

naturali italiane. Al “ Carbone Bianco „ delle nostre forze idrauliche, verrebbe quindi ad aggiungersi il “ Carbone Rosso „, come, in seguito alla proposta del Prof. MARNELLI, venne votato dall' VIII Congresso Geografico doversi chiamare l'energia termica naturale.

Altre località nel mondo richiamano su questi fenomeni l'attenzione degli studiosi, riguardo a possibili sfruttamenti. Cito brevemente alcuni punti della California, dell'Oregon, la regione circondante il Tatio nelle Ande Cilenoboliviane e l'Isola Nord della nuova Zelanda. Altro possibile, ed importante, campo di sfruttamento potrebbe essere il Giappone, senza trascurare l'Islanda e l'Alaska (*Vallata delle Diecimila Fumarole*).

Il problema è indubbiamente pieno di attrattive; esso esige peraltro accurati studi e saggi preliminari condotti da personale adatto e sotto la direzione e la consulenza di competenti tecnici, onde evitare delusioni, non bastando certo la sola presenza del vapore per decidere circa la possibilità e la convenienza di eseguire uno sfruttamento del genere di quello che, dopo lunghi studi e considerevoli spese, ho potuto fare dei Soffioni boraciferi.

Larderello (*Pisa*) Agosto 1924.

---

( *Traduction en français* )

### **L'utilisation industrielle des “ soffioni „ boraciques de la Toscane.**

Parmi les phénomènes endogènes qui se rapportent aux origines des Collines Métallifères de la Toscane, les “ Soffioni „ boraciques, ou Sources de vapeur naturelle contenant de l'Acide borique, occupent une place très remarquable.

Ces manifestations, qui sont reliées aux mêmes origines que les Geysers classiques, et qui se rencontrent en plusieurs endroits où il y a persistance d'activité volcanique, sont caractérisées, dans le cas tout spécial des “ Soffioni „ de la Toscane, par la prépondérance des jets de vapeur, car l'eau qui provient du sous sol est en quantités relativement faibles.

Les Soffioni sont groupés dans une zone qui comprend les hautes vallées des deux fleuves Cecina et Cornia. Cette zone a une étendue en surface d' environ 33 milles géographiques carrées. Les centres principaux des manifestations sont : Larderello, Castelnuovo, Sasso, Serrazzano et Lustignano dans la Province de Pisa ; Monterotondo Marittimo et Lago dans la Province de Grosseto. Un autre tout petit centre, Travale, se trouve à l'Est des précédents dans la Province de Grosseto en direction de Siena.

D'autres manifestations spéciales comme des Mofettes, des Soufrières et des " Putizze ", avec des Sources minérales, se rencontrent dans les environs immédiats des Soffioni aussi bien qu'en plusieurs endroits du territoire circonvoisin.

Chacune des localités nommées ci-dessus possède sa Fabrique pour la production de l'Acide Borique qui est contenu dans la vapeur et dans l'eau qui jaillit du sol avec la vapeur.

Tout le monde connaît depuis longtemps, en effet, l'importante Industrie Boracique de la Toscane dont les origines remontent à l'an 1818 et dont la fondation se doit aux initiatives de la Famille DE LARDEREL.

Cette industrie a eu un développement progressif et constant, soit du côté des produits (qui comprennent désormais tous les principaux sels du Bore), soit du point de vue des systèmes de fabrication.

Dès les debuts de cette industrie, on pensa aux moyens (très primitifs tout d'abord) pour recueillir et canaliser les sources naturelles de vapeur, et on commença à faire les premiers essais de perforation du terrain.

Je me suis occupé très activement pour améliorer ces perforations, de façon à avoir une abondante et constante disponibilité de vapeur que je puise à des profondeurs toujours croissantes par le perfectionnement graduel des systèmes de trivellation et de captation. Le résultat inévitable de ces perforations profondes a été de modifier le panorama superficiel des Soffioni naturels, qui offrent maintenant un spectacle un peu moins grandiose que dans le passé.

Dès le commencement du siècle courant, lorsque j'étais Directeur général des Etablissements Larderel (dont l'actuelle " Società Boracifera di Larderello " est le successeur), je me proposai le problème d'étudier l'emploi de l'énergie thermique des Soffioni (qui avaient été exclusivement employés jusqu'alors, d'une façon tout à fait empyrique, comme agents de chauffage pour la concentration des eaux boriques et pour le dessèchement des produits) pour en obtenir de l'énergie mécanique et électrique.

Je commençai, à ce but, une série d'expériences pour connaître les caractéristiques de température, de pression et de débit des Soffioni.

