

OBSERVATOIRES, BROUILLARDS ET ARBRES FONTAINES AUX CANARIES

OBSERVATORIES, FOGS AND FOUNTAIN TREES IN THE CANARY ISLANDS

par Alain GIODA*, Zosimo HERNANDEZ MARTIN** et Esther GONZALES***

RÉSUMÉ

Les arbres fontaines qui recueillent l'eau des brouillards avec leur feuillage sont une caractéristique constante de l'île de Hierro depuis la découverte de l'archipel des Canaries au début du XV^e siècle. Cette permanence historique a donné lieu à beaucoup de récits plus ou moins légendaires qui sont ancrés profondément dans les traditions populaires. Nous démêlerons l'écheveau des récits afin de souligner cet aspect original de l'alimentation hydrique des végétaux. C'est un phénomène scientifique qui reste masqué par le merveilleux.

INTRODUCTION

Veille Climatique Satellitaire exploite des images Meteosat de l'ESA. Les satellites et les systèmes Meteosat et Landsat s'appuient notamment sur la grande station de Maspalomas à Grande Canarie (fig. 1). D'autre part, l'archipel des Canaries bénéficie de particularités climatiques (forte inversion, atmosphère claire au-dessus de la mer de nuages, côtes sous le vent bien abritées des perturbations) qui le rendent très favorable à l'installation d'observatoires astronomiques. Nous vous proposons dans cet article d'entrer dans cette mer de nuages, au sein d'un brouillard persistant, pour vous faire connaître les arbres fontaines et parler d'une ressource méconnue, l'eau des nuages de contact.

LES LÉGENDES SUR LES ARBRES FONTAINES

Le *Garóé* de l'île de Hierro, depuis sa découverte par le gentilhomme normand Jean de Béthencourt entre 1402 et 1405, a alimenté beaucoup de légendes, faisant douter beaucoup de scientifiques de son existence (fig. 2).

Le *Garóé* a reçu nombre de dénominations au cours de l'histoire :

– *Garóé*, *Garse*, *Garsé* ou encore *Garas* par les Guanches de Hierro, les Bimbaches, descendants de berbères (Darias y Padron, 1988) ;

ABSTRACT

The fountain trees which collect fog water with their leaves have been a constant feature of the Island of Hierro, since the discovery of the Canary Island Archipelago at the beginning of the 15th century. This permanent historical feature has given rise to many tales which are more or less legendary and are deeply anchored in the popular traditions. We are going to unravel the tales in order to underline the original aspect of the water supply of the plants. It is a scientific phenomenon which is still hidden by the magnificent unknown.

INTRODUCTION

The Veille Climatique Satellitaire exploits ESA Meteosat images. The satellites and the Meteosat and Landsat systems rely principally on the Maspalomas large station on the Grand Canary Island (fig. 1). Moreover, the Canary Islands archipelago benefits from climatic peculiarities (strong inversion, clear atmosphere above the sea of clouds, the coasts leeward of the wind well protected from perturbations) which make it very favourable for the installation of astronomical observatories. In this article, we would like you to enter into this sea of clouds, at the heart of a persistent fog, to introduce you to the fountain trees and speak to you about a misunderstood resource, the water of the contact clouds.

THE LEGENDS ABOUT THE FOUNTAIN TREES

The *Garóé* on the Island of Hierro, since its discovery by a Norman gentleman Jean de Béthencourt between 1402 and 1405, has nourished many legends, making many scientists doubt its existence (fig. 2).

The *Garóé* has been given many different names throughout history :

– *Garóé*, *Garse*, *Garsé* or even *Garas* by the Hierro Guanches, the Bimbaches, the descendants of the Berbers (Darias y Padron, 1988) ;

*Laboratoire d'Hydrologie, ORSTOM, B.P. 5045, F34032 Montpellier cedex 1.

**ICONA (Inspecteur Forestier honoraire), C/. P. Cabrera nº 4, Taibique, E-38914 Frontera, Hierro, Canaries.

***Esther Gonzales, Servicio Hidraulico, Consejeria Obras Publicas, C/. La Marina s/n, E-38001 Santa Cruz de Tenerife, Canaries.



Figure 1. – L'ARCHIPEL DES CANARIES.
THE CANARY ISLAND ARCHIPELAGO.

En lettres capitales, les localités célèbres pour les arbres et, en minuscules, celles des postes météorologiques d'altitude, des observatoires et la station satellitaire de Maspalomas.

The famous tree localities are marked in capital letters, and high meteorological posts, observatories and the Maspalomas satellite station are marked in small letters.

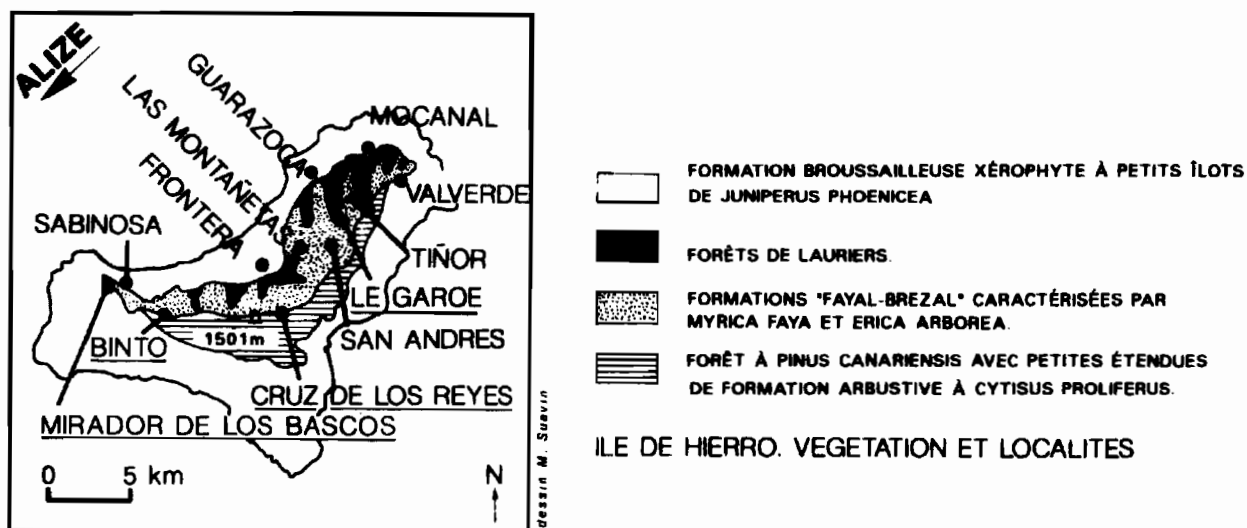


Figure 2. – LES FORMATIONS VÉGÉTALES DE HIERRO.
PLANT FORMATIONS ON HIERRO.

