

# TENERIFE : L'EAU SOUTERRAINE



## 1 - INTRODUCTION

A Tenerife, comme dans tous les pays du monde, l'eau est une ressource indispensable à la vie. Bien qu'il n'y ait ni fleuve ni rivière dans l'île, les ressources hydriques sont importantes. Elles sont de trois types : les eaux superficielles, les eaux souterraines et les eaux produites industriellement.

Tenerife dépend à 80 % des eaux souterraines à la fois pour couvrir ses besoins d'approvisionnement urbain et pour maintenir l'agriculture.

Le sol de l'île est poreux en surface donc assez perméable. Il se transforme en un complexe basal imperméable à une certaine profondeur. L'eau de pluie, la neige et l'humidité qui se condense s'infiltrent dans le sol et atteignent les aquifères (portion de terrain souterrain qui stocke l'eau) se trouvant au niveau du complexe basal. Ces grandes poches d'eau souterraine sont essentielles à la survie puisqu'elles garantissent l'approvisionnement en eau des habitants de l'île.

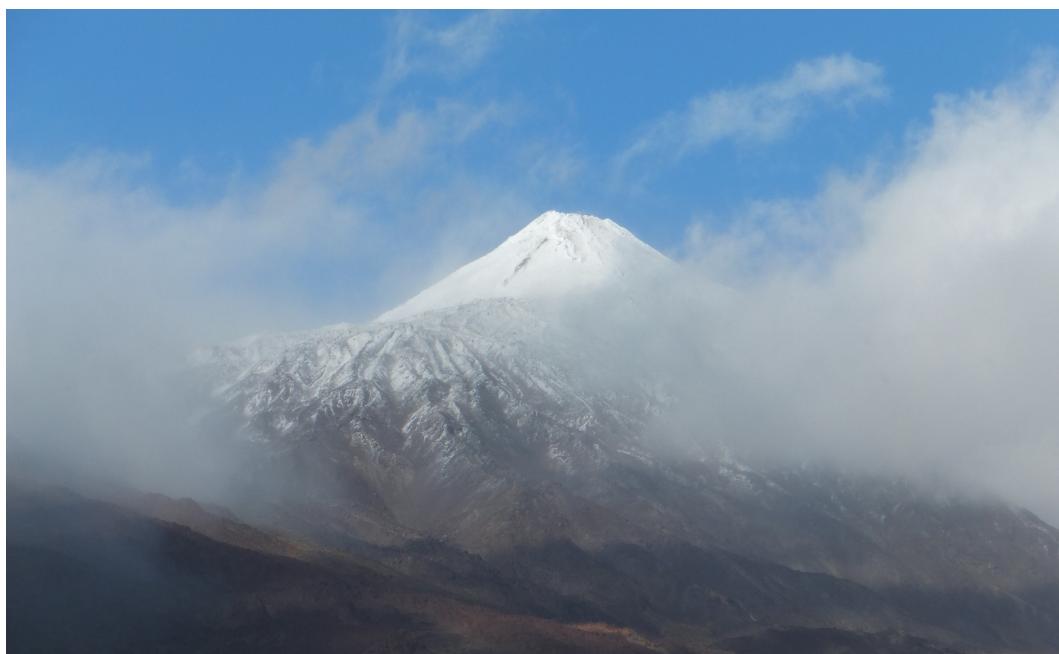
S'il y a un élément qui caractérise le sous-sol d'une île volcanique comme Tenerife, c'est son extraordinaire hétérogénéité, entraînant l'irrégularité de la circulation des eaux souterraines. Ainsi, leur captation à travers la zone saturée rencontre des sections complètement sèches et d'autres avec un fort débit. Certaines zones fournissent donc une quantité d'eau élevée tandis que d'autres zones adjacentes ne fournissent que des débits faibles. En effet, les éléments qui composent le sous-sol (terrains jeunes ou anciens, diques, brèches de grande puissance, etc.) sont organisés selon certaines modalités qui reflètent le lent processus de construction de l'île et entraînent des différences dans le degré de perméabilité de ces éléments lithologiques. Comme principe presque général on peut affirmer que ces différences sont plus grandes dans les terrains jeunes que dans les anciens.

