

Acosta - Baladón

L'IMPORTANCE DES PRÉCIPITATIONS OCCULTES SOUS LES TROPIQUES SECS. UN ESSAI DE SYNTHÈSE

Acosta Baladón, A. N.

Expert Principal Honoraire de l'O.M.M.

Paseo San Antonio n°6-7 Izq., SP- 37003 Salamanca

Gioda, A., Hydrologue, ORSTOM

BP 5045, F-34032 Montpellier cedex 01

avec la collaboration de

Fontanel, P., Botaniste, CIRAD, F-Montpellier

RÉSUMÉ

Cette communication attire l'attention sur une ressource négligée, les brouillards et les rosées, pour les déserts côtiers et insulaires des Tropiques. Après un rappel historique, les différents capteurs utilisés (drosomètres, filets, pierriers, plantes) sont présentés succinctement avec les résultats obtenus. Des exemples de réussite dans le domaine agricole (vigne, tabac...) sont décrits aux Canaries et au Yémen (café) tandis que les potentialités de l'archipel du Cap-Vert sont réelles car basées, depuis les années 40, sur la production par les paysans de centaines de litres d'eau potable. Ces potentialités sont soulignées encore par la réussite d'expérimentations scientifiques s'appuyant sur un savoir-faire acquis, à partir des années 50, au nord du Chili et transférable vers les pays en voie de développement.

MOTS-CLÉS : brouillard, rosée, capteur, agriculture, eau potable, agriforesterie, désert, Canaries, Cap-Vert, Yémen, Chili, Pérou.

ABSTRACT

This paper focuses on neglected water resources : fog and dew in arid Tropics. The right combination of marine stratocumulus clouds and coastal mountains may provide the conditions where fog water can be obtained in sufficient quantities to be used for small villages (drinkable water) and agriculture. Such combinations are found in Peru, Chile, Canary islands, Cape Verde islands, South Africa, Arabia... On Brava (Cape Verde islands), isolated populations have drunk fog water since 1942, mainly collected with the help of agave plants. On Canary islands and in Yemen, farmers have cultivated for centuries vineyard, tobacco or coffee using traditional know-how, volcanic soils, stone walls and fog, dew, or air moisture. Successes have been obtained in the agroforestry domain with *Prosopis* family especially in Cape Verde islands. A new challenge is to exploit the *camanchaca* (high elevation fog) in Peru and Chile where a huge scientific background has been developed in Antofagasta and La Serena areas since the fifties.

KEY WORDS : fog, dew, sensor, agriculture, drinkable water, agroforestry, desert, Canary islands, Cape Verde islands, Yemen, Chile, Peru.

ملخص
 تهدف هذه الدراسة إلى الإشارة إلى ثروة مبدئية، متمثلة في الضباب والندى
 في الجزر الاستوائية والنواحي الصحراوية. بعد تذكير تاريخي، تعرف
 أهم المجامع المستعمدة «آبار ترسيبية» بشارك. مقياس الندى «مع النتائج المتوصل إليها»
 كما تعرف أيضا عدة أمثلة مستعمدة في مجال الزراعة «كمروة» تبغ... «في
 جزر الكناري وفي اليمن (النفقة)»، أما الإمكانات في أرخبيل الرأس الأخضر فهي
 تعتبر حقيقية وأقعة لأنها مستعمدة منذ الأربعينات. حيث يجمع الفلاحون
 مئات اللترات من الماء الطالح للشراب.
 تتأكد هذه الإمكانيات من خلال نجاح التجارب العلمية المستعمدة على الخبرة
 المكتسبة في الخمسينيات في شمال الشيلي والقبلة للتطبيقات في البلدان النامية الأخرى.
 مقدمات أساسية :
 ضباب - ندى - مجمع أولاقط، زراعة، مياه شرب - صحراد - جزر الكناري ،
 أرخبيل الرأس الأخضر - اليمن - الشيلي - البيرو.

INTRODUCTION

Exploiter l'eau de la rosée et celle des brouillards dans les déserts est l'un des défis les plus ardu à relever à la fois pour le scientifique et le développeur. Il s'agit d'un terme du bilan hydrique qui a peu intéressé les hydrologues à l'inverse des agronomes et des pédologues. Il n'est pas une perte (évaporation ou évapotranspiration) mais un gain très difficilement chiffrable car les précipitations occultes relèvent de la micro-météorologie ; au Chili, les valeurs recueillies avec des capteurs *ad hoc*, sur une même montagne et sur un gradient altitudinal de seulement 320 m, varient dans des proportions de 1 à 15 (Schemenauer et Cereceda 1988).

