagascar. *Colloque sur les régions écologiques du globe*. C.N.R.S. Paris.
- HUMBERT (H.) et COURS (G.) — 1965 — Notice de la carte de Madagascar. Carte internationale du tapis végétal. Institut français de Pondichéry.
- MOURANCHE (R.) — 1955 — Le palmier raphia de Madagascar. *Bois, Forêts Trop.*, n° 41. Paris.
- PERRIER DE LA BATHIE (H.) — 1936 — Biogéographie des plantes de Madagascar. *Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales*. Paris.
- PERRIER DE LA BATHIE (H.) — 1946 — Les Musacées in Flore de Madagascar et des Comores. *Muséum National d'Histoire Naturelle*. Paris.
- RAUH (W.) — 1963 — Les Didiéracées in Flore de Madagascar et des Comores. *Muséum National d'Histoire Naturelle*. Paris.
- RAUH (W.) — 1961 — Weitere untersuchungen an Didiereaceen. Heidelberg.
- RIQUIER (J.) — 1958 — Note sur l'évapotranspiration de Thornthwaite et le bilan hydrique des sols. *Le Naturaliste malg.*, X, 1-2. Tananarive.
- SAUVAGE (Ch.) — 1963 — Le coefficient pluviothermique d'Emberger, son utilisation et la représentation géographique de ses variations au Maroc. *Ann. Ser. Phys. Globe Météo. Inst. Sc. Chér.* 20 : 11.
- SABOUREAU (P.) — 1962 — Note sur quelques températures relevées dans les réserves naturelles. *Bulletin Acad. malg.*, XL. Tananarive.
- MÉTÉOROLOGIE NATIONALE — Tananarive. Registres manuscrits tenus à jour en 1967.
- WOLTZ (Ph.) — 1967 — Le Cycas malgache. Travaux du laboratoire forestier de Toulouse, I. CI.
- CHAMPSOLOIX (R.) — 1964 — Reboisements et conservation des sols dans la Province de Tular. *Centre technique forestier tropical*. Tananarive.

ANNEXE

Données caractéristiques des stations météorologiques ayant servi à l'établissement du climagramme

Stations	Altit. en m	Pluviométrie			Températures				
		Durée des relevés	P	N	Durée des relevés	M	mois le plus chaud	m	mois le plus froid
Ambahivahibe	370	1936-1965	1 282.0	135.1	1941-1960	29.9	Déc.	16.7	Juillet
Ambalakondro	60	1933-1960	2 207.0	184.0	1941-1960	30.9	Déc.	13.5	Juillet
Ambanja	40	1931-1960	2 155.9	126.3	1941-1960	32.1	Oct.	17.1	Juillet
Ambararatra	450	1952-1960	1 923.8	83.0	1953-1960	34.1	Nov.	18.2	Juillet
Ambatobe	1 350	1956-1960	1 426.3	123.0	1956-1960	26.9	Nov.	7.9	Juillet
Ambatoboeni	40	1935-1960	1 510.1	75.0	1941-1960	35.9	Nov.	16.8	Juillet
Ambatofinandrahana	1 112	1935-1960	1 331.5	104.0	1959-1962	30.8	Nov.	7.7	Juillet
Ambatolampy	1 555	1936-1960	1 624.9	140.8	1958-1960	25.0	Avril	6.1	Août
Ambatomainty	350	1936-1960	1 654.7	94.2	1941-1960	34.5	Nov.	14.4	Juillet
