

## LE POTENTIEL HYDRIQUE DE LA BASE DE LA MER DE NUAGES A TENERIFE (ILES CANARIES)\*

M<sup>a</sup> V. MARZOL, P. DORTA, P. VALLADARES et R. PÉREZ

*Departamento de Geografía. Universidad de La Laguna. 38071 La Laguna. Tenerife. Islas Canarias.  
E-mail: mmarzol@ull.es*

### Résumé:

La baisse d'altitude de la nébulosité dans l'île de Tenerife durant l'été a permis de recueillir au Lomo Pulpito, situé à 664 mètres, les gouttes d'eau contenues dans les nuages moyennant des méthodes non-conventionnelles. Dans cette étude nous avons utilisé un capteur de brouillard, une structure métallique d'un mètre<sup>2</sup> recouverte d'une maille de polypropylène installée perpendiculairement au vent dominant. Depuis mai 1996 jusqu'à octobre 1997 nous avons pu recueillir en cet endroit et moyennant ce système une moyenne de 1.0 litres par mètre carré et par jour.

### Abstract:

In the island of Tenerife, the fall in altitude of sea clouds during summer makes possible, in Lomo Pulpito to 664 m, the gathering of water drops contained within the clouds through no standard methods. In this study standard fog collector has been used, a one square meter metallic structure wrapped up with a polypropylene grid which is located perpendicular to prevailing wind. From may 1996 to october 1997 a daily average of 1.0 litres/m<sup>2</sup> of water have been gathered by this system.

**Mots-clés:** Brouillard, mer de nuages, eau, Tenerife, Îles Canaries.

**Key-words:** Fog, sea of clouds, water, Tenerife, Canary Island.

---

### Introduction

La nébulosité la plus fréquente aux Canaries est la mer de nuages (strato-cumulus). Cette nébulosité est due à une importante inversion thermique de subsidence et aux vents alizés, de secteur NNE en provenance de l'anticyclone des Açores. Durant l'été cette inversion thermique de subsidence est plus fréquente (97,4% des jours) et se trouve à une altitude inférieure (850 m) que pendant le reste de l'année qui a une moyenne de 1000 m (Valladares, 1995; Dorta, 1996; Marzol et al. 1988, 1994, 1996). De cette façon, les zones les plus appropriées pour intercepter le passage des nuages sont les sommets d'une altitude d'environ 1.000 mètres et orientés vers le Nord.

Le lieu choisi pour réaliser l'étude est Lomo Pulpito, situé à 664 mètres. Il réunit toutes les conditions nécessaires pour recueillir l'eau du brouillard (Schemenauer, Ce-

---

\* Recherche financée par la Consejería de Educación, Cultura y Deportes (Ministère de l'Éducation, Culture et sport) du Gouvernement des Canaries. Projet no 774/94, 228/161/95.

receda, 1994a, 98) sauf celle de l'altitude étant donné qu'il se trouve nettement en-dessous de l'altitude moyenne de la mer de nuages. Les résultats obtenus ne sont pas parfaits, mais ils nous permettront néanmoins de connaître le potentiel hydrique à cette altitude. Nous partons de l'hypothèse que la baisse d'altitude de la nébulosité au cours de l'été permet de capter les gouttelettes d'eau et rend possible son utilisation pour l'usage domestique *in situ*.

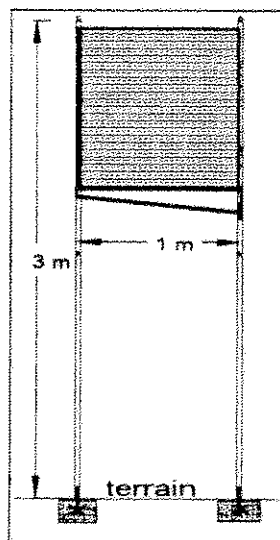
A l'heure d'évaluer les résultats finaux, il faut tenir compte du fait que la nébulosité est un phénomène très changeant en fonction des conditions atmosphériques et d'un caractère saisonnier très prononcé. Dans ce sens, l'altitude de Lomo Pulpito réduit, théoriquement, l'utilisation de la mer de nuages à l'été, quand l'inversion est la plus basse.