UNE MISE EN PERSPECTIVE

"Ils regardèrent vers le désert... Sur le soir... il monta des caillles qui couvrirent le camp et, au matin, il y eut une couche de rosée à l'entour du camp" (Ancien Testament, Exode, XVI d'après Masson 1948). Dès les plus anciens livres de la Bible, le binôme contradictoire désert-rosée, ici dans le Sinaï égyptien, est mis en avant.

A la fin du XVème siècle, avant la découverte du Nouveau Monde, les Canaries et, plus précisément leur île la plus occidentale, Hierro (28° N-18° W), étaient le bout du disque du Monde. Le prêtre Barthélemy de las Casas, qui fut le biographe de Christophe Colomb, y décrit *"l'arbre saint, le garoé"* au XVIème siècle. *Il y a toujours au sommet de cet arbre un petit nuage et le garoé laisse tomber des gouttelettes d'eau que les hommes acheminent vers une modeste fontaine grâce à laquelle humains et animaux vivent pendant les périodes d'extrême sécheresse"* (pp. 112-113 du vol. 1 de l'édition Aguilar 1927 in Acosta Baladón 1973). Ce fut la première description physique de capture de la bruine, *garúa* en espagnol sud-américain, par la végétation (Acosta Baladón et Gioda 1991).

Sans connaître De las Casas, un modeste paysan des îles du Cap-Vert, Hermógenes Gonçalves, appliqua en 1942 l'idée des Bimbaches, la population pré-coloniale de Hierro. Sur l'île de Brava (15° N-25° W), à *"Campo das Fontes"* (environ 500 m) -désignation incompréhensible dans une région où il n'y a ni fontaines ni puits et où l'eau doit être apportée d'une grande distance- il utilisa le fourcroya (*Furcroya gigantea*) pour recueillir l'eau. Un seul pied de fourcroya, une grande agave, fournit 20 litres/jour quand les conditions sont favorables (Reis F. Cunha 1963 ; 1964).

Aujourd'hui, les tentatives les plus avancées pour l'alimentation en eau potable tournent autour de l'adduction de Chungungo (Chili), village de 450 habitants.

Malgré ces résultats et expériences, aujourd'hui l'utilisation des précipitations occultes reste très faible et, sur le front de la recherche tropicale, seules une équipe canado-chilienne et une équipe chilienne confirmée sont actives à notre connaissance (Espinosa 1989 ; Fuenzalida, Rutland et Vergara 1989 ; Fuenzalida, Schemenauer et Cereceda 1989 ; Lopez et Meneses 1989 ; Schemenauer et Joe 1989 ; Espejo et son projet FONDECYT 1991 ; Schemenauer et *al.* avec leur début de travaux à Oman). Cette communication essaie de donner une impulsion aux travaux à reprendre aux îles du Cap-Vert, au Pérou (Pinche Laurre 1986), en Namibie, en Arabie...

LA RESSOURCE ET LA MESURE

Les résultats obtenus avec le capteur de Grunow mis au point à l'Observatoire Météorologique de Hohenpeissenberg (ancienne RFA) sont les seuls qui soient présentés (Tableau 1).

Des données extrêmement précises et nombreuses sont fournies pour d'autres capteurs mis en oeuvre au Cap-Vert par Reis F. Cunha (1964) et par Colombani in Servat (1982) et aussi au Chili par Tapia et Zuleta (1980) et par Schemenauer, Fuenzalida et Cereceda (1988). Les techniques (filets, moustiquaires, usage du nylon...) s'inspirent toujours des travaux de Saa et Valdez (1963) qui les initièrent en 1957. Les appareils plus anciens, notamment les drosomètres du XIXème siècle, sont recensés et souvent illustrés par Masson (1948).

Tableau 1. Les différentes performances du capteur de brouillard standard dans le monde tropical.
Capteur de Grunow (Nagel 1956 ; Grunow 1958).

