

3529

L'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE  
DANS LES PAYS MEMBRES DU CILLS  
SITUATION AU CAP VERT

ENQUÊTE ET PROPOSITIONS  
EN VUE D'UNE GESTION RATIONNELLE DE L'EAU

BURGÉAP

ETUDE ET MISE EN VALEUR DES EAUX SOUTERRAINES

## S O M M A I R E

	<u>Page</u>
Résumé	I - IV
Avant-Propos	1
1. <u>L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES POPULATIONS RURALES - PERSPECTIVES ET CONTRAINTES</u>	2
1.1 ANALYSE DU RAPPORT O.M.S.	4
1.2 REFLEXION SUR LES BASES DE LA PROGRAMMATION	10
1.2.1 La structure de l'habitat	10
1.2.2 Les critères d'équipement	12
2. <u>ETUDE DE SCHEMAS D'A.E.P. DANS LE CONCELHO DE SANTA CATARINA</u>	19
2.1 ETUDE DE L'HABITAT	19
2.1.1 Les bases de l'étude	19
2.1.2 Résultats	21
2.2 SYSTEMES DE DESSERTE EN RELATION AVEC LES TYPES D'HABITAT	22
2.2.1 Populations des <i>achadas</i> : forages ou galeries	23
2.2.2 Populations de versants : captage de sources	24
2.2.3 Populations de fonds de vallée	26
2.2.4 Populations trop dispersées	26
2.2.5 Extrapolation à l'ensemble du <i>concelho</i> de Santa Catarina	26
3. <u>SYSTEMES, DIMENSIONNEMENT ET CHARGES FINANCIERES</u>	27
3.1 LE DIMENSIONNEMENT	27
3.1.1 Bases de consommation	27
3.1.2 Eléments de systèmes	28
3.2 BASES DU CALCUL DES COUTS	29
3.2.1 Investissements	29
3.2.2 Amortissements	29
3.2.3 Fonctionnement	30
3.3 COUTS RELATIFS AUX PRINCIPAUX SYSTEMES	32
3.3.1 Résultats et comparaison entre les systèmes	32
3.3.2 Utilisation des énergies renouvelables et de la gravité	34
3.4 APPLICATION A L'ENSEMBLE DU CONCELHO DE SANTA CATARINA	36
4. <u>DEFINITION D'UNE ETUDE DE SCHEMA DIRECTEUR DE L'A.E.P. RURALE</u>	39
4.1 FONDEMENTS ET CONTEXTE DE L'ETUDE	39
4.2 TERMES DE REFERENCE	40
4.3 MOYENS ET DELAIS	42

A N N E X E S

- A1 TERMES DE REFERENCE
- A2 TRANSCRIPTION CARTOGRAPHIQUE DU RECENSEMENT
- A3 FICHES DE CALCUL DU COUT DE L'EAU
- B1 ETUDE POUR L'ORGANISATION DU SERVICE DE L'EAU (EXTRAITS)
- Résumé
  - Chapitre 1 : l'état actuel (p.2 à 9)
  - Annexes A1 à A4 (organisation administrative du secteur de l'eau)
- B2 CAMPAGNE DE FORAGES, GALERIES ET CAPTAGES DANS L'ILE DE S.NICOLAU, 1979-1980 (EXTRAITS)
- Note technique n° 4 (p.4.4 à 4.9) : coût d'exploitation des pompes immergées et pompes à axe vertical et d'un aérogénérateur

P L A N C H E S

- République du Cap Vert (plan de situation des îles)
- (sous pochette) : Etude de schémas d'A.E.P. dans le *concelho* de Santa Catarina - 1/25 000

LISTE DES TABLEAUXDans le texte

1. Desserte de la population rurale. Travaux à prévoir pour la décennie 1981-90 (d'après LEVY, O.M.S.).	5
2. Aménagement d'A.E.P. pouvant être envisagés dans la décennie 1981-90.	7
3. Type d'équipements et coûts (d'après LEVY, O.M.S.).	9
4. Taille et répartition géographique des groupements dans la zone-test.	21
5. Répartition probable de la population du <i>concelho</i> de Santa Catarina en fonction de la taille et de la situation des groupements.	22
6. Populations d'achadas pouvant être desservies par forage.	23
7. Populations de versants susceptibles d'être desservies par source gravitaire.	25
8. Populations de versants susceptibles d'être desservies par refoulement de source.	25
9. Hypothèses d'aménagement d'A.E.P. dans l'ensemble du <i>concelho</i> de Santa Catarina.	26
10. Données de base retenues pour le calcul des coûts.	31

	<u>Page</u>
11. Récapitulation des charges des principaux systèmes de desserte.	32
12. Schéma de compte d'exploitation annuel du service de l'eau dans le <i>concelho</i> de Santa Catarina.	38
 <u>En annexe :</u>	
13. Test de concordance du recensement et du comptage des toits	A2
14. Coût de l'eau d'une grande galerie avec adduction gravitaire	A3
15. Coût de l'eau d'une source captée avec adduction gravitaire	A3
16. Coût de l'eau d'une source captée avec refoulement	A3
17. Coût de l'eau d'un forage à pompe immergée et groupe, avec adduction gravitaire	A3
18. Coût de l'eau d'un forage équipé d'un aérogénérateur, avec adduction gravitaire	A3
19. Composition des brigades d'entretien dans les îles	B1
20. Répartition des compétences des ministères dans le domaine de l'eau	B1
21. Organigramme du Ministère du développement rural	B1
22. Tâches et moyens de la DSEGAS	B1
23. Structure actuelle d'entretien des pompes	B1
24. Coût d'exploitation des pompes immergées	B2
25. Coût d'exploitation d'un aérogénérateur	B2
26. Coût d'exploitation des pompes à axe vertical	B2

RESUME

## L. PERSPECTIVES ET CONTRAINTES DE L'ALIMENTATION EN EAU RURALE

1.1 Sur la base des études déjà réalisées, concernant les ressources, l'organisation de la gestion et la programmation des investissements, le présent travail, centré sur le *concelho* de Santa Catarina, dans l'île de Santiago, s'attache à identifier les formes et la répartition géographique de l'habitat, les solutions d'A.E.P. applicables aux types de groupements mis en évidence, et ce qu'il en résulte du point de vue de l'économie et de la gestion.

Dans une telle recherche, les trois principales contraintes à respecter sont :

- . l'intégration des solutions aux objectifs d'aménagement du territoire,
- . la valorisation optimale de la ressource, qui est très limitée en valeur absolue,
- . l'édification d'infrastructures viables et, si possible, financièrement équilibrées.

1.2 La population rurale s'élève à 186 000 hab. (1980), dont 98 000 à Santiago. Les investissements à prévoir au cours de la décennie ont été évalués, dans un rapport "sectoriel" de l'O.M.S. (1981) à 0,51 M. de *contos* pour l'A.E.P. rurale, sur un total de 2,2 M. (260 M. de FF), dont 0,42 M. pour l'hydraulique villageoise.

Dans ces îles montagneuses, où l'eau doit être remontée à dos d'homme, il s'agit essentiellement de captages de source avec refoulement ou adduction gravitaire, et de pompes par forages, alimentant réservoirs et fontaines publiques.

L'étude de l'O.M.S. conduit à envisager l'aménagement de 4 à 500 petits systèmes de desserte pour des collectivités de l'ordre de 200 personnes, l'investissement moyen étant d'environ 3000 *escudos* (soit 3 *contos*) par tête.

1.3 L'habitat rural est extrêmement émietté, en particulier dans le *concelho* de Sta Catarina et, avant d'établir tout programme d'équipement, il est indispensable d'identifier et de caractériser les groupements de population en eux-mêmes, par rapport aux traits du relief, et par rapport aux ressources exploitables (distance, dénivelée, etc..)

## II

1.4 Il faut s'efforcer ensuite de définir des critères concernant l'urgence de l'équipement, sa nature et son dimensionnement, mais il ne peut s'agir de règles simples, étant donné les caractéristiques de l'habitat.

Ces critères, et, à l'inverse, les contraintes en jeu, se rapportent à :

- . l'amélioration du service (facilité d'accès, degré d'hygiène, sécurité des solutions);

- . l'aménagement du territoire (affectation judicieuse de la ressource, action en retour de l'A.E.P. sur l'habitat);

- . le rôle des collectivités intéressées (desiderata, prise en charge directe ou non des installations, existence de droits d'eau traditionnels);

- . les charges financières et, en particulier, les charges d'exploitation courante (entretien et renouvellement), qui doivent être couvertes par le paiement de l'eau. Or son prix de revient dépend, en particulier, du taux d'utilisation des installations et, par conséquent, de leur dimensionnement.

## 2. ÉTUDE DE SCHÉMAS D'ÉQUIPEMENT DANS LE CONCELHO DE SANTA CATARINA

### 2.1 L'habitat :

Mise au point sur une zone-test de 26 000 habitants, et extrapolée à l'ensemble du *concelho*, une méthode, fondée sur l'analyse de détail de la couverture aérienne, a permis de traduire géographiquement le recensement de 1981 avec une bonne précision. Les groupements de population, délimités en fonction des traits du relief, ont été répartis en 4 catégories suivant leur situation géographique : plateaux, hauts de versants, versants, fonds de vallée. Les populations de plateaux et de très petits hameaux prédominent.

### 2.2 Systèmes de desserte :

A chacun de ces types d'habitat correspond une solution préférentielle (ou deux) :

- Plateaux (18.000 hab.) : dans l'immédiat, il s'agit de forages (pompage à 100 m de profondeur en moyenne), solution déjà largement mise en oeuvre, compte tenu de l'urgence; à terme, une galerie d'altitude, alimentant une conduite gravitaire d'une dizaine de km, peut être envisagée pour 10 à 12 000 habitants.

- Versants (11 500 hab.) : captages de sources avec adduction gravitaire ou, dans les hauts, refoulement.

- Fondsde vallée (9 000 hab.) : l'équipement peut être réalisé par captages gravitaires. Mais il n'est pas urgent.

- Rien ne peut être envisagé pour les populations trop disséminées (3 500 hab.).

### 3. SYSTÈMES, DIMENSIONNEMENT ET CHARGES

3.1 Les premiers équipements (réalisés à partir de forages) ont été largement dimensionnés. Nous préconisons de dimensionner avec prudence, soit, sauf cas particulier, à 20 ans, sur la base de 40 l/j par habitant actuel, ce qui correspond à peu près aux bases retenues par l'O.M.S.

3.2 Les coûts prévisibles ont été calculés, pour chaque système, sur la base des normes courantes et des prix des travaux d'équipement réalisés depuis 3 ans, en faisant les hypothèses suivantes :

. ouvrages de captage et infrastructures : financement par prêts à 2 % sur 30 ans. Amortissement sur 20 ou 30 ans.

. équipements renouvelables (pompes, moteurs, groupes etc..) : loyer de l'argent : 8 %. Durées d'amortissement conventionnelles.

. fonctionnement : personnel local suivant étude d'organisation du Service de l'eau. 15 % du fonctionnement pour frais de gestion et d'entretien.

. Chaque fiche de calcul (Annexe 3) distingue les cas d'une exploitation à pleine capacité et à mi-capacité (20 l/j/hab.).

3.3 Les principaux résultats sont les suivants (dans les conditions moyennes du *concelho* de Sta Catarina) :

a) Si la charge de premier investissement par tête va de 1 à 2, la charge annuelle d'exploitation varie de 1 à 10 entre le captage de source gravitaire et le forage. (Tableau 11).

b) Le coût total du m<sup>3</sup> dépasse le seuil économique de 30 *esc.* pour les 2 systèmes d'élévation de l'eau (forage, refoulement de source). Il en est de même pour un forage équipé d'un aérogénérateur.

c) Si la charge d'exploitation courante est acceptable<sup>(1)</sup>, à pleine capacité, pour tous les systèmes, elle n'est supportable, à mi-capacité, que pour les systèmes totalement gravitaires. Le taux d'exploitation et

-----  
(1) Rappelons que la hauteur manométrique adoptée est de 100 m. dans le cas du forage ou celui du refoulement.

Le dimensionnement apparaissent donc bien comme des facteurs essentiels de la rentabilité des installations.

La conclusion principale est qu'il faut chercher à aménager, partout où cela est possible, des systèmes totalement gravitaires, même au prix d'un accroissement important de l'investissement initial. Le calcul montre qu'il reste économiquement avantageux de tirer une conduite gravitaire de 3 km et plus pour desservir un groupement de 400 habitants. En outre, une telle solution accroît la part des dépenses locales et n'entraîne que des charges récurrentes très faibles.

3.4 Un schéma de compte d'exploitation annuel a été dressé pour l'ensemble du *concelho* de Sta Catarina (42 000 hab.) sur les bases du § 2.2.

L'équipement par forages des 18 000 habitants des plateaux s'accompagne d'un déficit global, même si les installations fonctionnent à pleine capacité; à mi-capacité, la vente de l'eau n'équilibre même pas l'exploitation courante. Par contre, si 12 000 habitants sur les 18 000 sont desservis par une galerie, le résultat devient bénéficiaire dans tous les cas.