### 1. Objectifs, méthode et instruments

L'objectif général est de connaître et d'évaluer le potentiel hydrique à la base de la mer de nuages dans l'île de Tenerife. Cet objectif se subdivise en deux objectifs spécifiques:

- a) Connaître les volumes d'eau recueillie de la pluie et du brouillard en vue de son utilisation ultérieure.
- b) Connaître le nombre de jours où l'on a recueilli seulement de l'eau du brouillard et en quantifier le volume. Grâce à ce procédé nous saurions quelle est la disponibilité de l'eau «complémentaire» à la pluie conventionnelle.

La méthode de travail a consisté à mesurer tous les jours l'eau recueillie dans un capteur de brouillard et un pluviomètre. Les résultats présentés sont préliminaires parce que la période d'étude est très courte (18 mois) et que la nébulosité est, comme nous l'avons déjà fait remarquer, un phénomène très changeant.



Nous avons travaillé avec les données fournies depuis mai 1996 jusqu'à octobre 1997, par un capteur de brouillard (Standard Fog Collector, SFC) conçu par Schemenauer et Cereceda (1994b) qui consiste en un écran d'un mètre carré, doublé d'une maille double de type Rashel, avec un coefficient de couverture de 60% (fig. 1). Cette maille, acquise au Chili, est la même qu'utilisent d'autres recherches semblables au Chili, en Equateur, au Mexique en Namibie, au sultanat d'Oman, en Espagne, etc. afin de pouvoir comparer les résultats. Le capteur de brouillard est orienté perpendiculairement aux vents dominants et une fois que la maille intercepte les gouttes de brouillard, celles-ci sont canalisées jusqu'à un bidon de 29

Figure 1: Le capteur de brouillard (Standard Fog Collector, SFC), conçu par Schemenauer et Cereceda (1994), est l'instrument utilisé dans cette étude.

litres<sup>1</sup>. A côté de celui-ci, nous avons installé un pluviomètre Hellman, de 200 cm<sup>2</sup>, afin de pouvoir savoir la quantité de pluie tombée et ainsi comparer les volumes d'eau captés du brouillard et ceux recueillis de la pluie.