Pays	Afrique du Sud	Cap-Vert	Cap-Vert	Cap-Vert	Cap-Vert	Cap-Vert
Ile	-	Santiago	Santiago	Fogo	Santo Antão	Santo Antão
Localité	Table Mountain	Curralinho	Malagueta	Mte Vilha	Pero Dias	Água das Caldeiras
Longitude	18° E	23° W	23° W	24° W	25° W	25° W
Latitude	34° S	15° N	15° N	15° N	17° N	17° N
Altitude	1067	950	900	1300	1100	1430
Année(s)	1954-1955	1962	1979-1980	1962	1962	1962
Mois début	Mars	Janvier	Novembre	Janvier	Janvier	Janvier
Mois fin	Février	Décembre	Octobre	Décembre	Décembre	Décembre
Pluviométrie	1940	746,1	698,5	1474,1	824,4	410,1
Pluviométrie avec Grunow	3294 (1)	1292,4 (2)	4874,9 (3)	2789,7 (2)	1839,0 (2)	1349,8 (2)

(1) Nagel 1956 ; (2) Reis F. Cunha 1964 ; (3) Acosta Baladón et Gioda 1991.

LA RESSOURCE ET L'OROGRAPHIE

Les quatre caractéristiques du relief favorables au captage de l'eau des brouillards sont les suivantes :

- 1) l'altitude de la montagne doit être en moyenne égale ou supérieure à 500 m. Le tableau 2 essaie de définir un optimum pour les différentes zones du globe.
- 2) l'axe principal de la chaîne montagneuse doit être perpendiculaire à la direction dominante du vent. En effet, par exemple au Cap-Vert, la ressource en eau provient du choc des gouttelettes de brouillard sur la montagne et les obstacles (Callède com. écrite). Les nuages poussés par l'alizé se déplacent très vite : environ 50 km/h à Pé de Verde sur l'île de São Vicente (17° N-25° W).
- 3) la proximité de la côte est un élément favorable et, ajouterons-nous, jusqu'à 30 km environ à l'intérieur des terres.
- 4) l'existence d'un bassin intérieur à l'arrière de la chaîne montagneuse est aussi très favorable car elle produit une ascension d'air chaud due à la chaleur diurne.

Tableau 2. L'altitude optimale pour la capture du brouillard dans le monde tropical.

Pays (île)	Site	Altitude (m)	Points de mesure	Auteur(s)
Chili 29°S	Cordon Sarcos	700	7	(1)
Chili 24°S	Cerro del Águila	700-800	1	(2)
Afrique du Sud	Table Mountain	770	2	(3)
Cap-Vert	Serra Malagueta (Santiago)	900	5	(4)(5)
Canaries (Tenerife)	Posada de las Vacas Realejo Bajo	966 1 490	6	(6)

- (1) Schemenauer, Cereceda et Carjaval (1987)
(2) Tapia et Zuleta (1980)
(3) Nagel (1956)
(4) Reis F. Cunha (1964)
(5) Acosta Baladón et Gioda (1991)
(6) Ceballos et Ortuño in Acosta Baladón (1973)

LA RESSOURCE ET LES PIERRIERS

Il s'agit de recueillir de l'eau à partir de tas de cailloux dans des régions où les brouillards sont rares, où la rosée n'est pas aussi très abondante comme sur le pourtour méditerranéen. L'outil est un grand condensateur naturel et il faut, au niveau de la mesure, s'affranchir de la pluie, du brouillard et la rosée. Les tentatives, au niveau scientifique, peu nombreuses au XXème siècle, furent localisées dans la zone méditerranéenne. Gioda et Acosta Baladón (1991) ont essayé de les recenser et de les situer dans leur contexte. Citons celles de Zibold (Théodosia, aujourd'hui Féodosia, en Crimée [45° N-35° E] de 1905 à 1917), de Chaptal (Montpellier au sud de la France [44° N-4° E] et entre les années 20 et

30) et de l'ingénieur belge Knapen (Trans en Provence, toujours au sud de la France [44° N-6° E], dans les années 30). Les quantités d'eau recueillies très modestes (au maximum 2,5 l/jour par Chaptal) ne poussèrent pas à continuer ces expériences.

