



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

Distr. RESTREINTE

07984

DP/D/BER.B/107
14 juillet 1977
Français

**ETUDE DE FAISABILITE
CONCERNANT
L'UTILISATION
DES RESSOURCES
DU CAP-VERT
EN EAUX MINERALES**

SI/CVI/75/835

CAP-VERT

RAPPORT FINAL

**Etabli pour le Gouvernement du Cap-Vert par
l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel,
organisation chargée de l'exécution pour le compte du
Programme des Nations Unies pour le développement**



Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

Programme des Nations Unies pour le développement

ETUDE DE FAISABILITE CONCERNANT L'UTILISATION
DES RESSOURCES DU CAP-VERT EN EAUX MINERALES

SI/CVI/75/835

CAP-VERT

Rapport final

Etabli pour le Gouvernement du Cap-Vert par
l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
organisation chargée de l'exécution pour le compte du
Programme des Nations Unies pour le développement

D'après les travaux de M. Renato V. Zia, géologue

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
Vienne, 1977

Notes explicatives

Sauf indication contraire, le terme "dollar" (\$) s'entend du dollar des Etats-Unis d'Amérique.

L'unité monétaire du Cap-Vert est l'Escudo (Esc). Durant la période sur laquelle porte le présent rapport, la valeur du dollar des Etats-Unis d'Amérique en Esc était :

$$1 \$ = 34,50 \text{ Esc.}$$

Le trait d'union (-) entre deux millésimes, par exemple 1960-1965, indique qu'il s'agit de la période tout entière, y compris la première et la dernière année mentionnée.

Les abréviations techniques suivantes ont été utilisées dans le présent rapport ::

m Eq	Milli équivalent
TA	Titre aloalimétrique en carbonates
TAC	Titre aloalimétrique complet
TH	Titre hydrotimétrique
+	Présent
++	Abondant
-	Traces
—	Absent
μohms	Micro ohms

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

La mention dans le texte de la raison sociale ou des produits d'une société n'implique aucune prise de position en leur faveur de la part de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI).

RESUME

L'objectif du projet SI/CVI/75/835, était de préparer une étude de faisabilité concernant l'utilisation des ressources des îles du Cap-Vert en eaux minérales.

L'expert a étudié sur place du 17 avril 1977 au 11 juillet 1977 les possibilités existantes d'exploitation des eaux minérales, conduisant à un recensement hydrogéologique de toutes les sources principales avec prélèvement d'échantillons, qui ont été examinés du point de vue chimique et bactériologique. La potabilité des eaux a été évaluée et aussi la quantité d'eau qui pourra être traitée.

On a fait, enfin, les études de faisabilité pour les trois usines suivantes :

Iles de Santo Antão

Usine des eaux "Tabuleiro" et Maria dos Reis"

Production annuelle	15 768 000 litres
Investissement prévu :	43 295 000 Esc (1 254 927 dollars)

Usine des eaux "Ribeira Dente" - "João Afonso"

Production annuelle :	3 102 500 litres
Investissement prévu :	34 928 500 Esc (1 012 420 dollars)

Ile de Brava

Usine de "Vinaigre"

Production annuelle :	16 083 360 litres
Investissement prévu :	29 578 750 Esc (857 355 dollars)

La rentabilité économique des projets et l'étude du marché ont été esquissées et on a fait les recommandations suivantes :

1. Faire une étude des marchés de l'Afrique de l'Ouest pour vérifier les réelles possibilités d'exporter l'eau embouteillée;
2. Capter les sources qui doivent être utilisées;
3. Capter d'autres sources susceptibles d'utilisation future;
4. Evaluer la possibilité d'exploiter industriellement le CO₂ naturel;
5. Etudier la radioactivité des eaux de sources et des roches;

6. Mettre à exécution le projet d'implantation des usines;
7. Assurer la formation professionnelle de quelques mécaniciens cap-verdiens dans les usines européennes;
8. Etudier les problèmes de la production du verre ou de l'approvisionnement en bouteilles;
9. Réaliser une expérimentation clinique sur les eaux captées.

Enfin, des recommandations additionnelles sur des problèmes indépendants du projet (recherche d'énergie géothermique, étude sur la salinité de la mer près des îles, défense contre l'érosion des côtes) ont été faites.

TABLE DES MATIERES

<u>Chapitres</u>	<u>Pages</u>
INTRODUCTION	7
I. DONNEES GENERALES CONCERNANT LE PROJET	9
II. ETUDES DE FAISABILITE	14
A. Usine des eaux de Tabuleiro (Paul No 8-9) et Ribeira-Maria do Reis (Paul No 10) dans l'île de Santo Antão	14
B. Usine des eaux de João Afonso-Ribeira Dente (No 6a et 6b, 7a et 7b) dans l'île de Santo Antão	16
C. Usine des eaux de Vinaigre dans l'île de Brava	18
III. ASPECTS ECONOMIQUES	21
A. Rentabilité du projet	21
B. Marché	21
IV. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	23
A. Conclusions	23
B. Recommandations	25
<u>Annexes</u>	
I. Rapport hydrogéologique sur les principales sources d'eau minérale de l'île de Santo Antão	29
II. Rapport hydrogéologique sur les sources d'eau minérale de l'île de Brava	51
III. Analyses chimiques des eaux des sources	59
IV. Analyse bactériologique	63
V. Caractéristiques chimiques des eaux des sources miné- rales des îles de Santo Antão et de Brava et leurs qualités thérapeutiques	64
VI. Liste des prix	69
VII. Prévisions pour une centrale électrique	70
VIII. Importations d'eau minérale dans les pays de l'Afrique de l'Ouest	72
IX. Enquête sur la consommation des eaux de table au Sénégal .	73
X. Liste des fonctionnaires nationaux et internationaux liés au projet	76

	<u>Pages</u>
<u>Tableaux</u>	
1. Eaux naturelles non distillées	74
2. Eaux minérales naturelles	74
3. Eaux minérales artificielles et gazeuses	74
4. Estimation de la consommation des eaux de table	75

INTRODUCTION

Le Ministère de la coordination économique et du travail de la République du Cap-Vert, par lettre du 9 avril 1975 adressée au Représentant résident du PNUD à Bissau, M. Asplund, demandait l'aide du PNUD pour la préparation d'une étude préliminaire de faisabilité concernant l'utilisation des ressources de la République du Cap-Vert en eaux minérales. En effet, plusieurs sources avec d'évidentes caractéristiques d'eau minérale sont connues dans ces îles. Une de ces sources ("Eau Brigham" dans l'île de Santo Antão) était déjà exploitée par une petite usine artisanale et deux autres sources ("Vinaigre" dans l'île de Brava et "João Afonso" dans l'île de Santo Antão) avaient été exploitées de la même manière dans le passé. Toutefois, la production d'eau minérale au niveau artisanal était et est encore négligeable - le fait qu'elle ne soit même pas enregistrée dans l'annuaire statistique de la production le prouve - et n'est pas tout à fait proportionnée aux besoins de la nation, comme le montre le volume d'importation d'eau minérale (en 1974 : 149 076 litres = 1 439 215 Esc).

Il faut aussi considérer que le prix actuel des eaux minérales importées est supérieur à celui des autres boissons (vin, bière, etc.); c'est la raison pour laquelle l'utilisation des eaux minérales comme eaux de table est pour le moment très limitée. La même considération vaut aussi pour l'eau minérale de production locale, qui, étant donné les nombreux frais de production et de transport, est vendue à un prix non compétitif.

L'achat à l'étranger d'eau minérale (et plus couramment d'eau de table) oblige le pays à de grandes dépenses en devises fortes et augmente donc le déficit de la balance des paiements. Cette dépense serait sujette à de rapides augmentations au cas où l'on aurait, selon les intentions du gouvernement, une amélioration générale du niveau de vie et du pouvoir d'achat des gens.

Toutes ces considérations ont amené le Gouvernement du Cap-Vert à demander l'aide du PNUD

Il faut remarquer qu'aucune étude d'ensemble n'avait été réalisée jusqu'à présent sur les principales sources d'eau minérale des îles du Cap-Vert, en particulier dans le but d'une possible utilisation industrielle, avec une enquête systématique sur leur situation hydrogéologique, comprenant le relèvement du débit, de la température de l'eau et de l'air, l'examen organoleptique, les analyses chimiques qualitatives et quantitatives et, dans certains

cas, bactériologiques, avec une première orientation pour un captage rationnel. Seules des données partielles avaient été fournies auparavant dans une enquête très générale, conduite en 1974 par une entreprise privée française.

Il existait, pour quelques sources d'eau minérale, des indications préliminaires valables dans l'esquisse d'un plan d'aménagement hydraulique proposé le 20 mai 1977 pour l'île de Santo Antão par M. Denis Fernandopullé (CVI/75/001/UNOTC).

La demande présentée par le Gouvernement du Cap-Vert, le 9 avril 1975, a été approuvée par M. Asplund, Représentant résident, par le PNUD le 10 octobre 1975 et par l'ONUDI, le 25 du même mois. Le projet a été mis en exécution dans le pays le 17 avril 1977 et s'est développé jusqu'au 2 juillet 1977, suivant les prévisions. Le Ministère de la coordination économique et le Ministère du développement rural ont prêté à l'expert leur collaboration, fournissant toute la documentation disponible et organisant, du point de vue logistique, les relèvements sur le terrain. En outre, le laboratoire du Département de dessalement à São Vicente, qui dépend du Ministère du développement rural, a exécuté les analyses chimiques et bactériologiques sur les échantillons d'eau recueillie.

La contribution totale du PNUD initialement prévue était de 9 000 dollars, mais, à la suite des directives de l'administrateur du PNUD contenues dans le document UNDP/PROG/50 et UNDP/PROG/FIELD/71, le 30 décembre 1976 cette contribution a été portée à 12 300 dollars.

Toutes les prévisions budgétaires du PNUD relatives au projet SI/CVI/75/835, ont été successivement annulées et un nouveau budget doit être établi par l'ONUDI, conformément aux directives du document UNDP/PROG/54.

Le Gouvernement du Cap-Vert a apporté sa contribution au projet en fournissant les homologues : M. Arrigo Querido et M. Mota Gomes, les véhicules pour les voyages à l'intérieur des îles et les voyages à l'intérieur des îles et les fonctionnaires et ouvriers qui ont accompagné l'expert sur le terrain. De même, le gouvernement, par l'intermédiaire de JAIDA a fourni les analyses chimiques partielles des eaux examinées et aussi quelques analyses bactériologiques.

Le projet SI/CVI/75/835 est intitulé "Etude de faisabilité concernant l'utilisation des ressources du Cap-Vert en eau minérale.

I. DONNEES GENERALES CONCERNANT LE PROJET

Le projet est très important pour l'économie du pays, étant donné qu'avec la réalisation des usines envisagées, on pourrait obtenir plusieurs résultats utiles, notamment :

a) Interrompre la dépense de devises fortes pour l'importation d'eau minérale qui, dans une mesure difficile à précoiser, accroît le déficit commercial. A noter toutefois que l'on ne dispose pas de statistiques récentes (dernière donnée de 1974 : importations de 149 076 l d'eau minérale = 1 439 215 Esc).

b) Acquérir des devises fortes grâce à la vente à l'étranger de l'eau minérale embouteillée. En estimant une exportation de 90 % de la production envisagée (34 953 860 l pour les trois usines en projet) à un prix par litre égal à 75 % du prix de 9,65 enregistré à l'importation pendant l'année 1974, on pourrait obtenir une rentrée annuelle en devises étrangères de 227 680 705 Esc.

c) La vente à un prix social sur le marché intérieur de 10 % de la production industrielle d'eau minérale envisagée pourrait avoir des répercussions favorables sur la santé publique, avec une plus large utilisation d'une boisson hygiénique et ayant des propriétés thérapeutiques probables. Il faut rappeler que l'utilisation d'eau carbonique riche en hydrocarbonates, dans des conditions hygiéniques parfaites, pour la dilution du lait dans l'allaitement artificiel pourrait réduire les cas de mortalité infantile. Un plus large recours à une eau de table, dans les mêmes conditions, pourrait réduire également les dangers d'épidémie qui proviennent de l'utilisation actuelle d'eau susceptible de pollution.

d) La valorisation d'une ressource naturelle à bon marché, avec une répercussion possible au niveau touristique, à l'intérieur et à l'extérieur du pays. En effet, il serait possible d'envisager la construction d'établissements touristiques avec assistance médicale, pour le repos et le traitement des maladies qui nécessitent l'usage de l'eau pour les boissons, inhalations ou bains.

e) La création d'emplois spécialisés dans les usines et dans plusieurs activités liées à la production de l'eau (fabrication de bouteilles, fabrication de caisses) ou à la commercialisation, au transport et à la distribution du produit.

La seule usine existante pour l'embouteillage de l'eau minérale est celle de l'eau Brigham, près de la source qui porte le même nom, dans la haute vallée de Paul (île de Santo Antão). Elle traite de manière très artisanale le modeste débit de la source avec une petite machine manuelle de bouchage et de saturation de CO₂ à 4 atmosphères, équipée pour quatre bouteilles à la fois (machines venant de Eno Mecanica Malvena, Lisboa). On ne peut se rendre à la fabrique qu'à pied, par un chemin raide de 700 à 800 m, ce qui rend nécessaire le transport à la main ou sur la tête des caisses de bouteilles et de tous les approvisionnements. La fabrique a beaucoup de difficultés pour l'approvisionnement en bouteilles, qu'elle se procure en rachetant les bouteilles déjà utilisées. Le lavage des bouteilles est effectué à la main par deux femmes. La fabrique peut traiter environ 300 litres d'eau par jour, mais la production est très irrégulière. Etant donné les nombreux frais de production et de transport, il est à noter que les prix de gros dans l'île voisine de São Vicente, où toute la production est vendue, était en 1976 de 10 Esc/l. Maintenant, la production est bloquée, soit par le manque de bouteilles, soit par l'interruption de la route Paul-Ribeira Dente-Porto-Novu à la suite des travaux en cours pour le renouvellement de la voie.

L'expert a fait d'importantes études de reconnaissance dans les îles de Santo Antão et Brava, étant donné que ces îles volcaniques étaient celles où il y avait le plus d'indications sur la présence d'eau minérale en quantité satisfaisante. En outre, dans les mêmes îles, d'autres sources auraient pu éventuellement être utilisées pour remplacer des eaux qui servent actuellement à l'irrigation.

Toutefois, des reconnaissances marginales et occasionnelles ont été conduites sur puits, forages et sources des îles de São Vicente, Fogo et São Tiago. Dans les îles de Santa Antão et Brava, sur les indications des habitants, les fonctionnaires qui ont accompagné l'expert sur le terrain ont trouvé des sources minérales et des sources susceptibles d'utilisation comme eau de table.

Pour chaque source, on a rédigé une fiche technique avec toutes les indications qu'on a pu obtenir sur les lieux, notamment : dénomination, numéro de référence, cote sur le niveau de la mer relevée avec l'altimètre, température de l'air, température de l'eau, débit évalué à la suite des mesures exécutées, examen organoleptique, pH, déterminations chimiques et qualitatives, situation hydrogéologique, remarques.

Toutes ces données figurent dans les annexes I et II.