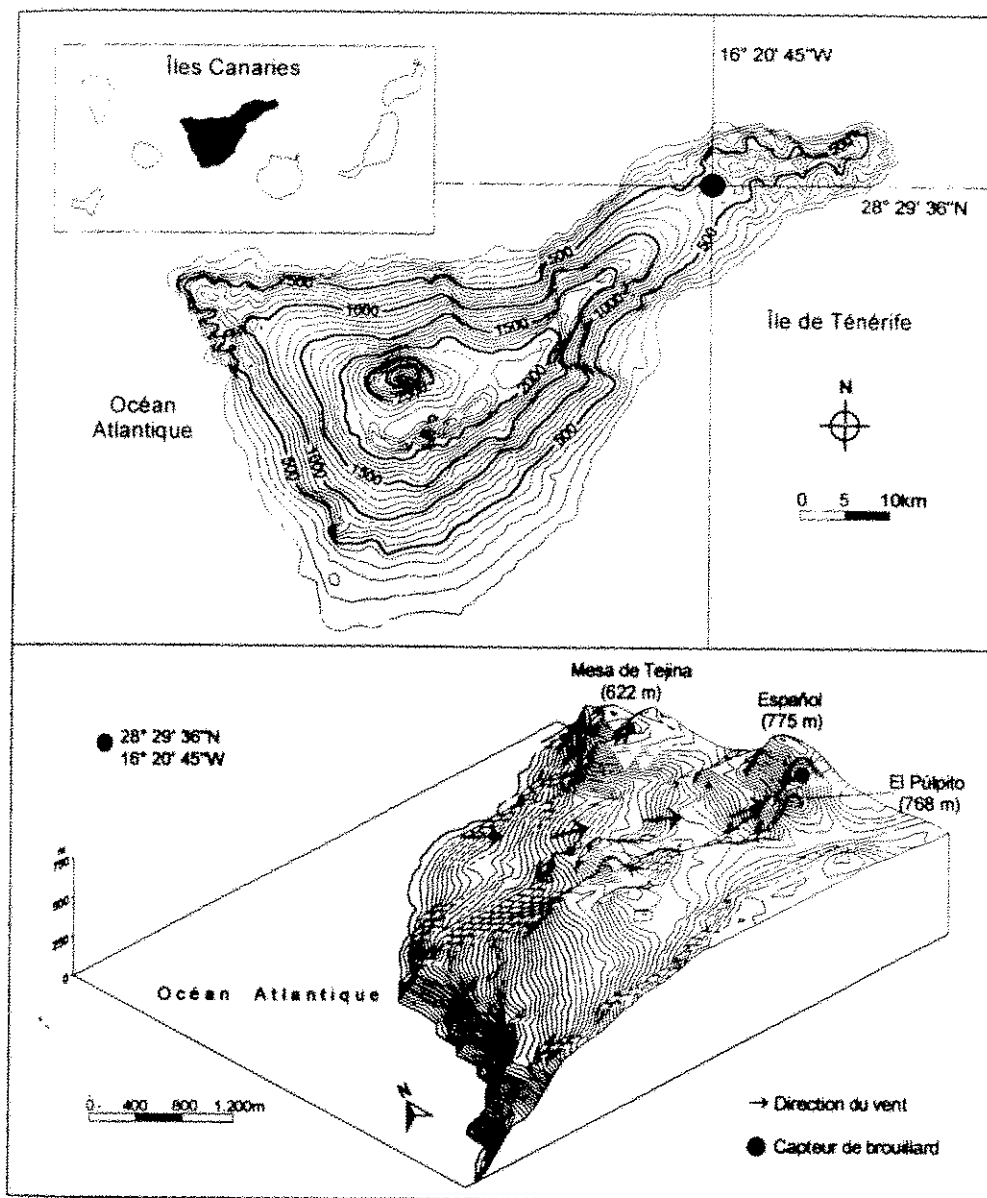


Figure 2: Localisation de la station Lomo Pulpito (664 mètres), Tenerife, Îles Canaries.

<sup>1</sup> Cette capacité du récipient a été insuffisante en trois occasions.

Les instruments se trouvent sur le toit plat d'une maison située sur une petite élévation entre deux collines à 664 m, orienté au NNW, avec des vents moyens de 3 à 4 m/s et à une distance de l'océan en ligne droite de 6,5 km (fig.2). Ces deux élévations montagneuses sont El Español (755 m) et Pulpito (768 m); leurs versants septentrionaux sont recouverts d'*eucalyptus sp.*, *pinus radiata* et *erica arborea* et de quelques exemplaires de *myrica faya* avec des lichens sur les branches indiquant la présence fréquente de brouillard advectif.

La maison, dont le toit plat de 34 m<sup>2</sup> est préparé pour recueillir l'eau de pluie<sup>2</sup>, n'est pas connectée à l'approvisionnement en eau. Ses habitants doivent donc l'acheter et on la leur fournit par des camions citernes au prix de 6,3 \$ US/m<sup>3</sup> alors qu'à La Laguna, municipalité où est située la maison le mètre cube coûte 1,4 \$US (Rodriguez Brito, 1997, 127).

## 2. Résultats

Il faut savoir que 48% des jours étudiés doivent être considérés comme secs parce qu'il n'a pas plu et qu'aucune quantité d'eau n'a été enregistrée; ainsi donc seulement la moitié des jours est potentiellement «utile» pour recueillir de l'eau, quelle qu'en soit l'origine (fig.3). Sur ce pourcentage, 28.1% correspondent à des jours de brouillard sans pluie.

De mai à décembre 1996, 261.5 litres/m<sup>2</sup> d'eau ont été recueillis dans le pluviomètre (seulement de pluie) et plus de 379.8 l/m<sup>2</sup> dans le capteur de brouillard (brouillard et pluie)<sup>3</sup>. Ces quantités indiquent qu'il y a eu, au minimum, 31 % de plus d'eau captée dans le sens horizontal que dans le sens vertical (tableau 1). En revanche, de janvier à octobre 1997 il a plu 461.7 litres/m<sup>2</sup> face aux 413.3 l/m<sup>2</sup> recueillis dans le capteur de brouillard; c'est-à-dire 10.4% de moins dans le SFC que dans le pluviomètre.