Ambatondrazaka	767	1941-1960	1 017.7	92.0	1941-1960	30.0	Nov.	12.0	Juillet
Ambilobe	30	1931-1960	1 879.9	93.7	1941-1960	34.1	Nov.	17.6	Juillet
Ambodifototra	3	1931-1960	3 599.0	249.0	1941-1960	29.4	Janvier	19.4	Juillet
Ambodirana	923	1942-1960	1 630.9	138.0	1942-1960	28.8	Déc.	10.9	Juillet
Ambohibary	1 650	1931-1960	1 543.6	169.2	1941-1960	24.9	Oct.	3.8	Juillet
Ambohimandroso	960	1955-1960	956.4	98.0	1955-1960	29.7	Nov.	8.3	Juillet
Ambohimena		1959-1965	1 834.9	116.0	1958-1960	30.8	Déc.	13.4	Juillet
Ambositra	1 345	1931-1960	1 554.4	164.9	1941-1960	26.1	Nov.	8.7	Juillet
Ambovombe	135	1931-1960	574.6	73.5	1941-1960	32.1	Février	12.3	Juillet
Ampamaherana	1 100	1944-1960	1 662.4	199.0	1946-1960	26.4	Déc.	8.4	Juillet
Ampangabe	905	1942-1960	1 203.6	115.0	1942-1960	29.3	Nov.	10.2	Juillet
Ampanihy	275	1931-1960	565.5	56.8	1941-1960	35.1	Nov.	11.9	Juillet
Amparihy-est	30	1934-1960	2 915.0	159.0	1941-1960	30.8	Janvier	13.6	Juillet
Ampasimpolaka	67	1936-1960	498.6	58.1	1941-1960	33.0	Février	13.7	Juin

Stations	Altit. en m	Pluviométrie			Températures				
		Durée des relevés	P	N	Durée des relevés	M	mois le plus chaud	m	mois le plus froid
Ampatakamaroreny	850	1936-1960	1 355.8	157.0	1941-1960	28.4	Déc.	10.5	Août
Ampotaka	67	1935-1960	437.6	56.0	1941-1960	34.4	Février	10.4	Juillet
Analalava	57	1931-1960	1 911.8	97.9	1941-1960	32.4	Avril	19.4	Juillet
Analamazaotra	928	1931-1960	1 713.2	181.5	1941-1960	27.1	Déc.	10.3	Août
Anarafaly		1952-1960	465.9	59.0	1957-1960	37.1	Nov.	9.2	Juillet
Andapa	471	1935-1960	1 962.7	223.0	1949-1960	30.4	Janvier	13.5	Août
Andemaka	50	1938-1960	2 341.4	140.0	1948-1960	31.1	Janvier	14.9	Août
Andilamena	935	1934-1960	997.0	94.0	1954-1960	31.4	Déc.	11.3	Juillet
Androka		1933-1960	342.0	38.0	1944-1960	31.4	Janvier	14.2	Juillet
Angavokely	1 383	1944-1960	1 386.5	179.0	1944-1960	25.6	Déc.	8.2	Juillet
Ankavandra	30	1931-1960	1 370.3	94.8	1941-1960	35.6	Oct.	15.7	Juillet
Ankazoabo	428	1931-1960	721.5	59.8	1941-1960	35.1	Oct.	11.7	Juillet
Ankazobe	1 225	1931-1960	1 458.5	93.8	1941-1960	28.1	Nov.	8.9	Juillet
Anosibe	750	1931-1960	2 225.2	180.5	1941-1960	29.1	Déc.	12.0	Août
Antalaha	24	1931-1960	2 150.3	213.2	1941-1960	29.8	Février	18.1	Juillet
Antanandava	40	1953-1960	550.0	45.0	1953-1960	36.2	Nov.	11.5	Juillet
Antanifotsy	1 900	1956-1960	1 234.9	122.0	1956-1960	26.3	Nov.	4.8	Juillet
Antanimora	300	1936-1960	541.2	56.1	1941-1960	33.6	Janvier	12.7	Juillet
Antokazo	1 050	1939-1960	1 127.0	97.0	1941-1960	28.3	Nov.	10.6	Juillet
Antorembo		1952-1958	2 080.4	141.0	1952-1960	31.2	Mars	19.3	Juillet