Cette investigation sur le terrain a permis d'évaluer la disponibilité des îles en eaux minérales, d'apprécier la situation hydrologique et hygiénique des sources et de choisir parmi les nombreuses sources utilisables celles qui présentent les meilleures qualités unies aux meilleures conditions pour l'utilisation industrielle. On a surtout tenu compte de la valeur du débit mesuré des sources, qui peut être considéré comme un débit minimal en considération de la saison dans laquelle a été conduite l'enquête, de la sécheresse étendue sur plusieurs années qui a frappé ces îles et des qualités organoleptiques des eaux, confirmées par les analyses chimiques exécutées sur les échantillons prélevés dans chaque source. A la suite de toutes les investigations et de toutes les considérations techniques et économiques, on a choisi pour l'utilisation industrielle trois sources : deux dans l'île de Santo Antão (Ribeira Dente - João Afonso; Tabuleiro et Maria dos Reis (Paul) et une dans l'île de Brava (Vinaigre). Ces sources peuvent assurer une production totale dans trois usines de 34 953 860 l par an (18 870 500 l dans l'île de Santo Antão et 16 083 360 l dans l'île de Brava).

Pour une évaluation de leur potabilité, les eaux de toutes les sources ont été soumises à une analyse chimique partielle. Toutefois, le manque de réactifs n'a pas rendu possible toutes les déterminations et en particulier le dosage du fluor, qui, dans les terrains volcaniques semblables à ceux de ces îles, compromet quelquefois la potabilité des eaux de source.

Dans la fiche de chaque source, on peut trouver aussi le débit par seconde, par heure et par jour, ce qui permet de déduire la quantité éventuellement utilisable pour l'embouteillage, considérant que les $\frac{2}{3}$ aux $\frac{3}{4}$ du débit sont nécessaires pour le lavage des bouteilles.

Cette prévision a été faite seulement pour les trois groupes de sources qu'on prévoit d'exploiter, parce que, dans les autres cas, la même considération aurait eu une valeur tout à fait théorique. Pour le groupe des sources Cirio et Curral das Vacas, qui présentent des caractères chimiques intéressants, unis à un certain degré de thermalisme, il faut remarquer qu'on pourrait utiliser pour l'embouteillage près de 8 751 240 l, si on disposait d'autres ressources hydrauliques pour l'irrigation des terrains cultivés, à laquelle servent actuellement les sources.

L'utilisation industrielle de ces sources pourra être reconsidérée après les résultats des recherches d'eau souterraines en cours et après l'exécution de captages rationnels qui pourront tout à fait modifier les débits actuels.

Les caractères chimiques de toutes les sources sont indiqués dans le rapport et pourront mieux être appréciés à la suite des nouvelles analyses complémentaires qui, avec l'accord de l'ONUUDI, seront exécutées en Italie. Toutefois, il n'y a pas en ce moment des conditions négatives pour l'usage potable, à l'exception de quelques indications de pollution qu'on pourra éliminer avec le captage rationnel. Ainsi, les analyses bactériologiques effectuées ont confirmé la pureté des eaux. Les caractères chimiques déjà mis en évidence permettent d'envisager l'utilisation médicale des sources qu'on pourrait exploiter.

Il suffit, ici, de relever que l'eau dont le captage est prévu, est du type oligominéral (eau de table) dans le cas de la source de Tabuleiro. Dans tous les autres cas, on a affaire à des eaux du type mésominéral, naturellement gazeuses, qui contiennent : du bicarbonate de sodium (Vinaigre), du bicarbonate de sodium et de potassium (Ribeira Dente-João Afonso No 6), du bicarbonate de sodium et de potassium et du fer (Ribeira Dente-João Afonso No 7) et du bicarbonate de magnésium (Ribeira-Maria dos Reis).

Ces eaux peuvent avoir une large utilisation comme eau de table et comme eau minérale avec diverses propriétés thérapeutiques et allant de la dilution du lait dans l'alimentation artificielle à la cure des maladies avec une large incidence sociale (affections du rein, foie, estomac, système circulatoire, anémie, lymphatisme des enfants et chlorose).

Enfin, on a effectué trois études de faisabilité, une pour chacune des sources dont l'utilisation est prévue. Voir chapitre II.

Le captage des sources doit être exécuté avec soin suivant les indications contenues dans le rapport hydrogéologique pour chaque source, en tenant compte de la nécessité d'assurer le maximum de protection hygiénique. Dans le cas d'une possible activité agressive de l'eau, il faudrait isoler les bétons des galeries et des réservoirs en contact avec l'eau à l'aide d'un revêtement vitrifié.

On ne prévoit pas de traitements particuliers de l'eau, étant donné que l'eau même des travaux de captage se présentera en parfaites conditions de limpidité et potabilité. On prévoit simplement d'ajouter à l'eau de l'anhydride carbonique pour empêcher, soit le vieillissement de l'eau qu'on aurait avec la perte de l'anhydride carbonique naturelle et avec l'oxydation, soit le développement des germes aérobies. La production de l'eau devra être faite de manière tout à fait automatisée, dans le but d'assurer des conditions hygiéniques parfaites à l'eau embouteillée.

L'usine de Tabuleiro - Maria dos Reis (Paul) et celle de Vinaigre utiliseront des machines dimensionnées pour une production qui pourra atteindre 8 000 l/heure, tandis que l'usine de Ribeira Dente - João Afonso emploiera des machines d'un rendement de 1 000 à 2 000 l/heure.

L'ensemble des machines de chaque usine du premier type nécessite 74,5 CV, celle du dernier 63,75 CV, ce qui implique la nécessité d'installer des groupes électrogènes respectivement de 115 et 100 kVA.

Les ouvriers, au nombre de 7 à 8 pour chaque usine, auront essentiellement des tâches de contrôle et d'intervention à côté des machines. Un des ouvriers de chaque usine devra être un mécanicien spécialisé. Chaque usine devra disposer d'un chimiste pour le contrôle systématique de l'eau produite et d'un technicien.

Pour les bouteilles, il faudra employer des bouteilles en verre. En effet, la présence de l'anhydride carbonique libre rend impossible l'utilisation de bouteilles en plastique. Le problème de l'approvisionnement ou de la production des bouteilles est actuellement débattu : si on ne trouve pas de dépôts de silex au Cap-Vert, il faudra importer, soit des bouteilles, soit un matériau pour en produire.

Pour l'embouteillage, on choisira des bouteilles d'un litre qui sont les bouteilles les plus répandues pour les eaux minérales et pour l'eau de table et qui qualifieront tout de suite ces eaux pour l'usage dans les familles et dans les communautés. L'eau embouteillée sera commercialisée dans des caisses en plastique, étant donné la nécessité de récupérer les vidanges. Les caisses en plastique pourront être produites dans le pays.

II. ETUDES DE FAISABILITE

A. Usine des eaux de Tabuleiro (Paul No 8-9) et Ribeira-Maria dos Reis (Paul No 10) dans l'île de Santo Antão

On prévoit le captage rationnel de toutes les sources et l'utilisation pour l'embouteillage industriel de la totalité du débit de la source de Maria dos Reis (eau minérale) et d'une partie du débit des sources Tabuleiro (eau de table). Avec un débit de 1,5 l/s de Tabuleiro et de 0,5 l/s de la source de Maria dos Reis, une production industrielle pourrait mettre en bouteille un débit de 15 768 m³ par an d'eau minérale et d'eau de table, avec une production quotidienne de 51 698 l et horaire de 6 462 l.

Pour obtenir cette production il convient de :

1. Faire les captages rationnels des sources avec des forages, l'exploitation et l'ouverture des galeries d'une longueur globale estimée à 180 m
2. Construire un aqueduc de Tabuleiro à la source Ribeira-Maria dos Reis, près de laquelle on bâtira l'usine, de 900 m de long, en employant des tubes d'acier "Mannesmann" "Ø 2", type pour gaz, série lourde, avec joints à manchon fileté, zingué à l'intérieur et à l'extérieur.
3. Construire deux réservoirs en béton armé, l'un de 150 m³ de capacité, l'autre de 50 m³;
4. Construire l'usine avec un laboratoire chimique et bactériologique, des services sanitaires et une cantine pour les ouvriers;
5. Construire des maisons pour le chimiste, le technicien et le gardien;
6. Acheter et mettre en oeuvre une ligne pour l'embouteillage automatique de l'eau gazéifiée comprenant : une décaisseuse, une trempeuse-laveuse, un saturateur de CO₂, un groupe d'embouteillage-bouchage, une étiqueteuse, une encaisseuse, une laveuse des caisses et tous les transporteurs des bouteilles et des caisses;
7. Construire une centrale électrique pour le fonctionnement de l'usine avec une puissance de 115 kVA;
8. Construire une ligne téléphonique de Paul à l'usine pour une longueur prévue de 7 000 m;
9. Acheter deux voitures et trois camions de service.

Evaluation du coût des travaux, machines et équipements nécessaires pour l'usine d'embouteillage des eaux de Tabuleiro (eau de table) et de Maria dos Reis (eau minérale)

		<u>En escudos</u>
Forages d'exploitation (profondeur 30 m), No 8 Par mètre : 2 500 Esc	240 m	600 000
Un compresseur		865 000
Déblaiements Par m ³ : 120 Esc	1 000 m ³	120 000
Galeries de captage en béton armé Par m : 18 000 Esc	200 m	3 600 000
Conduit mis en oeuvre en tube d'acier "Mannesmann" "ø 2" type lourd, zingué à l'intérieur et à l'extérieur Par m : 800 Esc	900 m	720 000
Route Par m : 6 000 Esc	300 m	1 800 000
Réservoir de 150 m ³ de capacité Par m ³ : 4 000 Esc	150 m ³	600 000
Réservoir de 50 m ³ de capacité Par m ³ : 4 000 Esc	50 m ³	200 000
Maison pour le technicien et le chimiste Par m ² = 6 000 Esc	360 m ²	2 160 000
Maison pour le gardien Par m ² = 5 500 Esc	160 m ²	880 000
Usine avec laboratoire, services sanitaires et cantine pour les ouvriers Par m ² = 5 000	1 000 m ²	5 000 000
Achat des terrains pour l'usine, dépôt, etc. Par m ² = 30 Esc	6 000 m ²	180 000
Machines pour l'usine, (voir liste à l'annexe VII), y compris le transport (35 %) et le montage		14 091 000
Appareils pour le laboratoire		70 000

		<u>En escudos</u>
Centrale électrique 115 kVA		1 150 000
Ligne téléphonique bifilaire pour circuit automatique Par m : 50 Esc	7 000	350 000
Voitures 150 000 chacune	3	450 000
Camions 450 000 Esc chacun	4	1 800 000
Total		<u>34 636 000</u>
Imprévus : 10 %		3 463 600
Direction des travaux, plans, assistance technique : 15 %		<u>5 195 400</u>
Total général		43 295 000

B. Usine des eaux de João Afonso - Ribeira Dente
(No 6a et 6b, 7a et 7b) dans l'île de Santo António

Les quatre sources peuvent fournir dans l'ensemble un débit quotidien de 34 000 l : de ce débit on pourra utiliser pour l'embouteillage industriel seulement un quart (8 500 l), le reste étant nécessaire au lavage des bouteilles. On peut donc embouteiller un débit total de 3 102 500 l par an, avec une production journalière de 10 172 l et horaire de 1 272 l.

Pour cette production il faut prévoir :

1. Le captage des sources à l'aide de galeries d'une longueur de 60 m.
2. La construction de la prolongation de la route jusqu'à une zone située à proximité des sources. Longueur prévue : 500 m.
3. Une conduite de 300 m de longueur avec tubes d'acier "Mannesmann" "ø 1/2", type pour gaz, série lourde, avec joints à manchon, fileté, zingué à l'intérieur et à l'extérieur.
4. La construction de deux réservoirs d'une capacité respective de 30 m³ et 10 m³.
5. La construction de l'usine avec le laboratoire chimique et bactériologique, les services sanitaires et une cantine pour les ouvriers. Construction d'une maison pour le chimiste et le technicien.

6. L'achat et la mise en oeuvre d'une ligne pour l'embouteillage automatique comprenant une décaisseuse, une trempuse-laveuse, un saturateur, un monobloc pour l'emplissage et le bouchage avec bouchons-couronne, une étiqueteuse, une encaisseuse, une laveuse des caisses;
7. La construction d'une centrale électrique d'une puissance de 100 kVA;
8. La construction d'une ligne téléphonique de Ribeira Dente à l'usine (10 km);
9. L'achat de deux voitures et de deux camions de service.

Evaluation du coût des travaux, machines et équipements nécessaires pour l'usine d'embouteillage des eaux João Afonso - Ribeira Dente

		<u>En escudos</u>
Un compresseur		865 000
Déblaiements		
Par m ² : 120 Esc	1 000 m ³	120 000
Galeries de captage en béton armé	60 m	
Par m : 18 000 Esc	200 m	3 600 000
Conduit mis en oeuvre en tube d'acier "Mannesmann ϕ 1/2" type lourd, zingué à l'intérieur et à l'extérieur		
Par m : 560 Esc	300 m	168 000
Route		
Par m : 6 000 Esc	500 m	3 000 000
Réservoirs		
Par m ² : 4 000 Esc	30 m ³	120 000
	10 m ³	40 000
Usine avec laboratoire, services sanitaires et une cantine pour les ouvriers		
Par m ² : 5 000 Esc	800 m ²	4 000 000
Maison pour le technicien et le chimiste		
Par m ² : 6 000 Esc	360 m ²	2 160 000
Achat des terrains pour l'usine, dépôts, etc.		
Par m ² : 30 Esc	6 000 m ²	180 000

		<u>En escudos</u>
Machines pour l'usine (voir liste à l'annexe VIII) y compris le transport (35 %) et le montage		10 919 800
Appareils pour le laboratoire		70 000
Centrale électrique		1 000 000
Ligne téléphonique bifilaire pour circuit automatique de Ribeira Dente à l'usine Par m : 50	10 000	500 000
Voitures 150 000 Esc chacune	2	300 000
Camions 450 000 Esc chacun	2	900 000
Total		<u>27 942 800</u>
Imprévus : 10 %		2 794 280
Direction des travaux plans, assistance technique : 15 %		<u>4 191 420</u>
Total général		<u>34 928 500</u>

C. Usine des eaux de Vinaigre dans l'île de Brava

Les sources de Vinaigre ont un débit de 16 083 360 l/an. En 305 jours de travail par an, on peut traiter ce débit annuel en ayant recours à une conservation adéquate de l'eau dans un réservoir pendant les jours de fête. Cela donne la possibilité d'une production d'eau minérale embouteillée quotidienne de 52 732 l et horaire de 6 591 l.

Pour cette production industrielle il faut prévoir :

1. Le renouvellement du captage, les recherches avec forages, la protection des sources du point de vue hygiénique contre la pollution des eaux par le torrent voisin lors des crues. Les forages serviront aussi pour la recherche du CO₂.
2. La construction, en aval des sources, de l'usine avec un laboratoire chimique et bactériologique et des services sanitaires pour les ouvriers.