Y sont nommés les principaux villages et, aussi soulignées, les localités abritant ou ayant abrité des arbres fontaines célèbres.

The main villages are named and, the localities which shelter of have sheltered famous fountain trees.

- "l'arbre fontaine" (Glas, 1764 ; Wood, 1960 ; Gioda et al., 1992) (*fig. 3*) ;
- "l'arbre qui pleure" (Charton, 1855) (*fig. 4*) ;
- "l'arbre alambic" (Michelin, 1987) ;
- "l'arbre aquifère" (Guides Marcus, 1989 ; Desiles et Carlo Salvadé, 1991) ;
- "l'arbre de la pluie" (Bramwell et Bramwell, 1974) ;
- "l'arbre saint", son nom actuel à Hierro.

Cette floraison de dénominations pour un même végétal si elle éveille la curiosité fut la source de confusions et permit à d'aucuns de ranger le *Garoe* parmi les espèces mythiques au même titre que la licorne. Par exemple, le *Garoe* est "*une espèce mystérieuse*", (Guide Michelin, 1987 ; Acosta Baladon et Gioda 1991). D'autres, éminents botanistes, le rangent parmi le folklore (Bramwell et Bramwell, 1974).

A Hierro où l'eau est rare, le *Garoe* fut élevé au rang de totem, un rang qu'il ne perdit pas malgré la domination espagnole sur l'île. Au contraire, pour se concilier le soutien des pacifiques populations guanches de Hierro, l'Espagne mit au centre du blason héraldique de l'île de Hierro, le *Garoe* (*fig. 5*). Surmonté de la couronne espagnole, le *Garoe* domine les deux symboles de la royauté : le château de la maison de Castille et le lion de celle d'Aragon. Le *Garoe* est bien un totem c'est-à-dire le symbole d'un clan et, à Hierro, celui de la communauté insulaire.

Le caractère officiel du *Garoe* permet de le retrouver sur l'ensemble des documents de l'Administration de l'île, le *Cabildo Insular*. Enfin, plus prosaïquement, le *Garoe* est collé sur tous les autobus et les taxis sous la forme des armes héraldiques de Hierro.

Cet arbre eut seulement la particularité de faire émerveiller et rêver les hommes par sa propriété de capter les gouttelettes de brouillard par ses feuilles et de les restituer sous forme d'eau disponible pour la végétation et le sol, mais aussi pour l'homme.

Quelques caractéristiques locales accentuèrent le phénomène de curiosité :

- Hierro est particulièrement désertique avec l'absence de rivière pérenne ;
- Les Castillans, puis les Espagnols furent peu nombreux pendant longtemps. La civilisation guanche put donc se maintenir à l'intérieur des terres notamment jusqu'à la disparition du *Garoe* qui fut déraciné par un ouragan en 1610.

Au cours de l'Histoire, d'autres caractéristiques rendirent l'île mystérieuse ou la firent considérer comme négligeable :

- c'est la plus petite île de l'archipel : 280 km² contre les 2.050 km² de Tenerife ;
- elle est la plus occidentale. Jusqu'au XIX^e siècle, les Espagnols et Portugais fixaient le méridien zéro à la pointe occidentale de Hierro (Pointe d'Orchilla) ;

- "l'arbre fontaine" (the fountain tree) (Glas, 1974 ; Wood, 1960 ; Gioda and Al., 1992) (*fig. 3*) ;
- "l'arbre qui pleure" (the weeping tree) (Charton, 1855) (*fig. 4*) ;
- "l'arbre alambic" (the distillery tree) (Michelin, 1987) ;
- "l'arbre aquifère" (the water-bearing tree) (Guides Marcus, 1989 ; Desiles and Salvadé, 1991) ;
- "l'arbre de la pluie" (the rain tree) (Bramwell and Bramwell, 1974) ;
- "l'arbre saint" (the Holly), its present day name at Hierro.

This blossoming of denominations for the same plant, if it arouses curiosity is also the source of confusions and permits some to class the *Garoe* among the mythical species such as the unicorn. For example, the *Garoe* is "*a mysterious species*" (Guide Michelin, 1987 ; Acosta Baladon and Gioda 1991). Other eminent botanists, class it among the folklore (Bramwell and Bramwell, 1974).

At Hierro where water is scarce, the *Garoe* was elevated to the rank of a totem, a position it did not lose in spite of Spanish domination on the Island. On the contrary, to win over the support of the peaceful Guanches populations on Hierro, Spain put the *Garoe* at the centre of the Hierro Island heraldic coat of arms (*fig. 5*). Surmounted by the Spanish crown, the *Garoe* dominates the two symbols of the Royalty : the castle of the House of Castille and the lion of the House of Aragon. The *Garoe* is clearly a totem, that is to say, the symbol of a clan and, at Hierro, the one of the islander community.

The official character of the *Garoe* means that it is found on all the Administrative documents of the island, the *Cabildo Insular*. Lastly, more prosaically, the *Garoe* is stuck on all the buses and taxis in the form of the Hierro heraldic coat of arms.

This tree had only the particularity of amazing and making men dream, by its property of catching fog droplets with its leaves and returning this in the form of water which is not only available to plants and the ground, but also to man.

A few local characteristics accentuate the curiosity phenomenon :

- Hierro is especially desert-like with the absence of a permanent river ;
- The Castilians, then the Spanish were not very numerous for a long time. The Guanches civilisation could therefore be maintained inside the island, in particular up until the disappearance of the *Garoe* which was uprooted by a hurricane in 1610.

During its history, other characteristics have rendered the island mysterious or have made it appear insignificant :



Figure 3. – **L'ARBRE FONTAINE DE GLAS.**
THE GLAS FOUNTAIN TREE.