#### 4. ÉTABLISSEMENT D'UN SCHÉMA DIRECTEUR DE L'A.E.P. RURALE

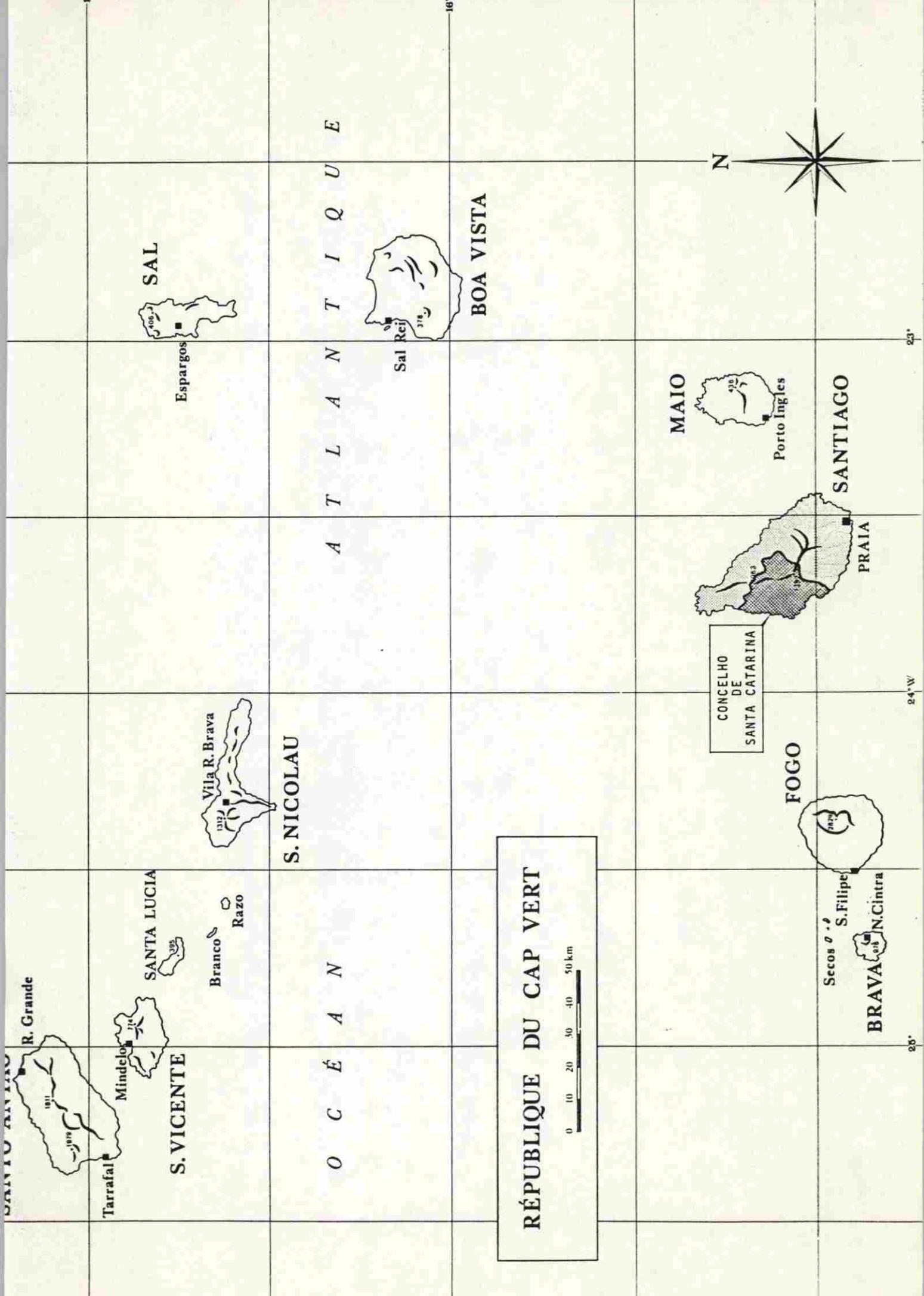
Les bases et les termes de référence de ce schéma directeur, qui constituera le volet "hydraulique villageoise" d'une étude générale d'aménagement du territoire, font l'objet du chapitre 4.

Tenant compte des acquisitions du présent rapport, ce travail comprendrait :

- . une phase de préparation sur cartes comportant notamment l'identification et la caractérisation de l'habitat;
- . une étude systématique des groupements de population les plus importants, avec établissement de fiches;
- . une synthèse avec mise au point et évaluation des équipements retenus;
- . l'élaboration d'un rapport final.

D'importantes opérations d'équipement devant être lancées prochainement, la réalisation d'un schéma directeur de l'alimentation en eau potable rurale apparaît comme urgente.

Par ailleurs, seule l'organisation rationnelle du service de l'eau dans l'ensemble du pays, ainsi qu'elle est prévue, permettra de gérer de manière cohérente les installations de desserte au fur et à mesure de leur réalisation.



Océan

R. Grande

Tarrafal

Mindelo

SANTA LUCIA

S. VICENTE

Branco

Razo

Vila R. Brava

S. NICOLAU

O C É A N

A T L A N T I Q U E

Sal Rei

BOA VISTA

RÉPUBLIQUE DU CAP VERT

0 10 20 30 40 50 km

MAIO

Porto Inglês

CONCELHO DE SANTA CATARINA

FOGO

Secos S. Filipe

BRAVA N. Cintra

SANTIAGO

PRAIA

20°

24°W

23°

17°

18°N

15°

N



## AVANT-PROPOS

S'il se situe bien dans la ligne des termes de référence fixés par le CILSS pour l'ensemble de ses états-membres, le travail qui a été réalisé sur la République du Cap Vert n'y répond pas à la lettre.

En effet, les conditions qui régissent la desserte en eau des populations diffèrent assez fondamentalement, aux îles du Cap Vert, de ce qu'elles sont sur le continent, qu'il s'agisse de l'habitat, du relief, du gisement de l'eau, des types d'ouvrages, des modes de gestion ou de la liaison constante entre l'alimentation en eau potable (A.E.P.) et l'irrigation et de leur situation de concurrence, dans un milieu où les ressources en eau sont en valeur absolue extrêmement limitées (1).

Le gouvernement ayant par ailleurs fait effectuer en 1981 une étude sur la programmation (étude sectorielle O.M.S.), et une sur l'organisation du service de l'eau (1), documents qu'il a retenus comme bases de travail, M. le Ministre du Développement rural, alors coordonnateur du CILSS, a prescrit pour la présente étude, des termes de référence spécifiques pour la République du Cap Vert.

Les nouvelles prescriptions, définies dans la lettre du Ministre du 23/02/1982, figurent en annexe. Elles ont orienté le présent travail vers la détermination de relations entre les types d'habitat et les types d'ouvrages de desserte, avec évaluation des contraintes et des coûts, dans une région-test de l'île de Santiago : le *concelho* de Santa Catarina, où l'habitat est particulièrement émiétté.

Cette étude a permis de mettre en évidence des lignes directrices pour l'équipement et de préparer concrètement un des principaux objectifs du présent projet : l'élaboration d'un schéma directeur de l'A.E.P., dont les termes de référence figurent en conclusion.

---

(1) Le résumé et la première page de l'étude de l'organisation du service de l'eau, qui sont reproduits en annexe, présentent les grandes lignes du problème de l'eau au Cap Vert, et la "situation institutionnelle" de ce secteur.

## 1. L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES POPULATIONS RURALES. PERSPECTIVES ET CONTRAINTES

Les études réalisées jusqu'à présent dans le secteur de l'eau potable sont de trois types. Elles envisagent :

- les ressources : l'inventaire des points d'eau de la D.S.E.G.A.S. est un inventaire hydrogéologique, sans rapport avec l'habitat;
- la gestion des systèmes d'approvisionnement (étude du service de l'eau (1));
- la programmation des investissements pour l'A.E.P. et l'assainissement (étude sectorielle O.M.S.) (2).

La présente étude aborde une autre face de la programmation : la question de savoir quel type d'équipement réaliser dans chaque cas, et si l'on peut définir des types de solution adaptés à des types d'habitat, dans un pays montagneux dont la population est particulièrement dispersée. Elle se fonde sur les objectifs suivants :

- réduire la peine, l'énergie et le temps dépensés dans le portage de l'eau;
- améliorer l'hygiène et la qualité de l'eau;

---

(1) "Etude pour l'organisation du service de l'eau" (BURGEAP R453 E 941 - financement F.A.C.) Sept. 1981.

(2) "Programa de abastecimento de agua e saneamento para o decenio 1981-1990" (Eng. QUINHONES LEVY, consultant O.M.S.) Sept. 1981.

- construire des infrastructures dont l'exploitation soit susceptible d'atteindre l'équilibre financier;

- concourir, même si l'A.E.P. est considérée comme prioritaire par rapport à tout autre usage, à la valorisation optimale de la ressource;

- s'ordonner en fonction de l'aménagement du territoire.

Il n'y a pas, actuellement, au Cap Vert, de normes officielles concernant les priorités d'équipement, ni les critères de choix des solutions à retenir, ni le dimensionnement des ouvrages (1). Les raisons en sont la dispersion de l'habitat et l'extrême diversité des situations. La présente réflexion constitue un pas dans cette direction.

Néanmoins, sur le long chemin qui va de la situation actuelle de pénurie dans l'approvisionnement en eau jusqu'à la généralisation de la desserte à proximité du domicile, le niveau et les objectifs du premier stade de développement sont bien situés dans le "programme d'alimentation en eau et d'assainissement pour la décennie 1981-1990", récemment élaboré par M. LEVY, consultant de l'O.M.S., dans le cadre du Secrétariat d'état au plan. Ce travail évalue les investissements nécessaires pour fournir en 10 ans, à l'ensemble de la population rurale, un minimum d'eau saine dans des conditions d'accès largement améliorées.

Cet effort paraît effectivement réalisable au Cap Vert. Mais il reste à établir une programmation bien étudiée, à partir de critères précis.

---

(1) Les ouvrages de distribution sont dimensionnés à partir de normes portugaises que l'on adapte à chaque cas particulier.

## 1.1 ANALYSE DU RAPPORT O.M.S.

Les éléments essentiels de ce document sont résumés dans les tableaux 1 et 3.

1.1.1. Les investissements totaux à consentir dans la décennie s'élèvent à environ 2,2 M. de *contos* (soit 259 M. de F.F. ou 43 M. de dollars US (1)), dont 0,62 pour l'assainissement et 1,58 pour l'eau potable.

Sur ces 1,58 M. de *contos*, il est proposé d'affecter :

- 1,03 M. pour les villes (*ciudades*) essentiellement Praia (37.500 habitants) et Mindelo (36.000 habitants), et les usines de dessalement (Sal, Mindelo).

- 36.000 *contos* pour une douzaine de chefs-lieux et petits centres de 1000 à 4000 habitants, qui possèdent des réseaux de distribution (*vilas*).

x - 511.270 *contos* à l'A.E.P. rurale, qui concerne 186.000 personnes environ. Sur cette somme, 418.970 *contos* se rapportent à des systèmes simples, le reste concernant les distributions intégrées des villages de Fogo et Brava.

x Nous nous occuperons essentiellement ici de ces systèmes simples, que l'on peut mettre en parallèle avec les "points d'eau villageois" d'Afrique continentale.

1.1.2. Lorsqu'on considère les chiffres île par île, on s'aperçoit que :

x - l'hydraulique villageoise concerne essentiellement les îles de Santiago (98.000 ruraux) et de Santo Antao (35.000 ruraux), les populations intéressées par les systèmes simples étant de l'ordre de 12.000 personnes à S. Nicolau, 10.000 à Fogo, 5.000 à Brava, 3.000 à Maio et S. Vicente. Encore les équipements déjà réalisés ramènent-ils ces chiffres à environ :

---

(1) 1 *conto* = 1.000 *escudos* = environ 120 FF ou 20 US \$

Tableau 1 : Desserte de la population rurale - Travaux à prévoir (décennie 1981-1990)(d'après le rapport LEVY (O.M.S.))

	Total population rurale (1980)	Besoins totaux eau potable (an 2000) (m3/j)(1)	Population base 1980	Besoins en eau potable corresp. (an 2000) (m3/j)	Population restant à alimenter, et dispositifs à aménager													
					à partir de sources (types 2 et 3)		par éolienne sur puits (type 4)		à partir de forages (types 5,6,7)									
					nb. (2)	popul. inté-ressée (base 1980)	invest. (contos)	nb	popul. inté-ressée	invest. (contos)	nb (2)	popul. inté-ressée						
SANTIAGO																		
Prala	28 560	937	22 815	748	36	7 293	22 491	7	1 457	5 682	11	14 065	44 216					
Sta Catarina	28 339	930	22 952	753	110	22 012	62 547	-	-	-	2	940	6 766					
Sta Cruz	19 359	635	15 351	504	13	2 702	2 174	22	4 411	17 210	7	8 238	25 050					
Tarrafal	21 545	707	18 957	622	26	5 123	15 679	26	5 123	20 214	7	2 591	26 461					
TOTAL	97 803	3 209	80 075	2 627	185	37 190	106 891	55	77 052	43 106	27	31 834	102 493					
SANTO ANTAO																		
Porto Novo	9 967	259	9 198	239	45	9 198	28 175	-	-	-	-	-	-					
Rio Grande	18 378	477	18 378	477	87	17 341	61 780	-	-	-	1	433	3 880					
Paul	6 891	179	6 891	179	34	6 891	25 272	-	-	-	-	-	-					
TOTAL	35 236	915	34 467	895	166	33 430	115 227	-	-	-	1	433	3 880					
BOA VISTA	2 068	69	2 068	69	5	1 177	3 028	1	125	780	1	766	3 302					
ST NICOLAU	11 578	274	2 355	56	12	2 355	7 124	-	-	-	-	-	-					
MAIO	2 659	94	714	25	1	132	780	1	132	780	1	582	3 464					
FOGO	27 193	659	18 316	444	Adductions, fontaines, travaux divers		Total: 96 870 contos											
BRAVA	5 124	141	5 124	141	Adduction et travaux divers pour		19 250 contos											
SAL	1 795	62	1 795	62	Travaux d'adduction de type urbain													
S. VICENTE	2 918	102	1 300	46	-	-	-	7	1 300	5 070	-	-	-					
TOTAUX	186 374	5 525	146 214	4 365	368	74 152	232 270	64	12 608	49 736	30	33 615	113 139					

(1) Besoins : 25 l/j x taux d'accroissement rural défini pour chaque île (LEVY cadre 7).