On possédait déjà plusieurs analyses chimiques de la vapeur, des eaux et des gaz qui accompagnent la vapeur. L'illustre professeur NASINI de l'Université de Pisa renouvela, avec la plus grande rigueur scientifique, ces analyses.

*(Voir l'analyse dans le texte italien).*

En 1904 je fis ma première expérience avec une petite machine à vapeur qui faisait tourner une dynamo; j'alimentai cette machine avec de la vapeur naturelle des Soffioni qui passait par un séparateur spécial projeté par moi.

Ma seconde étape, en 1905, fut l'installation d'une machine à cylindre un peu plus puissante que la première. Le courant de la dynamo liée avec cette machine a pourvu aux besoins d'énergie électrique de la Fabrique de Larderello pendant plusieurs années.

Je passai ensuite, en 1913, à installer une turbine à vapeur de 250 Kw. en me servant cette fois de la vapeur des Soffioni pour le chauffage d'appareils évaporateurs qui génèrent de la vapeur pour l'alimentation de la turbine. Ce dispositif fut conseillé par la nécessité d'avoir de la vapeur pure, c'est à dire exempte des gaz qui accompagnent la vapeur, (le 5 % environ, en poids de vapeur à Larderello). Ces gaz auraient en effet empêché l'usage d'un condenseur avec la turbine.

Cette installation fut le résultat des premières études complètes et systématiques sur les caractéristiques physiques de la vapeur des Soffioni.

Ces études m'avaient permis tout d'abord de vérifier la constance de la température à des régimes donnés de débit, et les conditions de pression effective et de surchauffage de la vapeur.

Les mesures des pressions qui correspondent au débit maximum, nous donnent une moyenne de 1 Atm. eff. et on constata, pour les premiers forages, que le débit décroît assez rapidement à mesure qu'on élève la pression en partialisant la vanne de sortie du puits de vapeur.

L'Usine électrique centrale de Larderello, dont la construction fut achevée en 1916, comprend trois Groupes Turbo-générateurs, chacun de la puissance effective de 2500 Kw.; deux de ces groupes sont en marche normale et le troisième constitue le groupe de secours. L'énergie électrique produite par cette usine est distribuée dans la région de nos fabriques de borax par un ré-

seau qui arrive jusqu'à la ville de Volterra. Des lignes à haute tension relient Larderello aux grands réseaux toscans des Sociétés " Selt " et " Valdarno ".

Pendant un certain temps on employa, pour la production de la vapeur pure à basse pression (0,25 atm. eff.) des appareils évaporateurs à tubes d'eau, système Kestner, chauffés par la vapeur naturelle. Ces évaporateurs ont été remplacés ensuite par des chaudières inventées par mon collaborateur M. BRINGHENTI, au moyen desquelles il est possible d'éliminer presque tout le gaz de la vapeur naturelle. Ces chaudières, qui sont dépourvues de faisceaux tubulaires intérieurs, fonctionnent selon un principe très ingénieux et leur emploi constitue une amélioration et une simplification très notables.

Les eaux de condensation qui proviennent des chaudières et des trois grands appareils de refroidissement contiennent de l'Acide borique; on envoie donc ces eaux aux installations chimiques pour leur traitement. Dans les 24 heures on peut retirer de ces eaux 500 Kg. d'acide borique.

J'avais déjà décidé, depuis 1918, le transport du petit groupe de 250 Kw. de Larderello à la fabrique de Lago où j'installai une seconde usine génératrice que je destinai aux expériences diverses, parmi lesquelles l'essai d'un nouveau type de condenseur à mélange, qui a depuis remplacé à Larderello les condenseurs à surface préalablement installés. Les premières expériences avec la chaudière Bringhenti furent faites à l'usine de Lago.

Dans le but de nous procurer la vapeur nécessaire à l'usine de Larderello, j'entrepris des travaux de perforation très importants en obtenant comme résultat des débits considérables. Plusieurs puits donnent, par heure, 25.000 Kg. de vapeur chacun et le débit total des puits de Larderello surpasse actuellement 150.000 Kg. par heure.

Ces travaux ont été constamment continués avec des résultats toujours meilleurs, grâce aux progrès de la technique et aux données de l'expérience.

Un puits à Serrazzano, qui donne à 1 atm. eff. 24.000 Kg. p. h., débite encore 13.000 Kg. à la pression de 5 atm. eff. Un autre puits très puissant à Castelnuovo, qui a un débit de 60.000 Kg. p. h. à 1 atm. eff., conserve un débit très considérable à des pressions plus élevées.