Sur les 18 mois d'information, nous avons capté pendant onze mois plus d'eau dans le capteur que dans le pluviomètre; pendant cinq mois la situation a été exactement l'inverse et pendant deux mois (mai et octobre 1997) la quantité d'eau recueillie dans les deux appareils a été identique.

Nous observons qu'au cours de l'été 1996 le SFC recueille beaucoup plus d'eau que le pluviomètre: 236.6 litres/m<sup>2</sup> face à 41.9 l/m<sup>2</sup>, c'est-à-dire, cinq fois plus. Néanmoins, durant l'été 1997 le rapport s'est réduit de moitié (74.1 face à 36.7 litres/m<sup>2</sup> respectivement). Par contre, de novembre à avril, les mois les plus pluvieux dans l'archipel canarien, nous comptons 368.7 litres/m<sup>2</sup> dans le SFC face à 567.7 l/m<sup>2</sup> de pluie. Le rapport de 1,5 est donc cette fois favorable à la pluie. Les mois de mai, septembre et octobre doivent être considérés comme de transition d'une situation à une autre.

Parmi les trois cas suivants: jours de pluie seulement, jours de pluie et de brouillard, jours de brouillard seulement, c'est ce dernier cas qui nous intéresse le plus pour l'ob-

2 Aux Canaries il est traditionnel d'utiliser l'eau de pluie tombée des toits des maisons.

3 Le 3 juin et le 5 et 6 juillet le bidon débordait d'eau, d'où il est logique de supposer que plus de 29 litres ont été recueillis à chaque occasion.

**Tableau 1:** Répartition mensuelle et quantité d'eau récoltée dans le pluviomètre et le capteur de brouillard à Lomo Pulpito (mai 1996 – octobre 1997).

| Total d'eau (l/m <sup>2</sup> ) |              |                       |
|---------------------------------|--------------|-----------------------|
| 1996                            | Pluviomètre  | Capteur de brouillard |
| Mai                             | 2.4          | 10.8                  |
| Juin                            | 19.9         | 84.5                  |
| Juillet                         | 22.8         | 115.2                 |
| Août                            | 0.0          | 36.9                  |
| Septembre                       | 17.8         | 21.2                  |
| Octobre                         | 1.7          | 3.5                   |
| Novembre                        | 89.1         | 38.7                  |
| Décembre                        | 107.8        | 69.2                  |
| <b>Année</b>                    | <b>261.5</b> | <b>379.8</b>          |
| 1997                            | Pluviomètre  | Capteur de brouillard |
| Janvier                         | 167.9        | 120.7                 |
| Février                         | 10.3         | 20.0                  |
| Mars                            | 52.3         | 45.3                  |
| Avril                           | 40.6         | 75.0                  |
| Mai                             | 22.1         | 22.0                  |
| Juin                            | 25.0         | 40.6                  |
| Juillet                         | 9.5          | 21.6                  |
| Août                            | 2.2          | 11.9                  |
| Septembre                       | 3.9          | 27.6                  |
| Octobre                         | 28.2         | 28.1                  |
| <b>Année</b>                    | <b>461.7</b> | <b>413.3</b>          |

**Tableau 2:** Répartition mensuelle et quantité d'eau de brouillard récoltée les jours de brouillard à Lomo Pulpito (mai 1996 – octobre 1997).

| Total d'eau (l/m <sup>2</sup> ) |                  |                  |
|---------------------------------|------------------|------------------|
| 1996                            | Nombre des jours | l/m <sup>2</sup> |
| Mai                             | 11               | 9.9              |
| Juin                            | 16               | 18.7             |
| Juillet                         | 18               | 30.7             |
| Août                            | 17               | 36.9             |
| Septembre                       | 6                | 6.2              |
| Octobre                         | 3                | 1.0              |
| Novembre                        | 6                | 11.5             |
| Décembre                        | 6                | 0.6              |
| <b>Année</b>                    | <b>81</b>        | <b>115.5</b>     |
| 1997                            | Nombre des jours | l/m <sup>2</sup> |
| Janvier                         | 6                | 6.4              |
| Février                         | 7                | 10.9             |
| Mars                            | 6                | 2.7              |
| Avril                           | 8                | 7.6              |
| Mai                             | 2                | 1.4              |
| Juin                            | 8                | 5.9              |
| Juillet                         | 7                | 6.0              |
| Août                            | 8                | 8.8              |
| Septembre                       | 13               | 11.8             |
| Octobre                         | 1                | 0.6              |
| <b>Année</b>                    | <b>66</b>        | <b>62.1</b>      |