Contrairement à d'autres îles qui ont opté pour le système d'exploitation des puits, Tenerife a choisi comme ouvrage de captation dominant la galerie horizontale qui est la plus adaptée à l'orographie abrupte de l'île. Depuis la fin du XIXème siècle, quelques 1050 galeries ont été creusées, dont certaines mesurent jusqu'à 7 km de long. Ce réseau représente au total plus de 1600 kilomètres forés, même si beaucoup de galeries n'ont jamais été productives ou sont devenues hors d'usage au fil du temps. Si on considère qu'à ce réseau de captages horizontaux s'ajoutent les captages verticaux, c'est à dire plus de 400 puits qui se répartissent le long de la bande littorale, il en résulte qu'il n'y a aucune partie de l'île qui n'a pas ou n'a pas eu de travaux d'extraction d'eau souterraine. En 2005, par exemple, la densité moyenne de ces ouvrages sur le territoire insulaire était de un tous les 1,4 km<sup>2</sup>.

Le réseau de collecte actuel a été construit à partir d'initiatives strictement privées et a radicalement modifié la disponibilité de l'eau à Tenerife : les 700 litres/seconde fournies par des sources naturelles au début du XXème siècle ont augmenté jusqu'à plus de 7000 litres/s au milieu des années 60.

Ce saut quantitatif a eu des conséquences qualitatives très importantes, favorisant le développement de l'agriculture, du tourisme et de l'industrie.

Depuis de très nombreuses années, la pluie et la neige sont en baisse. Ainsi leur infiltration qui alimente les aquifères n'est plus capable de compenser les quantités captées par l'exploitation des galeries et des puits. Le volume d'eau drainé pendant des décennies dans ces ouvrages a provoqué un appauvrissement partiel des réserves d'eau du sous-sol. Dans les deux dernières décennies, des signes alarmants se sont manifestés, comme la tendance à la diminution du débit total extrait ou la détérioration de la qualité de l'eau.



## 2 - LES GALERIES

L'exploitation des eaux souterraines sur l'île a commencé avec l'utilisation de sources naturelles (600) et l'extraction d'eau effectuée dans des puits ordinaires. Au milieu du XIX ème siècle, le débit fourni par ces sources était d'environ 700 litres/s .

Les galeries sont des tunnels de longueurs variables avec ou sans ramifications, comprenant une seule entrée (bocamina) et une section en général de 2x2 mètres. Ces ouvrages de captation sont percés horizontalement dans le flanc des montagnes ou au fond des barrancos, dans l'objectif d'atteindre l'eau des aquifères. A la fin du XIX ème siècle, ils étaient creusés de manière artisanale dans les endroits où se trouvaient des sources naturelles. On a utilisé ensuite des explosifs pour aller plus profondément sous la terre. Quand la réserve d'eau s'épuise, on recommence à percer quelques mètres pour récupérer la production du liquide. Celle-ci varie de quelques litres par seconde à plus de 200 litres par seconde (Galerie de Vergara).

Ces ouvrages sont de 3 types :

*Galeries «naciente»* : elles ont été creusées à partir de sources naturelles existentes pour les besoins d'une agriculture qui nécessitait plus de ressources que les eaux superficielles ne pouvaient fournir. Ce sont des initiatives privées (propriétaires terriens qui ont entrepris d'augmenter le débit de ces sources en perforant plus avant ces galeries étroites qui ne dépassent pas les 200 mètres. Les plus anciennes se trouvent dans le massif de Anaga, dans le Monte Aguirre.

*Galeries «socavón»* : dans ces ouvrages, les travaux, initialement prévus pour capter de l'eau souterraine, s'arrêtent prématurément à cause de la permanence de l'absence du liquide.

*Galeries conventionnelles* : ce sont les plus nombreuses et les plus longues (jusqu'à 7 kms). Elles possède une légère pente ascendante ayant comme objectif d'atteindre la zone saturée d'un aquifère et d'extraire l'eau par gravité.