Illustration du Garoé extraite de l'édition originale du livre de George Glas : "The History of the Discovery and Conquest of the Canary islands...", publié en 1764 à Londres chez R. et J. Dodsley in Pall-mall et chez T. Durham, in the Strand.

Illustration of the Garoé, from the original edition of the book by George Glas : "The history of the Discovery and Conquest of the Canary islands...", published in 1764 in London by R. and J. Dodsley in Pall-Mall, and by T. Durham, in the Strand.



Figure 4. – **L'ARBRE QUI PLEURE DE CHARTON.**
CHARTON'S ARBRE QUI PLEURE (THE WEEPING TREE).

Une autre illustration du Garoé extraite de l'ouvrage d'Emile Charton de 1855 qui, en fait, la reprend d'une publication antérieure : "The Universal Magazine of Knowledge and Pleasure", etc. (1748, Tome II, p. 184).

Another illustration of the Garoé from the 1855 piece of work by Emile Charton which, takes up again an earlier publication : "The Universal Magazine of Knowledge and Pleasure", etc. (1748, Tome II, p. 184).



Figure 5. – **LES ARMES DE L'ÎLE DE EL HIERRO.**
THE COAT OF ARMS OF EL HIERRO.

pour Christophe Colomb, c'était la dernière terre connue au Ponant ;

- elle est la moins peuplée de l'archipel avec 7.400 habitants (Navarro Latorre et Soler Licerias, 1990) ;

- relativement mal reliée aux autres îles, elle est peu touchée par le tourisme.

Cette marginalité associée à une topographie non extraordinaire aux Canaries – l'île culmine à 1.500 m contre les 3.718 m du volcan Teide de Tenerife – a écarté de Hierro bon nombre de botanistes étrangers comme Dansereau et les Bramwell. Sans doute pensaient-ils que les écosystèmes y étaient réduits, d'où un plus grand intérêt à herboriser sur les quatre autres îles hautes des Canaries (Gomera, La Palma, Grande Canarie, Tenerife).

- it is the smallest island in the archipelago : 280 km² compared with the 2050 km² of Tenerife.

- it is the most western. Up to the 19th century, the Spanish and the Portuguese fixed the standard meridian at the western point of Hierro (Point of Orchilla) ; for Christopher Columbus, it was the last known ground to the West.

- it is the least populated of the archipelago with 7.400 inhabitants (Navarro Latorre and Soler Licerias, 1990).

- relatively badly linked to the other Islands, it is little touched by tourism.

This marginality associated with a topography which is not unusual in the Canary Islands – the Island's highest point is at 1.500 m compared with the 3.718 m of the Teide Volcano at Tenerife – has meant that a good number of foreign botanists such as Dansereau and the Bramwells did not bother working at Hierro. They no doubt thought that the ecosystems were reduced there, whence the greatest interest to herborize on the four other high islands of the Canaries (Gomera, La Palma, Grand Canary, Tenerife).

LA CONDENSATION DU BROUILLARD SUR LE FEUILLAGE

Un article récent fait le point sur l'ensemble des obstacles verticaux qui interceptent les précipitations horizontales dans les zones arides (Gioda et al., 1992). Les rochers et les plantes, notamment les arbres, sont bien connus pour recueillir les précipitations du brouillard (Acosta Baladon, 1992). Des filets tendus sur les crêtes sont utilisés depuis les années 50 dans les déserts côtiers de la partie occidentale de l'Amérique du Sud (Gischler, 1991). Les travaux se poursuivent à l'Université Catholique du Nord d'Antofagasta au Chili (Espejo Guasp, 1992). Toutefois, plus au sud dans la région de La Serena, ils ont maintenant atteint le stade opérationnel grâce entre autres à la CONAF (*Corporacion Nacional Forestal* du Chili) avec l'alimentation en eau d'une communauté villageoise de 350 habitants (Schemenauer et Cereceda, 1992). Les travaux se développent aussi au Pérou grâce au SENAMHI (Service National de Météorologie et d'Hydrologie), la coopération canadienne et une société privée, ESTRATUS s.r.l. (Acosta Alvarez, Chef du SENAMHI, comm. écrite).

La grande presse s'est fait l'écho de ces réussites pour l'alimentation des petites communautés villageoises grâce aux filets attrappe-brouillard. Des articles ou des notes sont parus dans le numéro d'octobre 1991 de *National Geographic*, dans le *New York Times* du 14 juillet 1992 et *Der Spiegel* du 11 janvier 1993.

Pour les plantes, tous les genres pouvant se développer dans les milieux arides tropicaux peuvent être des capteurs d'eau de brouillard. Les plus répandus sont toutefois *Laurus*, *Ocotea*, *Persea*, *Appollonias* (tous des lauriers), *Olea* (oliviers), *Coffea* (caféiers), *Acacia* et *Prosopis* (mimosas), *Eucalyptus*, *Cupressus* (cyprés), *Juniperus* (genévriers), *Podocarpus* (conifères), etc (Gioda et al., 1992). Dans le Parc National de Garajonay sur La Gomera, île où le brouillard a été étudié par Santana Pérez (1990), le meilleur capteur végétal est le tejo (*Erica scoparia subesp. platycodon*), une bruyère arborescente qui atteint plusieurs mètres de hauteur (Niebla Garcia, comm. orale). Toutefois, peut-être s'agit-il d'une sous-espèce rare dont les bois ne peuvent prospérer que dans ces conditions écologiques de nébulosité maximale. La carte de la végétation correspondrait au climax (communauté stable de végétaux adaptée à l'environnement) dans l'écosystème du Parc National de Garajonay, dont la qualité et le caractère relictuel justifient le classement, en 1986, parmi le Patrimoine Mondial de l'Unesco. Toujours aux Canaries, d'autres formations végétales, le Fayal-Brezal et la forêt de lauriers, sont en accord avec la présence persistante du brouillard. Le Fayal-Brezal associe les deux ligneux suivants : *Myrica faya*, une myricacée d'origine boréale, et *Erica arborea*, la bruyère arborescente appelée couramment *brezo*.