Seul dans le monde tropical, Reis F. Cunha (1964) construisit un mur de pierre (2,5 m x 1 m x 1,8 m) au Cap-Vert, sur l'île de Santiago et dans la Serra Malagueta. Il n'obtint pas d'eau malgré des brouillards fréquents et une construction à base de petits blocs -en forme de brique- de basaltes et de limburgites -basaltes sans feldspath - "assez altérés". Il faut aussi citer, au sud de l'île de Lanzarote (29° N-14° W) aux Canaries, La Geria qui est une région riche en lapilli où les paysans ont pu aménager des vignobles (Acosta Baladón 1973). Partout sur cette île basse, se note une épaisse couche de picón, nom local des lapilli qui ont la particularité de retenir l'humidité de l'air. Elle a été épandue par les agriculteurs auxquels une sculpture monumentale de César Manrique et un musée rendent un juste hommage.

Dans l'histoire, le célèbre *intiwatana* des ruines incas de Sacsayhuaman (région de Cuzco-Pérou) pourrait être un condensateur de type Théodosia, selon P. Pourrut (com. écrite). Cette hypothèse est étayée par la découverte d'un grand système de canaux rayonnants, circulaires puis divergents et par la présence de très nombreux blocs de calcaire, une roche allochtone, autour de la plate-forme. Ce monument est habituellement considéré comme un observatoire astronomique ou une horloge solaire.

LA RESSOURCE ET LES PLANTES

Les plantes sont des obstacles pour les brouillards ; elles provoquent des phénomènes de condensation. Ce sont pour la mesure des éléments perturbateurs, de véritables artefacts naturels. La capture de l'eau est évidente chez l'arbre du voyageur de Madagascar (*Ravanella madagascariensis*) et le *Furcroya gigantea* au Cap-Vert.

Moins visible, elle est cependant primordiale pour des végétaux qui semblent faire directement profit de l'eau qu'ils interceptent. Les *Prosopis* et les tamaris croissent dans des sols minéraux (cailloutis, sables...) avec des précipitations annuelles inférieures à 200 mm et trouvent des ressources hydriques occultes (brouillards, rosée, embruns côtiers). La liste suivante de ce type de végétaux n'est pas exhaustive mais servira plutôt d'exemple : les eucalyptus, les *Prosopis*, les palmiers, les tamaris.

1) Des eucalyptus, âgés d'environ 50 ans, existent toujours autour de la mine chilienne d'El Tofo (780 m à 21° S-71° W) malgré l'abandon des hommes et une pluviométrie de quelques mm/an. Ils furent plantés par les mineurs puis arrosés jusqu'à ce qu'ils atteignent 2 m de haut (Schemenauer, Fuenzalida et Cereceda 1988). Sur les pentes du Monte Gordo (1312 m) de l'île de São Nicolau (17° N-24° W) au Cap-Vert, des eucalyptus prospèrent également à 1000 m (Colombani com. orale), près de la station la plus haute qui était équipée pour la mesure des brouillards (Servat 1982). Le cercle mouillé provoqué par la "pluie des branches" est très visible sur les photographies de Olivry et *al.* (1989) qui illustrent aussi l'olivier macaronésien (*Olea europaea*) et le lien aux précipitations occultes.

2) Les *Prosopis* sont des légumineuses arborées (minosacées) bien connues pour croître dans les conditions les plus difficiles. La Pampa du Tamarugal est une région située à une vingtaine de km de la côte chilienne entre Tocopilla au sud et la région d'Iquique-Arica au nord (19°/23° N-70° W). Elle couvre près de 12 000 km² de hauts plateaux entre 750 et 1100 m. Il y pleut de l'ordre de 1 mm/an. Néanmoins, *Prosopis tamarugo*, un arbre au port de saule pleureur, est si adapté à cette région qu'il lui donne son nom. Ce nom vernaculaire a été aussi repris pour la classification de Linné (Klein Koch et Campos 1978). Aronson (s.d.) évoque à son propos une transpiration inverse sans toutefois la démontrer. Aujourd'hui, il ne végète spontanément que dans des stations botaniques très

localisées. Ceci explique que, dès 1965, un programme national de reboisement ait été lancé pour sauver l'espèce. Ainsi, un reboisement de *P. tamarugo* a été fait en 1973 au km 1690 de la route Panaméricaine par le Corps des Eaux et Forêts chilien (CORFO/CONAF). Il a suffi d'un arrosage (30 à 60 jours) pour assurer le succès de la plantation. Mieux encore, dans le Parc National de Pintados, toujours dans la même région, des bois de *P. tamarugo* supportent une charge contrôlée d'ovins qui s'alimentent seulement avec son feuillage et ses gousses.