Entre 1850 et 1910,. le forage des galeries commence là où la présence de l'eau souterraine est évidente, c'est-à-dire dans les zones où il y a déjà des sources naturelles. Ainsi 90% des galeries naissantes sont ouvertes. Beaucoup continuent de fournir de l'eau aujourd'hui. De même, la construction de quelques galeries conventionnelles commence. Pendant cette période, la zone de saturation générale reste pratiquement intacte.

Entre 1910 et 1945, les galeries conventionnelles commencent à être productives et les forages s'intensifient sur les deux versants de la Dorsale Nord-Est de Tenerife et dans la Vallée de La Orotava entraînant les premiers épuisements de la nappe phréatique, de faible ampleur et localement.

A partir de 1945, l'exploitation des eaux souterraines se généralise sur toute l'île à travers les galeries. 90% de celles ouvertes durant la période existent toujours aujourd'hui. Mais la conséquence est que le niveau de la nappe phréatique continue de baisser.

Depuis 1985, l'extraction des eaux souterraines à travers les galeries atteint le plafond de sa production et à partir de ce moment commence la diminution progressive mais ininterrompue, des productions totales pour la période.

A l'heure actuelle, la forte densité du réseau de galeries et la diminution notable de leur productivité font qu'il n'y a plus de percement de nouveau site de captation. Toutefois pour certaines galeries et en fonction des études sur la possible existence de réserves d'eau complémentaires il y a quelques demandes pour poursuivre le percement de plusieurs mètres.

Le site d'une galerie conventionnelle comprend en général : le tunnel et son entrée, un édifice pour les machines, les dépendances des travailleurs, un réseau de rails sur lesquelles peuvent circuler des wagonnets tirés ou poussés par un locomoteur, un réseau de tuyaux de différents diamètres en différentes matières et un amoncellement de débris de roches issus du travail d'excavation de la galerie.

Les travailleurs de la mine disposent

- d'un groupe-moteur ventilateur pour l'aération de la galerie
- d'un groupe-moteur compresseur pour l'air comprimé
- de marteaux piqueurs et de perforateurs
- de wagonnets et de locomoteurs
- d'une ou des pelles pneumatiques pour l'excavation
- d'outils manuels
- d'outils et des accessoires pour les explosifs

et de dépendances pour la vie de tous les jours, lits, cuisine, toilettes et douches.



Galerie conventionnelle Cueva del Gallo



Galerie conventionnelle Luz de Guia



*Galerie naciente El Francès*



*Galerie naciente Fuente Vieja*



*Galerie socavún Hoya Fria*

*« Colline » de débris d'excavation*

### **3 - LES VENTILATEURS ET LES COMPRESSEURS, LES RAILS ET LES WAGONNETS**

Ces machines sont utilisées pour la ventilation des galeries et la fourniture d'air comprimé, deux éléments indispensables tout au long des tunnels. Elles sont mises en marche chaque matin avant le début du travail dans la galerie.

Les machines servant à la ventilation des tunnels et à la compression de l'air sont, le plus souvent, situées dans un bâtiment proche de l'entrée de la galerie. Dans le cas des galeries situées dans des lieux difficiles d'accès c'est à dire sans piste ou chemin praticable en voiture comme c'est souvent le cas des plus anciennes, ces machines ont été transportées en pièces détachées et assemblées dans le bâtiment construit pour les accueillir.

La ventilation (soufflante et aspirante) de la galerie s'effectue, à partir d'un énorme ventilateur, grâce à un tube rigide, en métal (acier galvanisé) ou un tube flexible, en

matière plastique ou textile d'un diamètre de 0,50-0,60 m qui distribue l'air dans la galerie. Il y a plusieurs années ce tube était en ciment. Il est important de bien établir le schéma de l'installation, pour éviter les fuites dans le tube le long du parcours qui fait généralement plusieurs kilomètres.

La ventilation est indispensable pour la sécurité des travailleurs à cause de la présence de gaz toxiques qui sont mortels pour la plupart : le dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>, le monoxyde de carbone CO, le sulfure d'hydrogène SH<sub>2</sub>, le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, les nitrogènes NO NO<sub>2</sub>, le grisou CH<sub>4</sub>, et le radon Rn-222.