FOG CONSENSATION ON THE FOLIAGE

A recent article reviewed all the vertical obstacles which intercept horizontal precipitations in the arid zones (Gioda and Al., 1992). The rocks and the plants, especially the trees, are well known for collecting fog precipitations (Acosta Baladon, 1992). Netting stretched over the mountain ridges has been used since the 1950's in the coastal deserts of the western part of South America (Gischler, 1991). Studies are being continued at the Antofagasta North Catholic University in Chili (Espejo Guasp, 1992). Nevertheless, more to the south in the La Serena region, they have now reached the functional stage thanks to, among others, the CONAF (*Chilian Corporacion Nacional Forestal*), and they supply a village community of 350 inhabitants with water (Schemenauer and Cereceda, 1992). Work is also under way in Peru, thanks to SENAMHI (Service National de Météorologie et d'Hydrologie), the Canadian Cooperation and a private society, ESTRATUS Co. Ltd (Acosta Alvarez, head of the SENAMHI, written communication).

The media have echoed these successes in small village communities provided with water, thanks to the fogcatching nets. Some articles (or notes) have been published in the October 1991 number of the National Geographical Magazine, in the following newspaper and weekly paper : on the 14th of July 1992 in the *New York Times* ; on the 11th, of January 1993 in *Der Spiegel*.

For the plants, all the varieties able to develop in arid tropical environments can be captors of fog water. Nevertheless, the most widespread are *Laurus*, *Ocotea*, *Persea*, *Appollonias* (all the laurels), *Olea* (olives), *Coffea* (coffee-shrubs), *Acacia* and *Prosopis* (mimosas), *Eucalyptus*, *Cupressus* (cypresses), *Juniperus* (juniper trees), *Podocarpus* (conifers), etc (Gioda and Al., 1992). In the Garajonay National Park on La Gomera, the island where the fog had been studied by Santana Pérez (1990), the best plant captor is the tejo (*Erica scoparia subsp. platycodon*), an arborescent heather which grows several metres high (Niebla Garcia, oral communication). Nevertheless, perhaps it is a rare sub species whose wood can only prosper in these ecological conditions of maximum cloud cover. The map of the vegetation would correspond to the climatic formation (stable community of plants adapted to the environment) in the Garajonay National Park whose quality and relictual character justifies the classing, in 1986, among the Unesco World-wide Patrimony. Still in the Canary Islands, other plant formations, the Fayal-Brezal and the Laurel forests, tallies with the persistent presence of fog. The Fayal-Brezal associated with the following two ligneous plants : *Myrica faya*, a Myricaceae of a northern origin and *Erica arborea*, the arborescent heather generally called *brezo*.

Les arbres restent bien sûr alimentés par leurs racines. Toutefois, l'eau des brouillards interceptée par les feuilles, tombant au pied des arbres, peut s'infiltrer. En cas d'ensoleillement postérieur, l'ombrage du feuillage limite l'évapotranspiration et la reprise par l'atmosphère du gain hydrique (Garcia-Prieto et al., 1960).

L'arbre fontaine de Hierro était très vraisemblablement un *til*, nom localement donné à une espèce de laurier endémique des Canaries et de Madère, *Ocotea foetens* (Gioda et al., 1992) (fig 6). La description détaillée la plus ancienne de l'arbre fontaine est celle de Barthélemy de Las Casas, le biographe de Christophe Colomb et du début de la conquête des Amériques. Elle est datée du début du XVI^e siècle : "La circonférence de la couronne foliaire est supérieure à 150 pieds soit plus de 50 m. Le diamètre de l'arbre est supérieur à trois troncs humains c'est-à-dire environ 1,50 m. L'arbre, qui ressemble à un laurier ou un oranger, n'existe pas en Espagne" (d'après l'édition Aguilar, Madrid, 1927).

The trees are of course still fed by their roots. Nevertheless, the fog water which is intercepted by the leaves, falling at the feet of the tree, can infiltrate. In case of subsequent sunshine, the shade offered by the foliage limits the evapotranspiration and the re-taking of the hydrous gain by the atmosphere (Garcia-Prieto and Al., 1960).

The Hierro fountain tree was in all likelihood a *til*, a local name given to a laurel species endemic in the Canary Islands and Madeira, *Ocotea foetens* (Gioda and Al., 1992) (fig. 6). The oldest detailed description of the fountain tree is the one given by Barthélemy de Las Casas, who was the biographer of Christopher Columbus and who related the beginning of the conquest of the Americas. It is dated from the beginning of the 16th century. "The circumference of the foliar crown is more than 150 feet, that is more than 50 m. The tree's diameter is more than three human trunks that is to say approximately 1,5 m. The tree, which resembles a laurel or an orange tree, does not exist in Spain" (from the Aguilar edition, Madrid, 1927).

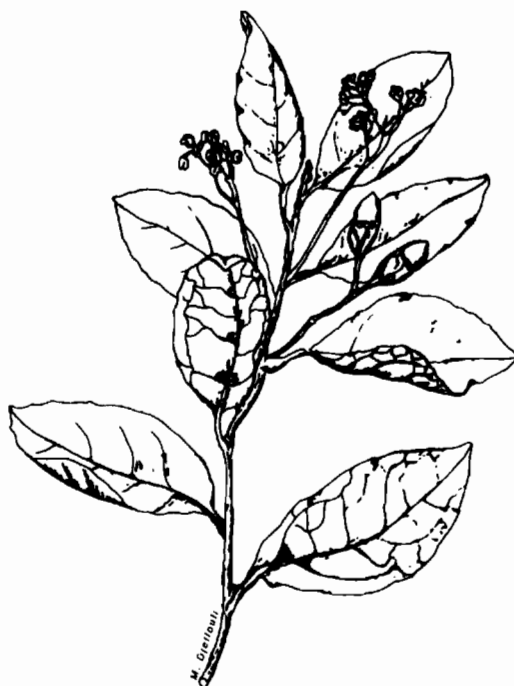


Figure 6. – **OCOTEA FOETENS, LAURIER ENDÉMIQUE DES CANARIES ET DE MADÈRE, L'ESPÈCE DU GAROÉ (D'APRES BRAMWELL ET BRAMWELL, 1974).**
OCOTEA FOETENS, THE LAUREL WHICH IS ENDEMIC TO THE CANARY ISLANDS AND MADEIRA, A GAROÉ SPECIES (FROM BRAMWELL AND BRAMWELL, 1974).