Antsakabary	550	1935-1960	1 258.9	105.0	1941-1960	32.4	Déc.	14.2	Juillet
Antsirabe Aero	1 540	1931-1960	1 453.5	137.6	1957-1960	27.2	Nov.	4.3	Juillet
Antsirabe école	1 505	1931-1960	1 429.5	136.1	1941-1960	26.1	Nov.	5.6	Août
Antsohihy	17	1931-1960	1 492.7	107.6	1941-1960	35.6	Oct.	17.5	Juillet
Arivoninamo	1 451	1936-1960	1 397.8	121.0	1947-1960	26.1	Nov.	7.8	Juillet

Stations	Altit. en m	Pluviométrie			Températures				
		Durée des relevés	P	N	Durée des relevés	M	mois le plus chaud	m	mois le plus froid
Babet-ville		1953-1960	1 465.2	97.0	1953-1960	31.9	Nov.	10.1	Juillet
Bealana	1 125	1936-1960	1 323.3	95.4	1941-1960	29.2	Nov.	10.7	Juillet
Befandriana	315	1931-1960	1 854.8	91.2	1941-1960	34.1	Nov.	17.9	Juin
Behara	49	1933-1960	527.6	62.0	1941-1960	35.4	Février	10.7	Juillet
Bekily	400	1936-1960	726.1	54.6	1941-1960	35.6	Nov.	10.0	Juillet
Bekodoka	300	1931-1960	1 494.1	79.8	1941-1960	33.6	Nov.	15.2	Juillet
Belo-S/Tsiribihina		1936-1960	818.0	56.0	1951-1960	33.7	Nov.	14.2	Juillet
Beloha	100	1936-1960	456.4	53.8	1941-1960	34.6	Février	11.8	Juillet
Benenitra	220	1935-1960	696.0	65.0	1941-1960	36.4	Nov.	11.9	Juillet
Beroroha	179	1936-1960	775.6	57.3	1941-1960	36.8	Nov.	12.6	Juillet
Besalampy	36	1931-1960	1 271.4	72.8	1941-1960	33.5	Nov.	16.8	Juillet
Betanimena	5	1936-1960	347.5	31.9	1941-1960	33.1	Janvier	12.4	Juillet
Betioky S.	263	1931-1960	616.0	54.5	1941-1960	34.9	Nov.	11.9	Juillet
Betomba	37	1937-1960	1 061.1	74.0	1941-1960*	37.4	Oct.	14.8	Juillet
Betroka	795	1931-1960	847.1	73.3	1941-1960	32.0	Nov.	10.0	Juillet
Bezaha	100	1942-1960	509.4	51.0	1942-1960	36.2	Nov.	11.3	Juillet
Brickaville	19	1936-1960	2 863.6	217.0	1952-1960	30.6	Janvier	15.5	Août
Cap Masoala	58	1957-1960	2 682.0	213.0	1957-1960	29.3	Janvier	16.7	Nov.
Diego-Suarez	105	1931-1960	914.9	96.9	1941-1960	31.9	Mars	20.8	Août
Fandriana	1 400	1952-1960	1 180.4	131.0	1952-1960	27.0	Nov.	6.8	Août
Farafangana	6	1931-1965	2 487.9	202.7	1941-1960	28.7	Janvier	16.6	Juin
Faratsiho	1 750	1936-1960	1 911.6	133.5	1941-1960	24.9	Nov.	6.3	Juillet
Fenerive	5	1931-1960	2 756.7	214.3	1941-1960	30.7	Janvier	16.8	Juillet
Fianarantsoa	1 106	1931-1965	1 223.6	167.8	1951-1960	26.6	Nov.	9.5	Juillet
Fort-Dauphin	8	1931-1960	1 537.1	152.8	1953-1960	29.5	Février	15.3	Juillet

Stations	Altit. en m	Pluviométrie			Températures				
		Durée des relevés	P	N	Durée des relevés	M	mois le plus chaud	m	mois le plus froid
Ialatsara	1 400	1944-1960	1 352.4	155.0	1953-1960	25.2	Nov.	7.3	Juillet
Ifanadiana	450	1931-1960	2 529.3	192.1	1941-1960	30.1	Déc.	12.0	Juillet