(2) Nombre d' "équipements équivalents" sur la base de 200 hab. (types 2,3,4), ou 1200 hab. (types 5,6,7).

80.000 à Santiago  
 34.000 à S. Antao  
 10.000 à Fogo  
 5.000 à Brava  
 2.000 à S. Nicolau et Boa Vista  
 1.000 à Maio et S. Vicente.

Les conditions d'accès à l'eau varient avec les îles, et ceci renforce la priorité de Santiago, l'île principale, par rapport à Santo Antao, où les aménagements consistent pour une bonne partie à construire des fontaines publiques alimentées par des eaux de sources transportées gravitairement par conduites ou canaux (*levadas*).

1.1.3. Concernant la nature des équipements (tableau 2), le rapport O.M.S. a considéré qu'on pouvait se ramener, pour les systèmes simples, aux 3 types suivants :

- captage de source (en général en fond de *ribeira* (1) avec adduction jusqu'à une borne-fontaine, gravitaire ou comprenant un refoulement avec un réservoir intermédiaire;

- équipement de puits existants dans les *ribeiras* avec une éolienne refoulant l'eau jusqu'à une fontaine sur le versant ou le plateau voisin (2);

- forages avec alimentation sur un réservoir desservant une série de fontaines.

Si, à partir des normes sur lesquelles est fondé le rapport (3), on calcule le nombre "d'équipements équivalents" correspondant aux investissements, on obtient la prévision suivante, pour les aménagements à réaliser.

---

(1) fond de vallée.

(2) ... mais ceci suppose une orientation particulière de la vallée, permettant la pénétration du vent.

(3) Source ou puits desservant 200 personnes, forage desservant 1.200 personnes.

Tableau 2 : Aménagements d'A.E.P. pouvant être envisagés dans la décennie 1981-1990.

	à partir d'une source	à partir d'un puits (éolienne)	à partir d'un forage	TOTAL
Santiago (dont <i>concelho</i> de Sta-Catarina)	185 (110)	55	27 ( 2)	267 (112)
Santo Antao	166	-	1	167
Boa Vista	5	1	1	7
S. Nicolau	12	-	-	12
Maio	-	1	1	2
S. Vicente	-	7	-	7
TOTAL (hors Fogo et Sal)	368	64	30	462
Populations intéressées	74.152	12.608	33.615	120.375

N.B. Il y a déjà en service 20 forages d'A.E.P. ou mixtes à Santiago, 13 à S. Nicolau, 6 à Boa Vista, 4 à Maio, 3 à S. Vicente et 2 à Sal, sans compter les forages de pure irrigation.

1.1.4. Ces chiffres, quoique théoriques, illustrent bien le fait qu'à l'exception des sources d'altitude, c'est dans les fonds de *ribeira* que se trouvent les ressources accessibles, et de tous temps exploitées, par un grand nombre de petites sources, captées ou non, et des puits. Ces points d'eau servent principalement à l'irrigation (droits d'eau) et fournissent également l'eau domestique, mais en quantité limitée par les contraintes du portage.

Les études hydrogéologiques entreprises à partir de 1969 ont montré que les forages permettaient de capter d'autres ressources, qui se perdaient en mer, ou de recapter les mêmes eaux en les pompant à une altitude plus élevée avec un débit plus important (couramment de 1 à 10, par rapport aux sources de *ribeira*).

En créant des galeries d'altitude dans des zones peu accessibles aux forages, on peut concentrer plus encore les débits (dans un rapport de l'ordre de 1 à 100 par rapport aux petites sources), et desservir ainsi des zones irriguées, des agglomérations, ou des zones à forte densité de populations.

Très schématiquement, le problème posé par la desserte d'une population le plus souvent dispersée sur les plateaux et les versants, est de déterminer :

- s'il est possible d'amener par gravité l'eau d'une source ou d'un captage situé plus à l'amont;

- sinon, dans quelles conditions il est économiquement justifié de mettre l'eau à la disposition des usagers à l'altitude des habitations, par pompage ou par refoulement;

- dans quel cas la meilleure solution pour ce faire est d'aménager les sources situées en contrebas et de refouler leur eau jusqu'au niveau d'utilisation, ou bien de capter et de pomper l'eau par forage à proximité de la zone d'utilisation.

#### 1.1.5. Les normes du rapport O.M.S.

Les principales bases d'évaluation du rapport LEVY sont les suivantes :

- Evolution globale de la population rurale : suivant des taux variés avec les îles et les périodes (globalement : - 2,5 % à Fogo, + 32 % à Santiago et Boa Vista);

- Consommation journalière : 25 l/jour, constant dans le temps.

Dans le tableau 3, le dimensionnement est basé sur un accroissement de la population des groupements d'environ 50 % d'ici l'an 2000, ce qui revient à prendre en considération la population de 1980 avec une consommation de 37,5 l/jour.

Tableau 3 : Types d'équipement et coûts (d'après le rapport LEVY (O.M.S.))

	SOURCE			PUITS		FORAGE			
	gravitaire	refoulement		refoulement éolien					
Hypothèses retenues	"Village"-type : 200 hab. en 1980 (300 en 2000) 25 l/j, soit 5m <sup>3</sup> /j 1980 (7,5 en 2000) - Fontaine partout Captage : 10 m l, 50x2,40-Adduction : 300 m- Réservoir : 20 m <sup>3</sup>								
Etat initial	Captage et adduc. à réparer (2)	Source non captée (3/1)	Source captée (3/2)	Source non captée (3/3)	Source captée (3/4)	Puits (4)	Néant (5)	Forage non équipé (6)	Forage équipé (7)
TRAVAUX A REALISER (coûts en contos)									
Réparation d'un captage	30	150		150		140			
Construction d'un captage	53	210	210	210	210			1400	1400
Répar. adduct. PVC Ø 80 sur 300 m								4 x 80	4 x 80
Construction " 200 m								4 x 200	4 x 200
" " 300 m									
" " 2000 m									
Construction fontaine-réservoir	100	100	100	80	80	80			
" fontaine ordinaire				120	120	120			
Construction " 20 m <sup>3</sup>				100	100	100			
" " 40 m <sup>3</sup>				70	70	70			
Motopompe									
Refoulement Ø 80 (100 m)									
Couverture et réparation d'1 puits									
Pose d'une éolienne									
Construction d'un forage (50% AEP, 50% irrigation)								1/2(640)	1/2(250)
Pompe GRUNDFOS moteur								20	20
Génie civil									
TOTAL x 1,3 (contos)	238	598	403	949	754	780	3880	3465	3302
INVESTISSEMENT PAR TETE (escudos)	1190	2290	2015	4745	3770	3900	3233	2087	2752
			moyenne :	3025					

- Capacité et caractéristiques des équipements :

a) Tous les ouvrages sont équipés de fontaines, même lorsque la desserte reste gravitaire.

b) Puits à éolienne et sources : capacité 200 hab. (300 en 2000) soit 7,5 m<sup>3</sup>/j. Adduction sur 300 m (500 m à Santo Antao). Refoulement sur 100 m de longueur. Réservoir : 20 m<sup>3</sup>.

c) Forages : capacité : 1.200 hab. (1.800 en 2000), soit 45 m<sup>3</sup>/j (forage 10 m<sup>3</sup>/h dont 5 pour l'irrigation). 2.000 m d'adduction. 4 réservoirs de 40 m<sup>3</sup> et 4 fontaines.

Dans ces conditions, les coûts d'investissement par tête se situent entre 1.200 esc. (captages à réparer + fontaine) et 4.700 esc. (captage, refoulement, adduction, réservoir et fontaine, à partir d'une source; la moyenne est de l'ordre de 3.000 esc. (même ordre de grandeur pour les forages). Les dénivellées ne sont pas évaluées et le fonctionnement non chiffré.

## 1.2. REFLEXION SUR LES BASES DE LA PROGRAMMATION

### 1.2.1. La structure de l'habitat

1.2.1.2. Dans certaines îles, l'habitat rural est groupé en villages (S. Nicolau pour l'essentiel, Fogo, Maio, Boa Vista). Dans ce cas, la comparaison technique et économique des solutions d'A.E.P. possibles n'est compliquée que par les incertitudes éventuelles de l'hydrogéologie.

X A Santiago, et particulièrement dans le *concelho* de Sta-Catarina, l'habitat rural est extrêmement dispersé; il n'existe pas même de village au sens administratif.

Aussi, la détermination d'une solution correcte au problème posé par l'amélioration de la desserte en eau passe-t-elle par la délimitation des groupements de population et leur caractérisation en fonction des paramètres suivants :

- nombre d'habitants,
- densité,
- organisation interne,
- relation avec les groupements voisins,
- situation par rapport aux éléments du relief (versant, fonds de vallée, plateau, sommet), et suivant les relations de l'habitat avec les points d'eau actuels :

- . distance à parcourir jusqu'au point d'eau,
- . dénivelée,
- . débit et qualité des points d'eau.

Une combinaison judicieuse de ces paramètres devrait permettre de dégager, par comparaison entre les cas, des priorités pour l'équipement.

Une part importante du temps consacré à la présente étude a consisté à essayer d'identifier les groupements, de les caractériser et de les classer en utilisant les documents disponibles : le recensement, la carte régulière, la couverture photographique aérienne et les cartes des points d'eau (voir chapitre 2 et annexe A2). Il était en effet exclu, sauf cas particulier, dans le cadre d'un tel travail, de les étudier sur le terrain.

1.2.1.3. La structure actuelle de l'habitat a, sans aucun doute, une relation avec la localisation des sources et la facilité de trouver de l'eau dans les *ribeiras*. Inversement, il est hors de doute que la création de points de desserte plus accessibles va entraîner une certaine modification de l'habitat.

Cet effet doit être considéré avec attention dans la perspective de l'aménagement du territoire, et on peut chercher à utiliser dans ce sens l'effet d'incitation des points d'eau sur l'habitat. En d'autres termes, il faut se demander si les fontaines publiques doivent être installées uniquement en fonction de l'habitat tel qu'il est aujourd'hui ou de façon à orienter son évolution. Cette question relève non pas de la technique mais d'une politique d'aménagement.

Par ailleurs, la zone d'influence effective d'un nouveau point d'eau est a priori incertaine, dans un habitat

aussi dispersé. Il va de soi que les fontaines doivent être installées dans les zones les plus denses et dans les sites où elles seront le plus facilement accessibles à la majorité des usagers que l'on souhaite atteindre. Mais bien d'autres paramètres jouent sur l'utilisation effective, dont la concurrence des anciens points d'eau, difficiles d'accès mais gratuits.

A titre d'exemple, la norme retenue pour l'adduction (en voie d'achèvement) d'Achada Lem, pour 1.500 à 2.000 usagers, est d'une fontaine publique tous les kilomètres pour 500 personnes. La distance maximale de parcours est donc de 500 mètres, en terrain peu accidenté.

### 1.2.2. Les critères d'équipement

Nous n'envisagerons ici que le milieu rural, à l'exception des villes (*ciudades*) et même des petits centres (*vilas*) sauf, pour ces derniers, lorsqu'une solution d'ensemble peut intégrer à la fois une *vila* et les villages ou groupements les plus proches.

On se bornera à une première réflexion concernant les facteurs de choix, que l'on abordera à nouveau dans le cadre de l'étude particulière du *concelho* de Sta-Catarina. C'est évidemment le fond du problème.

Classer ces critères suivant un ordre d'importance n'est guère possible, dans le cadre d'une telle étude. Les critères qui se rapportent à l'amélioration du service sont, en effet, plus ou moins en contradiction avec les critères économiques, de sorte que le problème est, pour un niveau donné de l'économie nationale, de trouver le point d'équilibre entre les deux. Mais cette question générale se trouve en fait posée dans le choix de chacun des équipements. D'où l'intérêt des catégories d'équipement (1).

---

(1) Dans ce débat, l'importance qui s'attache au maintien équilibré des habitants sur les terres, afin d'éviter une agglomération pléthorique dans les villes, a une importance politique et une traduction économique qui sortent à l'évidence de la présente étude.

### 1.2.2.1. Critères de priorité

La bonne connaissance qu'a l'administration capverdienne de la situation des groupements d'habitat rural par rapport à l'eau, facilitée par la petite taille des unités et la présence d'un délégué du M.D.R. dans chaque île rurale, a pour conséquence que les points où l'équipement est le plus urgent sont bien connus.

Cependant, dans la perspective de l'établissement d'un programme d'équipement global, lequel exigera d'ailleurs un inventaire systématique, il est intéressant d'énumérer (dans l'ordre qui nous semble devoir être celui des priorités) les critères d'urgence à retenir pour l'équipement des villages ou groupements.

a) La situation de pénurie, caractérisée par l'effort et le temps à dépenser pour obtenir de l'eau de qualité suffisante et, en pratique, par la distance au point d'eau et la dénivelée.

b) Les conditions d'hygiène et, éventuellement, de qualité chimique (salinité) de l'eau disponible.

c) La taille du groupement intéressé.

d) La présence d'équipements collectifs tels que école, dispensaire ou marché.

e) Les perspectives de développement du groupement ou de la zone.

f) Le coût et la facilité d'équipement (priorité aux réparations), et de fonctionnement.

Ces critères pourraient faire l'objet de cotations permettant de comparer les cas, mais une telle tentative ne pourra valablement être entreprise que sur la base d'un inventaire systématique.