Le genre *Ocotea* se distingue du genre *Laurus*, celui de notre laurier sauce *L. nobilis*, entre autres par la présence de deux glandes pubescentes à la base des premières nervures. Il est à noter que le fruit d'*Ocotea foetens* est une drupe ressemblant à un gland.

The genus *Ocotea* is different from the *Laurus* genus, the one of our laurel sauce *L. nobilis*, among other things it has two pubescent glands at the base of the first veins. It must be noted that the fruit of *Ocotea foetens* is a drupe which resembles a anacorn.

Deux siècles plus tard, l'anglais George Glas (1764) s'est rendu sur les lieux également. Il essaie de reconstituer très précisément, grâce à une enquête de terrain, les dimensions de l'arbre fontaine disparu en 1610. D'après le texte anglais original rapporté par Wood (1960), le laurier aurait eu les dimensions suivantes : diamètre et circonférence du tronc (0,90 m et 2,75 m) ; hauteur de l'arbre (9 m) ; circonférence de la couronne foliaire (40 m) ; hauteur de la branche la plus basse (1,20 m).

Si l'on excepte le diamètre, les deux descriptions se recoupent. Bien que le *til* (*Ocotea foetens*) soit un laurier pouvant ailleurs atteindre 40 m, le *Garoe* n'était pas un grand arbre. Las Casas souligne aussi qu'il avait des branches et des rameaux très nombreux et à fort développement latéral. Ces caractéristiques s'expliquent aisément : dans les localités très venteuses, les arbres adoptent un port en drapeau et leur développement en hauteur est limité. C'est précisément le vent qui fait précipiter en grand nombre les gouttelettes du brouillard sur le feuillage. Dès le XVIII^e siècle, Glas décrit plusieurs caractéristiques de la localité du *Garoe* qui sont favorables à la précipitation du brouillard sur l'ensemble des arbres fontaines :

- le *Garoe* était isolé. La turbulence est plus forte autour des spécimens isolés ou en bouquetes, ou bien encore les arbres fontaines se localisent sur le pourtour des bois (Gioda et al., 1992) ;

- le *Garoe* était sur le versant au vent au nord-est de l'île et situé à la tête d'un vallon ouvert sur l'océan qui canalise et force l'alizé de nord-est ;

- le *Garoe* était au pied d'un escarpement qui correspond à l'ensellement du vallon. L'air marin vient donc buter sur cet obstacle avant de tourbillonner autour de l'arbre (fig. 7). *Ocotea foetens* est une espèce des localités les plus humides de la forêt de lauriers (Pérez de Paz, 1990). Elle est presque toujours localisée dans les vallons, sur les sols hydromorphes (Garcia Morales, 1989). Des bois à forte densité d'*Ocotea foetens* se trouvent dans les parties basses du Parc National de Garajonay, entre autres sous la Montaña de los Maniantales, vers 800 m d'altitude (Santaña Pérez, 1990). Ils sont rares car l'espèce a souffert de l'exploitation des charbonnières.

La micromorphologie est si favorable que le nouveau *Garoe* planté par Zosimo Hernandez Martin en 1945, est devenu un nouvel arbre fontaine. Comme l'original disparu en 1610, il s'agit d'un *Ocotea foetens*. Il faut seulement que le brouillard soit dense et l'alizé soutenu pour que le brouillard précipite sur ses feuilles (Gioda et al., 1992). Sur Hierro, dans d'autres localités, les arbres fontaines ont été exploités : à Binto – Cruz des Humilladeros à 1.200 m – et près du sanctuaire de la Cruz de los Reyes (1.353 m). Dans les deux cas, il s'agissait de genévriers de Phénicie (*Juniperus phoenicea*).

Two centuries later, the Englishman George Glas (1764) also visited these places. He tried to very precisely reconstitute by a field investigation, the dimensions of the fountain tree which had disappeared in 1610. According to the original English text described by Wood (1960), the laurel would have had the following dimensions : diameter and circumference of the trunk (0,9 m and 2,75 m) ; tree height (9 m) ; circumference of the foliar crown (40 m) ; height of the lowest branch from the ground (1,20 m).

With the exception of the diameter, the two descriptions cross-check. Although the *til* (*Ocotea foetens*) is a laurel which can reach 40 m, the *Garoe* is not a tall tree. The Casas also underlines that it had branches and very many boughs with a strong lateral development. These characteristics can be easily explained : in very windy spots, the trees adopt a flag shape habit and their vertical growth is limited. It is precisely the wind which causes numerous fog droplets to precipitate on the foliage. As long ago as the 18th century, Glas described several characteristics of the *Garoe's* locality which are favourable to fog precipitation on all of the fountain trees :

- the *Garoe* was in an isolated position. The turbulence is higher around specimens which are isolated or a in a small wood, or else are localized along the woods periphery (Gioda and Al., 1992) ;

- the *Garoe* was on the slope exposed to the wind in the north eastern part of the island, situated at the top of a small valley exposed to the ocean which funnels and forces the trade-wind from the north-east ;

- the *Garoe* was at the foot of an abrupt descent which corresponds to the bottom part of the small valley. The marine air therefore knocks against this obstacle before swirling around the tree (fig. 7). *Ocotea foetens* is a species which likes the wettest parts of the laurel forest (Pérez de Paz, 1990). It is almost always found in small valleys, on hydromorphic ground (Garcia Morales, 1989). Very dense woods of *Ocotea foetens* are found in the lower parts of the Garajonay National Park, for example at the bottom of Los Maniantales Mountain, at about 800 m high (Santaña Pérez, 1990). They are rare, since this species has suffered from charcoal production.

The micromorphology is so favourable that the new *Garoe* planted by Zosimo Hernandez Martin in 1945, has become a new fountain tree. Like the original one which disappeared in 1610, it is an *Ocotea foetens*. It only needs the fog to be thick and the trade-wind to be sustained for the fog to precipitate onto its leaves (Gioda and Al., 1992). On Hierro, in other localities, the fountain trees were exploited : at Binto- Cruz des Humilladeros at 1.200 m – and near the Cruz de los Reyes sanctuary (1.353 m). In both these cases, they were *Phoenicia junipers* (*Juniperus phoenicea*).