jeûtif de notre recherche étant donné qu'il va nous indiquer le volume d'eau complémentaire dont on peut disposer pour son utilisation postérieure. Un total de 115.5 litres/m<sup>2</sup> en 1996 et 62.1 l/m<sup>2</sup> en 1997 jusqu'à aujourd'hui, a été intercepté par la maille du capteur de brouillard par le simple passage du brouillard en cet endroit (tableau 2).

Le nombre de jours où l'on recueille cette eau de brouillard est de 81 en 1996 et de 66 en 1997. Une donnée à souligner est que la plus grande partie de ces jours se concentrent pendant l'été avec une moyenne mensuelle de 17 jours. En août toute l'eau recueillie (36.9 l/m<sup>2</sup>) a été captée en 17 jours de brouillard, c'est-à-dire que la moyenne dépasse légèrement les deux litres par jour (fig. 4).

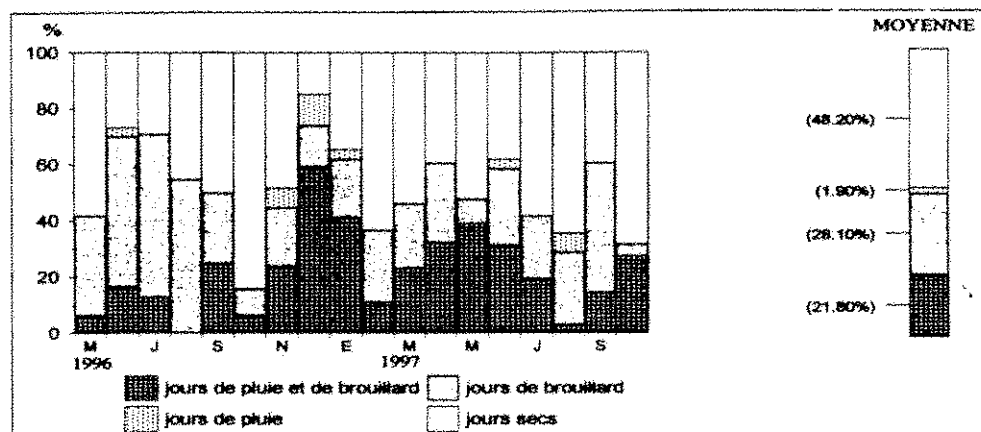


Figure 3: Répartition en pourcentage des jours de pluie et de brouillard, de pluie ou secs à Lomo Pulpito (mai 1996 - octobre 1997).

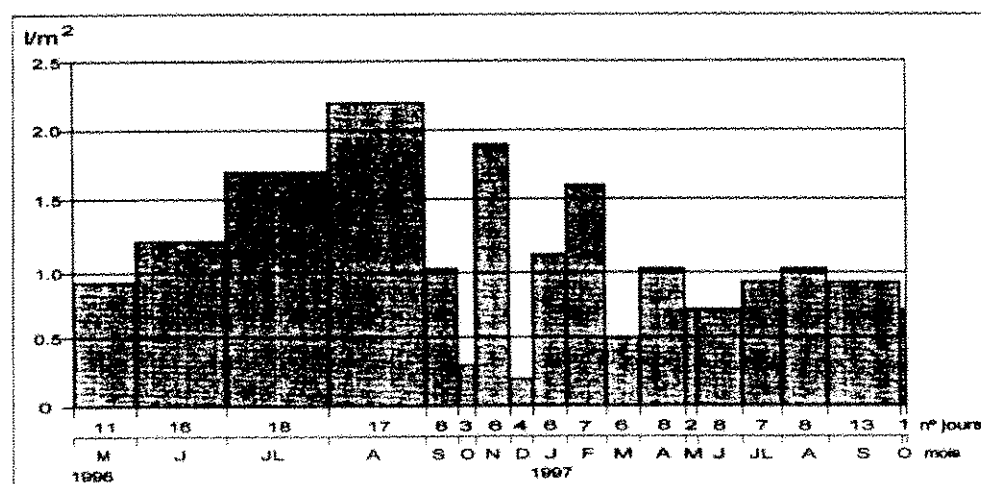


Figure 4: Quantité moyenne quotidienne d'eau provenant seulement du brouillard chaque mois à Lomo Pulpito (mai 1996 - juillet 1997).