3. L'achat et la mise en oeuvre d'une ligne pour l'embouteillage automatique de l'eau gazéifiée comprenant : une décaisseuse, une trempeuse-laveuse, un saturateur de CO₂, un groupe d'embouteillage-bouchage, une étiqueteuse, une enoisseuse, une laveuse des caisses et tous les envoyeurs et transporteurs nécessaires;
4. La construction d'un aqueduc avec tubes d'acier "Mannesmann" "Ø 2", type pour gaz, série lourde, avec joints à manchon fileté, zingué à l'intérieur et à l'extérieur, de Nova Sintra à l'usine, pour amener l'eau nécessaire pour le lavage des bouteilles;
5. La construction de deux réservoirs en béton armé d'une capacité de 150 m³ pour l'eau provenant de l'aqueduc de Nova Sintra et de 50 m³ pour l'eau minérale;
6. La construction d'une centrale électrique d'une puissance de 115 kVA;
7. La construction d'une ligne téléphonique entre Nova Sintra et l'usine;
8. L'achat de quatre camions au service de l'usine pour le transport des bouteilles;
9. L'achat de deux voitures.

Evaluation du coût des travaux, machines et équipements nécessaires pour l'usine d'embouteillage des eaux de la source Vinaigre

		<u>En escudos</u>
Forages d'exploitation (profondeur 40 m) Nc 5		
Par m : 2 500 Esc	200 m	500 000
Compresseur		865 000
Deblaiements		
Par m ³ : 120 Esc	600 m	72 000
Galeries de captage en béton armé		
Par m : 18 000 Esc	100 m	1 800 000
Conduit mis en oeuvre en type d'acier "Mannesmann Ø 2", type lourd, zingué à l'intérieur et à l'extérieur		
Par m : 800 Esc	1 200 m	960 000
Réservoirs		
Par m ³ : 4 000 Esc	150 m ³	600 000
	50 m ³	200 000

		<u>En escudos</u>
Usine avec laboratoire, services sanitaires et une cantine pour les ouvriers, par m ² = 5 000 Esc	160 m ²	800 000
Achat de terrains pour l'usine dépôts, etc. Par m ² : 30 Esc	6 000 m ²	180 000
Machines pour l'usine, (liste à l'annexe VII) y compris le transfert (35 %) et le montage		14 091 000
Appareils pour le laboratoire		70 000
Centrale électrique		1 150 000
Ligne téléphonique bifilaire pour circuit automatique Par m : 50 Esc	2 500 m	125 000
Voitures 150 000 Esc chaune	3	450 000
Camions 450 000 Esc chacun	4	1 800 000
		<hr/>
Total		23 663 000
Imprévus : 10 %		2 366 300
Direction des travaux, plans, assistance technique : 15 %		3 549 450
		<hr/>
Total général		29 578 750

III. ASPECTS ECONOMIQUES

A. Rentabilité du projet

Les investissements totaux prévus pour chaque usine et la production minérale estimée par an sont les suivants :

	<u>Investissements</u>		<u>Production annuelle</u>
	<u>en escudos</u>	<u>en dollars</u>	<u>en litres</u>
Tabuleiro - Maria dos Reis	43 295 000	1 254 927	15 768 000
Ribeira Dente - João Afonso	34 928 500	1 012 420	3 102 500
Vinaigre	29 578 750	857 355	16 083 360
Total	107 802 250	3 124 702	34 953 860

La rentabilité économique des trois usines prévues est évidente si on considère le rapport entre le capital investi et la production annuelle.

On voit qu'avec un investissement initial de 3,26 Esc on peut produire un litre d'eau minérale embouteillée par an dans l'ensemble des trois usines et que, pour chaque usine, la même production peut être obtenue avec les investissements suivants :

	<u>En Escudos</u>
Tabuleiro - Maria dos Reis	2,74
Ribeira Dente - João Afonso	11,26
Vinaigre	1,84

D'après ces chiffres, on note un avantage pour les deux usines de Tabuleiro - Maria dos Reis et de Vinaigre, mais, toutefois, on peut estimer que l'investissement pour l'ensemble des trois usines pourra être complètement amorti en deux ans ou deux ans et demi de production.

B. Marché

On a cherché à faire une première évaluation des marchés étrangers où l'on pourrait vendre les produits des usines projetées. Pour cela, le bureau du PNUD de Praia a demandé l'aide des autres bureaux du PNUD de la côte ouest d'Afrique, en vue d'obtenir des renseignements sur le volume actuel des importations d'eaux minérales.

Du Sénégal est parvenu un rapport de Mme Hassatou Diallo, de l'Institut de technologie alimentaire (annexe IX). Dans ce rapport, on peut voir que, durant la période 1971-1974, ont été importés, en moyenne annuelle, 3 021 699 kg d'eau minérale (poids brut, emballage compris). Le prix moyen est de 36,40 F CFA/kg, soit 54,6 Esc; en plus, pour la même période et par année, 445 036 kg d'eau naturelle non gazéifiée, à un prix moyen de 28,07 F CFA/kg soit 42,10 Esc.

On peut aussi relever, malgré un statu quo en 1976, une tendance générale à une augmentation de l'importation de ces produits.

Dans cette situation, l'expert retient qu'il y a des possibilités de conquérir le marché et d'amplifier aussi la consommation en pratiquant des prix fortement concurrentiels. Toutefois, il faut noter qu'un projet d'embouteillage d'eau de table est actuellement en cours au Sénégal pour une production prévue de 3 millions de bouteilles par an et à un prix de vente de 75 F CFA par bouteille d'un litre et demi. Cette production pourrait presque entièrement satisfaire la demande d'eau minérale du Sénégal.

De Guinée-Bissau, on a appris que ce pays, en 1976, a importé 1 229,5 t (122,9 contos) d'eau minérale et gazéifiée, et en 1975 73,4 t (805 contos). Ce marché pourrait être aisément conquis avec une action au niveau politique du Gouvernement du Cap-Vert envers le pays ami.

Des possibilités intéressantes semblent exister sur plusieurs autres marchés potentiels. Ils devraient être attentivement étudiés par un expert, dans le but d'évaluer le plus exactement possible la quantité de produit qu'on pourra placer et les actions à entreprendre pour conquérir le plus rapidement possible ces marchés. C'est seulement après ces études - et au cas où elles seraient positives - qu'on pourra donner une suite au projet pour une ou plusieurs usines d'eau minérale.

IV. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

A. Conclusions

Les considérations qui suivent découlent directement du recensement des points d'eau présentant un intérêt pour l'utilisation comme eau minérale ou comme eau de table et des reconnaissances sur le terrain faites par l'expert. A la suite de l'examen direct des lieux, l'expert a pu se rendre compte des difficultés liées à la valorisation dans les îles des ressources naturelles en eau minérale, dans leur plus large définition :

1. Il y a souvent des difficultés d'accès à la zone des sources, situées en haut des vallées, à mi-côte de versants à pentes raides. Pour les atteindre, il est nécessaire d'avoir recours à des techniques qui sont plus proches de l'alpinisme que d'une excursion en montagne. Ces techniques présentent des difficultés et des dangers. Cela augmente appréciablement les difficultés des travaux rationnels de captage des sources (en particulier dans l'île de Santo Antão), soit pour l'approvisionnement des matériaux nécessaires et des équipements, soit pour la vitesse du travail. Toutefois, l'expert a pu admirer l'exceptionnel esprit de tenacité et de volonté qui anime les ouvriers du lieu et pense que leur abnégation pourra vraiment suppléer au manque de machines et de routes praticables.

L'emplacement des sources rend toutefois impossible, dans le cas des sources de Tabuleiro (Paul) et de Ribeira Dente - João Afonso No 6a et 6b, la construction de l'usine tout près de la source il faudra avoir recours à la construction de conduits pour le transport des eaux au siège éventuel de l'usine.

2. Il est nécessaire de prolonger des routes pour rendre accessibles les usines prévues dans l'île de Santo Antão.

3. Les études hydrogéologiques sur le terrain ont été nécessairement rapides et réduites. On n'a pas eu le temps d'exécuter les études et les recherches des caractères généraux, ni les recherches d'eaux souterraines avec des caractéristiques possibles d'eaux minérales. L'expert estime utile que ces études soient poursuivies dans le futur, si une étude préliminaire des marchés africains établit des possibilités effectives de vente de l'eau minérale en quantité supérieure au produit des trois usines prévues.

4. Les quantités d'eau qu'on prévoit d'utiliser sont calculées sur la seule base du débit mesuré pendant le relèvement. Etant donné la saison de l'année à laquelle a été faite la mesure (proche de la fin de la saison sèche et après huit années de sécheresse), ce débit doit être considéré comme minimal. On pense aussi que les travaux de captage pourront améliorer ce même débit. Pour cette raison, les machines seront choisies pour un débit plus grand. Toutefois, la production annuelle a été prudemment calculée sur la base du débit minimal et aussi, en le considérant comme maximal, le débit d'eau dépensé en eau de lavage.

5. Les emplacements choisis pour les usines dans les cas de Tabuleiro - Maria dos Reis (Paul) et de Ribeira Dente - João Afonso sont proches de la source située au niveau inférieur des groupes des sources que l'on se propose d'utiliser. Ces emplacements ne sont pas maintenant en liaison avec les routes existantes. Il faudra donc prolonger ces mêmes routes jusqu'aux usines. Cela aura aussi une importance pour la valorisation de l'activité agricole locale.

Les terrains des fondations des usines devront être attentivement examinés avec études géologiques et géotechniques.

6. L'expert a noté la nécessité de conserver suffisamment d'eau pour l'irrigation des cultures dans les zones où l'eau serait exploitée industriellement pour la mise en bouteille (éventuellement en utilisant des techniques d'irrigation plus modernes). C'est pour cela que l'expert estime qu'il n'est pas souhaitable de retenir pour le moment l'exploitation industrielle des eaux de Cirio et de Curral das Vacas (sur la côte sud de l'île de Santo Antão) où les eaux des sources sont indispensables aux cultures agricoles et où les terrains arrosés sont les seuls ayant une végétation dans un milieu tout à fait désertique. Ceci pourra être reconsidéré si au cours des recherches d'eau pour le projet CVI/75/001 "Eaux souterraines" on trouve des ressources pouvant être utilisées pour l'irrigation.

7. Près des sources dont le captage est prévu et dont l'eau pourra être utilisée comme eau minérale, les lignes électriques et la disponibilité en énergie des îles de Santo Antão et Brava sont plutôt limitées et tout à fait insuffisantes pour les usines. Chaque usine implique la construction d'une centrale électrique conformément à la comparaison des coûts dans ce domaine, faite par l'économiste industriel, Ivan E. Pluhar expert de l'ONUDI, qui pour le projet CVI/75/036 a relevé que dans le cas de l'énergie électrique, il est plus économique de la produire dans chaque fabrique par générateurs que de l'acheter au réseau commercial.

8. Les communications entre l'île de Brava et les autres îles sont limitées et, dans le cas de la mise en oeuvre de l'usine de Vinaigre, il faudrait les développer pour assurer un marché au produit.
9. Pour l'île de Santo Antão, il faudrait aussi améliorer les liaisons téléphoniques avec les autres îles, en vue d'assurer la commercialisation du produit.

B. Recommandations

L'expert propose de donner une suite rapide au projet en cours, en tenant aussi compte de l'importance sociale et économique que peut avoir pour le pays, le développement des ressources en eau minérale. Ce développement était prévu dans le programme du gouvernement, mais n'a pas été inclus dans les priorités du gouvernement (eaux souterraines, pêche, aviation civile, restauration et défense du sol) pour l'assistance du PNUD pendant les périodes 1977-1981, étant donné qu'à la date du 3 avril 1977 (quand ces priorités ont été précisées) il n'y avait pas encore d'éléments pour faire une évaluation correcte de leur importance. Toutefois, le gouvernement souhaite la coopération de l'ONUDI pour la valorisation des eaux minérales, pour laquelle les fonds nécessaires devront être cherchés. Pour la suite de la coopération de l'ONUDI, l'expert pense qu'elle doit se développer dans plusieurs directions, conformément aux recommandations suivantes :

1. Une étude doit être faite sur les marchés africains de l'Afrique de l'Ouest en vue d'une évaluation correcte des possibilités de vente des eaux sur ces marchés et pour avoir des renseignements sur le prix commercial à pratiquer éventuellement pour la conquête de ces mêmes marchés. L'étude doit être faite par un économiste connaissant bien le marché international des eaux minérales.
2. Il est nécessaire de réaliser, le plus tôt possible, le captage rationnel des sources Tabuleiro I et II et Ribeira Dente - João Afonso dans l'île de Santo Antão et Vinaigre dans l'île de Brava. A la suite des travaux de captage combinés à un relèvement systématique des caractères chimiques, physiques et bactériologiques des eaux, on pourra passer la commande des machines, car la livraison peut prendre un certain temps (12-18 mois). Le captage de toutes les sources devrait être suivi par un hydrogéologue expert en eaux minérales.

3. L'expert recommande que les travaux de captage soient aussi exécutés pour les sources d'eaux minérales suivantes : Chã Valentin, Garça, Chã de Pedras, Cirio I et II, Curral das Vacas I et II. De tels captages permettront de considérer la possibilité de construire d'autres usines. Ils auraient, dans tous les cas, le mérite d'augmenter le débit des sources en assurant également aux locaux une disponibilité en eaux de bonne qualité. L'expert tient à signaler que presque tous les captages d'eau d'irrigation, utilisée aussi pour l'approvisionnement hydrique humain, n'ont pas les caractéristiques hygiéniques propres à cet usage. L'expert recommande que tous les captages d'eaux souterraines ou de sources soient faits dans des conditions telles qu'ils permettent aussi l'utilisation de ces eaux comme eaux potables. En particulier pour les captages avec barrages souterrains, des lits des rivières, il faut que le drainage soit toujours protégé par un filtre bien assorti du point de vue granulométrique et par imperméabilisation du lit de la rivière. Dans le même but, il est recommandé que l'on substitue des conduites en tuyaux aux canaux qui sont actuellement utilisés pour l'irrigation - ceci pour assurer la potabilité de l'eau.

4. Etant donné que dans les terrains où jaillissent les sources Curral das Vacas, Chã de Pedras, Vinaigre, on peut percevoir des manifestations gazeuses de CO_2 , l'expert recommande que soit évaluée la possibilité d'exploiter industriellement ce gaz, au moins pour l'ajouter à l'eau minérale prévue à l'utilisation. Dans ce but, il faut prévoir l'ouverture des tranchées de déblaiement l'exécution de forages, le prélèvement d'échantillons de gaz et leur analyse chimique, l'assistance technique d'un géologue.

5. La radioactivité des eaux minérales à exploiter doit être contrôlée sur les lieux étant donné que la radioactivité est un élément important pour l'évaluation qualitative des eaux. En même temps, il est utile que l'enquête soit étendue aux roches pour l'individualisation possible des minéraux radioactifs utilisables.

6. Après le captage des sources il est nécessaire de réaliser les plans d'implantation des usines et des ouvrages complémentaires.

7. Il faut assurer la formation professionnelle spécifique de quelques mécaniciens cap-verdiens avec un stage d'études pratiques dans des usines de fabrication de machines d'eau minérale et dans des usines d'eau minérale. Cette formation pourra être assurée en Italie.