Ce système sert également à rafraîchir l'atmosphère du tunnel qui est parfois chaude et étouffante.

La distribution de l'air comprimé à partir du compresseur et du dispositif de stockage (calderin) s'effectue par un tube de métal d'un diamètre de 0,30-0,40 m. Ces installations sont indissociables des équipements pneumatiques pour lesquelles elles fournissent la totalité de l'énergie. Les compressors sont classifiés selon le niveau de pression nécessaire pour le travail (de 4 à 10 kg/cm<sup>2</sup>). Leurs moteurs peuvent être diesel ou électriques. Chaque tube de conduction comprend à espaces réguliers des robinets d'aération et des prises d'air sous pression.



Moteurs diesel



Systèmes de ventilation

Le réseau de rails permet d'amener les outils de travail sur le front de la galerie et de transporter à l'extérieur les débris de roches venant de l'excavation. Ces décombres forment une sorte de petite colline devant la galerie ce qui permet de la repérer de loin. C'est pourquoi chaque galerie possède son lot de wagonnets et un ou plusieurs

locomoteurs. Ces derniers, dont les dimensions sont adaptées à l'étroitesse et à la faible hauteur des galeries, sont, pour partie, fabriqués par l'entreprise canarienne Fuendor (Tenerife) et possèdent un moteur Deutz de un ou trois cylindres.



*Locomoteurs Fuendor*



*Wagonnets*



*Réseaux de rails*

C'est le décret 232/2008, du 25 novembre 2008, qui réglemente la sécurité des personnes qui travaillent dans les installations hydrauliques souterraines des Canaries.

#### **4 – LES PUITS**

Ce sont des perforations verticales, le plus souvent de forme cylindrique. Leur diamètre est de 2 ou 3 mètres, permettant la descente des ouvriers qui réalisent l'excavation. Leur profondeur peut atteindre plus de 400 mètres. À la différence des galeries, qui vont chercher de préférence les eaux stockées, les réserves, les puits cherchent à exploiter des

ressources renouvelables, des eaux qui auraient autrement été perdues.

La production des puits est très inégale selon la zone et la saison climatique. Lorsque le forage atteint l'eau, si les conditions sont favorables, l'ouvrage peut commencer les extractions. En augmentant les débits par pompage, le niveau de l'eau descend, provoquant le flux souterrain vers le puits. Le problème le plus important dans les puits est le risque de salinisation. Lorsque les prélevements sont supérieurs à la recharge de l'aquifère, il y a un risque redouté d'intrusion d'eau de mer, qui contamine les débits d'eau douce. Par conséquent, la bonne utilisation des eaux souterraines exige une connaissance précise de l'aquifère et de ses possibilités. Les données recueillies dans les plans hydrologiques insulaires permettent de mieux réguler l'emplacement des nouveaux puits, la distance entre eux, le volume le plus souhaitable des prélevements et, en général, une amélioration de la gestion qui permettra d'utiliser au mieux nos ressources en eau.



Puits à Barranco seco (Adeje), Barranco de Badajoz (Güímar)

## 5 – LE RESEAU DE DISTRIBUTION

Il existe 1200 conduites répertoriées, représentant plus de 4000 kilomètres de longueur totale. Mais le réseau général de base, qui conduit presque tous les débits, se compose actuellement de seulement 36 conduits principaux avec environ 755 kilomètres de long.

Les principaux conduits sont les canaux (canales), les canaux d'irrigation (acequias), les canaux plus petits (tajeas) et les tuyaux (tuberías ou mangueras). Au XVI ème siècle, la présence de très nombreuses sources (manantiales) a conduit à construire des canaux et réseaux de transports de l'eau vers les terres irriguées et les fermes. A cette époque, n'importe quel matériau était utile : on creusait des conduits dans la roche calcaire. On

élaborait des canaux de tuf volcanique, de bois de pin, ou de tuiles inversées.