La différence de comportement en juin et juillet des deux années (34 jours de brouillard en 1996 face à seulement 15 en 1997) s'explique par l'altitude supérieure de l'inversion thermique durant la seconde année, ce qui aurait empêché que la base du stratus nuageux débordé de la cime du coteau de El Pulpito (fig. 5) Une autre cause serait la localisation et le caractère des cellules de pression dans cette zone de l'Atlantique, qui indiquent durant la seconde année une présence inférieure du régime des alizés.

### 3. Evaluation de la mer de nuages comme ressource hydrique

Au moment de planifier l'usage de cette ressource naturelle il ne faut pas perdre de

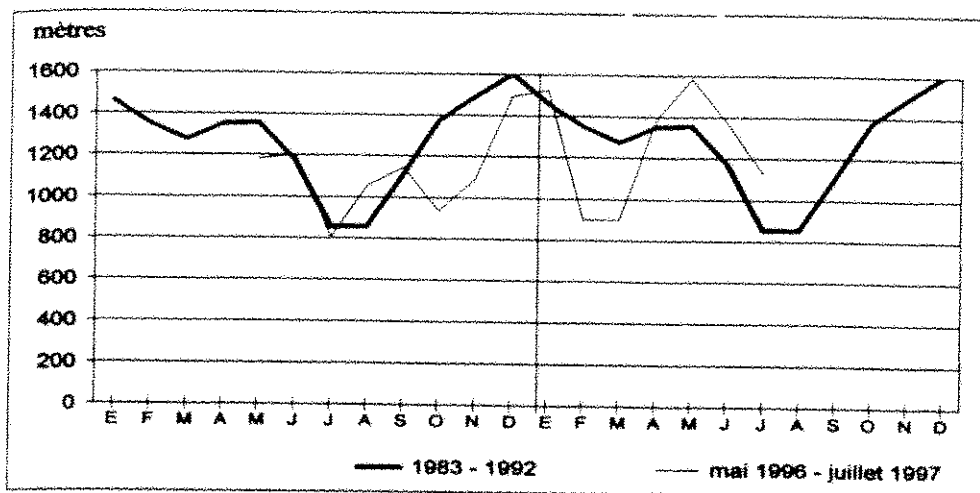


Figure 5: Différences dans l'altitude moyenne de la base de l'inversion aux Canaries à 12 heures entre 1983 et 1992 et la période d'étude (mai 1996-juillet 1997). D'après Dorta (1996) et I.N.M.

vue le fait que le caractère saisonnier de la mer de nuages à cet endroit est une condition décisive. Généralement, la maison dispose durant huit jours par mois d'un peu d'eau de brouillard, mais en été ce nombre se voit doublé.

Ces fréquences mènent à une production moyenne d'eau provenant exclusivement du brouillard de 1.0 litres/m<sup>2</sup>/jour et de 1.7 l/m<sup>2</sup>/jour durant les trois mois d'été. Si l'on compare ces valeurs avec celles obtenues en d'autres lieux (Cereceda, Schemenauer, 1996, 31) et même avec celles obtenues durant cette recherche sur les sommets de Anaga (environ 5.5 litres/m<sup>2</sup>/jour en juin et en juillet), elles s'avèrent très limitées pour considérer la production de cette eau comme une solution au problème d'approvisionnement en eau de cette maison. Si nous comparons ce volume d'eau tombé durant ces jours avec le total des jours de chaque mois, la production d'eau est insignifiante, comme nous pouvons l'observer dans la troisième colonne du tableau 3.