8. L'approvisionnement des bouteilles pour le fonctionnement normal des usines prévues représente un gros problème. L'expert recommande d'étudier toutes les possibilités de produire du verre au Cap-Vert. Dans ce but l'expert emportera en Italie, en accord avec l'ONUDI, des échantillons de roches de l'île de Santo Antão pour les analyser. Un géologue devra faire une enquête rapide sur toutes les îles de la République, en particulier dans les îles de Maio et Boa Vista que l'expert n'a pas eu le temps de visiter, où sont signalées des couches de silex, pour rechercher et évaluer tous les matériaux utilisables pour la production du verre. Il faudra évaluer s'il y a des avantages à importer des pays africains voisins le sable siliceux pour la production du verre au Cap-Vert au lieu d'importer les bouteilles.

9. Après le captage des sources et une complète évaluation de leurs caractéristiques chimiques et bactériologiques, il conviendrait de faire faire une expérimentation clinique des eaux dans les hôpitaux du Cap-Vert par un médecin hydrologue.

Recommandations additionnelle

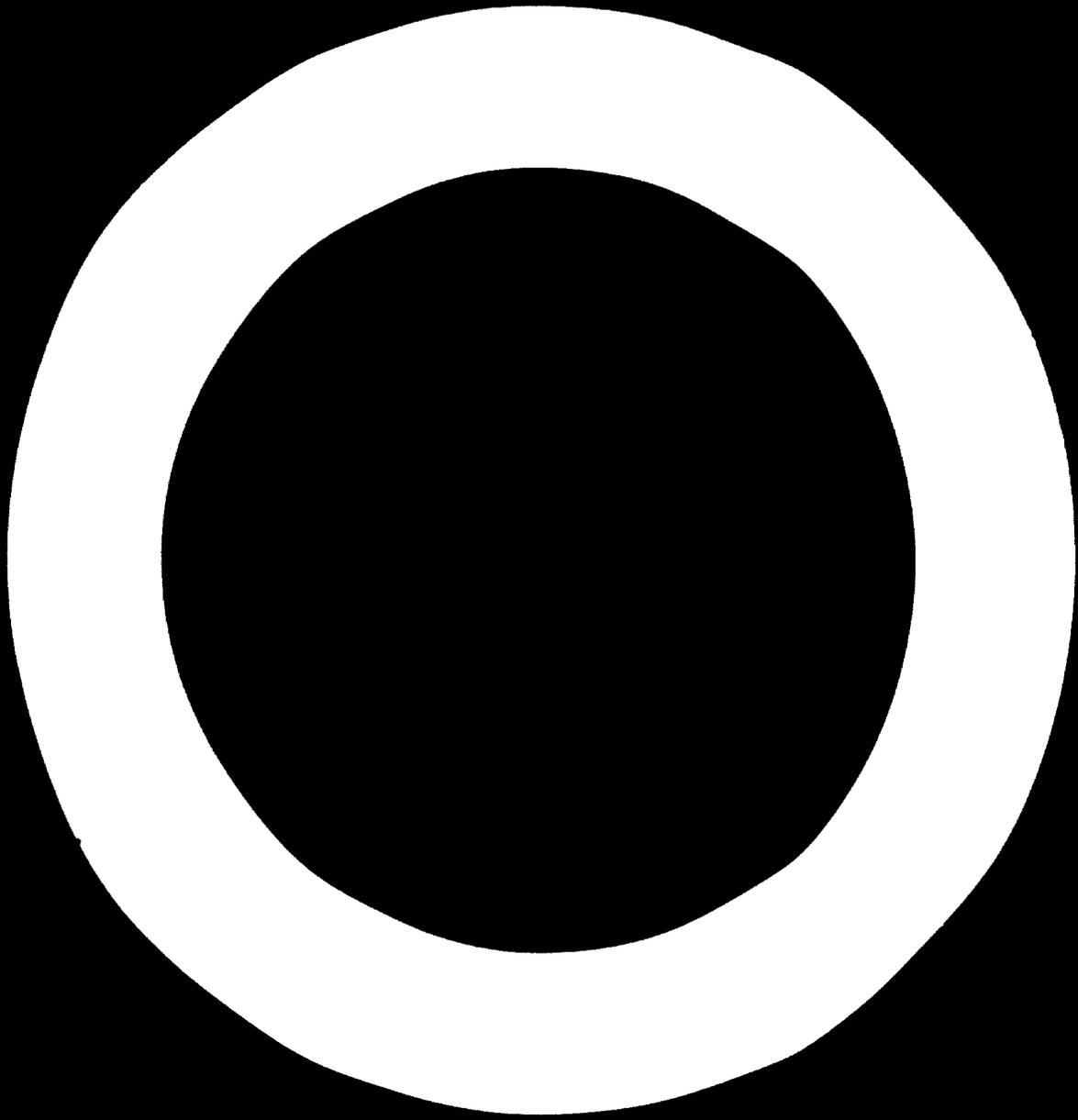
L'expert, au cours de ses voyages de reconnaissances dans les îles, a fait des observations qui l'ont amené à faire les recommandations suivantes, même si elles ne sont pas liées au but du projet.

10. Il y a quelque probabilité de trouver des sources de vapeur dans l'île de Fogo soumise à une activité volcanique récente. On propose d'étudier cette possibilité et d'évaluer la rentabilité économique d'utiliser l'énergie géothermique pour la production d'énergie électrique à coût réduit dans l'île. L'énergie pourrait être employée pour amener par pompage les eaux douces présentes près de la mer à tous les niveaux de l'île, favorisant ultérieurement l'oeuvre de reboisement en cours.

11. Relever la salinité des eaux de la mer près des côtes des îles, en particulier dans l'île de Fogo, en vue de localiser et d'évaluer les pertes d'eau douce ou minérale dans la mer. A la suite de cette investigation on pourrait donner des indications sur les recherches à faire pour le captage de ces eaux dans les îles.

12. Etudier l'érosion des côtes, en particulier, près des centres habités (par exemple à Praia) où les maisons, les routes, les aménagements portuaires peuvent être endommagés par son action.

A la suite des études, on pourra faire des recommandations sur les dépenses à envisager.



Annexe I

RAPPORT HYDROGEOLOGIQUE SUR LES PRINCIPALES SOURCES D'EAU MINERALE
DE L'ILE DE SAO ANTAO

Dans cette annexe est décrite la situation géologique des principales sources d'eau minérale examinées par l'expert dans l'île de Santo Antão. Pour toutes les sources on donne des indications pour l'étude plus complète de la source et pour les premières investigations dans le but d'un captage rationnel des sources mêmes; les sources portent un numéro et leur dénomination est celle utilisée par les habitants du lieu.

La numérotation commence avec le No 4, étant donné que les premières sources examinées étaient des captages des eaux dans les alluvions du fond des rivières, inutilisables pour cette étude.

A. Les sources

Source "Eau Brigham" (No 4)

Cette source, constituée par des suintements d'eau dans une brèche, a été et est encore utilisée par la petite usine artisanale homonyme d'eau minérale. Le captage est très rudimentaire et consiste en une petite vasque couverte dans laquelle sont recueillies les eaux de la source. Deux autres sources, très petites, jaillissent une dizaine de mètres en amont de la première dans le lit du torrent voisin. La température de ces sources et leur pH sont respectivement : 21°C, pH = 7,5 données suffisamment voisines entre elles et avec celles de la source captée (température = 19,5°C; pH = 7). La température et le pH du torrent voisin sont bien différents (température = 23°C, pH = 8) - ce qui indique qu'il n'y a pas de mélange entre ses deux et celles des sources. Par un nouveau captage en galerie on pourrait améliorer les conditions d'hygiène de la source principale, intercepter les eaux des deux autres sources mais on ne pourrait pas obtenir des augmentations appréciables du débit. On peut donc exclure une utilisation industrielle de l'eau de cette source, considérée isolément.

Chã Valentin (No 5)

Cette source est constituée par un petit suintement d'eau dans les alluvions de la vallée homonyme qui ont recouvert la vraie source, autrefois plus riche en eau, qui se manifestait dans une brèche volcanique. Pour bien

évaluer la potentialité réelle de la source, il est nécessaire d'ouvrir dans les alluvions une tranchée d'au moins 10 m de longueur pour localiser la source géologique dans la roche du substratum des alluvions.

João Afonso - Ribeira Dente (No 6a et 6b)

Les deux sources sont placées l'une tout près de l'autre, au pied d'un talus abrupt, au contact des coulées basaltiques et des brèches qui ont été déterminées par une faille en direction sud-ouest-nord-est. Cette faille coupe d'autres failles en direction est-ouest et les sources se trouvent à la croisée de ces failles. Pour le captage des sources on conseille de :

1. Faire un relèvement topographique et hydrogéologique de la zone des sources à l'échelle 1 : 2 000;
2. Corriger le talus en amont des sources où de dangereuses chutes de pierres sont possibles;
3. Ouvrir une tranchée d'investigation dans toute la zone des sources et jusqu'à 20-30 m au sud-ouest des sources.

A la suite de ces travaux on pourra préciser l'orientation de la galerie de captage qu'on estime d'une longueur de 40 m. Le captage donnera une augmentation du débit d'au moins 20 % : de ces sources on pourra donc obtenir un débit total d'au moins 7 m³/jour.

João Afonso - Ribeira Dente (7a et 7b)

Ces sources jaillissent à mi-côte du versant, sur le flanc gauche de la vallée homonyme, à peu près à 200 m en aval des sources précédentes. La zone des sources est marquée par d'abondantes incrustations rougeâtres et, là où les eaux séjournent, on aperçoit à la surface un voile irisé d'hydroxide de fer. Ces deux sources sont l'une près de l'autre et d'autres sources, plus petites, suintent dans les alentours. Le versant en amont est planté de cannes à sucre, mais pour le captage et l'utilisation de l'eau de la source comme eau minérale il faudra transformer le même versant en zone de protection de la source.

Comme investigation préliminaire on prévoit d'ouvrir une tranchée dans la zone des sources et éventuellement de creuser des puits et faire des sondages. Il conviendrait que les travaux soient suivis par un hydrogéologue expert en eaux minérales.

Le débit captable prévu est de l'ordre de 27 m³/jour.

Tabuleiro (Paul) (No 8)

Cette source jaillit à mi-côte du versant, dans un imposant détritrus cyclopéen, formé par des éléments de dimensions variant de quelques mètres cubes à plus d'une dizaines de mètres cubes.

Le versant en amont est planté de café, de ricin et de bananes, et les fumages de ces cultures peuvent polluer les eaux de la source.

Le captage actuel, rudimentaire, est formé par une petite vasque couverte de laquelle l'eau déborde par un tube en fer dans un canal d'irrigation. D'autres sources de moindre débit sont présentes dans la zone et leur débit n'est pas compris dans le débit indiqué dans la fiche hydrogéologique de cette source. On peut donc tenir pour certain qu'un captage rationnel, en galerie, de la source dans le basalte sous la couverture détritrique plus haut que la source actuelle pourrait amener une appréciable augmentation de débit, assurant aussi de parfaites conditions hygiéniques aux eaux captées. Toutefois, il faut considérer que l'utilisation aux fins d'embouteillage de l'eau de cette source rendra nécessaire l'interruption de la culture des terrains en amont et la création d'une large zone de protection hygiénique.

Source Tabuleiro II (No 9)

Il s'agit d'une petite source à mi-côte, en haut d'une petite vallée, qui jaillit au contact des basaltes et des brèches. La zone de la source est couverte d'une mince épaisseur de détritrus et en aval de ces détritrus, d'autres sources naissent avec un débit total d'environ 1,5 l/s. Des travaux de captage bien exécutés avec fouille des tranchées et ouverture de galeries praticables dans la roche basaltique pourront permettre le captage d'un débit de 1-1,5 l/s, dans des conditions d'hygiène excellentes.

Source Ribeira - Maria dos Reis (Paul) (No 10)

Cette source jaillit dans les alluvions en terrasses sur le flanc droit de la vallée de Paul, où elle a été captée rudimentairement au moyen d'un petit puits très superficiel. Actuellement, la source est exposée à la pollution et ce danger pourra être éliminé par un captage rationnel en galerie (longueur prévue : 50-60 m) dans les roches basaltiques en amont et par la création d'une vaste zone de protection.

Il serait préférable, avant d'entreprendre les travaux de captage, que soit exécuté un relèvement topographique détaillé, suivi d'une étude géologique et de la perforation de 3 à 5 sondages d'exploitation de \varnothing 100 mm chacun, de 20-30 m de longueur, équipés de piézomètres.

Source Garca (No 11)

Cette source naît dans un détritit, mais elle est évidemment alimentée par les eaux qui jaillissent au contact des scories du basalte et des tufs volcaniques argileux, qui affleurent au pied du talus vertical du flanc gauche de la vallée, à peu près à trois mètres de la source. La source a un débit trop réduit pour une utilisation industrielle.

Le captage de cette source pourrait toutefois améliorer ce débit et donner de l'eau avec des qualités minérales, en bonnes conditions hygiéniques aux gens du lieu et à ceux qui transitent sur la route voisine Ribeira Dente-Cruzinha.

Pour le captage éventuel il faut prévoir le déblaiement du détritit et l'ouverture d'une galerie praticable de 10 m de longueur au contact du basalte et du substratum de tufs altérés, suivie de la construction d'un petit édifice de captage.

Source Cha de Pedra (No 12)

Cette source est formée par de l'eau qui jaillit dans les alluvions du fond de la vallée correspondant à une piste routière. A travers l'eau gargouille du gaz, probablement du CO₂.

Une autre source du même type était présente dans le passé, à peu près à 30 m en aval, mais elle a été complètement recouverte par les alluvions. L'axe de la vallée correspond à une faille entre des basaltes fissurés et des trèches hyaloclastitiques, et, en conséquence, dans cette faille, sous les alluvions, doit être localisée la vraie source. On conseille de conduire le relèvement topographique et géologique détaillé de la zone et d'ouvrir une tranchée dans les alluvions pour permettre de découvrir la source dans la roche en place.

A la suite des travaux on pourra préciser la direction de la galerie de captage qu'on peut estimer d'une longueur de 30 à 40 m. Il est bien sûr qu'avec les travaux on obtiendra une appréciable augmentation du débit.

Source Silvão (No 13)

Cette source à mi-côte du versant, comprend plusieurs sorties d'eau issues de cassures de refroidissement du basalte.

La côte hydrogéologique indiquée dans la fiche est celle de la sortie à un niveau plus bas, tandis que les points d'eau se trouvent environ 12 m plus haut. Il n'y a pas la possibilité d'exploiter cette source pour l'embouteillage, étant donné que ses eaux sont indispensables pour l'approvisionnement hydrique de fontaines et pour l'irrigation.

Pour un captage rationnel, on conseille d'ouvrir une galerie dans le versant correspondant avec la source située plus haut pour prendre à ce niveau toutes les eaux de la source. La longueur prévue de la galerie est à peu près de 20 m.

Source Curral das Vacas - Ribeira de Antonio (No 14)

C'est une source d'eau évidemment minéralisée, avec des flocons brunâtres de fer à l'état ferrique, où les eaux sont en repos, et avec des incrustations rougeâtres sur les roches baignées par ses eaux. Du gaz gargouille dans les eaux de la source, avec des intervalles de quelques secondes et d'autres manifestations de gaz sont présentes dans les terrains aux alentours de la source.