### 1.2.2.2. Critères relatifs à l'amélioration du service

a) Degré d'hygiène : Ce critère joue contre les captages de fond de *ribeira* et en faveur des sources d'altitude, des galeries et des forages. Les *ribeiras* recueillent en effet les pollutions et risquent d'en être de plus en plus affectées avec le développement dans les zones d'habitat dense. En fait,

ce danger varie largement et devra être examiné cas par cas, ainsi que les parades adaptées.

b) Degré de sécurité : il est difficile de comparer les systèmes sous ce rapport, car les risques sont d'un ordre différent suivant les solutions :

- Les captages de *ribeira*, et plus encore les puits, peuvent, en dépit des protections, être détruits par les crues exceptionnelles.

- A l'inverse, les systèmes intégrés sont plus gravement exposés que les systèmes simples, qui divisent les risques accidentels.

- En ce qui concerne les forages, il ne faut pas oublier qu'il suffit d'un arrêt prolongé de la pompe pour interrompre toute la distribution, et d'un accident dans le forage (par exemple au changement de la pompe) pour l'arrêter durablement. Aussi faut-il envisager de doubler les forages dès que le système qu'ils commandent a une importance donnée (à évaluer) et, à terme, tous les forages d'A.E.P. si les usagers ne disposent pas (ou plus) d'une solution alternative pour se ravitailler. Ceci pèse évidemment sur le coût de l'eau.

c) Facilité d'accès : ce critère pose, en fait, toute la question du dimensionnement des fontaines, et de leur zone d'influence.

#### 1.2.2.3. Critères relatifs à l'aménagement du territoire

Nous bornant aux éléments d'ordre technique, nous citerons :

##### a) L'affectation judicieuse de la ressource en eau

Ce problème est particulièrement en relief pour les systèmes intégrés : par exemple, le choix entre le recours à une galerie de captage en altitude pour alimenter par gravité (le long des routes) plusieurs milliers (ou dizaines de milliers) de personnes dans une zone dense, ou l'affectation de cette eau à l'irrigation dans la même zone, ou dans une autre (par exploitation du même gisement par une autre galerie (1)). A contrario, dans cet exemple, l'option galerie

(1) Cette question est d'ores et déjà posée pour la zone d'Assomada comme on le verra plus loin.

permettra, dans la mesure où elle correspond bien à un transfert de ressources à partir d'un autre bassin, d'économiser les eaux des nappes locales, et notamment des sources de *ribeiras*, qui se trouveront disponibles pour d'autres usages (bétail, cultures). Il est clair que la recherche de la valorisation maximale ne peut procéder que d'une vision globale de l'aménagement du territoire.

La question se pose identiquement, quoique plus simplement, à l'échelle locale: un forage sur le plateau apportera-t-il un accroissement des ressources globales ou se traduira-t-il, à terme, par l'assèchement ou la diminution du débit des sources périphériques, et à quels résultats cela conduit-il ?

Il ne faut pas oublier, en tout cas, que l'augmentation de la consommation que l'on est en droit d'attendre des nouveaux aménagements se traduira souvent par une diminution des possibilités d'irrigation (par exemple dans le cas du refoulement de l'eau d'un captage sur l'*achada*).

#### b) Les relations de l'équipement d'A.E.P. avec la politique de l'énergie :

La question posée est de savoir :

- quelle est l'importance de l'exhaure de l'eau dans la dépense énergétique prévisible d'une zone dont l'électrification est prévue ?

- s'il est justifié de développer plus largement, dans ce cas, les systèmes utilisant l'électricité aux lieux et place de systèmes gravitaires ou utilisant des énergies renouvelables.

#### 1.2.2.4. Critères sociaux et socioéconomiques

##### a) Adhésion et réticence des collectivités intéressées. Droits d'eau

Cet élément du choix a une particulière importance lorsqu'il s'agit de substituer à la source traditionnelle d'alimentation d'un petit groupement une solution autonome nouvelle que la collectivité devrait elle-même prendre en charge.

Plus importante encore est la contrainte relative aux droits d'eau, qui existent sur la grande majorité des sources. Tout prélèvement nouveau nécessite donc une enquête préalable et l'accord de tous les intéressés (1).

(1) Dans de nombreux cas, il serait économiquement justifié de dériver par gravité la source traditionnellement utilisée en contrebas du village, vers un autre village situé plus à l'aval (et de transférer gravitairement vers le premier l'eau d'une source située à l'amont). Mais il va de soi que, dans l'adoption d'une telle solution, les données non techniques du problème risquent d'être déterminantes.

b) Intérêt des travaux fortement utilisateurs de main d'oeuvre et peu dépensiers en devises.

Ce souci amène à privilégier les galeries, et surtout les captages de sources.

1.2.2.5. Critères relatifs à la gestion des équipements

De ce point de vue, l'objectif à viser est l'efficacité maxima; par conséquent, il faut éviter de surcharger l'organisme de gestion des eaux, au centre et dans chaque île (1).

On a sans doute intérêt, au moins dans un premier temps, à laisser ou à remettre aux petits groupements autonomes la gestion de leur propre système, lorsqu'ils sont en mesure de le prendre en charge. On évitera ainsi de distribuer, de compter et de facturer l'eau des petits systèmes.

Il faut donc se demander où passe la frontière entre ces points d'eau autonomes et les systèmes complexes où l'eau sera vendue, et dont le fonctionnement et la gestion requièrent un organisme spécialisé.

Le premier groupe comprend naturellement tous les petits captages gravitaires et les forages équipés de pompes à main (2). Le bon fonctionnement de ces ouvrages reposant sur la capacité de prise en charge des utilisateurs, il est particulièrement important que les aménagements correspondent à leurs souhaits et qu'ils disposent des moyens effectifs (financiers et pratiques) de l'entretien.

Dans le second groupe, figurent tous les systèmes de distribution complexes, même gravitaires, et les systèmes basés sur l'exploitation des forages par pompe immergée ou à axe vertical.

---

(1) Voir le rapport sur l'organisation du service de l'eau.

(2) ... où l'eau peut être payée forfaitairement par une taxe par habitant ou par famille.

Entre les deux se situent des installations de petit débit utilisant des moyens mécaniques simples comme les petites stations de refoulement par pompe centrifuge ou par éolienne, ou les forages équipés d'éoliennes, dont le rattachement à l'un ou l'autre secteur doit être étudié.

Il va de soi qu'une bonne prise en compte du facteur gestion peut amener à infléchir la politique d'équipement, soit vers les systèmes autonomes, soit vers les systèmes complexes.

#### 1.2.2.6. Critères et contraintes économiques et financiers.

Déjà évalué dans l'étude sur le service de l'eau, le coût de l'eau produit par différents systèmes est calculé en annexe et présenté dans le chapitre 2.

L'étude sur l'organisation du service de l'eau a montré que la limite économique paraissait se situer pour l'eau potable rurale autour de 28 escudos le m<sup>3</sup> (base 1981). Plusieurs remarques s'imposent à ce sujet :

a) Vu la disparité des prix de revient entre les systèmes gravitaires réalisés à partir de captages et les systèmes de pompage profond ou de refoulement en altitude c'est la proportion de chacun de ces systèmes qui importe, et l'ensemble doit être dimensionné de sorte que le coût résultant ne dépasse pas le seuil de 28 escudos le m<sup>3</sup>.

b) Il est vraisemblable que les investissements de base, à longue durée d'amortissement, seront couverts par des prêts à taux très bas ou des dons, et qu'ils pèseront par conséquent peu sur les usagers. Par contre, il est essentiel que les charges de fonctionnement, d'entretien et de renouvellement des organes mécaniques (pompes, moteurs) soient couvertes sans difficulté par les utilisateurs.

c) Les coûts prévisionnels sont calculés sur la base d'une desserte de l'ensemble de la population concernée et de consommations journalières prévues pour l'avenir. Or, le principal coefficient d'incertitude est le taux d'utilisation réel des installations, et il est peu d'exemples que celles-ci soient d'emblée utilisées à plein. Si la gestion des installations est stricte (ce qui est vital pour le système et pour l'économie de la ressource), une limi-

tation par le coût se substituera progressivement à la limitation par l'accès dans des proportions qu'il est difficile de prévoir. C'est pourquoi il importe de surveiller attentivement l'évolution des quantités réellement utilisées, et d'y adapter l'action future.

## 2. ETUDE DE SCHEMAS D'ALIMENTATION EN EAU DANS LE CONCELHO DE SANTA CATARINA

### 2.1. ETUDE DE L'HABITAT

#### 2.1.1. Les bases de l'étude

##### 2.1.1.1. Traduction géographique du recensement.

Le recensement de 1980 a dénombré, dans le *concelho* de Sta Catarina, près de 42.000 habitants répartis comme suit :  
33.429 résidents dans la *freguesia* de Sta Catarina  
8.490 résidents dans la *freguesia* de S. Salvador do Mundo.

La très grande dispersion de l'habitat, et le fait qu'il n'existe pas de division administrative en dehors des *vilas*, a amené à organiser le recensement sur la base de districts d'environ 500 habitants, délimités pour les besoins de l'enquête (528 pour l'ensemble des îles, dont 264 pour Santiago et 79 pour le *concelho* de Santa-Catarina), et en *lugares* (185 à Sta-Catarina et 700 sur l'ensemble du territoire (1), dont les limites n'ont pas été reportées sur la carte au 1/25.000, déjà ancienne (1972), où leur nom ne figure pas toujours.

Le premier travail qui s'imposait était donc de traduire géographiquement le recensement. La méthode employée est indiquée en annexe (A2). Elle a été une réussite puisque l'écart entre l'interprétation de la couverture photographique aérienne (qui date de 1981) et les données du recensement ne dépasse pas 5 % sur le secteur où la méthode a été mise au point, et 10 % sur la zone-test.

---

(1) *lugar* : localité, ou lieu-dit; le nombre de *lugares* traditionnels s'élève à 1.200, et non 700, dans l'ensemble des îles.

Ce travail, qui a exigé de longs tâtonnements, repose sur un comptage de tous les toits visibles sur les photos aériennes (1). Il a été réalisé sur une partie bien délimitée du *concelho* (zone-test), qui totalise 26.000 habitants : il s'agit des bassins des *ribeiras* da Barca et do Charco, de la *ribeira* dos Engenhos, et du haut-bassin des *ribeiras* Grande et Boa Entrada. (voir la carte).

#### 2.1.1.2. Les groupements et leur situation

A partir des taches formées par les zones d'une certaine densité d'habitat, des regroupements ont été effectués en traçant des limites imposées par la morphologie, dans ses rapports avec le transport de l'eau : certaines barres rocheuses sont infranchissables, mais les fonds de vallée, dans lesquels les points d'eau sont situés, constituent également des limites naturelles. Superposés à la carte des points d'eau de la D.S.E.G.A.S., ces groupements ont été mis en relation avec leurs points d'eau probables, d'après la morphologie du terrain; néanmoins, seule une enquête sur chaque point d'eau pourra permettre d'obtenir une certitude à cet égard.

Sur la carte, cette représentation fait apparaître à côté d'une poussière de hameaux, quelques grands ensembles relativement denses, situés essentiellement sur les *achadas*, dont, en dehors de la ville d'Assomada, *Achada Lem* est le plus important (3.000 habitants).

Au point de vue topographique, on a pu distinguer 4 situations caractéristiques, auxquelles tous les groupements ont été rattachés :

- les plateaux (*achadas*)
- les crêtes et hauts de versant
- les versants
- les fonds de vallée.

---

(1) Cette méthode, mise au point pour les zones rurales, n'est pas adaptée aux agglomérations importantes renfermant de nombreuses habitations à étages (*ciudades* et *vilas*); pour ces dernières, il faudrait se reporter aux données du recensement, et consulter, pour les limites géographiques, les délégués du gouvernement dans les *concelhos*.

Il n'a pas été possible, dans le cadre d'une telle étude, d'ajouter à cette répartition un classement des groupements suivant leur densité interne, mais on n'a retenu comme susceptibles d'être équipés que les groupements renfermant au moins 150 personnes dans un rayon de 250 m.

### 2.1.2. Résultats

2.1.1.2. Pour la zone-test, les résultats sont synthétisés par le tableau ci-dessous.:

La concordance entre le comptage (environ 25.600 hab.) et la population recensée dans la zone (23.755 hab.) est satisfaisante.

On voit qu'il n'y a que 30 groupements (8 %) de plus de 200 habitants, et qu'ils contiennent 66 % de la population. A l'opposé, 86 % des groupements ont moins de 100 habitants et ne comptent ensemble que 21 % de la population. 59 % des habitants vivent sur les plateaux.

Tableau 4 : Taille et répartition géographique des groupements dans la zone-test.

Taille des groupements	1 - 10 hab.		11-100 hab.		101-200 hab.		201-500 hab.		> 500 hab.		Totaux	%
	Nb	Pop.	Nb.	Pop.	Nb.	Pop.	Nb.	Pop.	Nb.	Pop.		
Situation												
Achadas	50	250	55	2.200	7	1.000	8	3.050	6	8.600	15.100	59
Hauts de versants	70	400	28	500	4	600	3	1.000	-	-	2.500	10
Versants	40	200	27	900	6	800	8	1.900	-	-	3.800	15
Fonds de vallées	50	200	21	800	7	900	4	900	1	1.400	4.200	16
TOTAUX	210	1.050	131	4.400	24	3.300	23	6.850	7	10.000	25.600	100
Pourcentage	53	4	33	17	6	13	6	27	2	39	100	

2.1.1.3. Ensemble du *concelho* : En tenant compte du fait que la vaste zone d'achadas (Lem, Falcao) constitue une singularité, qui ne se retrouve pas (ou peu), ni dans le reste du *concelho* (ni sur le reste de l'île de Santiago), et en admettant qu'en dehors des *achadas*, la population se répartit sensiblement de la même manière sur les pentes, on peut extrapoler au *concelho* de Santa Catarina les résultats obtenus, et admettre comme probable la répartition suivante de ses 42.000 habitants:

Tableau 5 : Répartition probable de la population du *concelho* de Sta Catarina en fonction de la taille et de la situation des groupements.