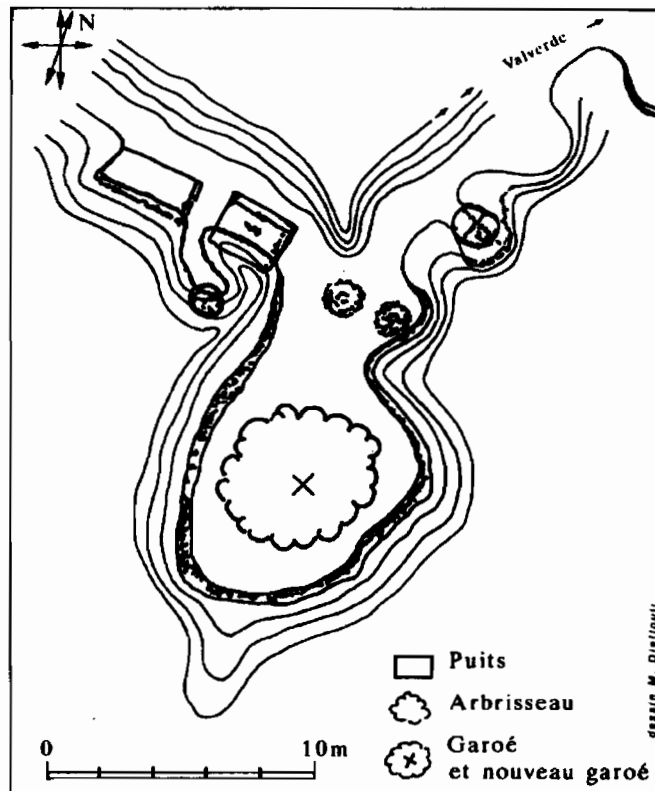


Figure 7. – **LEVÉ TOPOGRAPHIQUE ANCIEN DU SITE DU GAROÉ, l'ARBRE SAINT DE EL HIERRO.**
ANCIENT TOPOGRAPHICAL DRAWING OF THE SITE OF THE GAROÉ, THE EL HIERRO SAINT TREE.

L'arbre est vers 980 m sur le flanc oriental du Mont Pedraje (1.023 m) au bout du canon (barranco aux Canaries) de Hoya de Tejis, largement ouvert vers l'Océan Atlantique et donc sur le versant au vent. Depuis 1991, date de ma première visite, une partie de la piste menant au site du Garoé a été goudronnée et le nouveau dépliant touristique de l'île illustre l'arbre saint.

The tree is at about 980 m on the eastern side of Mount Pedraje (1.023 m) at the end of the canyon (barranco in the Canaries) of Hoya de Tejis, quite exposed to the Atlantic ocean and therefore on the side exposed to the wind. Since 1991, the date of my first visit, a part of the track leading to the Garoé site has been tarred and the new touristic brochure of the island illustrates the Saint Tree.

La mise en valeur de l'arbre fontaine de la Cruz de los Reyes a été effectuée à partir de 1976 par l'ICONA (*Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza*) (fig. 8). L'arbre choisi était un genévrier pluricentenaire dont l'ICONA a cimenté le sol sous sa couronne ainsi qu'une partie du versant situé à l'aval de l'arbre pour conduire l'eau dans des réservoirs clos (Sanchez Garcia, 1982 ; Acosta Baladon, 1992). Malheureusement, un incendie détruisit le genévrier en août 1990. Toutefois, le travail de maçonnerie et les réservoirs restèrent intacts et une visite en mars 1993 confirme leur bonne conservation et l'entretien du site. L'objectif de notre projet, "Un nouvel arbre fontaine pour l'île de Hierro", est de transplanter un arbre à Cruz de los Reyes, à la place de celui détruit en 1990, et de l'utiliser comme un collecteur des eaux du brouillard (Gioda, 1993). Ce projet vient d'être financé par la Fondation USHUAIA.

The exploitation of the fountain tree of Cruz de los Reyes was carried out by ICONA (*Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza*) (fig. 8) since 1976. The chosen tree was a juniper, several centuries old, and the ICONA had cemented the ground under its crown, as well as a part of the slope situated below the tree to conduct the water into the closed-in reservoirs (Sanchez Garcia, 1982 ; Acosta Baladon, 1992). Unfortunately, a fire destroyed the juniper in August 1990. Nevertheless, the masonry and the reservoirs are still intact and a visit in March 1993 confirmed their good state of preservation and the maintenance of the site. The objective of our project, "A new fountain tree for the Island of Hierro", is to transplant a tree to Cruz de los Reyes, in the place of the one which was destroyed in 1990, and to use it as a fog water collector (Gioda, 1993). The USHUAIA Foundation has just financed this project.