Prosopis juliflora (Sw.) DC. fut introduit dès le XVIII^{ème} siècle au Sénégal où il s'est acclimaté. Beaucoup plus récemment, son introduction a été faite au Cap-Vert. C'est devenu l'essence de reboisement la plus utilisée avec *Parkinsonia aculeata* car elle fournit du bois de feu, du fourrage et elle résiste aux coupes (Châtelain in Olivry et al. 1989).

3) Une palmacée (*tamareira* en portugais c'est-à-dire un dattier), vraisemblablement *Phoenix dactylifera*, est photographiée par Reis F. Cunha (1964) sur les flancs du Monte Verde (774 m) de l'île de São Vicente (17° N-25° W) au Cap-Vert. A son pied, un petit réservoir a été spontanément creusé par les agriculteurs et cimenté. Il est possible d'obtenir entre 15 et 30 l/jour.

4) La capacité des tamaris à recueillir la rosée a été étudiée en Egypte à partir notamment des observations climatologiques du Dr Fathi Taha. Les productions des rosées en mm sont données pour différentes herbacées et plantes arborées (Arvidsson 1958). A la station de Burg el Arab, située près de la Méditerranée et à 50 km vers l'ouest d'Alexandrie (31° N- 30° E), une considérable quantité d'eau coula des branches de *Tamarix articulata* après une nuit avec rosée.

L'illustration de ces possibilités en zone aride est fournie par la présence des "oasis nuageuses" sur les petits massifs montagneux de Fray Jorge et Talinay où précipitent 150 à 200 mm/an (Schemenauer, Fuenzalida et Cereceda 1988 ; Acosta Baladón et Gioda 1991). Les massifs dominent les côtes du Chili vers 30°-31° S et 71° W. Ce sont des zones climatiques très particulières qui se caractérisent par une rareté biologique : la persistance de lambeaux de la forêt valdivienne. Cette forêt de la *mesotropofitia* a son foyer autour de la ville chilienne de Valdivia (40° S-73° W) dans une zone à climat tempéré chaud avec une courte saison sèche. Sa physionomie de forêt caducifoliée est frappante sous le climat de Fray Jorge.

Les performances les meilleures, au niveau agricole, sont peut-être obtenues par les paysans du Yémen. Ils produisent un excellent café Arabica (*Coffea arabica*) à 1600 m malgré une précipitation interannuelle de 350 mm environ et une ETP de l'ordre de 1700 mm dans la région de Manakha (15° N-44° E), à une quarantaine de km à l'ouest de Sana'a vers la côte (O. Neuvi com. orale). Ce cas combine captation par pierriers, adaptation morphologique et physiologique et application agronomique par un savant jardinage. Bien évidemment, les murets de pierre, photographiés par le Bureau Franco-Yéménite de Sana'a in Acosta Baladón et Gioda (1991), et les sols d'origine volcanique assurent aussi une captation des gouttelettes de brouillard. Ils sont les équivalents des *picón* de Lanzarote (Acosta Baladón 1973). Willson (1985) rappelle que la plante peut parfaitement résister à une longue période sans pluie si l'humidité de l'air dépasse 80%. D'ailleurs, même dans les régions bien arrosées de l'Amérique latine, le caféier Arabica ne pousse que dans des secteurs à *neblinas* presque quotidiennes (Haut Magdalena et Antioquia au centre-nord de la Colombie, Costa Rica). Conduit en serre, il demande une pulvérisation régulière d'eau (*fog system*).

En résumé, il y a deux tactiques des végétaux pour capter les gouttelettes soit 1) une surface d'arrêt (feuille large et/ou grande) plus un collecteur (nervure) plus un réservoir à la naissance de la feuille [exemples : agaves, broméliacées, *Ravanella*...] soit 2) un réseau dense et mouvant de la canopée caractérisée par des feuilles minces et/ou petites qui est assimilable à un filet ou un grillage [*Prosopis*, tamaris, dattier...]. Souvent les deux adaptations se partagent l'espace : la première, la strate du taillis ; la seconde, celle arborée. Ainsi, agaves et *Prosopis* sont associés au Yucatan (Mexique) et dans la péninsule de Guajira (extrême-nord de la Colombie).