Situation	1 à 10h.	11 à 100h.	101 à 200h.	201 à 500h.	> 500h.	TOTAL	%
Achadas	300	2.500	1.200	3.500	10.500	18.000	43
Hauts de versant	900	1.100	1.400	2.300		5.700	13
Versants	450	2.050	1.850	4.350		8.700	21
Fonds de vallées	450	1.850	2.050	2.050	3.200	9.600	23
TOTAL	2.100	7.500	6.500	12.200	13.700	42.000	100
%	5	18	15	29	32	100	

## 2.2. SYSTEMES DE DESSERTE EN RELATION AVEC LES TYPES D'HABITAT

L'étude sur documents (cartes topographiques, hydrogéologiques et des points d'eau essentiellement), des principaux groupements de population de la zone-test a permis de dégager des solutions (1) qui, faisant appel à la gravité chaque fois que possible, doivent conduire, fût-ce au prix d'un investissement de départ élevé, à un coût de fonctionnement minimal.

(1) Le bien-fondé de certaines reste évidemment à vérifier. Toutes doivent être étudiées sur le terrain.

Dans cette perspective, on n'a retenu la solution du forage ou du refoulement de l'eau de captage que lorsque la desserte gravitaire ne paraissait pas possible.

Néanmoins, il n'est pas exclu qu'une étude plus fouillée fasse apparaître d'autres possibilités d'adductions gravitaires de sources, au prix d'une plus grande longueur de conduite.

### 2.2.1. Population des achadas (1.500 habitants) : Forages ou galeries

#### 2.2.1.1. Desserte à partir de forages

Les grands groupements des *achadas*, souvent en voie de densification (le long de la route), dans des zones particulièrement favorables à la culture en sec, étaient en situation critique pour l'approvisionnement en eau, les sources se trouvant souvent à plus de 100 m en contrebas des habitations.

C'est ce qui a amené le M.D.R. à les équiper en priorité, à partir de forages de 100 à 150 m de profondeur (l'eau est entre 50 et 120 m sous le sol) et de fontaines-lavoirs, solution qui, après étude, s'est avérée préférable au refoulement des sources (refoulement équivalent ou supérieur, eau parfois polluée et déjà utilisée pour l'irrigation).

Les adductions sont plus ou moins développées, la principale (Achada Lem) ayant 5 km de longueur.

Le tableau ci-dessous récapitule les travaux réalisés ou en cours, ou pouvant être envisagés.

Tableau 6 : Populations d'*achadas* pouvant être desservies par forages (situation au 31/7/82)

Travaux	Localités	Estimations des populations concernées	Observations
réalisés	Assomada et environs	4.700	Dont 3.600 pour la ville d'Assomada. Sans compter le déplacement de populations éloignées, situées au sud.
	Achada Falcao : Mancholi	500	
	Achada Falcao : Mato Baixo	400	
en cours	Achadalem	3.200	Liaison au forage de Fundura à prévoir par sécurité.
prévus	Ribeiras Manuel-Tomba Toiro	1.800	Débit disponible limité Village côtier assimilé à une population d' <i>achada</i> .
	Porto Rincao	500	
à envisager	Achada Pelado	800	Concurrence probable des points d'eau anciens situés dans les ribeiras. Possible ultérieurement par galerie.
	Vivenda da Achada Falcao	2.500	
	Population totale estimée	14.400	

### 2.2.1.2. Desserte gravitaire à partir d'une galerie

Si la mise en oeuvre d'une telle solution n'avait réclamé des années, il aurait été possible de desservir toute la série des achadas, d' Assomada à Achadas Lem, à partir d'une galerie pratiquée au sud sous le massif du Pic d'Antonia. Cette solution pourrait d'ailleurs prendre, dans l'avenir, le relais des dispositifs actuels fondés sur les forages. Concernant environ 10 000 habitants, elle pourrait utiliser 400 m<sup>3</sup> sur les 1 000 à 2 000 m<sup>3</sup>/jour drainés par la galerie, le reste étant affecté à l'irrigation (le projet serait évidemment intégré, et devrait être compatible avec d'autres projets de galeries dans le même massif).

### 2.2.2. Populations de versants (6.300 habitants) : Captage de sources

L'examen des tableaux précédents montre qu'il s'agit de petits groupements qui ne dépassent jamais 500 habitants. Le tiers de cette population se groupe d'ailleurs en des *lugares* de moins de 100 habitants, très difficiles à alimenter économiquement, en raison même de leur dispersion.

La taille des groupements et leur situation ont pour conséquence que le forage ne s'y justifie généralement pas, et qu'il est par contre possible de les alimenter à partir de captages de sources, lorsque la taille et/ou la densité du groupement est suffisante.

La desserte gravitaire est souvent possible lorsque le village se situe vers le bas du versant, le refoulement étant en général nécessaire dans les hauts. La correspondance n'est pas systématique.

L'étude faite à partir des cartes et du fichier de la D.S.E.G.A.S. nous a amenés à envisager les solutions suivantes, dans la zone-test :

#### 2.2.2.1. Desserte gravitaire

60 % de la population de versants, qu'il a paru possible de desservir, sont techniquement justiciables d'une desserte gravitaire :

On notera bien la distance moyenne d'adduction, qui est de 600m.

Tableau 7 : Populations de versant susceptibles d'être desservies par sources gravitaires

Localités	Pop. arrondie	Source susceptible d'être captée (N° DSEGAS)	Débit total (m3/j)	Distance (m)	Débit à dériver (m3/jour)
Cha Lagoa	400	54-405	7	500	Totalité
Chao Grande et Curral	600	51-5	300	2.500	12 à 14
Chao de Tanque	200	54-435	35	750	4 à 8
Palha Carga Ach. Gregorio	600	54-99	10	750	Totalité
Palha Carga 2	400	54-102	7	500	Totalité
Palha Carga 3	400	54-104	15	300	8 à 15
Bica, Pinha	400	54-46	8	300	Totalité
Pônto Lopo	250	54-89	12	300	5 à 10
TOTAL	3.250				
Moyenne	406			612	

Il faut souligner que ces choix ont été faits au bureau sur les seuls critères de distance, de débit et de cotes. Si ces solutions paraissent rationnelles, elles n'en sont pas moins purement théoriques, puisqu'elles ne prennent en compte ni l'affectation actuelle des sources, ni les droits d'eau, ni les difficultés techniques singulières de pose de conduites.

#### 2.2.2.2. Desserte par refoulement

Pour les autres groupements de taille suffisante, situés en général en partie haute des versants, il semble en première analyse difficile d'envisager une autre solution que le refoulement des sources actuellement utilisées.

Les cas envisagés sont les suivants, sur la zone-test :

Tableau 8 : Population de versants susceptibles d'être desservies par refoulement de sources

Localités	Pop.	Source susceptible d'être captée	Débit (m3/j)	Alt. (m)	Refoulement dist. (m)	Refoulement haut. (m)	Débit à refouler (m3/j)
Achada Gomes	500	54-10	60	375	500	100	10 à 20
Cutelo	350	54-132	31	400	300	70	7 à 14
Engenho	400	54-41	40	390	500	30	8 à 16
Mato Gege	200	54-389	12	545	600	60	4 à 8
Ach. do Ponte	200	51-5	300	290	500	130	4 à 8
Fonte Lima	350	54-27	58	440	500	70	7 à 14
TOTAL	2 000						
Moyenne	330				483	77	

### 2.2.3. Les populations de fond de vallée

On a pu dénombrer, en fond de vallée, environ 4 200 personnes en une trentaine de groupements de plus de 10 habitants, qui s'alimentent à des sources, puits ou émergences, dont ils sont distants de moins de 300 mètres.

S'il est souhaitable d'améliorer leur desserte par l'aménagement de captages et de bornes-fontaines, il est clair qu'il s'agit là de cas de moindre urgence.

Dans cet ensemble, l'agglomération de Ribeira da Barca (1.400 habitants) justifiait une action particulière : un forage et un réservoir, qui commande deux fontaines, y sont déjà en cours de réalisation.

### 2.2.4. Les populations trop dispersées

L'étude des photos a permis de reporter sur la carte plus de 250 hameaux disséminés, où vivent au total 1 500 à 2 000 personnes. Leur dispersion est telle qu'on ne voit, a priori, la possibilité d'aucun aménagement.

### 2.2.5. Extrapolation à l'ensemble du concelho de Sta-Catarina

Sur les mêmes bases et avec les mêmes réserves que ci-dessus, on peut évaluer en toute première analyse, la répartition schématique suivante des équipements à envisager (y compris ceux déjà réalisés)

Tableau 9 : Hypothèse d'aménagement d'A.E.P. dans l'ensemble du concelho

	Population	%
<u>Populations d'achadas</u> : forages et adductions (6 réalisés, 3 ou 4 possibles) et/ou éventuellement galerie dans l'avenir	18.000	43
<u>Populations de versants</u> : adduction gravitaire de sources (environ 30 cas)	7.500	18
<u>Populations de hauts de versants</u> : refoulement de sources (environ 15 cas)	4.000	9
<u>Populations de fonds de vallées</u> : aménagement à différer	9.000	22
<u>Population disséminée</u> : pas d'aménagement	3.500	8
TOTAL	42.000	100

### 3. SYSTEMES, DIMENSIONNEMENT ET CHARGES FINANCIERES

#### 3.1. LE DIMENSIONNEMENT

##### 3.1.1. Bases de consommation

3.1.1.1. Compte tenu des contraintes du portage, il est vraisemblable que la consommation actuelle est en moyenne largement inférieure à 20 l/jour en milieu rural.

Etant donné le coût de production élevé de l'eau à la fontaine (cf. plus loin), on envisage de faire payer un montant proche de la limite économique - qui serait de l'ordre de 30 *escudos* le m<sup>3</sup> (rapport sur le service de l'eau) - et, si la gestion est bien faite, il en résultera une autolimitation de la consommation.

3.1.1.2. Les installations récemment réalisées à Santiago ont été dimensionnées par le Génie Rural sur une base très large : à partir d'une consommation de départ à la fontaine estimée à 20 l/jour, on admet un passage progressif à 50 l/jour dans 20 ans (échéance : an 2000), avec un accroissement de population de 2,6 % par an; le résultat est proche du quadruplement en 20 ans.

Il faut noter que le Secrétariat d'état au plan admet, par contre, une stagnation moyenne de la population rurale.

3.1.1.3. Le rapport LEVY table, pour les calculs courants, sur une base constante dans le temps, de 25 l/jour à la fontaine, en milieu rural, et fait l'hypothèse que la population des usagers s'accroît de 50 % en 20 ans, ce qui conduit,

en l'an 2000, à 37,5 l/j/h, sur la base de la population actuelle.

3.3.1.4. Nous proposons ci-après, pour simplifier, les bases suivantes, sur lesquelles sont établis nos calculs :

- a) Dimensionner sur 20 ans, et pas plus
- b) Consommation de base actuelle : 20 l/j/habitant
- c) Prévision d'accroissement : coefficient multiplicateur entre 1 et 2 (soit 20 à 40 l/j, sur la base de la population actuelle, dans 20 ans), et plus de 2 seulement dans les zones en voie de densification.
- d) Moduler cas par cas en fonction de la situation et des tendances de l'habitat (et de la politique d'aménagement).
- e) Etudier avec attention l'évolution des consommations sur les stations existantes, et se conformer à l'expérience.

### 3.1.2. Eléments de systèmes

On a adopté les bases suivantes, qui correspondent à la fois aux normes courantes et aux conditions géographiques particulières du Cap Vert et, en particulier, de la zone d'étude (voir ci-dessus), sauf cas d'utilisation combinée avec l'irrigation.

- a) Réservoirs : 1 journée de consommation, base 40 l/j x population actuelle.
- b) Fontaines : -couvertes, à 4 robinets (totalité du volume en quelques heures : débit 4 m<sup>3</sup>/h) pour 500 habitants actuels (modèle réalisé par le Génie Rural), avec lavoir, sans douche; borne-fontaine pour les plus petites collectivités.  
-distance entre 2 fontaines : 1 000 m pour une densité de population courante sur les achadas.
- c) Forages : La sécurité imposerait 2 forages par système important, quand il n'y a pas d'autre ressource à proximité.

d) Captages en alluvions et galeries au rocher : Suivant expérience acquise à S. Nicolau et Santiago, sur 20 ouvrages et une grande galerie (Faja).

e) Distance d'adduction et de refoulement : conformément aux observations faites dans le *concelho* de Santa Catarina (ci-dessus).

### 3.2. BASES DU CALCUL DES COÛTS

Elles sont résumées dans le tableau 10.

#### 3.2.1. Investissements

Nous avons systématiquement adopté les données relatives aux travaux de desserte réalisés ces dernières années par BURGEAP, en collaboration avec les Services M.D.R., à S. Nicolau et Santiago, sur financement français.

Ces coûts incluent la totalité des dépenses pour des ouvrages en état de marche (y compris l'assistance technique). L'évaluation de certains d'entre eux reste aléatoire, compte tenu de la petite taille des séries réalisées, des conditions particulières au Cap Vert, du fait qu'on se trouve dans une phase de démarrage pour ce genre de travaux, de la forte variation de la productivité des ouvrages, selon les îles et les formations géologiques.