La source est située dans les alluvions du fond de la vallée, mais elle est sûrement alimentée par des eaux jaillissant au contact d'un filon basaltique et des tufs, qu'on aperçoit tout près de la source sur le flanc droit de la vallée.

La source aurait un grand intérêt comme eau minérale, mais son utilisation dans ce but est impossible pour le moment à cause de la nécessité d'utiliser cette source pour l'irrigation, étant donné qu'il n'y a pas dans la zone d'autres sorties d'eau. L'utilisation comme eau minérale pourra toutefois être envisagée si les recherches pour le projet "Eaux souterraines" (CVI/75/001) ont des résultats favorables fournissant une alimentation alternative à l'irrigation. Cette considération est aussi valable pour la source suivante (No 15).

Pour le captage, qui pourrait en tous cas être exécuté sans préjugé pour les utilisations de l'agriculture, on conseille le déblaiement des alluvions du fond de la vallée et l'ouverture d'une galerie en direction du sud, en correspondance avec le filon basaltique au contact des tufs.

Source Cirio - Ribeira de Candida (No 15)

Cette source aussi présente des caractères typiques d'une source d'eau minérale ferrugineuse (flocons jaunâtres dans les eaux en repos, incrustations rougeâtres sur les roches en contact avec les eaux, eau pétillante, sortie de gaz, température anormalement élevée).

La source jaillit dans un mince dépôt alluvionnaire au fond de la vallée avec une zone évidente d'alimentation dans des filons basaltiques voisins qui affleurent sur le flanc de la vallée. Pour son captage, il est nécessaire d'exécuter de larges déblaiements de la couverture des alluvions et d'ouvrir une ou deux galeries sur la rive droite de la rivière.

Longueur prévue de galerie : 30-40 m.

Source Barbalon (Altamira, III, No 16)

Cette source a été considérée dans le but d'une utilisation comme eau de table, étant connue comme une source avec un bon débit. Le débit est effectivement de 2-3 l/s, mais les eaux sont données par un captage-barrage, qui intercepte les eaux du fond d'une rivière exposées à des pollutions. La source de même nom dans la fiche a le petit débit de 0,01 l/s et est la plus considérable de celles localisées dans la roche sur un fond de vallée, en amont du barrage de presque 200 m de longueur. La source jaillit en correspondance avec des brèches à la base d'une coulée basaltique au contact des argiles rouges. Le captage pourrait être réalisé avec l'ouverture de quelques mètres de galerie.

Pour une évaluation des réelles possibilités d'utilisation des eaux de la zone comme eaux de table, il serait nécessaire d'effectuer des déblaiements préliminaires du détritrus et d'ouvrir des tranchées dans le but de localiser dans la roche en place les eaux qui, en ce moment sont couvertes par les alluvions.

Toutefois, il faut noter le manque de routes et aussi qu'il est difficile d'accéder à la zone des sources. Dans tous les cas un captage rationnel de quelques sources dans la roche pourrait être utile pour un approvisionnement hydrique du village d'Altamira.

Source Cirio II - Cha de Manuel Inacio (No 17)

Cette source, qui présente des incrustations d'ocre sur les roches au contact de ses eaux, naît à environ 200 m en aval de la source Cirio I, dans le détritrus, sur le versant droit de la vallée. Il est bien clair que sa zone d'alimentation vient d'un filon basaltique voisin qui traverse le complexe ancien altéré affleurant sur les versants de la vallée.

Pour son captage, on conseille de déblayer les détritrus et d'ouvrir une galerie de 10 à 15 m de longueur. L'utilisation de cette source comme eau minérale est subordonnée à l'utilisation d'autres eaux pour l'agriculture, obtenues par forages, ou à l'augmentation du débit de la source à la suite des travaux de captage.

Source Topuminho (No 18)

Le captage de cette source pour l'irrigation a été exécuté en créant un barrage dans le fond de la vallée où jaillissaient les eaux de la source. Maintenant les eaux retenues par le barrage sont recueillies dans un petit étang malodorant dans lequel un peu de gaz gargouille. La source située dans les alluvions a probablement son origine dans un filon basaltique voisin, dans

lequel il faudrait l'intercepter en ouvrant des tranchées et des galeries. La source est actuellement exposée à la pollution et on pourrait remédier à ce danger avec un captage rationnel. L'utilisation de ces eaux comme eaux minérales est aussi dans ce cas subordonnée à la découverte d'une autre alimentation hydrique pour les cultures agricoles.

Parmi les sources examinées, éparpillées dans l'île de Santo Antao, seules celles qui sont proches et ont un débit appréciable sont certainement utilisables pour la production d'eaux minérales ou d'eaux de table, étant donné qu'il est aussi nécessaire de conserver une certaine quantité d'eau pour l'irrigation des terrains actuellement desservis par ces sources. En particulier, on a relevé la possibilité d'utiliser à des fins industrielle les sources minérales de la vallée Ribeira de Dente - João Afonso et de la vallée de Paul.

Les premières sont représentées par deux sources (6a et 6b) carboniques bicarbonatées et deux sources bicarboniques, bicarbonatées, ferrugineuses (7a et 7b), qu'il faudra embouteiller dans la même usine, mais séparément. Les dernières comprennent les sources oligominérales (eaux de table) de Tabuleiro et la source d'eau carbonique et bicarbonatée de Maria dos Reis. Dans ce cas aussi on pourrait traiter les eaux de deux sources, séparément, dans la même usine. Dans les deux cas l'actuelle irrigation des terrains en aval pourra être assurée avec l'emploi d'une technique d'irrigation peu rationnelle utilisant, dans le premier cas, les eaux du torrent et dans le deuxième le surplus d'eau de source qui ne sera pas amené à l'usine.

D'autres sources pourront être utilisées mais il faudrait vérifier au moyen de travaux de recherches et de captage leur débit effectif (source de Chã de Pedras, source de Chã Valentin) ou trouver avant leur utilisation comme eau minérale des eaux souterraines pour les remplacer convenablement dans l'irrigation : source Cirio I et II, Curral das Vacas I et II. En particulier pour ces dernières sources il faut relever que leur débit global de 1,11 l/s pourrait assurer une production d'eau minérale de 23 976 l/j, et de 8 751 240 l/an.

L'expert tient pour utile, soit en vue d'une meilleure évaluation de débits utilisables, soit pour obtenir des augmentations du même débit et pour assurer des conditions hygiéniques aux eaux des sources, de faire, comme il est indiqué dans le rapport, des recherches et des captages avec l'assistance d'un hydrogéologue expert en eaux minérales.

B. Fiches hydrogéologiques des sources de l'île de Santo Antão

Ile : Santo Antão
Date du relèvement : 5/5/1977
Numéro de référence de la source : 4
Dénomination de la source : Eau Brigham
Cote de la source relevée avec l'altimètres : 326 m
Débit évalué à la suite des mesures exécutées : 4 a
0,005 l/s
18 l/h
0,432 m³/j
4b
0,001 l/s
3,6 l/h
0,086 m³/j
Température de l'air : 26°C
Température de l'eau : 19,5°C
Examen organoleptique
A la vue : claire, limpide, incolore avec un dépôt
gris-blanchâtre à quelques jours du prélèvement
A l'odeur : néant
Au goût : agréable, pétillant
pH (mesure colorimétrique) : 4a - 7, 4b - 7,5
Détermination chimique qualitative : CO₂ +
Chlorures + +
Sulfates -
Nitrates --
Situation géologique : source d'émergence dans une brèche
Remarques : utilisée par la petite usine artisanale homonyme d'eau
minérale, ne semble pas susceptible d'appréciables
augmentations du débit à la suite de travaux de captage
rationnels, qui sont toutefois nécessaires pour sa
protection hygiénique.

Ile : Santo Antão
Date du relèvement : 5/5/1977
Numéro de référence de la source : 5
Dénomination de la source : Chã Valentin
Cote de la source relevée avec l'altimètre : 396 m
Débit évalué à la suite des mesures exécutées : négligeable
Température de l'air : 25°C
Température de l'eau : 24°C

Examen organoleptique

A la vue : claire, limpide, incolore avec un dépôt
gris-blanchâtre à quelques jours du prélèvement

A l'odeur : néant

Au goût : agréable, pétillant

pH (mesure colorimétrique) : 7

Détermination chimique qualitative : CO₂ = +
Chlorures = ++
Sulfates = +
Nitrates = --

Situation géologique : très petite manifestation dans les dépôts alluviaux
au fond du vallon

Remarques : pour une évaluation de l'importance réelle de cette
source, il est nécessaire d'ouvrir une tranchée dans
les alluvions.

Ile : Santo Antao

Date du relèvement : 6/5/1977

Numéro de référence de la source : 6a et 6b

Dénomination de la source : João Afonso (Ribeira Dente)

Cote de la source relevé avec l'altimètre : 406 m - 6a
406 m - 6b

Débit évalué à la suite des mesures exécutées : 6a 0,046 l/s
165,6 l/h
3,974 m³/j
6b 0,021 l/s
75,6 l/h
1,814 m³/j

Température de l'air : 6a et 6b = 23°C

Température de l'eau : 6a et 6b = 21°C

Examen organoleptique

A la vue : claire, limpide, incolore avec un dépôt gris-blanchâtre à quelques jours du prélèvement

A l'odeur : néant

Au goût : agréable, pétillant

pH (mesure colorimétrique) : 6a et 6b = 7

Détermination chimique qualitative : CO₂ = +
Chlorures = ++
Sulfates = --
Nitrates = --

Situation chimique géologique : sources de faille dans des couches basaltiques alternant avec des brèches

Remarques : 6a et 6b - Eaux susceptibles d'utilisation comme eaux minérales après captage.

Ile : Santo Antão
Date du relèvement : 9/5/1977
Dénomination de la source : Tabuleiro (Paul)
Numération de référence de la source : 8
Cote de la source relevée avec l'altimètre : 800 m
Débit évalué à la suite des mesures
exécutées sur le terrain : 2,8 l/s
10,080 l/h
241,920 m³/jour

Température de l'air : 24°C
Température de l'eau : 18°C

Examen organoleptique

A la vue : clair, limpide, incolore
A l'odeur : néant
Au goût : agréable

pH (mesure colorimétrique) : 7
Détermination chimique qualitative : CO₂ = +
Chlorure = -
Sulfates = -
Nitrate = - -

Situation géologique : source apparente dans un détritit cyclopéen

Remarques : eaux utilisées pour irrigation, mais susceptibles aussi
d'utilisation comme eaux minérales à la suite des travaux
de captage rationnels, qui pourraient donner d'appréciables
augmentations du débit.

Ile : Santo Antão
Date du relèvement : 6/5/1977
Dénomination de la source : João Afonso (Ribeira Dente)
Numéro de référence de la source : 7a et 7b
Cote de la source relevée avec l'altimètre : 380 m (7a et 7b)
Débit à la suite des mesures exécutées : 7a - 0,18 l/s
648 l/h
15,552 m³/j
7b 0,08 l/s
288 l/h
6,912 m³/j
Température de l'air : 23°C
Température de l'eau : 26°C
Examen organoleptique
A la vue : claire, limpide, incolore à quelques jours du
prélèvement présente une coloration jaunâtre
et des flocons bruns
A l'odeur : néant
Au goût : agréable pétillante avec un léger goût métallique
pH (mesure colorimétrique) : 7a - 7,5
7b - 7,5
Détermination chimique qualitative : CO₂ = +
Chlorures = +
Sulfates = --
Nitrates = --
Situation géologique : source d'émergence dans les brèches
Remarques : 7a - eaux susceptibles d'utilisation, comme eaux minérales
après captage

Ile : Santo Antão
Date du relèvement : 9/5/1977
Numéro de référence de la source : 9
Dénomination de la source : Tabulsiro (Paul)
Cote de la source relevée avec l'altimètre : 858
Débit évaluée à la suite des mesures
exécutée sur le terrain : 0,18 l/s
648 l/h
15,552 m³/j
Température de l'air : 22°C
Température de l'eau : 19°C

Examen organoleptique

A la vue : clair, limpide, incolore

A l'odeur : néant

Au goût : agréable

pH (mesure colorimétrique) : 7,5
Détermination chimique qualitative : CO₂ = +
Chlorures = +
Sulfates = -
Nitrates = - - -

Situation géologique : source au contact basalte-brèche

Remarques : eaux susceptibles d'utilisation comme eaux de table avec
d'autres petites sources se manifestant dans la zone
(débit total mesuré : 1,15 l/s)

Ile : Santo Antão
Date de relèvement : 9/5/1977
Numéro de référence de la source : 10
Dénomination de la source : Ribeira de Maria dos Reis (Paul)
Cote de la source relevée avec l'altimètre : 542 m
Débit évalué à la suite des mesures exécutées : 0,5 l/se
1 800 l/h
43,200 m³/j
Température de l'air : 23°C
Température de l'eau : 19°C

Examen organoleptique

A la vue : claire, limpide, incolore avec un abondant dépôt
gros-blanchâtre, à quelques jours du prélèvement

A l'odeur : néant

Au goût : agréable, pétillant

pH (mesure colorimétrique) : 7
Détermination chimique qualitative : CO₂
Chlorures = ++
Sulfates = -
Nitrates = +

Situation géologique : source d'émergence dans d'anciens dépôts alluviaux

Remarques : la présence de nitrate indique que les eaux sont polluées, toutefois un captage rationnel et la création d'une zone de protection pourraient éliminer la pollution et permettre l'utilisation des eaux de cette source comme eaux minérales.

Ile : Santo Antão
Date du relèvement : 10/5/1977
Numéro de référence de la source : 11
Dénomination de la source : Garça
Cote de la source relevée avec l'altimètre : 250 m
Débit évalué à la suite des mesures exécutées : 0,007 l/s
25,2
0,604 m³/j
Température de l'air : 24°C
Température de l'eau : 24°C
Examen organoleptique
A la vue : claire, limpide, incolore, à quelques jours du
prélèvement présente une coloration jaunâtre et
des flocons brunâtres
A l'odeur : néant
Au goût : agréable, pétillante, avec un léger goût métallique
pH (mesure colorimétrique) : 7
Détermination chimique qualitative : CO₂ = +
Chlorures = ++
Sulfates = +
Nitrate = --
Situation géologique : source diaclasienne en correspondance des fissures du
basalte
Remarques : petite source, aisément captable, mais pas susceptible
d'une importante augmentation du débit.

Ile : Santo Antão
Date de relèvement : 11/5/77
Numéro de référence de la source : 12
Dénomination de la source : Chã de Pedras
Cote de la source relevée avec l'altimètre : 244 m
Débit évalué à la suite des mesures exécutées : 0,15 l/s
540 l/h
12,960 m³/j
Température de l'air : 18°C
Température de l'eau : 21°C
Examen organoleptique
A la vue : claire, limpide, incolore, avec un dépôt gris-blanchâtre à quelques jours du prélèvement
A l'odeur : néant
Au goût : agréable, pétillante
pH (mesure colorimétrique) : 7
Détermination chimique qualitative : CO₂ = +
Chlorures = ++
Sulfates = -
Nitrates = - - -
Situation géologique : source d'émergence dans les dépôts alluviaux au fond du Vallon
Remarques : cette source doit être bien étudiée; avec l'ouverture de tranchées dans les alluvions ses eaux pourraient être utilisées comme eaux minérales.