Ihoso	800	1931-1960	820.5	72.1	1947-1960	31.2	Nov.	10.9	Juillet
Ivato	1 264	1947-1960	1 301.0	115.0	1947-1960	26.9	Nov.	8.7	Juillet
Ivoloina	20	1931-1960	3 055.7	214.6	1940-1960	30.8	Janvier	16.6	Août
Kandreho	285	1936-1960	1 701.7	98.1	1941-1960	34.8	Nov.	16.6	Août
Kianjasoa		1944-1960	1 648.8	126.0	1959-1965	31.2	Oct.	10.8	Juillet
Kianjavato			2 068.7	135.0	1955-1960	32.7	Déc.	13.3	Juillet
Mahabo	75	1943-1960	863.1	53.0	1950-1960	36.0	Nov.	13.0	Juillet
Mahajamba	6	1931-1960	1 444.7	76.3	1943-1960	35.9	Nov.	14.1	Juillet
Mahanoro	5	1936-1960	2 957.5	211.7	1941-1960	29.5	Janvier	16.6	Juillet
Maevatanana	77	1931-1960	1 698.2	97.5	1941-1960	35.7	Oct.	18.2	Juillet
Maintirano	25	1931-1960	998.2	75.8	1941-1960	31.5	Déc.	18.1	Juillet
Majunga Aero	17	1931-1960	1 529.3	86.8	1957-1960	32.8	Avril	17.5	Juillet
Majunga ville	22	1931-1960	1 566.8	87.9	1941-1957	32.6	Avril	19.6	Juillet
Malaimbandy	162	1936-1960	1 335.9	87.0	1941-1960	34.7	Avril	14.1	Juillet
Manakambahiny	990	1941-1960	1 074.8	166.0	1941-1960	28.4	Déc.	11.2	Juillet
Manakara	4	1931-1960	2 633.3	186.3	1941-1960	29.0	Janvier	15.9	Juillet
Manankazo	1 475	1948-1960	1 678.4	119.0	1954-1960	27.2	Nov.	7.8	Juillet
Mananara	10	1936-1960	2 503.5	224.5	1941-1960	31.0	Janvier	17.5	Août
Mananjary	6	1931-1960	2 793.5	209.2	1953-1960	29.7	Janvier	15.8	Juillet
Mandraka	1 210	1935-1960	2 293.8	155.0	1954-1960	27.1	Déc.	8.2	Août
Mandritsara	350	1931-1960	1 173.0	75.9	1941-1960	32.8	Nov.	15.5	Juillet
Mangindrano	1 200	1935-1960	1 448.9	113.0	1941-1960	30.3	Nov.	9.0	Août
Manja	267	1936-1960	898.1	54.0	1952-1960	35.6	Nov.	14.1	Juillet

Stations	Altit. en m	Pluviométrie			Températures				
		Durée des relevés	P	N	Durée des relevés	M	mois le plus chaud	m	mois le plus froid
Mamjakatempo	1 600	1941-1960	2 012.1	167.0	1949-1960	24.7	Nov.	5.5	Juillet
Mantsoandakana	780	1949-1960	1 871.2	243.0	1950-1960	29.1	Nov.	12.0	Août
Maroantsetra	2	1931-1960	3 703.1	237.3	1941-1960	30.5	Janvier	18.1	Août
Marolambo	400	1936-1960	2 033.6	220.5	1941-1960	30.6	Déc.	14.1	Juillet
Marotandrano	500	1935-1960	1 179.5	80.0	1941-1960	31.6	Déc.	16.2	Juillet
Marovitsika	923	1937-1960	1 859.2	155.0	1942-1960	28.8	Déc.	10.5	Août
Marovoay	20	1931-1960	1 495.6	80.2	1941-1960	35.8	Nov.	16.4	Juillet
Miandrivazo	71	1931-1960	1 308.3	92.4	1941-1960	36.8	Oct.	15.5	Juillet
Miarinarivo	1 330	1939-1960	1 659.7	105.0	1959-1962	29.1	Nov.	7.9	Juillet
Midongy-Sud	500	1936-1960	1 861.9	169.3	1941-1960	29.1	Nov.	11.0	Juin
Morafenobe	147	1936-1960	1 790.6	94.0	1941-1960	34.3	Oct.	16.4	Juillet