L'efficacité du système proposé est prouvée, voire importante, certains jours déterminés étant donné que 5 litres/m<sup>2</sup> ont été recueillis. Nous avons même obtenu près de 9 litres en 24 heures le 14 août (tableau 3). Tous ces jours-là, la situation atmosphérique dominante était stable, avec des vents faibles du NNE, et la base de l'inversion de subsidence se trouvait à 1.000 mètres.

## Conclusion

Il est évident que l'information des 18 mois observés ne permet pas de résultats concluants et qu'il est nécessaire d'attendre et de connaître quelle est la tendance réelle de la nébulosité à cet endroit. Durant la période d'étude nous avons comptabilisé 691.1 litres/m<sup>2</sup> de pluie, recueillis dans le pluviomètre et 763.9 l/m<sup>2</sup> d'eau dans le capteur de brouillard.

Pendant ce temps les propriétaires de la maison ont bénéficié au total de 23,497 litres d'eau provenant de la pluie tombée sur le toit ( $691.1 \text{ l/m}^2 \times 34 \text{ m}^2$ ). Si l'écran avait eu la même longueur que la façade de la maison (5.8 mètres) la quantité d'eau recueillie par ce système se serait élevée à 4881 litres ( $841.5 \text{ l/m}^2 \times 5.8 \text{ m}$ ), soit 17% du total d'eau qu'il est possible de recueillir (28,378 litres).

Ce pourcentage n'est pas à négliger si l'on tient compte que la maison, étant donné son isolement, ne dispose pas d'eau courante et se fournit moyennant un camion citerne au prix de 6.3 \$ US le mètre cube. C'est pourquoi ses habitants se voient obligés de chercher d'autres alternatives afin de diminuer le prix de consommation de cette ressource.

Or, si nous tenons compte seulement de l'eau recueillie de la mer de nuages les jours où il n'a pas plu ( $177.6 \text{ l/m}^2 \times 5.8 \text{ mètres} = 1030 \text{ litres}$ ), l'apport par le système de l'écran s'avère insignifiant étant donné qu'il ne représente que 3.6% du total. Nous pouvons donc déduire de cette donnée le bas potentiel de la nébulosité stratiforme à cette altitude comme ressource hydrique pour une utilisation domestique, par contre,

**Tableau 3:** Production journalière et mensuelle d'eau de brouillard provenant exclusivement du brouillard à Lomo Pulpito (mai 1996 - octobre 1997).

|                |      | nombre de jours<br>de brouillard<br>par mois | production<br>journalière<br>par mois | production<br>mensuelle<br>litres/m <sup>2</sup> | maxima<br>l/m <sup>2</sup> /jour | jour |
|----------------|------|----------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------|------|
| mai            | 1996 | 11                                           | 0.9                                   | 0.3                                              | 3.0                              | 6    |
| juin           | 1996 | 16                                           | 1.2                                   | 0.6                                              | 3.5                              | 19   |
| juillet        | 1996 | 18                                           | 1.7                                   | 1.0                                              | 4.9                              | 1    |
| août           | 1996 | 17                                           | 2.2                                   | 1.2                                              | 8.7                              | 14   |
| septembre      | 1996 | 6                                            | 1.0                                   | 0.2                                              | 3.2                              | 9    |
| octobre        | 1996 | 3                                            | 0.3                                   | 0.03                                             | 1.4                              | 4    |
| novembre       | 1996 | 6                                            | 1.9                                   | 0.4                                              | 5.4                              | 22   |
| décembre       | 1996 | 4                                            | 0.1                                   | 0.02                                             | 0.3                              | 17   |
| janvier        | 1997 | 6                                            | 1.1                                   | 0.2                                              | 2.3                              | 29   |
| février        | 1997 | 7                                            | 1.6                                   | 0.4                                              | 7.7                              | 6    |
| mars           | 1997 | 6                                            | 0.5                                   | 0.1                                              | 1.0                              | 25   |
| avril          | 1997 | 8                                            | 0.0                                   | 0.3                                              | 1.9                              | 13   |
| mai            | 1997 | 2                                            | 0.7                                   | 0.05                                             | 1.3                              | 1    |
| juin           | 1997 | 8                                            | 0.7                                   | 0.2                                              | 3.4                              | 29   |
| juillet        | 1997 | 7                                            | 0.9                                   | 0.2                                              | 2.0                              | 24   |
| août           | 1997 | 8                                            | 1.1                                   | 0.3                                              | 3.1                              | 8    |
| septembre      | 1997 | 13                                           | 0.9                                   | 0.4                                              | 4.5                              | 13   |
| octobre        | 1997 | 1                                            | 0.6                                   | 0.02                                             | 0.6                              | 18   |
| <b>Moyenne</b> |      | <b>8 jours</b>                               | <b>1.0 l/m<sup>2</sup></b>            | <b>0.3 l/m<sup>2</sup></b>                       |                                  |      |