Ile : Santo Antão

Date du relèvement : 12/5/77

Numéro de référence de la source : 13

Dénomination de la source : Silvão

Cote de la source relevée avec l'altimètre : 123 m

Débit évalué à la suite des mesures exécutées : 0,33 l/s
1 188 l/h
28,512 m³/j

Température de l'air : 18°C

Température de l'eau : 21°C

Examen organoleptique

A la vue : claire, limpide, incolore

A l'odeur : néant

Au goût : agréable

pH (mesure colorimétrique) : 7,5

Détermination chimique qualitative : CO₂

Chlorures = ++

Sulfates = -

Nitrates = -

Situation géologique : source au contact des couches basaltiques

Remarques : utilisée pour l'approvisionnement en eau potable du village de Fontainhas et pour l'irrigation

Ile : Santo Antão
Date du relèvement : 13/5/77
Numéro de référence de la source : 14
Dénomination de la source : Curral das Vacas
Cote de la source relevée avec l'altimètre : 350 m
Débit évalué à la suite des mesures exécutées : 0,42 l/s
1 512 l/h
36,288 m³/j
Température de l'air : 25°C
Température de l'eau : 22°C
Examen organoleptique
A la vue : claire, limpide, incolore à quelques jours du
prélèvement
A l'odeur : néant
Au goût : agréable
pH (mesure colorimétrique) : 8,5
Détermination chimique qualitatives : CO₂ = +
Chlorures = +
Sulfates = -
Nitrates = - -
Situation géologique : source filonienne
Remarques : eaux utilisées pour l'irrigation, mais susceptible
d'utilisation comme eaux minérales, au cas où les
recherches d'eaux souterraines pourraient offrir une
autre source d'irrigation des terrains cultivés.

Ile : Santo Antão
Date du relèvement : 13/5/77
Numéro de référence de la source : 15
Dénomination de la source : Cirio - Chã de Candido
Côte de la source relevée avec l'altimètre : 330 m
Débit évalué à la suite des mesures exécutées : 0,16 l/s
576 l/h
13,824 m³/j
Température de l'air : 26°C
Température de l'eau : 25°C

Examen organoleptique

A la vue : claire, limpide, incolore. Après quelques jours du prélèvement présente une coloration jaunâtre et des flocons brunâtres

A l'odeur : néant

Au goût : pétillante, avec un goût métallique

pH (mesure colorimétrique) : 7

Détermination chimique qualitative : CO₂ - +
Chlorures -
Sulfates -
Nitrates +

Situation géologique : source filonienne

Remarques : utilisée pour l'irrigation. Le captage de cette source pour utiliser ses eaux comme eaux minérales pourra être fait seulement après que l'on ait trouvé d'autres eaux pour l'irrigation.

Ile : Santo Antão

Date du relèvement : 28/5/77

Numéro de référence de la source : 16

Dénomination de la source : Altamira, III, Barbalon

Cote de la source relevée avec l'altimètre : 970 m

Débit évalué à la suite des mesures exécutées : 0,01 l/s
36 l/h
0,864 m³/j

Température de l'air : 26°C

Température de l'eau : 21°C

Examen organoleptique

A la vue : claire, limpide, incolore

A l'odeur : néant

Au goût : agréable

pH (mesure colorimétrique) : 7,5

Détermination chimique qualitative : CO₂ = +
Sulfates = - -
Nitrates = - -

Situation géologique : source de contact à la base d'une coulée basaltique.
Au-dessous de la source il y a un niveau d'argile transformée en latérite par la chaleur de la lave.

Remarques : le débit de la source n'est pas suffisant pour une utilisation industrielle convenable. Des travaux de recherche (géophysique et ouvertures des tranchées) pourraient permettre toutefois d'obtenir un débit plus important, étant donné que à 200 m environ en aval une digue dans le fond de la vallée a permis de capter, pour l'irrigation de l'eau avec un débit de 2 à 3 l/s.

Ile : Santo Antão

Date du relèvement : 30/5/77

Numéro de référence de la source : 17

Dénomination de la source : Cirio II - Chã de Manuel Inacio

Cote de la source relevée avec : 804 m

Débit évalué à la suite des mesures exécutées : 0,34 l/s
1 224 l/h
29,376 m³/j

Température de l'air : 24°C

Température de l'eau : 26°C

Examen organoleptique

A la vue : claire, limpide, incolore. Des incrustations rougeâtres sont présentes dans les roches baignées par l'eau

A l'odeur : néant

Au goût : agréable, pétillante, avec un léger goût métallique

pH (mesure colorimétrique) : 7

Détermination chimique qualitative : CO₂ = +
Chlorures = -
Sulfates = +
Nitrates = - - -

Situation géologique : source filonienne pour le captage de laquelle il est nécessaire de prévoir l'excavation des tranchées et l'ouverture d'une galerie d'une dizaine de mètres de longueur

Remarque : l'éventuelle utilisation comme eaux minérales des eaux de cette source est pour le moment entravée par la nécessité d'assurer l'irrigation des terrains cultivés.

Ile : Santo Antão
Date du relèvement : 28/5/77
Numéro de référence de la source : 18
Dénomination de la source : Cural das Vacas II - Topuminho
Cote de la source relevée avec l'altimètre : 630 m
Débit évalué à la suite des mesures exécutées : 0,19 l/s
684 l/h
16,416 m³/j
Température de l'air : 25°C
Température de l'eau : 26°C
Examen organoleptique
A la vue : claire, limpide, incolore
A l'odeur : n ant
Au goût : pétillante, amère
pH (mesure colorimétrique) : 6,5
Détermination chimique qualitative : CO₂ = +
Chlorures = +
Sulfates = +
Nitrates = +
Situation géologique : source minérale d'émergence dans les alluvions du fond de la vallée; doit probablement son origine à une source filonienne couverte par les alluvions.
Remarques : cette source, utilisée pour l'irrigation, est pour le moment exposée à la pollution. S'il y avait une autre alimentation possible pour l'irrigation, on pourrait, après les résultats de l'analyse chimique, tenter d'éliminer la pollution avec un captage rationnel.

Annexe II

RAPPORT HYDROGEOLOGIQUE SUR LES SOURCES D'EAU MINERALE
DE L'ILE DE BRAVA

Il s'agit ici d'une esquisse hydrogéologique des sources examinées dans l'île de Brava, avec des indications sur les premières recherches à faire en vue d'un captage rationnel des sources.

A. Les sources

Source Vinaigre I

Cette source, avec la source voisine, Vinaigre II, est la seule source franchement minérale. Elle est située sur le flanc gauche de la vallée homonyme et se manifeste actuellement par les eaux qui jaillissent au fond d'un puits de captage de 7 m de profondeur; sous le lit de la rivière se ramifie une galerie. Le puits et la galerie ne sont pas praticables, parce qu'ils sont envahis par l'anhydride carbonique. La source jaillit dans une faille entre la brèche volcanique et la phonolite rendue argileuse par l'altération. Quant au captage, on conseille de le renouveler intégralement, en faisant un nouveau captage en galerie dans la roche des forages qui pourront être important aussi pour la recherche du CO₂.

On estime à 80 m la longueur des galeries de captage à ouvrir en contrôlant attentivement le gaz et avec une installation de ventilation.

Source Vinaigre II

On appelle Vinaigre II, une petite source dans la brèche, à proximité de la précédente. Le captage de cette source, pour lequel sont en cours des travaux de déblaiement, peut être aisément réalisé à l'occasion de l'ouverture de la galerie pour l'autre source. On prévoit un prolongement de la galerie de 20 m.

Source Carriçal - Ribeira Forno

Les sources décrites dans les fiches sous ce nom sont toutes des sources qui jaillissent au contact des brèches et des tufs cimentés. Les galeries des captages devront se faire à cet endroit. On prévoit pour l'ensemble de toutes les sources une longueur de galeries de 50 m.

Source Encontro

Cette source, elle aussi, est au contact des brèches et des tufs cimentés. La source a été captée dans le passé pour l'irrigation et, actuellement, est en train d'être amenée à Nova Sintra pour l'approvisionnement en eau potable. Etant donné qu'actuellement il y a une possibilité de pollution des eaux captées il faudra renouveler les captages avec des galeries dans la roche au lieu des galeries artificielles existantes. La longueur estimée des nouvelles galeries est de 80 m. Toutefois, il faudra, pour le moins, exécuter des travaux de protection et d'imperméabilisation dans le lit du torrent voisin.

Les seules sources dont on peut utiliser l'eau comme eau minérale sont les sources Vinaigre I et II, déjà exploitées dans le passé au niveau artisanal. Avec un débit de 1,2 à 1,5 l/s de l'eau du conduit qui approvisionnera Nova Sintra à partir de la source d'Encontro et en l'utilisant pour le lavage des bouteilles, on pourra embouteiller le débit entier de ces sources avec une production annuelle de 16 083 360 l.

B. Fiches hydrogéologiques des sources
de l'île de Brava

Ile : Brava
Date du relèvement : 10/6/77
Numéro de référence de la source : 1
Dénomination de la source : Vinaigre I
Cote de la source relevée avec l'altimètre : 170 m
Débit évalué à la suite des mesures exécutées : 0,46 l/s
1 656 l/h
39,744 m³/j
Température de l'air : 26°C
Température de l'eau : 21°C

Examen organoleptique

A la vue : claire, limpide, incolore
A l'odeur : néant
Au goût : agréable, modérément pétillante

pH (mesure colorimétrique) : 7

Détermination chimique qualitative : CO₂ = +

Chlorures = ++ (250 mg/l "Hach test")
Sulfates = + (76 mg/l "Hach test")
Nitrates = —

Situation géologique : la source est située dans une brèche volcanique au contact avec de la phonolite très altérée et partiellement argileuse.

Remarques : la source a été captée dans le passé au moyen d'un puits de 7 m de profondeur, sur le fond duquel la source se manifeste. Une galerie au niveau du fond du puits amène par gravité les eaux à l'extérieur où elles sont utilisées pour l'irrigation. Le puits et la galerie sont entièrement envahis par le CO₂, qui en rend l'accès impossible.

Ile : Brava
Date de relèvement : 10/6/77
Numéro de référence de la source : 2
Dénomination de la source : Vinaigre II
Cote de la source relevée avec l'altimètre : 174 m
Débit évalué à la suite des mesures exécutées : 0,05 l/
180 l/h
4,320 m³/j
Température de l'air : 26°C
Température de l'eau : 21°C

Examen organoleptique

À la vue : claire, limpide, incolore
À l'odeur : néant
Au goût : agréable, modérément pétillante

pH (détermination colorimétrique) : 7

Détermination chimique qualitative

: CO₂ = +

Chlorures = ++ (Cl⁻ = 212,1 "Hach test")

Sulfates = + (74 mg/l "Hach test")

Nitrates = - -

Situation géologique : la source se manifeste au fond d'une tranchée de recherche en cours d'ouverture au pied du versant gauche de la vallée dans une brèche volcanique, à 30 m environ en aval de la source précédente.

Remarques

: pour un captage rationnel, qui peut aussi amener une appréciable augmentation du débit actuel on tient pour utile un approfondissement ultérieur de la tranchée et l'ouverture d'une galerie de 10-20 m de longueur dans la brèche

lie : Brava

Date du relèvement : 10/6/77

Numéro de référence de la source : 3

Dénomination de la source : Corviçal - Ribeira Sorno

Cote de la source relevée avec l'altimètre : 82 m

Débit de la source à la suite des mesures exécutées : 0,05 l/s
180 l/h
4,320 m³/j

Température de l'air : 26°C

Température de l'eau : 25°C

Examen organoleptique :

A la vue : claire, limpide, incolore

A l'odeur : néant

Au goût : sans saveur

pH (détermination colorimétrique) : 8,5

Détermination chimique qualitative : CO₂ = +

Chlorures = + +

Sulfates = +

Nitrates

Situation géologique : source de contact entre des brèches volcaniques et des tufs imperméables, elle jaillit à mi-côte du versant gauche de la vallée.

Remarques : pour le captage il faut prévoir une galerie dans les brèches d'une dizaine de mètres de longueur.

Ile : Brava

Date du relèvement : 10/6/77

Numéro de référence de la source : 5

Dénomination de la source : Corvical III - Ribeira Sorno

Cote de la source relevée avec l'altimètre :

Débit de la source à la suite des mesures exécutées : 0,26 l/s
936 l/h
22,426 m³ j

Température de l'air : 27°C

Température de l'eau : 26°C

Examen organoleptique :

 A la vue : claire, limpide, incolore

 A l'odeur : néant

 Au goût : sans saveur

pH (détermination colorimétrique) : 8,5

Détermination chimique qualitative : CO₂ = +

 Chlorures = + + (Cl⁻ = 424,2 mg/l "Hachtest")

 Sulfates = + (Cl⁻ = 105 mg/l "Hach test")

 Nitrates = +

Situation géologique : Source de contact entre des niveaux de brèches et de tufs cimentés.

Remarques : Le captage actuel réalisé au moyen d'une galerie artificielle avec une mince couverture de terrain expose l'eau à la pollution par le bétail qui passe dans la zone. Pour l'usage humain et agricole, il pourrait être utile de renouveler le captage au moyen d'une galerie dans les brèches.

Ile : Brava

Date du relèvement : 10/6/77

Numéro de référence de la source : 4

Dénomination de la source : Corviçal II - Ribeira Sorno

Cote de la source relevée avec l'altimètre : 80 m

Débit de la source à la suite des mesures exécutées : 0,22 l/s
792 l/h
17,328 m³/j

Température de l'air : 26°C

Température de l'eau : 25°C

Examen organoleptique :

A la vue : claire, limpide, incolore

A l'odeur : néant

Au goût : sans saveur

pH (détermination colorimétrique) : 8,5

Détermination chimique qualitative : CO₂ = -
Chlorures = + +
Sulfates = +
Nitrates

Situation géologique : cette source, située à environ 50 m en aval de la source précédente, présente les mêmes caractéristiques.

Remarques : captée au moyen d'une galerie artificielle pour l'approvisionnement d'eau pour l'irrigation.

Ile : Brava

Date du relèvement : 12/6/77

Numéro de référence de la source : 6

Dénomination de la source : Encontro

Cote de la source relevée avec l'altimètre : 226 m

Température de l'air : 26°C

Température de l'eau : 21°C

Examen organoleptique :

A la vue : claire, limpide, incolore

A l'odeur : néant

Au goût : agréable

pH (mesure colorimétrique) : 8,5

Détermination chimique qualitative : CO₂ = - -

Chlorures = + (Cl⁻ = 98,47 mg/l "Hach test")

Sulfates = + (SO₄⁻⁻⁻ (70 mg/l "Hach test")

Nitrates = -

Situation géologique : source de contact, entre une brèche volcanique et des turfs.