#### 3.2.2. Amortissements

3.2.2.1. Infrastructure : On a fait l'hypothèse que toute l'infrastructure (ouvrages, conduites, réservoirs, fontaines) pouvait être financée par des prêts à long terme. Nous avons retenu : 30 ans, et 2 % d'intérêt.

La période de 30 ans correspond à la durée d'amortissement technique des ouvrages de génie civil. Pour les forages et les conduites, on a admis 20 ans.

La durée de vie des captages protégés (celle d'une galerie au rocher doivent largement dépasser 100 ans pour la galerie ?), mais nous avons retenu comme base l'amortissement financier (30 ans, 2%).

Ceci illustre le fait que la couverture de telles dépenses est d'une nature différente de la couverture des frais de fonctionnement et de renouvellement des matériels qui, eux, doivent être, en tous cas, directement pris en charge par les intéressés.

3.2.2.2. Equipements renouvelables : Pour les pompes, moteurs et groupes, on a retenu un taux de 8%. Les durées d'amortissement sont de 4 à 8 ans, compte tenu du fonctionnement journalier (en général 8 h). Pour les éoliennes, aérogénérateurs ou pompes solaires, dont la durée de vie est mal connue, on doit également adopter 8% comme loyer de l'argent.

### 3.2.3. Fonctionnement

3.2.3.1. Pour les carburants, lubrifiants, et autres consommables, nous sommes partis des consommations relevées de juillet 1980 à juin 1981 sur 10 forages de S. Nicolau (53 000 m<sup>3</sup> exploités) (1). Ramené au m<sup>3</sup> élevé de 10 mètres, le coût moyen de ce poste s'établit à 0,64 esc., ce qui correspond, en 1982, à 0,75 esc. avec un prix de vente du gazole de 19 esc./litre.

3.2.3.2. Les fournitures, matériaux et pièces de rechange nécessaires à l'entretien, aux réparations ou au remplacement accidentel, ont été évalués suivant les cas en pourcentage de l'investissement, ou de l'amortissement annuel (tableau 10).

3.2.3.3. Le personnel nécessaire au fonctionnement (motoristes, fontainiers) a été évalué conformément aux bases définies dans l'étude d'organisation du Service de l'eau.

---

(1) Tableau 5, p.21 du rapport de fin de campagne 1980-81 - BURGEAP R 459 E 903.

3.2.3.4 Enfin, on a introduit une provision de 15 % des dépenses de fonctionnement à titre de "frais de gestion et d'entretien", pour le service de l'eau. Ces données doivent couvrir au minimum la rémunération et le fonctionnement du personnel des brigades de base. Suivant les systèmes et les hypothèses de consommation, cette "taxe" dégage entre 0,5 et 5 esc. par m<sup>3</sup> produit.

Tableau 10 : Données de base retenues pour le calcul des coûts

OUVRAGES OU ELEMENTS DE SYSTEME	COUTS EN ETAT DE MARCHÉ TOUT INCLUS (contos)	AMORTISSEMENT		ENTRETIEN ANNUEL	
		durée (ans)	taux (%)	Coût des pièces & matériaux	
				% de l'investissement total	% de l'amortissement annuel
Galerie de captage de 2 km 1600 m <sup>3</sup> /j (base 5000 FF le m.l.)	83 300	30	2	0,5	
Captage AEP ou mixte(20m <sup>3</sup> /j)	400	30	2	2	
Forage 100 m(1800 FF le m productif)	1 500	20	2	1	
Réservoir 10 m <sup>3</sup>	100	30	2	1	
Réservoir 20 m <sup>3</sup>	175	30	2	1	
Réservoir 40 m <sup>3</sup>	125	30	2	1	
Réservoir 100 m <sup>3</sup>	560	30	2	1	
Réservoir 500 m <sup>3</sup>	1 500	30	2	1	
100 m conduite PVC posée 2"	40	20	2	1	
3"	70	20	2	1	
4"	110	20	2	1	
6"	180	20	2	1	
Fontaine couverte 4 robinets avec lavoirs	250	30	2	2	
Fontaine-réservoir 1 robinet	120	30	2	1	
Borne-fontaine 1 robinet	80	30	2	2	
Station de pompage avec accessoires	150	30	2	1	
Pompe immergée 5 m <sup>3</sup> /h/80 m avec accessoires	150	8	8		25
Pompe immergée 10m <sup>3</sup> /h/80 m	200	8	8		25
Groupe électro.22CV+câble (8h/j)	420	4 <sup>(1)</sup>	8		50
Groupe électro.30CV+câble (8h/j)	625	4	8		50
Groupe électro.et pompe multicellulaire 5CV 3m <sup>3</sup> /h/70 m	150	4	8		30
Eolienne posée(+pompe)20m <sup>3</sup> /j à 20 m	200	15	8		25
Aérogénérateur 4 KW(70m <sup>3</sup> /j à 70 m)+access.et génie civil	2 300	15(?)	8		?

(1) Les groupes électrogènes s'amortissent sur 12 000 heures, soit 4 ans à 8 heures par jour. Dans l'hypothèse d'une exploitation à 4h/jour, nous avons retenu un amortissement sur 6 ans.

### 3.3 COÛTS RELATIFS AUX PRINCIPAUX SYSTEMES

#### 3.3.1 Résultats et comparaison entre les systèmes

3.3.1.1 Chacun des 4 principaux systèmes définis dans l'étude du *concelho* de Sta Catarina (en 2.2) a fait l'objet d'une fiche de calcul de coût, qui figure en annexe A3; on a ajouté au cas du forage à pompe immergée une variante dans laquelle le groupe électrogène est remplacé par un aéro-générateur. Chaque fiche fournit les coûts résultant d'une exploitation des installations à pleine capacité (40 l/jour par habitant actuel), et ceux résultant d'une exploitation moitié ; le second chiffre correspondrait donc aux coûts actuels (20 l/j/h), au démarrage des installations.

L'observation générale la plus immédiate est le faible coût de l'eau des systèmes entièrement gravitaires, dans lesquels, de surcroît, le fonctionnement courant ne représente guère plus que le quart, et la cherté de l'eau obtenue avec les systèmes motorisés, dans lesquels, au contraire, le fonctionnement constitue plus des 2/3 de la charge.

Tableau 11 : Récapitulation des charges des principaux systèmes de desserte

SYSTEME et description sommaire	CARACTERISTIQUES				CHARGES					OBSERVATIONS
	Population actuelle Hab.	Exploitation journalière m <sup>3</sup> /j	Longueur d'adduction m	Hauteur de refou- lement ou de pompage m	par tête		par m <sup>3</sup>			
					1er investissement (ouvrages de captage et infrastructures) esc.	Exploitation annuelle (sauf 1er investiss.) esc.	1er investissement (ouvrages et Infrastr.) esc.	Exploitation (équip. renouv. et fonctionn.) esc.	Coût total esc.	
<b>Principales bases :</b> - Capacité des installations: 40 l/j/ par habitant actuel - 1 fontaine-lavoir à 4 robinets pour 500 hab. - Réservoir: 1 journée de consommation à 40 l/j.										Charges :  Le chiffre supérieur correspond à l'ex- ploitation à pleine capacité, le chiffre inférieur, entre parenthèses, à une exploitation moitié (20 l/j/hab.)
GALERIE D'ALTITUDE de 2 km 1600 m <sup>3</sup> /j dont 400 A.E.P. 10 km adduction gravitaire 20 fontaines à 4 robinets	10 000	400 (200)	10 000	-	4 160 (3 118)	103 (96)	14 (22)	7 (14)	21 (35)	
CAPTAGE DE SOURCE et adduction gravitaire 1 fontaine 4 R.	400	16 (8)	600	-	2 288 (1 975)	40 (34)	8 (14)	3 (5)	11 (18)	
CAPTAGE DE SOURCE et refou- lement par motopompe 1 fontaine 4 R.	400	16 (8)	500	80	2 362 (2 050)	338 (249)	8 (14)	23 (34)	31 (48)	
FORAGE de 120 m, avec pompe immergée 5 m <sup>3</sup> /h - Adduction gravitaire - 2 fontaines 4 R	1 000	40 (20)	800	100	2 745 (2 745)	452 (351)	10 (21)	31 (48)	41 (69)	Expl. moitié : amortissement total affecté à l'A.E.P.
idem avec AEROGENERATEUR (AEROWATT 4100 FP 7G)	1 000	40 (20)	800	100	3 569 (3 569)	330 (330)	13 (27)	23 (45)	36 (72)	i d.

### 3.3.1.1 Les coûts par tête

a) L'investissement initial : ouvrages de captage, conduites,

-----  
réservoirs, fontaines etc., s'élève en moyenne à 2 890 *escudos* par habitant actuel. Il varie dans le rapport de 1 à 1,8 seulement entre les différents systèmes (1). On doit noter que, si l'exploitation n'atteint que la moitié de la capacité, la charge d'investissement initial se répercute entièrement sur l'A.E.P., dans le cas du forage, l'eau, pompée à plus de 30 m de profondeur (100 m ici), étant trop chère pour permettre d'irriguer. Dans tous les autres cas, on peut escompter que l'eau non consommée pour l'A.E.P. sera utilisée à l'irrigation, qui supportera par conséquent sa part de la charge d'investissement.

b) La charge annuelle d'exploitation par tête (hors investissement initial) varie, elle, de 1 à 10, et plus, entre le captage gravitaire (40 *esc.*, avec l'hypothèse que le fontainier est fourni par la population), et l'alimentation en eau par forage, dans laquelle se cumulent des charges élevées pour le carburant, l'entretien (notamment celui du groupe électrogène) et le personnel.

### 3.3.1.2 Les coûts par m<sup>3</sup>

A pleine capacité (40 l/j/hab.), le prix de revient total au m<sup>3</sup> ne se tient en dessous du seuil de 30 *esc.* que pour les systèmes gravitaires et, à mi-capacité, que pour le captage de source avec adduction gravitaire (18 *esc./m<sup>3</sup>*, contre 69 pour le forage).

Ce qui importe essentiellement, en fait, est le coût d'exploitation (renouvellement de l'équipement mécanique, entretien et fonctionnement). A mi-capacité, seul le coût de l'A.E.P. par forage reste légèrement supérieur à ce seuil (31 *esc./m<sup>3</sup>*) mais, à mi-capacité, les systèmes mécaniques le dépassent. Encore faut-il noter que le coût du gazole est relativement bas au Cap Vert (19 *esc.*, soit 2,30 F le litre) et qu'il pourrait augmenter sensiblement dans l'avenir.

### 3.3.1.3 Observations - Réduction des coûts

a) On remarque l'importance des postes : entretien, personnel et gestion dans les systèmes motorisés, où cet ensemble dépasse largement le coût du carburant, mais il est difficile de les réduire.

Inversement, les réservoirs et fontaines (et le degré de perfectionnement de celles-ci) interviennent relativement peu dans le total.

-----  
(1) La galerie est le plus onéreux, mais sa longévité est sans doute 3 à 4 fois plus grande que celle du forage.

b) Le taux d'exploitation par rapport à la capacité des installations apparaît bien, par contre, comme un facteur essentiel, puisque le coût du m<sup>3</sup> est majoré de 50 à 70 % dans le cas d'une exploitation moitié.

Ceci montre qu'il est très important de dimensionner avec prudence. Comme cela a déjà été dit, nous pensons qu'il faut, sauf peut-être dans les points où une densification rapide de la population est certaine, se contenter de viser l'horizon 2000, avec une consommation de 40 l/j/habitant actuel, sous peine d'édifier des systèmes impossibles à gérer. Pour les collectivités isolées, ou en dépérissement, peut-être faut-il dimensionner à 20 ou 30 l/j seulement.

c) On n'a étudié ici que la desserte de groupements de 400 habitants minimum. Dans de nombreux cas cependant, on se trouvera en face de groupements de 200 habitants ou moins. Il est clair que des systèmes de pompage ou de refoulement à 80 ou 100 m seront économiquement impraticables.

d) Chaque fois que possible, on cherchera à combiner l'utilisation agricole à l'A.E.P., de façon à mieux rentabiliser les installations, par exemple un second forage, utile à la sécurité. Mais ceci n'est possible que là où l'eau doit être remontée de moins de 25 m et, pour les forages, dans les basses vallées seulement.

### 3.3.2 Utilisation des énergies renouvelables et de la gravité

#### 3.3.2.1 Energies renouvelables

-----

Il va de soi que les énergies éolienne et solaire présentent des perspectives d'un intérêt fondamental pour le Cap Vert. Les éoliennes y sont d'ailleurs déjà largement utilisées, et on en construit à Mindelo.

Mais les éoliennes classiques et éprouvées, qui pompent 20 à 30 m<sup>3</sup>/jour à 20 ou 30 m de profondeur, ne sont pas adaptées aux cas étudiés ici. Le pompage de 40 m<sup>3</sup>/jour à 100 m de profondeur nécessite une éolienne à grande puissance, genre Southern Cross, ou un aérogénérateur du type de ceux qui sont actuellement en cours d'expérimentation (Aerowatt, 4,5kW). Ces matériels réclament des investissements très importants (le coût du premier ensemble aérogénérateur-pompe installé à S.Nicolau a été évalué en 1980 à 245 000 F, avec des durées de vie et des coûts d'entretien encore mal connus (Annexe B 3).

Le tableau 18 (Annexe A 3) évalue le coût de l'eau obtenue en remplaçant le groupe électrogène du tableau 17 par un aérogénérateur de ce type (il s'agit d'alimenter 1000 habitants avec un pompage à 100 m de profondeur).

Les hypothèses d'entretien et d'amortissement concernant l'aérogénérateur sont celles qui ont été retenues à la page 4.6 de l'Annexe B 3, les coûts de base étant les prix de

1980 majorés de 20 % (1).