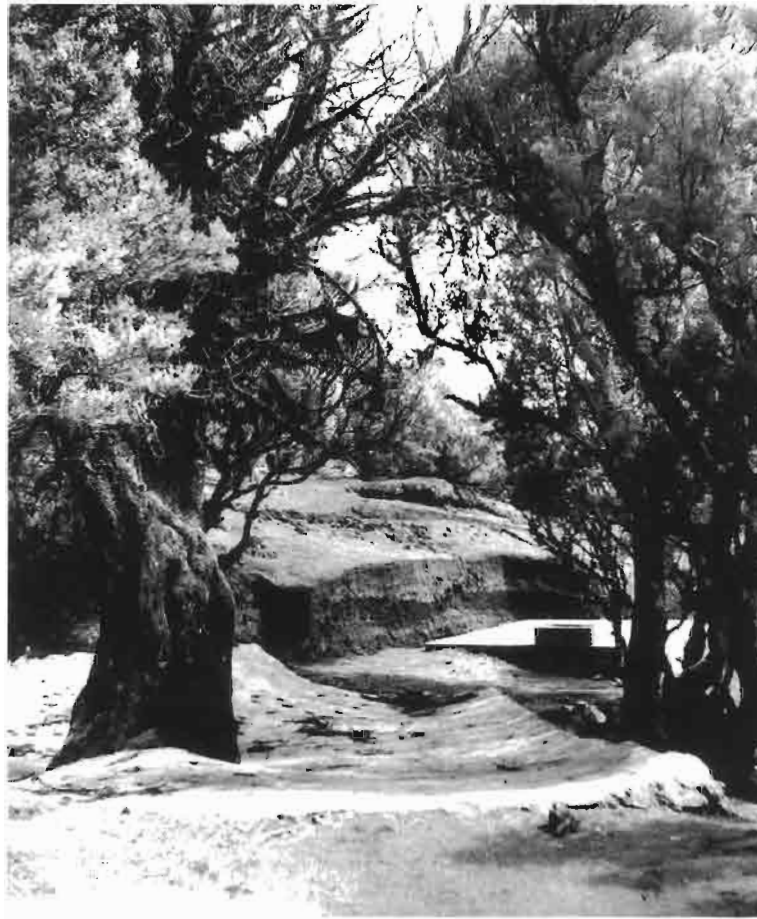


Figure 8. – **L'ARBRE FONTAINE DE CRUZ DE LOS REYES (VERS 1.300 m).**
THE FOUNTAIN TREE OF CRUZ DE LOS REYES (AT ABOUT 1.300 m).

Le cliché, pris à la fin des années 80, montre le genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*), utilisé comme arbre fontaine, et l'aménagement réalisé par l'ICONA. Si le premier a été détruit par un incendie, le second c'est-à-dire le voile de ciment au pied de l'arbre pour recueillir l'eau du brouillard et les réservoirs clos, visibles au second plan, restent en 1993 en excellent état (Cliché : Don Zosimo).

This photograph, taken at the end of the 1980's, shows the Phoenicea juniper (*Juniperus phoenicea*), used as a fountain tree, and the installation carried out by the ICONA. If the former has been destroyed by a fire, the latter that is to say the cement sheet at the foot of the tree used to collect the fog water and the closed in reservoirs, visible in the background, are still in 1993, in an excellent state (Plate : Don Zosimo).

Aujourd'hui encore, dans la région du Mirador de los Bascos, dans l'ouest de Hierro, les arbres fontaines sont utilisés pour alimenter en eau les troupeaux de moutons et de chèvres. Sous un pin des Canaries (*Pinus canariensis*), une cavité a été cimentée. L'ombrage limite l'évaporation du petit plan d'eau mais cette situation permet aussi l'accumulation des aiguilles au fond de la cavité. Toujours grâce aux pins utilisés comme arbres fontaines, c'est une partie de versant qui a été aussi cimentée jusqu'à un réservoir à ciel ouvert. Cette solution apparaît comme plus satisfaisante si la topographie le permet.

Still today, in the Mirador de los Bascos region in the west of Hierro, fountain trees are used to supply herds of sheep and goats with water. Under a Canary pine tree (*Pinus canariensis*), a cavity has been cemented. The shade limits the evaporation of the small stretch of water and also enables pine needles to accumulate at the bottom of the cavity. Always thanks to the pines used as fountain trees, it is a part of the slope which has also been cemented up to an open surface reservoir. This solution seems to be the most satisfactory, topography permitting.

CONCLUSION

Les arbres fontaines fonctionnent bien aux Canaries toute l'année. Toutefois, en hiver, la pluviométrie est relativement importante et les hautes terres ressemblent à des paysages irlandais. Pour voir fonctionner les arbres fontaines, nous conseillerons plutôt l'été, qui est la période où les brouillards restent fréquents et où la sécheresse jaunit les paysages. De l'observatoire météorologique d'Izaña, sur l'île de Tenerife, la mer de nuages est visible presque tous les jours en juin et juillet. Le déplacement de l'anticyclone des Açores sur l'Europe correspond à une période de mauvais temps sur les Canaries. Malgré le déplacement saisonnier vers le nord des systèmes convectifs de la zone intertropicale, les pluies, originaires de cette zone, sont très rares et faibles à cette latitude (28° N), et il est donc possible d'avoir des journées très brumeuses avec d'importants stratocumulus qui donnent de fortes précipitations de brouillard lorsqu'ils sont poussés par l'alizé. Le *Garoé*, un laurier de l'espèce *Ocotea foetens*, reste le symbole toujours vivant aux Canaries de ce type de précipitations. Après le déracinement de l'arbre original en 1610, un nouvel exemplaire a été planté à sa place en 1945 et il recueille l'eau du brouillard. Il vous attend sur l'île de Hierro. Toutefois au cas où vous vous rendriez aux Canaries, il vous serait certainement plus aisé de rencontrer la mer de nuages sur Tenerife, à l'observatoire d'Izaña (2.367 m), ou sur La Palma à l'observatoire international d'astrophysique de la Roque de los Muchachos (2.423 m), ou encore sur Grande Canarie, à la station météorologique du Pozo de las Nieves (1.980 m).

REMERCIEMENTS

Nous devons remercier le paléoclimatologue, J. Maley (Orstom-Montpellier), et les botanistes, Y. Delange (Museum-Paris), P. Fontanel (Montpellier), E. Lefloc'h et F. Hallé (CNRS-Montpellier). A La Laguna et à La Gomera, l'accueil de l'ICONA (A. Delgado, M. Menendez de la Holz, A. Zamorano, L. Sosa, R. Niebla) a été toujours excellent tout comme celui de M^a Salgado du Cabildo Insular de Tenerife et celui de L. Espinosa du Cabildo de Hierro. Les programmes européens AUEF-Comett (A. Van der Beken) ont permis la multiplication des contacts avec les collègues espagnols.

La Fondation USHUAIA (EDF, Rhône-Poulenc, Mairie de Paris) vient de financer le projet de l'arbre fontaine de Cruz de los Reyes qui bénéficie aussi du label de la société suisse ROLEX (*Selected Projects-1993 Awards-Environment*).