Remarques : le captage de la source Encontro qui sera prochainement utilisée pour l'aqueduc de Nova Sintra a été réalisé dans le passé pour l'irrigation au moyen d'une galerie artificielle. Le captage est exposé à la possibilité de pollution. Si on ne peut pas renouveler le captage en ouvrant une vraie galerie, il faudrait au moins élargir la zone imperméabilisée dans le lit du torrent pour protéger la source du point de vue hygiénique, chose indispensable, soit pour l'approvisionnement de la ville, soit dans l'éventualité de l'utilisation d'une partie de cette eau pour le lavage des bouteilles à l'usine d'eau minérale en projet à la source Vinaigre.

Annexe III

ANALYSE CHIMIQUE DES EAUX DES SOURCES

Lieu de prélèvement	No	Conducti- bilité	Résidu sec	Perte au feu fixe	Résidu 180°	CL	CL	pH	TA	TAC	HCO ₃	TH	TH	CA++	Mg++	SO ₄ ²⁻	NH ₃	NO ₂	NO ₃	PO ₄	Fe ³⁺	SiO ₂	
		µhos	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	OF	OF	OF	mg/l	OF	mg/l	mEq/l	mEq/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Santo Antão Ribeira Dente	A-6	560	392,0	0,00	392	28,36	6,0	6,0	0,0	19,5	3,9	237,9	18,0	3,6	0,20	3,40	0,3	0,002	3,2	1,6	0,4	0,4	36,0
Santo Antão Ribeira Dente	B-7	770	521,6	6,4	515,2	31,90	0,9	6,0	0,0	33,0	6,6	402,5	28,0	5,6	0,28	5,32	1,0	0,013	2,7	0,0	0,3	0,3	84,0
Santo Antão Tabuleiro	C-8	250	161,6	0,00	161,6	21,27	0,6	7,6	0,0	7,0	1,4	85,4	4,0	0,8	0,024	0,776	0,25	0,004	2,5	0,0	0,0	0,0	40,0
Cirio M Inacio	17	2.150	1.300		23,04	0,65	6,6	0,0	117,5	23,5	1433,5	55,0	11,0	9,4	1,6	0,0	2,0	0,005	2,0	0,0	0,0	0,675	102,0
Topuminho	18	2.050	1.281		35,45	1,0	7,3	0,0	96,5	19,3	1177,3	39,0	7,8	4,0	3,8	40,0	2,4	0,007	2,2	0,0	0,25	74,0	
Fajãide Janela	19	280	170		26,59	0,75	7,7	0,5	7,5	1,4	85,4	3,0	0,60	0,2	0,4	0,0	0,2	0,004	3,5	0,0	0,025	30,0	
Brava Vinagre I	I	2.400	1.534		134,71	3,80	7,1	0,0	100,0	20,0	1220	21,0	4,2	3,8	0,4					0,0	0,05	74,0	
Brava Vinagre II	II	2.400	1.548		140,02	3,95	6,6	0,0	102,5	20,5	1250,5	23,0	4,6	3,7	0,9					0,0	0,30	72,0	
Encontro	6	1.150	627		83,31	2,35	8,0	0,5	35,0	6,9	420,9	2,0	0,4	0,15	0,25					0,0	0,1	23,0	

Lieu de prélèvement	No	CL mEq/l	TAC mEq/l	HCO ₃ mEq/l	TH mEq/l	CA mEq/l	Mg ++ mEq/l	SC ₄ mEq/l	AMH ₃ mEq/l	PO ₄ mEq/l	Fe +++ mEq/l	SiO ₂ mEq/l
Brigham-Santo Antônio	4	1,00	17,0	17,0	20,0	2,035	17,263	0,25	0,025	0,031	0,0	0,767
Chã Valentin	5	1,30	49,6	49,6	17,3	0,401	17,343	0,453	0,057	0,0	0,0	1,023
Ribeira de Dente	6	1,0	5,1	5,1	4,0	2,044	1,953	0,156	0,0	0,031	0,008	1,20
Ribeira de Dente	7	0,9	6,8	6,8	11,2	3,006	3,353	0,083	0,032	0,0	0,0	1,20
Tabuleiro Paul	8	0,50	1,4	1,4	1,0	0,401	0,598	0,020	0,00	0,0	0,005	0,567
Tabuleiro II-petite Source	9	0,50	1,5	1,5	0,76	0,360	0,398	0,020	0,00	0,0	0,0	0,617
Ribeira de Maria dos Reis	10	0,70	3,4	3,4	2,5	1,3625	11,103	Vest.	0,00	0,0	0,003	0,533
Garya	11	3,30	20,5	20,5	20,0	7,375	12,598	0,458	0,032	0,0	0,003	1,00
Source-Chã de Pedras	12	2,10	8,9	8,9	8,0	4,088	3,907		0,007	0,031	0,0	0,80
Silvão Fontainha	12b	2,15	2,0	2,0	1,3	0,802	0,997	0,145	0,00	0,0	0,0	0,533
Currál das Vacas	13	0,70	18,0	18,0	15,4	6,453	8,930	0,0	0,022	0,095	0,051	0,673
Cirio Chã de Manuel Inácio-S.A.	14	0,50	17,8	17,8	15,0	3,447	11,522	0,093	0,015	0,063	0,019	1,00

SOURCE VINAGRE

COMPOSIÇÃO QUÍMICA
(em mgrs. por litro)

Resíduo seco a 1 500 1,548,4
Alcalinidade em cm. c. 19,6
Grau hidrométrico francês

**AGUA
ALCALINA**

CONCLUSÕES
I - Água gaso-carbônica acidula
Essencialmente bicarbonatada sódica, e
bicarbonatada cálcica, bastante cloro-
tada sódica, levemente sulfatada magnésica
Muito Silicatada.
II - Isenta da contaminação, própria
para consumo.
III - As percentagens de ácido carbônico,
cloro, ácido sulfúrico, são respectiva-
mente de 73-21 e 4,4%. As percentagens
de sódio, cálcio e magnésio, são respecti-
vamente de 68-26-6%.
IV - Aproxima-se, embora mais mineraliza-
da e menos alcalina, do tipo das ÁGUAS
DE PEDRAS SALGADAS

ANÍONS	Mgrs.	Mllequivalentes
Cloro	CI 204,5	7,16
Sulfúrico	SO 4 55,8	1,16
Carbônico	CO 3 588,0	19,60
Carbônico	CH 3 H 1,1956	—
Nitrato	NO 3 3,1	0,05
Nitroso	NO 2 Nulo	—
Soma: (sem CO 3H)	851,4	26,57
		98,4

CATIÕES

Sódio	NA - -	409,8	17,82	68,0
Potássio	K - -	1,9	0,05	—
Amônio	NH 4 - -	Nulo	—	—
Calcio	CA - -	140,7	7,03	20,0
Magnésio	MG - -	20,4	1,67	6,0
Ferro	FE - -	Vestig.	—	—
Lítio	LI - -	Idem	—	—
Soma		572,8	26,57	1000,0

Silica S 102

80,4 mgr.

DETERMINAÇÃO

(alcalinas fracas, gaso-carbônicas)

Análise feita no Laboratório de Química Analítica, Prof. Charles Lepierre, do Instituto Superior Técnico, em 27 de Março de 1932.

GASEIFICADA

BACTERIOLÓGICAMENTE PURA
Brava Cabo Verde

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO: CARLOTTA L D A R O S A C U N H A

Annexe IV

ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE

-São Vicente, 25/6/77

RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES BACILLES COLIFORMES

	6-Santo Antão R ^e Dente	7-Santo Antão R ^e Dente	8-Santo Antão Tabuleiro-Paúl
Nombre le plus probable, de germes par 100 ml d'eau	240	0	240
Test présumptif de la présence de bacilles coliformes	0	0	0
Test confirmatif de la présence de bacilles coliformes	0	0	0
Test confirmatif de la présence d'Escherichia coli Indologene	0	0	0

Résultats de l'analyse : Eaux de très bonne qualité bactériologique sans trace de pollution

Annexe V

CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DES EAUX DE SOURCES MINERALES
DES ILES DE SANTO ANTAO ET DE BRAVA ET LEURS QUALITES THERAPEUTIQUES

Les résultats des analyses chimiques quantitatives faites au laboratoire du Département de dessalement de São Vicente du Ministère de l'agriculture et des eaux, par Maria de Conceição Lina Monteiro sous la direction de l'ingénieur l'ingénieur Sonia Morais, sur les échantillons prélevés aux sources des îles de Santo Antão et de Brava, figurent dans les annexes III et IV.

Pour les sources João Afonso-Ribeira de Dente et pour la source Tabuleiro l'analyse a été aussi répétée sur les échantillons (A/6, B/7, C/8) amenés au laboratoire dans de meilleures conditions (flacons stérilisés en verre, température froide).

Pour la source Vinaigre dans l'île de Brava, on dispose aussi d'une analyse du 27 mars 1932. Voir annexe III.

Toutes les analyses quantitatives exécutées sont malheureusement partielles, étant donné que, par manque de réactifs, des déterminations n'ont pas été faites (Na, K, F, As, Mn). Toutefois, pour les sources dont on prévoit l'utilisation, des déterminations intégrales seront exécutées sur des échantillons que l'expert a emportés en Italie.

En ce moment, les analyses disponibles peuvent toutefois permettre de donner les premières indications sur la potabilité, de classer les sources et de faire quelques considérations sur leurs éventuelles qualités thérapeutiques.

A. La potabilité

Dans la plupart des eaux des sources examinées, les valeurs déterminées par les analyses rentrent dans la teneur admissible suivant les normes internationales applicables aux eaux de boisson (OMS). Seules quelques sources présentent des caractères anormaux (résidu sec trop élevé dans l'eau de la source de Chã Valentin; teneur excessive de Mg dans l'eau des sources Brigham et Chã Valentin) mais il faut toutefois rappeler que les eaux minérales échappent à ces limites, étant donné les propriétés médicales des éléments dissous.

Les eaux des sources Vinaigre, João Afonso, Ribeira Dente, Tabuleiro I et II, Ribeira de Maria dos Reis, qu'on a le projet d'utiliser ne dépassent toutefois pas ces limites. La présence d'ammoniaque, nitrites et nitrates à faible

concentration est à attribuer à des phénomènes de pollution éliminables avec un captage rationnel. On peut déduire des indications du même type pour la source João Afonso - Ribeira de Dente No 7, de la forte différence relevée entre le résidu à 180°C et le résidu fixe déterminé dans une capsule chauffée au rouge sombre qui indique la présence de matières organiques. Dans toutes les eaux examinées les valeurs du chlore ne doivent pas être considérées comme signe de pollution; elles semblent plutôt liées à la distance de la source de la côte et à l'exposition au vent dominant du bassin d'alimentation de la source.

B. Les examens bactériologiques

Des examens bactériologiques ont été réalisés sur les eaux de sources Tabuleiro et Joao Afonso, à la suite d'un prélèvement d'échantillons exécuté par l'expert avec des flacons stérilisés à bouchon émeri transportés dans une boîte isolante remplie de glace. La recherche des germes d'origine fécale a donné des résultats négatifs tant pour les coliformes que pour l'*Escherichia coli*. Les résultats des analyses figurent dans l'annexe IV.

C. La classification des eaux des sources

Les eaux examinées d'après leur résidu sec (seulement dans quelques cas on dispose de leur résidu fixe) et suivant la classification adoptée en Italie se répartissent comme suit :

Eaux oligominérales (avec un résidu fixe inférieur à 0,20 gr °/°) :
Tabuleiro (Paul)

Eaux mezominérales (avec un résidu fixe supérieur à 0,20 gr °/° mais inférieur à 1 gr °/°) : Eau Brigham, João Afonso, Ribeira de Maria dos Reis, Chã de Pedras, Fontainhas, Cural das Vacas I, Cirio I.

Eaux minérales (avec un résidu fixe supérieur à 1 gr °/°) : Chã Valentin, Garça, Vinaigre.

Les mêmes sources avec référence à leur température peuvent être considérées :

Eaux froides (température inférieure à 20°C) : Brigham, Tabuleiro, Ribeira de Maria dos Reis)

Eaux hypothermales (température entre 20°C et 30°C) : Chã de Pedras, Chã Valentin, João Afonso, Ribeira Dente, Garça, Cural das Vacas I et II, Cirio I et II, Vinaigre

En raison de la présence d'une quantité appréciable de CO₂ dissous dans l'eau, mise en évidence par le caractère pétillant des eaux seront, dites "carboniques" les eaux des sources : Brigham, Chã Valentin, João Afonso-Ribeira de Dente, Ribeira de Maria dos Reis, Garça, Chã de Pedras, Curral das Vacas I et II, Cirio I et II, Vinaigre. En raison du goût des eaux et de la présence de flocons brunâtres typiques dans les eaux en repos et d'incrustations sur les roches baignées par ces eaux, plutôt que des résultats des analyses altérés par le retard entre le prélèvement et l'analyse, on peut donner le nom de "ferrugineuses" aux eaux des sources suivantes : João Afonso, Ribeira Dente No 7, Garça, Chã de Pedras, Curral das Vacas I, Cirio I et II. Enfin, en raison des résultats disponibles des analyses chimiques, d'après la classification de S.A. Chtchoukarev modifiées par N.N. Slavianov (Hydrogéologie spécialisée G.V. Bojomolov et A.I. Silien Bektchourine, Moscou, 1955) basée sur la prédominance des anions et cations, on peut classer comme :

Eaux bicarbonatées de sodium : Vinaigre

Eaux bicarbonatées de sodium et potassium : Brigham, João Afonso, Ribeira Dente, Garça, Chã de Pedras, Curral das Vacas I et II, Cirio I et II.

Eaux bicarbonatées de sodium, potassium et magnésium : Chã Valentin

Eaux bicarbonatées de magnésium : Ribeira de Maria dos Reis

Il faut toutefois remarquer que pour cette dernière classification (exception faite pour Vinaigre) le sodium et potassium ont été estimés par différence entre les milliéquivalents par litre de tous les anions et le total des milliéquivalents par litre du calcium et magnésium.

D. Possibilités d'utilisation des eaux minérales

Dans le but d'évaluer les possibilités d'utilisation des eaux minérales suivant leur caractéristiques, les considérations sont basées sur l'expérimentation sur des eaux minérales semblables. Une première distinction doit être faite entre les eaux oligominérales (Tabuleiro) et les autres.

Les eaux oligominérales sont les eaux d'élection pour être utilisées comme eaux de table, soit à l'état naturel, soit gazifiées avec addition d'anhydride carbonique. Elles ont une action diurétique et antitoxique favorisant l'élimination des scories métaboliques qui peut être augmentée par la présence

(à déterminer dans notre cas) de métaux lourds en petite quantité. Les mêmes eaux, en particulier avec la présence de calcium et magnésium (comme dans l'eau de Tabuleiro), ont une action active contre les oedèmes latents, fréquemment présents dans les maladies du rein, du foie et du système circulatoire, et contre l'acide urique. Les mêmes eaux ont aussi une action spasmodique utile pour l'utilisation des calculs urinaires et une action anti-inflammatoire précieuse pour la cure de la cystite. Les eaux mésominérales ont généralement la même action diurétique et antitoxique. La présence dans l'eau de l'anhydride carbonique naturel (comme dans les cas des sources Ribeira de Maria dos Reis, Joao Afonso, Ribeira Dente et Vinaigre) ou additionné, augmente la motilité et la sécrétion de l'estomac. Il est particulièrement utile que ces eaux, comme dans le cas présent, aient un contenu élevé de bicarbonates qui peut tamponner l'acidité de l'anhydride carbonique empêchant la formation dans l'eau d'une acidité permanente nuisible pour la digestion au niveau du duodénum.