CONCLUSION

La conclusion sera ouverte car elle indique quatre pistes de recherche afin d'exploiter la ressource des précipitations occultes. Au niveau des causes, la compréhension du jeu des courants océaniques de Humboldt et El Niño, en Amérique du sud, est essentielle également pour la météorologie et la climatologie. Sachant l'extrême variabilité spatiale de la ressource et l'importance des facteurs topographiques pour celle-ci, les Modèles Numériques de Terrain (MNT) pourront être utiles pour optimiser la localisation des collecteurs de brouillard. Le rôle des isotopes stables de l'eau (^{18}O , ^2H) comme marqueurs des précipitations occultes et des écoulements est à mettre en avant. Enfin, les possibilités les plus grandes d'application nous semblent liées à l'agriforesterie, l'un des secteurs traditionnellement les plus négligés dans le travail de développement.

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié de l'aide et/ou des encouragements de Y. L'Hôte, P. Pourrut, J. Pagès, J. Callède (ORSTOM-Montpellier), F.N. Reyniers (CIRAD-Montpellier), C. Espinosa, O. Tapia, R. Zuleta, R. Espejo (Universidad Católica del Norte-Antofagasta), H. Chamayou (INRA-Montpellier), Y. Pointin (LAMP-Clermont-Ferrand), J.C. Olivry (ORSTOM-Bamako), J. Colombani (ORSTOM-Brazzaville), V. Anselmo (Università Turin et Viterbe), E. Le Floch (CEPE/CNRS-Montpellier), M. Ben Younes (ORSTOM-Tunis) et O. Neuvy (Bureau Agricole Franco-Yéménite de Sana'a). Le CNFVG a bien voulu s'associer financièrement à la valorisation du travail.

RÉFÉRENCES

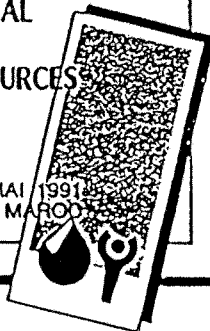
- Acosta Baladón, A.N. 1973. Cultivos enarenados. Publ. A-55, Servicio Meteorológico Nacional, Madrid, España.
- Acosta Baladón, A.N., et A. Gioda. 1991. L'importance des précipitations occultes sous les tropiques secs. Sécheresse, 2 (2), sous presse.
- Ardivsson, I. 1958. Plants as Dew Collectors. In : Actes de l'Assemblée Générale de Toronto de l'UGGI, 1957, AIHS, Gentbrugge, Belgique, 43 (2) : 481-484.
- Aronson, J. s. d. Desert Plants of Use and Charm from Northern Chile. Desert Plants, 10 (2) : 65-85.
- Espejo, R. 1990. Estudio de los Estratocumulus Costeños y su Potencial como Recurso Hidrico en Antofagasta. Concurso Nacional de Proyectos FONDECYT 1991, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.
- Espinosa, C. E. 1989. Barras Levóginas y Dextróginas para Estructuras. Artefactos Arquitectónicos Transitorios de Geometría Macrodiamante. Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.
- Gioda, A., et A.N. Acosta Baladón. 1991. Les puits aériens de Théodosia, de Montpellier et de Trans. ORSTOM, Montpellier, France.
- Grunow, J. 1958. Vergleichende Messungen des Nebelniederschlags. In : Actes de l'Assemblée Générale de Toronto de l'UGGI, 1957, AIHS, Gentbrugge, Belgique, 43 (2) : 485-501.