Moramanga	912	1931-1960	1 504.1	171.5	1941-1960	27.8	Déc.	10.4	Août
Morombe	5	1931-1960	453.7	29.7	1941-1960	32.5	Février	13.2	Juillet
Morondava	8	1931-1960	743.5	49.7	1955-1960	32.2	Mars	13.0	Juillet
Nohampoana	25	1936-1960	2 129.2	157.1	1941-1960	29.9	Février	19.2	Juillet
Nanokely	2 100	1936-1960	1 714.9	140.1	1941-1960	22.7	Oct.	3.5	Juillet
Nossy-Be	11	1931-1960	2 156.6	161.0	1957-1960	31.9	Oct.	17.3	Juillet
Nossy-Varika	16	1931-1960	2 770.0	198.2	1941-1960	29.7	Janvier	16.6	Juillet
Port-Berge	22	1929-1960	1 533.5	88.0	1941-1960	36.1	Nov.	15.2	Juillet
Ranohira	833	1935-1960	913.3	79.0	1951-1960	31.5	Nov.	10.0	Juillet
Rendrendry		1941-1960	3 171.1	233.0	1941-1960	29.6	Janvier	15.3	Août
Roussettes	1 000	1937-1960	3 878.6	208.0	1953-1960	25.9	Janvier	12.4	Août
Sakaraha Ville	461	1934-1960	733.6	63.0	1941-1960	33.6	Oct.	8.3	Juillet
Sakaraha Forêt	470	1952-1960	731.1	61.0	1952-1960	35.1	Oct.	7.9	Juillet
Sambava	7	1932-1960	2 218.5	192.0	1941-1960	31.6	Février	17.6	Juillet

Stations	Altit. en m	Pluviométrie			Températures				
		Durée des relevés	P	N	Durée des relevés	M	mois le plus chaud	m	mois le plus froid
Soahindrariny	1 800	1949-1960	1 304.4	109.0	1949-1960	23.9	Nov.	4.5	Juillet
Soalala	4	1931-1960	1 231.3	64.8	1941-1960	32.0	Nov.	17.0	Juillet
Soanierana-Ivongo	10	1936-1960	3 677.0	250.9	1941-1960	29.7	Janvier	17.5	Août
Soavinandriana	1 575	1931-1960	1 947.0	132.7	1941-1960	25.6	Nov.	7.4	Juillet
Tamatave	5	1931-1960	3 526.1	241.2	1954-1960	30.0	Janvier	16.7	Août
Tambohorano	20	1931-1960	1 123.1	58.0	1941-1960	32.5	Déc.	17.1	Juillet
Tananarive SCM	1 300	1931-1960	1 371.9	150.6	1953-1960	26.5	Nov.	9.4	Juillet
Tananarive obs.	1 381	1931-1960	1 358.8	153.6	1941-1960	28.2	Nov.	8.9	Juillet
Tranoroa	209	1933-1960	522.2	56.0	1941-1960	35.1	Nov.	11.0	Juillet
Tsaramandroso	100	1952-1960	1 605.0	90.0	1944-1960	35.2	Oct.	17.5	Juillet
Tsaratana	380	1931-1960	1 874.5	94.9	1941-1960	33.4	Nov.	16.3	Juillet
Tsiazompaniry	1 350	1954-1960	1 349.9	148.0	1954-1958	27.4	Nov.	7.1	Août
Tsihombe	64	1931-1960	489.4	71.3	1941-1960	33.0	Février	12.1	Juillet
Tsinjoarivo	1 640	1931-1960	1 345.9	146.7	1941-1960	24.7	Déc.	7.1	Août
Tsiroanomandidy	869	1936-1960	1 655.2	117.2	1941-1960	31.0	Oct.	12.2	Juillet
Tsivory	399	1931-1960	977.7	74.7	1941-1960	33.9	Nov.	10.0	Juillet
Tulear Aero	10	1931-1960	356.8	34.6	1955-1960	32.5	Février	14.1	Juillet
Vatomandry	6	1931-1960	2 994.0	208.7	1941-1960	30.0	Janvier	17.1	Juillet
Vohemar	5	1931-1960	1 413.0	163.5	1941-1960	30.9	Janvier	19.4	Août
Vohidiala	773	1939-1960	1 215.9	104.0	1941-1960	30.4	Nov.	11.4	Sept.