Ces résultats m'ont décidé à reprendre le principe de l'alimentation directe des machines thermiques au moyen de la vapeur naturelle, en éliminant le condenseur dont l'emploi était nécessaire avec les basses pressions. De cette façon l'installation se trouve réduite au maximum de simplicité.

Une petite turbine expérimentale marche dans ces conditions, avec la plus grande régularité à la fabrique de Serrazzano et très prochainement, j'aurai installé un groupe de 600 Kw. à échappement libre.

Grâce aux fortes quantités de vapeur disponibles, nous pouvons permettre des consommations spécifiques plus élevées pour nos turbines, en obtenant en revanche une grande simplicité de fonctionnement et une économie considérable aux frais d'entretien.

Les installations géothermiques de Larderello constituent donc la première et heureuse tentative d'utilisation des énergies thermiques d'origine volcanique. Ces installations ont été suivies avec beaucoup d'intérêt par les électrotechniciens et les industriels, et elles ont mérité l'attention des géologues et des vulcanologues. Il est bien naturel, en effet, qu'on pense d'étudier la possibilité d'exploiter, selon des systèmes analogues, d'autres endroits ou des phénomènes de caractère pseudo-volcanique existent.

Je suis en train de faire, par ordre du Gouvernement Italien, des études sur les Champs Phlégréens et je me suis mis en relation, à ce but, avec l'illustre Professeur CHISTONI, de l'Université de Naples, qui s'est occupé depuis longtemps de ce phénomène bradisismique.

Ma tâche comprend des études sur le Vésuve, les Iles Éoliennes et l'Etna; je compte donc beaucoup sur l'habile coopération des Illustres Professeurs MALLADRA et PLATANIA. J'espère qu'il me sera bientôt possible de me livrer plus complètement à cet intéressant problème qui, parallèlement au côté purement scientifique en présente un autre d'ordre économique qui intéresse très évidemment notre Pays, c'est à dire la contribution de la Volcanologie à l'exploitation rationnelle des énergies naturelles de l'Italie.

Au " Charbon blanc „ de nos forces hydrauliques on pourrait donc ajouter le " Charbon rouge „, selon la dénomination que l'VIII<sup>e</sup> Congrès Géographique, à la suite d'une proposition de M. le Professeur MARINELLI, a attribué à l'énergie thermique naturelle.

D'autres endroits de notre Globe attirent l'attention des savants en vue d'exploitations possibles. Je cite, en peu de mots, certains endroits de la Californie et de l'Oregon, la région qui environne le Tatio dans les Andes Chileno-Boliviennes, l'Ile Nord de la Nouvelle Zélande. Un autre champ d'exploitation très important pourrait être le Japon, et je ne dois pas passer sous silence l'Islande et l'Alaska (Vallée des dixmille fumeroles).

Le problème est très attrayant sans doute; sa solution exige toutefois des études très sérieuses et des essais préliminaires

qui devront être confiés à un personnel capable, sous la direction et le conseil de techniciens compétents, pour éviter des délu-  
sions.

La seule présence de la vapeur ne suffirait pas, en effet, pour décider sur la possibilité ou sur l'avantage de se livrer à une exploitation du genre de celle que j'ai pu faire, après de longues études et une dépense considérable, sur les Soffioni boraciques de la Toscane.

Larderello (Pisa) Août 1924.

---

ING. PROF. UMBERTO POMILIO

DELLA R. UNIVERSITÀ DI NAPOLI

## VULCANI D'ITALIA E LEUCITE

(Produzione industriale di potassa,  
allumina e silice)

La leucite, silicato doppio di potassio ed alluminio, di natura vulcanica e di origine prettamente italiana, ha richiamato da parecchi anni l'attenzione degli studiosi in vista dello sfruttamento integrale cui può essere assoggettata.

Oggi esistono infatti processi, messi anche industrialmente a punto, che permettono, come vedremo, di trar partito sia della potassa, che dell'allumina e silice, di tutti i costituenti cioè riuniti a formar le molecole e quindi i cristalli di questo interessante minerale.

E se la questione potassica interessa in sommo grado molte grandi nazioni, anche la silice e soprattutto l'allumina, sono prodotti di interessante applicazione industriale.

Tutti i paesi del mondo, ove la civiltà ha oggi raggiunto un relativo sviluppo, apprezzano l'importanza dei sali potassici, nel commercio, nella industria chimica e nell'agricoltura; e stanno a dimostrarlo tutte le pubblicazioni