- Fuenzalida, H., J. Rutlland, et J. Vergara. 1989. Meteorological Aspects of Water Collection from Stratocumuli in Northern Chile. Preprint Third International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, Buenos Aires, Argentina, October 31- November 10.
- Fuenzalida, H., R. S. Schemenauer, et P. Cereceda. 1989. Subtropical Stratocumuli as a Water Resource. Preprint Third International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, Buenos Aires, Argentina, October 31-November 10.
- Klein Koch, C., et L. Campos S. 1978. Biocenosis del tamarugo (*Prosopis tamarugo* Philippi) con especial referencia de los artrópodos fitófagos y sus enemigos naturales. Z. ang. Ent. (Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin), 85 : 86-108.
- Lopez, J. E., et R. Meneses. 1989. Camanchaca. IAP La Platina (Investigacion y Progreso Agropecuario), Chile, Julio-Agosto, n° 59.
- Masson, H. 1948. Condensations atmosphériques non enregistrables au pluviomètre. L'eau de condensation et la végétation. Bulletin de l'IFAN, Dakar, AOF, X : 1-181.
- Nagel, J.F. 1956. Fog Precipitation on Table Mountain. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., London, 82 : 452-460.
- Olivry, J.-C., J. Lericque, R. Calvez, et *al.* 1989. Hydrologie du Cap-Vert. Etude de l'île de São Nicolau. Etudes et Thèses, ORSTOM, Paris, France.
- Pinche Laure, C. 1986. Estudios de las Condiciones Climáticas y de la Niebla en la Costa Norte de Lima. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Reis F. Cunha. 1963. Observation de la précipitation venant du brouillard dans l'archipel du Cap-Vert. Preprint "Conferência das Nações Unidas sobre a aplicação da Ciência e da Técnica em benefício das regiões meno desenvolvidas", fév. 1963, Genève, Suisse, 3 p.
- Reis F. Cunha. 1964. O problema da captação da água do nevoeiro em Cabo Verde. Garcia de Orta, Lisboa, Portugal, 12 (4) : 719-756.
- Saa, (R.P.) G.S.J., et M.L. Valdez. 1963. Captación de agua de la neblina. Instituto de Investigaciones Científicas de la Universidad del Norte, Antofagasta, Chile.
- Schemenauer, R.S., et P. Cereceda. 1988. The Collection of Fog Water in Chile for Use in Coastal Villages. In : VIth IWRA World Congress, Ottawa, Canada, IWRA, Urbana, USA, II : 660-669.
- Schemenauer, R.S., P. Cereceda, et N. Carvajal. 1987. Measurements of Fog Water Deposition and Their Relationships to Terrain Features. J. Climate and Applied Meteor., 26 : 1285-1291.
- Schemenauer, R.S., H. Fuenzalida, et P. Cereceda. 1988. A Neglected Water Resource : the Camanchaca of South America. Bull. Am. Meteor. Soc., 69 (2) : 138-147.
- Schemenauer, R.S., et P.I. Joe .1989. The Collection Efficiency of a Massive Fog Collector. Atmospheric Research, 24 : 53-69.
- Servat, E. 1982. Essai d'analyse des précipitations occultes sur le massif du Monte Gordo (São Nicolau-Cabo Verde). ORSTOM, Dakar, Sénégal.
- Tapia, O., et R. Zuleta. 1980. Veinte Años de Camanchacas y Dos del Proyecto Mejillones. Informe Personal. Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.
- Willson, K.C. 1985. Climate and Soil in : Coffee. Clifford and Willson ed., Croom Helm, London-Sydney : 97-134.

MAY 13 - 18, 1991
RABAT, MOROCCO
VIIth WORLD CONGRESS
ON WATER RESOURCES

VII ÈME
CONGRES
MONDIAL
DES
RESSOURCES
EN
EAU

13-18 MAI 1991
RABAT, MAROC



13 - 18 ماي 1991
الرباط، المغرب
المؤتمر الدولي
للموارد المائية السابع



COMITES DU CONGRES

Comité International du Programme

A.K. BISWAS, UK, Président
M. ABU ZEID, Egypte
M. BENZEKRI, Maroc
M. JELLALI, Maroc
V. DE KOSINSKY, Belgique
C. LOTTI, Italie
J.P. MOUNIER, France
P.J. REYNOLDS, Canada
G.E. STOUT, USA

Comité National d'Organisation

A. MEZIANE, Président
E. BENZEKRI, Président Délégué
M. JELLALI, Président Exécutif
M. ANNAKI
L. BOUFOUS
N. BOUTAYEB
A. EL HEBIL
A. EL KHABOTE
A.S. GUEDDARI
H. HAJIR
A. HAJJI
M. MARHRAOUI
M. ESSADAoui
M. TALBI

Teleph. : (212-7) 77 - 86 - 90 ; Telex : 360 82M ; Fax : (212-7) 77 - 60 - 81

Vilème Congrès Mondial des Ressources en Eau - Administration de l'Hydraulique - Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau
Rue Hassan Bencheikroun, Agdal-Rabat MAROC

© IWRA

International Water Resources Association
205 North Mathews Avenue, Urbana, Illinois 61801, USA