Les coûts obtenus à pleine capacité (36 *esc.* le m<sup>3</sup>) sont inférieurs de 15 % à ceux relatifs au système classique, ce qui justifie le recours à cette technique. Mais son développement est lié, d'une part au succès des expérimentations actuelles et à l'obtention de garanties sur le prix de revient effectif de l'eau, d'autre part à la possibilité pour le gouvernement capverdien d'engager des dépenses d'équipement aussi importantes dans des conditions financières acceptables.

Il faut bien noter, en tout cas, que si l'aérogénérateur apparaît plus avantageux que les moteurs classiques, son emploi est loin de concurrencer les dessertes gravitaires.

De même que le pompage éolien, le pompage solaire doit trouver son application dans un certain nombre de cas, et il importe de poursuivre activement son expérimentation au Cap Vert.

### 3.3.2.2 Utilisation accrue des systèmes gravitaires

-----

Si les énergies renouvelables peuvent prendre progressivement la place des carburants dans les systèmes mécanisés, une économie beaucoup plus fondamentale consiste à substituer, chaque fois que possible, les dessertes gravitaires au pompage et au refoulement.

Actuellement l'eau est remontée à dos d'homme, des sources ou puits situés en contrebas, jusqu'aux habitations et, lorsqu'on considère chaque cas en particulier, l'idée la plus immédiate est de remplacer le portage par le refoulement mécanique de ces mêmes eaux.

Or, si l'on considère dans sa globalité l'hydrogéologie d'une île comme Santiago, on s'aperçoit que l'essentiel des eaux s'infiltrent en altitude, dans les massifs d'Antonia et de Malagueta, et percolent lentement de là jusqu'à la mer, en perdant progressivement leur altitude et leur énergie potentielle.

La logique commande donc de capter, partout où cela est possible, l'eau au point le plus haut, avec son énergie potentielle, et d'utiliser la gravité pour l'amener à destination. Ceci pose une double question :

a) Existe-t-il dans la plupart des cas des sources, ou

-----  
 (1) On a notamment admis un amortissement sur 15 ans à 8 % (il s'agit d'équipement renouvelable) et une provision annuelle de 6 000 FF pour les pièces de rechange et l'intervention d'un spécialiste.

des possibilités de captage, dans une situation, à une altitude et à une distance convenables par rapport aux groupements à desservir ?

b) Les droits d'eau existants ne s'opposent-ils pas au transfert ?

Un examen du problème effectué sur carte, dans la zone des ribeiras S. Miguel et Principal, semble montrer que la réponse au premier point est positive, au moins dans les vallées du Nord-Est de Santiago (1).

La distance d'adduction étant comprise entre 1 et 3 km, nous avons étudié, sur la base du tableau 14, le coût de l'eau correspondant à une adduction gravitaire de 3 km desservant un groupement de 400 habitants.

Le résultat obtenu (22 *esc.* à pleine capacité, 42 à mi-capacité, dont l'essentiel est relatif à l'investissement initial) est du même ordre que le coût obtenu à partir d'une grande galerie (tab. 11). Il montre que, même avec 3 km d'adduction et plus, un tel aménagement est largement préférable au refoulement d'une source située en contrebas et, par conséquent, que des solutions de ce type doivent être systématiquement recherchées, d'autant plus que les charges d'exploitation courante sont extrêmement limitées.

Par ailleurs, dans ce genre d'équipement, les dépenses locales constituent une part prépondérante, ce qui renforce son intérêt. Dans cet esprit, il faudrait étudier les possibilités, au moins dans certains cas, de construire des *levadas* au lieu de poser des conduites.

### 3.4 APPLICATION A L'ENSEMBLE DU CONCELHO DE SANTA CATARINA

Le tableau 9, qui extrapole à l'ensemble du *concelho* les systèmes d'A.E.P. possibles, en fonction de la situation des groupements, et le tableau 11, qui récapitule le calcul des charges correspondant à ces deux systèmes, permettent d'évaluer le prix de revient global de l'eau qui pourrait être fournie sur ces bases, dans l'ensemble du *concelho* de Santa Catarina.

En supposant, comme cela a été envisagé dans l'étude d'organisation du service de l'eau, que l'eau potable est vendue

-----  
 (1) Il resterait bien entendu, à faire une étude de terrain pour savoir si le débit des sources convient et si une conduite peut être effectivement implantée sur ces tracés.

à 25 esc. le m<sup>3</sup>, on peut établir un schéma de compte d'exploitation annuel du service de l'eau dans le *concelho*. C'est l'objet du tableau 12, qui présente ce décompte dans les deux hypothèses d'une exploitation à pleine capacité (40 l/j/hab. actuel), et d'une exploitation à capacité moitié (20 l/j), supposée correspondre à la mise en service des installations.

Les résultats se passent de commentaire : le déficit global atteint 28 % de la recette à pleine capacité et 113 % à mi-capacité; l'exploitation courante (charges de premier investissement exclues) n'est légèrement bénéficiaire qu'à pleine capacité, son déficit étant encore de 41 % de la recette, à mi-capacité.

Si, par contre, on substitue une desserte par galerie aux dessertes par forage, pour 12 000 usagers sur 18 000, le résultat devient bénéficiaire dans tous les cas, excepté sur l'ensemble des charges (y compris premier investissement), dans le cas d'une exploitation moitié.

X La desserte par forage profond (avec pompe immergée et groupe électrogène) doit donc être considérée comme une solution à n'employer que lorsqu'il est impossible de faire autrement, pour des raisons de situation ou d'urgence. La desserte gravitaire doit par contre être absolument privilégiée.

Extrapolés à l'ensemble de la population rurale de l'île de Santiago, il est probable que les résultats seraient moins sévères, la proportion de population d' *achadas* étant relativement faible en dehors du *concelho* de Santa Catarina.

Néanmoins, il est clair que l'équilibre de la gestion du service de l'eau se jouera sur la proportion relative des systèmes gravitaires et des systèmes d'élévation de l'eau que l'on construira. Favoriser les premiers aux dépens des seconds apparaît comme une impérieuse nécessité.

TABLEAU 12 : SCHEMA DE COMPTE D'EXPLOITATION ANNUEL DU SERVICE DE L'EAU DANS LE CONCELHO DE SANTA CATARINA, sur les bases des tableaux 9 et 11 et d'un prix de vente de 25 esc. le m<sup>3</sup> (1)

12 A - EXPLOITATION A PLEINE CAPACITE (prévisible dans l'avenir)							
Desserte	Consommation et coûts	Population concernée (nb. d'hab. actuel)	Consomm. (m <sup>3</sup> /an), base: 40 l/h.	Coût du m <sup>3</sup> (escudos)		Charges annuelles (contos)	
				Total	exploitation seule	totales	exploitation seule
par forage		18 000	262 800	50	40	10 775	8 147
par adduction gravitaire de source		7 500	109 500	11	3	1 205	329
par refoulement de source		4 000	58 400	38	30	1 810	1 363
Ensemble du concelho		29 500	430 700			13 790	9 839
Recette annuelle :			430 700 x 0,025			10 768	10 768
RESULTAT						- 3 022	+ 929
VARIANTE : Substitution aux dessertes par forage d'une desserte par galerie pour 12 000 habitants : Economie						3 504	- 4 204
RESULTAT						+ 482	+ 5 133

12 B - EXPLOITATION A MI-CAPACITE (prévisible à la mise en service)							
Desserte	Consommation et coûts	Population concernée (nb. d'hab. actuel)	Consomm. (m <sup>3</sup> /an), base: 40 l/h.	Coût du m <sup>3</sup> (escudos)		Charges annuelles (contos)	
				Total	exploitation seule	totales	exploitation seule
par forage		18 000	131 400	76	55	9 067	6 307
par adduction gravitaire de source		7 500	54 750	18	5	986	274
par refoulement de source		4 000	29 200	55	41	1 402	993
Ensemble du concelho		29 500	215 350			11 455	7 574
Recette annuelle :			215 350 x 0,025			5 384	5 384
RESULTAT						- 6 071	+ 2 190
VARIANTE : Substitution aux dessertes par forage d'une desserte par galerie pour 12 000 habitants : Economie						2 978	2 978
RESULTAT						- 3 093	+ 788

(1) Voir l' "Etude pour l'organisation du service de l'eau".

#### 4. DEFINITION D'UNE ETUDE DE SCHEMA DIRECTEUR DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE RURALE

##### 4.1 FONDEMENTS ET CONTEXTE DE L'ETUDE

4.1.1 Parallèle au schéma directeur de mise en valeur agricole, déjà réalisé, ce schéma directeur de l'alimentation en eau potable du milieu rural, qui reste à entreprendre, peut être considéré comme la partie "hydraulique villageoise" d'une étude générale d'aménagement du territoire, dont l'utilisation optimale de l'eau est un des paramètres majeurs.

4.1.2 Intégré dans cet ensemble plus vaste, l'établissement d'un schéma directeur de l'A.E.P. rurale doit reposer sur les lignes directrices d'une politique de l'eau (1), concernant notamment :

- . la place de l'eau potable dans l'ensemble de la mise en valeur des eaux, compte tenu de la nécessité d'une valorisation optimale de la ressource;

- . la politique de l'habitat et l'évolution à favoriser pour la population de certaines zones ou de certains types de groupements;

- . les priorités d'équipement à fixer par l'administration en fonction des activités, ou d'autres impératifs.

4.1.3 Là n'est pas l'objet de l'étude définie ci-après. Par contre, on y intégrera une opération préliminaire indispensable, mais dont la portée dépasse de loin l'hydraulique villageoise : il s'agit de la transcription cartographique du recensement et de l'identification et de la caractérisation géographique des groupements de population suivant la méthode mise au point dans le cadre de la présente étude.

-----  
(1) que, par un mouvement d'aller et retour, il contribuera à critiquer et à approfondir.

4.1.4 Conformément à la réflexion qui p  
blissement du schéma directeur de l'A.E.P. rurale

a) concerner les petits centres (*vilas*), a  
certaines solutions intégrées qui pourraient inté  
leur environnement.

b) Favoriser les solutions mixtes A.E.P. - I ,gation,  
permettant de partager les charges et d'utiliser pour l'agriculture  
les surplus non consommés.

c) Prendre en compte la gestion des systèmes proposés,  
leur coût, et l'équilibre financier de l'ensemble.

d) Dimensionner avec prudence, selon les recommandations  
du présent rapport.

e) Privilégier :

- . les systèmes à faible coût de fonctionnement et  
d'entretien, même au prix d'un investissement initial  
élevé;
- . les solutions minimisant l'importation d'équipements  
importés à forte charge récurrente, et donnant une  
place prépondérante aux travaux de main d'oeuvre.

Ceci conduit à promouvoir l'exploitation de l'eau par  
captages et galeries avant toute autre solution et l'adduction  
gravitaire au moyen de conduites ou de *levadas*, même à distance  
importante.

Les implications non techniques d'une telle démarche  
devront évidemment être prises en compte (droits d'eau). Elles  
amèneront à équiper les *ribeiras* d'amont en aval, de façon à  
éviter de "couper l'eau" aux collectivités dont on devra dériver  
les ressources traditionnelles.

4.1.5 Dans chaque île, l'étude devra être menée bassin  
par bassin, en considérant les possibilités de transfert d'eau  
par galerie d'un bassin à l'autre et, à l'intérieur de chacune  
de ces unités naturelles, *ribeira* par *ribeira*, afin de mener à  
des solutions coordonnées, sinon intégrées.

## 4.2 TERMES DE REFERENCE

L'étude à réaliser est définie pour l'île de Santiago,  
qui comporte les besoins essentiels. Elle devra être menée en  
priorité sur cette île, où les projets d'équipement sont nombreux,  
avec une échéance proche.

#### 4.2.1 Préparation au bureau

##### 4.2.1.1 Rassemblement ou acquisition des documents de base :

---

Couverture photographique aérienne  
 Cartes topographiques  
 Rapports et cartes hydrogéologiques  
 Cartes et fiches de points d'eau  
 Données de base du recensement  
 Etudes et documents divers

##### 4.2.1.2 Essai de transcription géographique des documents du recensement, en collaboration avec les agents de recensement

---

##### 4.2.1.3 Comptage des toits et mise en évidence des groupements

---

Délimitation des groupements en fonction de la morphologie du terrain. Caractérisation en fonction de leur densité et de leur situation topographique. Classement et sélection des groupements à étudier sur le terrain.

Ce travail sera fait sur la base de la carte topographique au 1/25 000e, éventuellement agrandie au 1/20 000e.

Pour tout ce qui précède, on se réfèrera à la présente étude et notamment à l'Annexe A 2.

#### 4.2.2 Etude sur le terrain et établissement de fiches de groupements (ou fiches de village)

Cette étude portera sur tous les groupements de plus de 100 habitants suffisamment concentrés et sur les plus intéressants des groupements de moins de 100 habitants (1). On peut retenir pour l'ensemble de Santiago, le chiffre de 350 groupements à étudier, dont une partie seulement conduira à des projets d'équipement.

Chaque étude donnera lieu à une fiche monographique comportant un croquis au 1/5000e ou au 1/10 000e et portera, outre un descriptif général du groupement, sur :

- . les points d'eau utilisés et les conditions actuelles de desserte,
- . les droits d'eau et l'irrigation,
- . les solutions et aménagements possibles.

---

(1) Des solutions gravitaires simples, non envisagées ici, peuvent être étudiées pour de très petits groupements, notamment dans les vallées, ou bas de versants, de façon à améliorer les conditions sanitaires.