Au début du siècle dernier, lorsque les plantations de bananes et de tomates britanniques ont commencé dans le Sud, il fallait de l'eau pour alimenter les cultures et répondre aux besoins d'une population croissante. Le transfert et la conduite de l'eau s'effectuent alors sur de longues distances grâce à des canaux qui serpentent à travers les monts sur toute l'île. Un de ces ouvrages pharaoniques est le canal de Vergara, qui avec ses 34 kilomètres est le plus long de l'île. Ce canal recueille les eaux dans les galeries du même nom, traverse La Guancha, Icod, Garachico, El Tanque, Santiago del Teide et arrive à Aripe (Guia de Isora au Sud).

Beaucoup d'autres canaux sont visibles, comme suspendus sur les falaises, et dont la construction a dû être très risquée. Certains n'ont même pas été achevés; comme le canal Fasnia-La Esperanza-Tacoronte, qui prétendait transporter l'eau des sources du Barranco de Tolède, à Agua Garcia, jusqu'à Fasnia et au-delà. La partie la plus spectaculaire de ce chantier inachevé fut le forage de tunnels aux fenêtres à mille mètres d'altitude sur les pentes de Güímar. Quelques autres canaux d'importance sont El Intermedio, El Estado, celui d'Araya, de Aguas del Sur... etc.

Il existe 1200 conduites répertoriées, représentant plus de 4000 kilomètres de longueur totale. Mais le réseau général de base, qui conduit presque tous les débits, se compose actuellement de seulement 36 conduits principaux avec environ 755 kilomètres de long.

Les principaux conduits sont les canaux (canales), les canaux d'irrigation (acequias), les canaux plus petits (tajeas) et les tuyaux (tuberías ou mangueras). L'ensemble de ce système de transport de l'eau depuis les galeries et les puits constitue un véritable patrimoine culturel. Du plus large des canaux à la petite tarjea, toutes ces infrastructures hydrauliques ont contribué au développement insulaire et à l'amélioration de la vie des habitants de cette île.



*Canal de Vergara*



*Acequia et Tubes*

## 6 - UN EXEMPLE : VILAFLOR DE CHASNA

Vilaflor est connu depuis longtemps pour la nature de ses eaux et leurs bienfaits sur la santé. Venant de sources naturelles, puis de galeries creusées pour augmenter leur débit ou de galeries nouvelles (Vilaflor est pionnière en la matière), elles étaient réputées au XVIII<sup>e</sup> siècle pour soulager les problèmes de l'appareil digestif. Le précieux liquide revêt donc une grande importance dans la municipalité chasnera, non seulement en raison de son abondance, mais aussi à cause les conflits sans fin qui depuis le XVI<sup>e</sup> siècle ont pris naissance en particulier entre les Soler (fondateurs du village et propriétaires de grandes quantités de terres donc de ressources en eau de la région) et les quartiers de Vilaflor et qui se sont prolongés au fil des ans.

Au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, la fin de l'industrie de la cochenille entraîna une grave crise économique aux Canaries. Les grands propriétaires terriens se sont alors tournés vers la culture des tomates et des bananes. Celles-ci, grandes consommatrices d'eau, ont nécessité de nouvelles ressources à travers le percement de nouvelles galeries ou l'augmentation du débit de galeries existantes. Ces stratégies ont, entraîné de nouveaux conflits entre grands propriétaires au début du XX<sup>e</sup> siècle.

Vilaflor ne possède plus aujourd'hui qu'une usine d'embouteillage d'eau de galerie : celle de Fuente Alta. Jusqu'en 2004, il en existait une autre : celle de Pinalito.

En 2019, Vilaflor possédait 4 sources, 37 galeries et 4 puits.



## 7 - CONCLUSION

Comme on le voit, l'exploitation de l'eau souterraine par le percement de galeries est un processus ancien qui reste toujours aujourd'hui compliqué et dangereux. De nombreux travailleurs ont perdu la vie afin que l'eau puisse être utilisée par les populations. Il est important de s'en souvenir.