CONCLUSION

Fountain trees work well in the Canaries all the year round. Nevertheless, in winter, the pluviometry is significant and the high lands look like an Irish landscape. To see the fountain trees working, summer is more advisable, it is the period of time when there are frequent persistent fogs and when drought turns the landscapes yellow. From the Izaña meteorological observatory, on the Tenerife Island, the sea of clouds is almost visible every day in June and July. The shift of the Azores anticyclone over Europe corresponds to a period of bad weather over the Canaries. In spite of the seasonal shift towards the north of the convective systems of the intertropical zone, the rainfall, originating from this zone, is very rare and light at this latitude (28°N), and it is therefore possible to have very misty days with significant stratocumulus which produce heavy precipitations of fog when they are pushed by the trade-wind. In the Canary Islands, the *Garoé*, a laurel of the *Ocotea foetens* species, still remains the living symbol of this type of precipitations. After the uprooting of the original tree in 1610, a new example was planted in its place in 1945 and it collects fog water. It is waiting for you, on the Island of Hierro. Nevertheless, if you go to the Canaries, it would be certainly more easy to get to know the sea of clouds over Tenerife, at the Izaña observatory (2.367 m), or on La Palma at the International Astrophysical Observatory of la Roque de los Muchachos (2.423 m), or even on Grand Canary, at the meteorological station of Pozo de las Nieves (1980 m).

ACKNOWLEDGEMENTS

We must thank the palaeoclimatologist, J. Maley (Orstom-Montpellier), and the botanists, Y. Delange (Paris Museum), P. Fontanel (Montpellier), E. Lefloc'h and F. Hallé (CNRS Montpellier). Both at La Laguna and La Gomera, the welcome we received from the ICONA (A. Delgado, M. Menendez de la Holz, A. Zamorano, L. Sosa, R. Niebla) has always been excellent as the one of M^a Salgado of the Tenerife *Cabildo Insular* and the one of L. Espinosa of the Hierro *Cabildo*. The European programmes AUEF-Comett (A. Van der Beken) have enabled contacts to be multiplied with Spanish colleagues.

The USHUAIA Foundation (EDF, Rhône-Poulenc, Town Hall of Paris) have just financed the Cruz de los Reyes fountain tree which also benefits from the label of the ROLEX Swiss Society (*Selected Projects-1993 Awards-Environment*).

BIBLIOGRAPHIE

- ACOSTA BALADON. – A. Niebla potable. *Conciencia Planetaria* 1992 ; 12 : 50-55.
- ACOSTA BALADON A.N, GIODA A. – L'importance des précipitations occultes sous les tropiques secs. *Sécheresse* 1991 ; 2 : 132-135.
- BRAMWELL D.I., BRAMWELL Z. – *Wildflowers of the Canary Islands*. London and Burford, Stanley Thornes, 1974, 264 p., paru aussi en espagnol, *Flores silvestres de las Islas*. Canarias. Las Palmas, Cabildo de Gran Canaria, 1^a edi., 1976, 278 p.
- CHARTON E. – *Voyageurs anciens et modernes*. Paris, Magasin Pittoresque, III, 1855, 424 p.
- DARIAS Y PADRON D.V. – *Noticias generales historicas sobre la Isla del Hierro*. S/C Tenerife, Cabildo de El Hierro-Goya Ediciones, 3^a edi., 1988, 289 p.
- DESILES CL., CARLO SALVADÉ G. – *Aux Canaries*. Paris, Guides Bleus-Hachette, 1991, 152 p.
- ESPEJO GUASP R. – Comportamiento de los estratocumulos en Antafagosta (Chile) y su potencial como recurso hidrico. *Encuentro Meteo 92*, Instituto de Meceorologia Española, Madrid, Tomo II, 1992 : 157-160.
- GARCIA MORALES M. – *El bosque de laurisilva en la economia guanche*. S/C Tenerife, act Cabildo de Tenerife, Museo Arqueologico ; 2^a época ; 12, 1989, 111 p.
- GARCIA-PRIETO P.R. – Ludlam F.H., Saunders P.M. The possibility of artificially increasing rainfall on Tenerife in Canary Islands 1960 *Weather*, 15 : 39-51.
- GIODA A. – A new fountain tree for Hierro (Canary Islands) *In Spirit for Enterprise - The 1993 Rolex Awards*. Bern, Buri International, 1993 : 477.
- GIODA A. – Acosta Baladon A., Fontanel P., Hernandez Martin Z., Santos A. L'arbre fontaine. *La Recherche* 1992 ; 23 ; 249 : 1400-1408, paru aussi en espagnol, L'arbol fuente. *Mundo Cientifico*, 1993 ; 13 ; 132 : 126-134.
- GISCHLER CH. – *The missing link in a production chain*. Montevideo, UNESCO-Rostlac, 1991, 197 p.
- GLAS G. – *Descripcion de las Islas Canarias 1764*. S/C Tenerife, Instituto de Estudios Canarios-Goya Ediciones, 2^a edi., 1982, 174 p.
- GUIDE MICHELIN. – *Espagne*. Clermont-Ferrand, Michelin et Cie, 1987, 287 p.
- GUIDES MARCUS. – *Canaries*. Paris, 1989, 64 p.
- NAVARRO LATORRE J.M., SOLER LICERAS. – *C. El agua en El Hierro. Resumen del avance del plan hidrologico*. S/C Tenerife, Consejería de Obras Publicas, Vivienda y Aguas, 1990, 49 p. + annexe.
- PÉREZ DE PAZ P.L. (edi.). – *Parque Nacional de Garajonay*. Madrid, ICONA, 1990, 351 p. + annexe.
- SANCHEZ GARCIA I. – *Bosque y agua en El Hierro*. Tenerife, ICONA, 1982 : 30-33.
- SANTANA PÉREZ L. – La importancia hidrologica de las nieblas en las cumbres del Parque Nacional de Garajonay *In Parque Nacional de Garajonay*, (Pérez de Paz edi.), Madrid, ICONA, 1990 : 67-71.
- SCHEMENAUER R.S., CERECEDA P. – The quality of fog water collected for domestic and agricultural use in Chile. *Journal of Applied Meteorology* 1992 ; 31 ; 3 : 275-290.
- WOOD R.F. – The fountain tree. In George Glas 1764. 1960 *Weather*, 15 : 374-375.

Gioda Alain, Hernandez Martin Z., Gonzales E.
Observatoires, brouillards et arbres fontaines
aux Canaries = Observatories, fogs and
fountain trees in the Canary Islands.

Veille climatique Satellitaire, 1993, (46), p. 38-
49.

ISSN 1144-2026