son utilisation comme ressource naturelle pour l'entretien de la végétation, le réapprovisionnement en eaux souterraines, etc. est évident.

### Remerciements

Nous voudrions remercier Ma Angeles Sánchez par son inestimable collaboration en voulant bien nous permettre d'utiliser le toit de sa maison pour réaliser cette recherche.

### Bibliographie

- CERECEDA, P., SCHEMENAUER, R., 1996: «La niebla: recurso para el desarrollo sustentable de zonas con déficit hidrológico». En MARZOL et al (Eds.) *Clima y agua: la gestión de un recurso climático*. 1996, Santa Cruz de Tenerife, 25-33.
- DORTA, P., 1996: «Las inversiones térmicas en Canarias». *Investigaciones Geográficas*, nº 15, 109-124.
- MARZOL, M<sup>ª</sup>V., RODRÍGUEZ, J., AROZENA, M<sup>ª</sup>E., LUIS, M., 1988: «Rapport entre la dynamique del a mer de nuages et la vegetation au Nord de Tenerife (Îles Canaries)». *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, vol. 1, 273-283.
- MARZOL, M<sup>ª</sup>V., DORTA, P., VALLADARES, P., MORIN, P., SÁNCHEZ MEGÍA, J., ABREU, M., 1994: «La captation de l'eau a Ténérife (Îles Canaries). L'utilisation des brouillards». *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, vol. 7, 83-91.
- MARZOL, M<sup>ª</sup>V., SÁNCHEZ MEGÍA, J., VALLADARES, P., PÉREZ GONZÁLEZ, R., DORTA, P., 1996: «La captación del agua del mar de nubes en Tenerife. Método e instrumental». En MARZOL et al. (Eds.) *Clima y agua: la gestión de un recurso climático*. 1996, Santa Cruz de Tenerife, 333-351.
- RODRÍGUEZ BRITO, W., 1997: «Economía y mercados de aguas subterráneas en Canarias en relación con la planificación hídrica». *Actas de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos. Grupo Español*. Las Palmas de Gran Canaria, 125-135.
- SCHEMENAUER, R., CERECEDA, P., 1994a: «Fog collection's role in water planning for developing countries». *Natural Resources Forum*, vol. 18, nº 2, 91-100.
- SCHEMENAUER, R., CERECEDA, P., 1994b: «A Proposed Standard Fog Collector for Use in High-Elevation Regions». *Journal of Applied Meteorology*, vol. 33, nº 11, 1.313-1.322.
- VALLADARES, P., 1995: *Estudio geográfico del mar de nubes en la vertiente norte de Tenerife*. Memoria de Licenciatura, Departamento de Geografía, Universidad de La Laguna. Inédita.

Publications de l'Association Internationale de Climatologie

**Volume 10**

- BILANS CLIMATIQUES, VEGETATION •
- CLIMATOLOGIE ET TELEDETECTION •
- CLIMATS TEMPERES ET MEDITERRANEENS •
  - MODELISATIONS ET TECHNIQUES •
- TOPOCLIMATOLOGIE RURALE, URBAINE •
- VARIATIONS TEMPORELLES DU CLIMAT •
- COMPTE-RENDU DES ATELIERS DE TRAVAIL  
SUR L'AGRO-CLIMATOLOGIE •

édité par

**Panagiotis MAHERAS**

---

*Publié avec le soutien  
de l'Association de Climatologie du Québec (ACLIQ)*

---

Département de Météorologie et de Climatologie  
Université Aristote de Thessaloniki (Grèce)