Ces mêmes eaux, riches en hydrocarbonates, sont les plus indiquées pour la dilution du lait dans l'alimentation artificielle. Des recherches des pédiatres ont, en effet, démontré que la croissance du nourrisson est favorisée par l'alimentation avec des eaux bicarbonatées (et surtout riches en bicarbonate de calcium qui est présent dans les eaux de Vinaigre et de João Afonso) et les phénomènes dus à la fermentation sont éliminés. Enfin des eaux bicarbonatées de calcium ou sodium sont à utiliser dans les gastrites avec augmentation de la sécrétion gastrique, étant donné que les bicarbonates saturer les acides de l'estomac, représentés par l'acide chlorhydrique en surplus et par l'acide lactique dû à une anormale fermentation des aliments.

Enfin, l'eau de la source João Afonso-Ribeira Dente, No 7 par la présence en quantité remarquable de fer et en particulier, par la présence d'arsenic, a une action tonique, et peut être utile dans la cure de l'anémie, du lymphatisme des enfants et de la chorose.

D'autres indications pourront être données lorsque des analyses complètes des eaux seront disponibles et surtout lorsque les oligoéléments auront été déterminés.

D'autres indications pourront dériver aussi de l'étude de la radioactivité de ces eaux.

A la suite des captages des sources une expérimentation clinique dans les hôpitaux du Cap-Vert faite par un médecin hydrologue spécialisé pourra donner d'autres indications spécifiques. Pour le moment, on peut seulement envisager l'utilisation des eaux des sources de captage prévu pour l'embouteillage industriel comme eaux de table et eaux minérales.

Il faut toutefois rappeler que les cures d'eaux minérales sont à faire sur place, dans des établissements spécialisés où les eaux des sources peuvent être utilisées comme boissons ou pour bains et inhalations sous le contrôle direct des médecins.

Annexe VI

LISTE DES PRIX

A. Liste des prix, franco sur quai, dans le port de Gênes des machines pour une installation complète d'embouteillage d'eau minérale (offre téléphonique en date du 25/6/1977 de la firme A & L. Simonazzi, Parma, Italie).

Modèles avec rendement de 8 000 l

<u>Machines</u>	<u>Coût</u>	
	<u>En dollars</u>	<u>En escudos</u>
Décasseuse	25 800	890 100
Trempeuse-laveuse	120 000	4 140 000
Saturateur	15 000	517 500
Groupe monobloc d'embouteillage- bouchage	60 000	2 070 000
Etiqueteuse	8 700	300 150
Enoisseuse	31 000	1 069 500
Laveuse des caisses	8 500	293 250
Transporteurs des bouteilles et des caisses	25 000	862 500
	<u>294 000</u>	<u>10 143 000</u>

B. Liste des prix, franco sur quai, dans le port de Gênes des machines pour une installation complète d'embouteillage d'eau minérale (offre téléphonique en date du 25.6.1977 de la firme A & L Simonazzi, Parma, Italie).

Modèles avec rendements de 1 000 à 2 000 l/h

<u>Machines</u>	<u>Coût</u>	
	<u>En dollars</u>	<u>En escudos</u>
Décasseuse	25 800	890 100
Trempeuse-laveuse	67 000	2 311 500
Saturateur	10 500	362 250
Groupe monobloc d'embouteillage- bouchage	57 900	1 997 550
Etiqueteuse	8 700	300 150
Enoisseuse	31 000	1 069 500
Laveuse des caisses	8 500	293 250
Transporteurs des bouteilles et des caisses	25 000	862 500
	<u>234 400</u>	<u>8 086 800</u>

PREVISÃO PARA ABB CENTRALE ELETTRICHE
CENTRAL ELÉCTRICA DA PRAIA

Serviços de Produção e Distribuição de Energia

Exmo. Senhor

Dott Renzo Zia

P.N.U.D.

P R A I A

Sua referência

Sua comunicação de

Nossa referência

Data
27.6.77

ASSUNTO:

Em virtude da não existência de uma linha de Alta Tensão de Transporte de Energia para zona da Furna (Brava) e em resposta às suas solicitações, informamos que a instalação de um Grupo Electrogéneo, para trabalhar com Gasoil ou Marine Diesel Fuel seria uma solução ideal. Assim, pelos devidos efeitos, transcrevemos o estudo da estimativa do custo da instalação, que ascende a 700.000\$00 aproximadamente:

- a - Fornecimento e montagem de um Grupo Electrogéneo Trifásico de 75 KVA, 400/231 Volts420.000\$00
- b - Fornecimento de 1 Quadro de Control, Comando e Distribuição 100.000\$00
- c - Fornecimento de :
 - Depósito diário de Combustível

- Bomba alimentadora,
para combustível, com
motor eléctrico

- Sistema de Refrigera-
ção

- Sistema de arranque
por ar comprimido

- Ferramentas para a
manutenção do Grupo

- Peças de reserva de
consumo mais frequ-
ente em 2 anos de ser-
viço efectivo do Grupo 160.000\$00

d - Fornecimento e instalação de
cabos de ligação entre o Qua-
dro e a Máquina 15.000\$00

Saudações Fraternalis

Unidade-Trabalho-Progresso

o Técnico - Chefe da Central


/Euricoes Silva Faria Barros/

Annexe VIII

IMPORTATIONS D'EAU MINÉRALE DANS LES PAYS DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

Guinée-Bissau^{a/}

	<u>Quantité</u>	<u>Valeur</u>
1974		
Eaux minérales et gazeuses	1 229 481 kg	6 011 088 pesos
1975		
Eaux minérales	96,5 tonnes	997 000 Esc
Eaux gazeuses	26,4 tonnes	312 100 Esc
1976		
Eaux minérales	73,4 tonnes	805 000 Esc
Eaux gazeuses		

a/ Informations obtenues de M. G. Zephirin, PNUD, Bissau.

Annexe IX

ENQUETE SUR LA CONSOMMATION DES EAUX DE TABLE AU SENEGAL^{a/}

Actuellement, l'eau de table consommée au Sénégal est entièrement importée en bouteilles plastiques de 1,5 l (max. PVC). Les chiffres des importations, qui ont débuté en 1971, sont donnés par les statistiques douanières, rubrique 22-01-01 intitulée "Eaux naturelles non distillées" (ancien Tarif des douanes).

Ces chiffres d'importations sont reproduits au tableau 1. Les tableaux 2 et 3 donnent respectivement les chiffres des importations des eaux minérales naturelles et des eaux minérales artificielles et gazeuses à titre de comparaison.

Il faut noter que les quantités indiquées (en kg) comprennent le poids brut cumulé des produits et de tous leurs emballages. Ainsi, pour avoir une idée plus précise de la consommation actuelle d'eau de table (en litres), nous avons été amenés à procéder à une petite enquête auprès des grands importateurs de la place. Pour les marques dont les commerçants-grossistes n'ont pas été touchés (nos dispositions d'un temps assez bref), nous avons estimé les quantités importées sur la base des données obtenues auprès des transitaires. Le tableau 4 donne ainsi les estimations de la consommation des eaux de table en 1975.

^{a/} Enquête réalisée par Mme Hassatou Diallo, Institut de technologie alimentaire, Sénégal, en février 1976.

Tableau 1. Eaux naturelles non distillées

Année	Quantités (en kg)	Valeur	
		en F CFA	en F CFA/kg
1971	73 197	2 093 201	28,05
1972	285 185	7 820 158	27,42
1973	738 296	18 870 267	25,56
1974	724 880	22 837 892	31,25
Janvier-septembre 1975	445 036	17 088 741	38,40
Moyenne 1971-1974	455 389	12 895 379	28,07

Tableau 2. Eaux minérales naturelles

Année	Quantités (en kg)	Valeur	
		en F CFA	en F CFA/kg
1971	2 744 250	97 440 340	35,50
1972	3 340 998	116 350 608	34,82
1973	3 847 720	130 969 680	34,04
1974	2 153 829	88 855 657	41,25
Janvier-septembre 1975	2 087 477	101 660 698	48,70
Moyenne 1971-1974	3 021 699	108 404 071	36,40

Tableau 3. Eaux minérales artificielles et gazeuses

Année	Quantités (en kg)	Valeur	
		en F CFA	en F CFA/kg
1971	484 363	22 156 397	45,74
1972	543 338	25 936 148	47,73
1973	586 006	31 906 829	54,45
1975	642 457	39 457 511	61,42
Janvier-septembre 1975	493 324	36 818 825	74,63
Moyenne 1971-1974	564 041	29 864 712	52,34

Source : Statistique douanières - Direction de la statistique
Ministère des finances et des affaires économiques - Dakar.

Tableau 4. Estimations de la consommation
des eaux de table

Communes	Nombre de cartons importés	Importateurs
Guise	2 500	NOSOCO
St-Martin	9 628	Maurel Prom, SARM
Chantreins	5 000	Chartouny
Chanteluc	3 375	Chartouny
Genail	2 304	Chartouny
Roxane	2 000	Chartouny
Emet Val	960	SOMACIS
Vénis	2 500*	-
Granier	2 500*	-
Total	30 467	
Non déclaré (5 %)	1 538 (estimation)	
Total	32 305	

Nombre de bouteilles de 1,5 l = 12 x 32 305 = 387 660
= 1,5 x 358 632 = 581 490

Annexe X

LISTE DES FONCTIONNAIRES NATIONAUX ET INTERNATIONAUX LIES AU PROJET

Secrétariat d'Etat à la coopération et au Plan

M. Adao Rocha, Directeur de la coopération multilatérale

Ministère de la coordination économique

M. Leonildo Monteiro, Directeur national de l'industrie, énergie et ressources naturelles

M. Arrigo Querido, Directeur adjoint de l'industrie, énergie et ressources naturelles

M. E. Barros, Directeur de la centrale électrique de Praia

Ministère du développement rural

M. Mota Gomes, responsable du département de l'eau

M. Sabino, responsable du Ministère du développement rural à l'île de Santo Antao

M. Santana, responsable du Ministère du développement rural à l'île de Sao Vicente

M. Francisco Barbosa, Responsable du Ministère du développement rural à l'île de Fogo

Mlle Sonia Morais, Directeur adjoint du département de dessalement de São Vicente

M. Vera Cruz

Ministère des travaux publics

M. Orlando Clidio Cruz, Directeur général des routes

M. Galima

Ministère des transports et communications

M. Terencio Alves, Directeur national des PTT

M. Hilario Brito, Responsable des secteurs techniques des PTT

ONU-CTC

M. Fernadopullé, en mission

M. Oncina, en mission

OMS

M. J. Snacho Cirer, en mission

UNESCO

M. Arlindo Stefani, en mission

UNIDO

M. Sabater de Sabates, en mission
M. Gerard Daroux, en mission
M. Riaz Ahmed Khan, en mission
M. Ivan E. Pluhar, en mission
M. K. Watanabe, en mission

FAO

M. Gonzalves, en mission

FAO-PAM

M. Michel Capezzuoli, responsable du PAM aux îles du Cap-Vert

OIT

M. Costa, en mission
M. H.G. Soupah, en mission

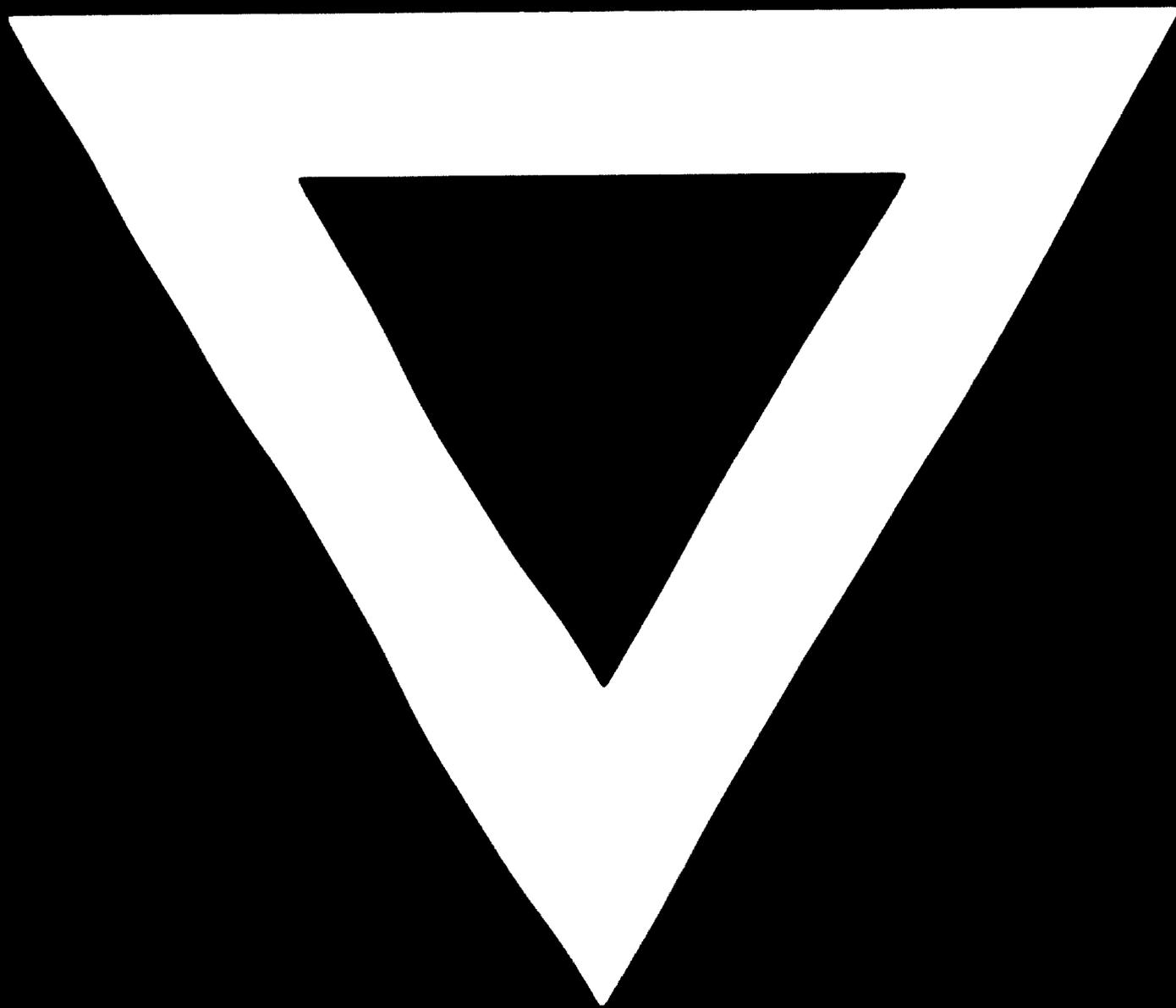
Coopération allemande

M. Peter Diemer

Coopération hollandaise

M. Paul Hillequers
M. Marten Boers

C-700



78.12.13