De même, cette exploitation a entraîné à de nombreuses reprises des conflits entre propriétaires terriens et populations ou entre propriétaires terriens eux-mêmes.

Des situations qui ont pour origine la répartition des terres entre conquistadores à la fin de la conquête de l'île (à partir de 1496). En effet dans une même région ou municipalité, certaines parcelles possédaient beaucoup de sources naturelles d'autres moins mais toutes généralement en contact avec la même masse d'eau (aquifère saturé ou pas).

De ce fait le percement d'une nouvelle galerie sur une parcelle entraînait souvent une diminution du débit d'une galerie sur une autre parcelle car drainaient l'eau d'un même aquifère. Situation qui se réglait le plus souvent par voie de justice.

La question de l'eau à Tenerife (et dans l'Archipel canarien) est donc extrêmement importante. Si l'activité agricole se maintient à un certain niveau (bananes et pommes de terre notamment) malgré la fin de la culture de la tomate, la demande en eau augmente chaque année en fonction de l'augmentation de l'activité touristique. Les ressources en eau souterraine ne sont pas inépuisables et leur niveau baisse chaque année. Il y a donc danger d'épuisement de cette ressource vieille de millions d'années.

Un plan hydrologique insulaire a été mis en place depuis 1997. Il consiste à analyser la consommation d'eau et à étudier les manières d'augmenter la production d'eau. L'agriculture est le principal secteur de consommation d'eau, suivie par les besoins en approvisionnement des habitants (résidents et touristes).

Certaines options proposées passent par le dessalement de l'eau de mer et l'épuration des eaux usées afin de les utiliser sur les terres irrigables. La première station de dessalement démarra son activité au sud de l'île en 1998. Tenerife dispose aussi de stations d'amélioration de la qualité des eaux souterraines, qui éliminent les minéraux nocifs qu'elles contiennent (par exemple le fluor) pour la rendre apte à la consommation humaine.

L'eau souterraine, les galeries, les puits, et les travailleurs de cette industrie historique font partie du patrimoine de Tenerife (et des Canaries en général).

Pourtant il y a peu de traces du respect et de la valorisation que ce patrimoine mérite.

## Sources

Cámara Insular de Aguas de Tenerife : <https://www.camaradeaguas.com/>

Consejo Insular de Aguas de Tenerife (CIATF) : <https://www.aguastenerife.org/>

Gobierno de Canarias : <https://www.gobiernodecanarias.org/aguas/>

Manual Técnico de Ejecución de Galerías

*Dirección General de Industria del Gobierno de Canarias en colaboración con la empresa Interra, Ingeniería y Recursos S.L. 2011*

Boletín Oficial del Estado : Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

Boletín Oficial de Canarias : Decreto 232/2008, de 25 de noviembre, por el que se regula la seguridad de las personas en las obras e instalaciones hidráulicas subterráneas de Canarias.

Manual Técnico de Ejecución de Galerías

*Dirección General de Industria del Gobierno de Canarias en colaboración con la empresa Interra, Ingeniería y Recursos S.L.*

## Ouvrages de Juan Carlos SANTAMARTA CERAZAL

El aprovechamiento tradicional de las aguas subterráneas en las Islas Canarias

*Fundación CajaCanarias 2020*

Tratado de minería de recursos hídricos en islas volcánicas oceánicas

*Colegio Oficial de Ingenieros de Minas del Sur de España 2016*

Agua y turismo en Tenerife: Producción, gestión y consumo

*Universidad de La Laguna 2019*

Ingeniería Geológica en terrenos volcánicos: métodos, técnicas y experiencias en las Islas Canarias

*Ilustre Colegio Oficial de Geólogos 2015*

Minería del agua y recursos hídricos en islas y terrenos volcánicos

*Universidad de La Laguna, 2012*

Minería del agua en islas y terrenos volcánicos. Análisis hidrológico en explotaciones en la zona sureste de la isla de Tenerife, islas Canarias

*Universidad de León 2017*

Contenidos y Cálculos Tipo de una Mina/Galería de Agua en Terreno Volcánico

*Ilustre Colegio Oficial de Geólogos 2017*