#### 4.2.3 Synthèse au bureau

Cette troisième phase comprendra :

- . Intégration des résultats et harmonisation de l'ensemble des solutions, ce qui exigera de retourner sur le terrain, notamment pour préciser la possibilité de réaliser des systèmes intégrés, ou interdépendants, et vérifier si le terrain permet, ou non, d'implanter des *levadas* ou des conduites.

- . Sélection et évaluation du coût des équipements proposés et des variantes intégrées.

- . Essai de rationalisation des critères d'équipement.

#### 4.2.4 Mise au net du fichier, établissement et reproduction du rapport et des cartes

### 4.3 MOYENS ET DELAIS

#### 4.3.1 Ile de Santiago

##### 4.3.1.1 Personnel

Un chef d'opération : Praticien expérimenté de la mise en oeuvre des eaux souterraines et familier des contraintes économiques et sociales de l'équipement villageois.

Un technicien capverdien pour l'exploitation de la couverture aérienne (première phase) et les enquêtes sur le terrain.

Moyens de déplacement.

##### 4.3.1.2 Evaluation des prestations

- . La préparation réclame 2 mois de travail de cette équipe.

- . Sur la base de 3 groupements par jour, 20 jours par mois, (plus reports et mise au net du fichier) le travail de terrain demande 3 mois et la phase de synthèse 1 mois.

- . La préparation et la reproduction du rapport auraient lieu en Europe (1 mois du chef d'opération).

On peut donc compter au total 7 mois x homme, dont 6 sur place, pour le chef d'opération et 5 mois pour le technicien, plus les frais de cartographie et d'édition.

#### 4.3.2 Autres îles

Santo Antao réclame des prestations du même ordre que Santiago.

Compte tenu de leur importance et des travaux qui y ont été déjà réalisés, l'établissement d'un schéma d'A.E.P. sur l'ensemble des autres îles demande également un ensemble de prestations d'une importance analogue à celle définie pour l'île de Santiago.

ANNEXE A1

TERMES DE REFERENCE



MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO RURAL

CABINETE DO MINISTRO

Praia, le 23 Fevrier 1982

Monsieur J. LEMOINE  
Directeur-General de la BURGEAP  
70 Rue Mademoiselle  
75015 PARIS

237 601482

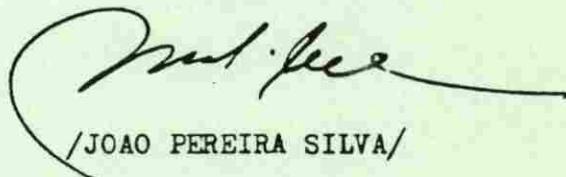
Monsieur le Directeur-General,

Me referant à vos lettres du 5 Août et du 19 Octobre 1981 et à votre telex 820/81, du 2 Novembre 1981, concernant la mission CILSS pour la programmation de l'hydraulique villageoise, j'ai le plaisir de vous informer que, après des discussions entre mes Services et Monsieur Andreini et en tenant compte des études déjà faites dans le domaine, je suis d'accord pour que votre mission au Cap Vert se fasse à partir de la fin du mois de Mars.

Les termes de reference proposés doivent être revus d'accord avec les remarques et propositions que vous trouverez dans le document que je vous fais parvenir sous ce pli.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur-General, l'expression de ma haute considération.

Le Ministre



/JOAO PEREIRA SILVA/

Ampliation: Monsieur le Secrétaire Executif du CILSS

Remarques et propositions sur les termes de référence de la mission "Hydraulique villageoise"

---

Il est nécessaire d'éviter que la mission fasse en tout ou partie double emploi, soit avec le rapport de l'OMS de Septembre 1981, soit avec le rapport sur le bureau de l'eau.

- Le premier rapport fournit, sur la base d'un inventaire exhaustif une estimation de l'ordre de grandeur des investissements nécessaires, au cours de la prochaine décennie, dans le domaine de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement urbain et rural; Cette estimation peut être jugée suffisante pour encadrer l'effort d'investissement national dans le secteur au cours du prochain plan. Elle ne peut toute fois être confondue avec une étude "hydraulique villageoise", compte tenu des imprécisions et incertitudes qui entâchent certaines des données utilisées et de ses limites.
- Le second rapport, axé sur les propositions concernant l'organisation d'un service de l'eau, fournit un certain nombre de données et d'informations sur le coût d' revient, le prix de vente du m<sup>3</sup> d'eau dans différentes situations

La lettre du Directeur Général du Burgeap (bureau chargé par le CILLS de la réalisation de l'étude) peut constituer un cadre pour le programme et les objectifs de la mission.

Plus précisément, on devrait retenir :

- 1 - Etude Préliminaire des interactions entre habitat et ressource en eau.

Il ne paraît guère possible, ni souhaitable -  
- compte tenu de l'existence du rapport de l'OMS, de procéder de façon exhaustive.

0012

- 2.FEV 1982

Il s'agirait plutôt de définir une typologie des situations

- A partir :
- de l'inventaire des points d'eaux du I<sup>er</sup> D R
  - des résultats du recensement par "lugares" (en cours de publication)
  - des photos aériennes
  - des données disponibles sur l'hydrogéologie et de l'expérience et des connaissances propres du consultant, on devrait mettre en évidence quelques relations - types entre la structure de l'habitat et les ressources en eau (actuelles et potentiellement mobilisables)

Sans préjuger des résultats de cette étude, il est vraisemblable que la situation de l'habitat: - dispersion ou au contraire concentration

- localisation - ribeiras
- versants des vallées
- achadas
- sommets,

détermine selon l'existence (ou la probabilité d'existence) de ressources plus ou moins aisément mobilisables. (forages plus ou moins profonds, captages à améliorer, puits ...) des situations - types qu'il doit être possible de mettre en évidence, de classer et de caractériser en vue de leur application ultérieure comme élément de base méthodologique pour une étude générale d'aménagement du territoire et de l'habitat.

2 - Sur cette base et afin de compléter le rapport OMS, on devra procéder à une évaluation des coûts correspondants aux différents cas mis en évidence

2.1. Investissement Pour évaluer ces coûts on procédera, en particulier, à une étude de dimensionnement des ouvrages - types, en fonction des normes de consommation communiquées par l'Administration, et en se plaçant dans plusieurs hypothèses d'évolution de la population, correspondant à différentes perspectives de développement local

- 2.2. Fonctionnement Le consultant reprendra l'hypothèse des brigades figurant dans le rapport sur le bureau de l'eau, sauf si une décision gouvernementale intervient dans l'intervalle en Faveur d'une autre solution.

Cette partie de l'étude devra permettre de fixer concrètement le rôle et l'impact (financier en particulier) du problème de l'approvisionnement en eau dans une politique d'aménagement du territoire.

5. En conclusion, le consultant indiquera les conséquences et les conclusions qu'à son avis il convient de tirer des étapes précédentes, quant aux programmes et actions [des ressources en eau et sa] mobilisation distribution à la population (y compris la détermination de seuils économiques).

Il testera ses conclusions et sa méthode sur le cas d'un concelho de Santiago ou de San Antao : estimation de la répartition et du nombre d'ouvrages, simulation économique et financière.

Il élaborera enfin, en fonction de la situation concrète et des informations disponibles actuellement, ou susceptibles de le devenir à court terme, les termes de référence et la méthodologie de la partie "hydraulique villageoise" d'une étude générale d'aménagement du territoire; il estimera le travail correspondant.

---

N.B. Les résultats de cette mission ne sont pas indispensables à l'élaboration du plan 82-85. Il s'agit au contraire du premier pas d'une des études générales qui devront être effectuées au cours du plan.

ANNEXE A2

TRANSCRIPTION GEOGRAPHIQUE  
DU RECENSEMENT ET DE L'HABITAT

---

## TRANSCRIPTION CARTOGRAPHIQUE DU RECENSEMENT ET DE L'HABITAT

### Documents de base :

- 1°) Recensement démographique de juin 1980 sur l'ensemble du territoire.
- 2°) Photographies aériennes au 1/20.000 du premier semestre 1979, sur l'ensemble des îles du Cap Vert (à l'exception de la zone Est de Santiago).
- 3°) Cartes topographiques au 1/25.000, éditées en 1974, dressées à partir de levés aéroportés anciens.

### 1 . LE RECENSEMENT DE 1980 : DISTRICTS ET LUGARES

#### 1.1 Les districts de recensement

Le recensement a été effectué sur la base de districts, comportant pour la commodité de l'enquête environ 500 habitants. Ces districts n'ont pas une signification administrative précise. Par ailleurs, le découpage en districts ne correspond pas toujours à des limites géographiques ou géomorphologiques évidentes : le report des limites de district sur l'ensemble du *concelho* de Sta Catarina a montré, en effet, que des groupements de population homogènes ont été parfois fractionnés, parfois rassemblés.

Cependant, les districts ont fait l'objet de croquis de terrain conservés et figurant chaque maison et quelques traits géographiques majeurs. Ces éléments ne se sont pas révélés suffisants pour permettre une transcription géographique précise à l'échelle de ces croquis. Toutefois, il semble être encore possible (moyennant un travail assez fastidieux) de réaliser cette transcription : on pourrait ainsi, à partir d'un agrandissement au 1/10.000, voire au 1/5.000, de la carte topographique au 1/25.000 (1), et de l'étude des photographies aériennes, transcrire géographiquement les croquis et le recensement, en faisant, si nécessaire, appel aux enquêteurs et aux topographes qui l'ont réalisé et, le cas échéant, en allant sur le terrain. Un tel travail mériterait d'être effectué rapidement; il aurait un grand intérêt et une bonne précision.

#### 1.2 Les *lugares* de recensement

Le recensement par *lugares* (localités) était en cours de publication lors de l'étude; il devrait être achevé pour fin 1982.

Le *lugar*, comme le district, n'a pas de signification officielle (2), il n'a pas non plus de signification géographique très précise, tout au moins en zone d'habitat dispersé. En effet, certains districts ne comportent qu'un *lugar*, voire deux, alors que les groupements de population de ces mêmes districts ont pu être rassemblés, pour des raisons géomorphologiques, en plusieurs groupements distincts.

Il faut noter en outre que le nombre de *lugares* définis lors du recensement (650) est bien inférieur à celui des lieux de naissances cités par les enquêtés (1.100). La notion de *lugar* n'a donc pas de signification géographique claire; il

-----  
(1) La carte au 1/25.000 est de très bonne qualité et permet de forts agrandissements.

(2) Il n'existe pas au Cap Vert de village administrativement défini.

est d'ailleurs souvent impossible de faire correspondre, sur la carte topographique au 1/25.000 de 1974, les *lugares* du recensement à la toponymie.

Par contre, dans les zones où l'habitat est groupé (Maio, Boa Vista, Sal, S. Vicente, Fogo, Brava et S. Nicolau pour l'essentiel), l'utilisation des *lugares* est suffisante pour le comptage des populations.

## 2. LE COMPTAGE DES POPULATIONS SUR LES PHOTOS AERIENNES

La lecture des photographies aériennes en stéréoscopie permet le comptage de chaque habitation et, plus précisément, de chaque toit. Etant donné que le recensement (1979) et les photographies aériennes (1980) ont été réalisés à des époques très proches, il doit y avoir une concordance précise entre les deux.

Pour déterminer la population de chaque groupement d'habitants, on a estimé le nombre d'habitants ou de foyers susceptibles de vivre sous chaque type de toit observé sur les photographies aériennes, en procédant à plusieurs tests vérifiés en comparant les résultats aux données du recensement par foyer (*fogo*).

Le test n° 2, présenté ci-dessous, effectué sur 3 localités, a donné une erreur inférieure à 5 %. Il a donc été étendu à l'ensemble d'une zone-test de 16 000 habitants.

Tableau 13.: Tests de concordance du recensement et du comptage des toits par attribution d'un nombre donné de foyers (*fogos*) par type de toit.

Types de toits et foyers	Nombre de foyers évalués		Nombre réel de foyers recensés
	Test 1	Test 2	
Groupements étudiés	 1	 0	
	 2	 1	
	 3	 2	
Ribeirao Manuel et Tomba Toiro	472	381	361
Ribeira da Barca	344	253	285
Porto Rincao	132	102	116
TOTAUX	948	736	762

(Sont exclus du comptage, les ruines, églises et grands bâtiments (magasins, écoles, etc..)).

## 3. DELIMITATION DES GROUPEMENTS ET CARACTERISATION DE L'HABITAT

Les photographies aériennes permettent de délimiter, mieux que les cartes topographiques, qui ont déjà dix ans, les groupements de population en fonction de critères géomorphologiques ou de densité. Un tel essai a été réalisé sur le *concelho* de Sta Catarina.

a) Les falaises représentent des coupures naturelles pour l'habitat; elles séparent les populations des plateaux (*achadas*) de celles des versants et des vallées. Elles sont difficilement franchissables par l'homme ou par les adductions d'eau.

b) Les vallées représentent un élément géomorphologique essentiel de la délimitation de l'habitat. Il faut cependant distinguer les vallées faiblement creusées des vallées profondes entaillant le relief.

. Les vallées peu profondes, qui forment un chevelu sur les plateaux, déterminent un léger moutonnement du relief, mais ne représentent pas une barrière pour l'homme ni une limite de l'habitat. Par ailleurs, dans la plupart des cas, elles ne comportent pas de point d'eau.

. Les grandes vallées constituent par contre des entailles nettes dans le relief et constituent des barrières naturelles évidentes.

Ainsi, les populations installées sur les reliefs ou les versants, de part et d'autre d'une même vallée, ne sont en général pas reliées entre elles; elles constituent des groupements indépendants, même lorsqu'elles ont accès aux mêmes points d'eau dans le fond de la *ribeira*. Pour les infrastructures (routes, électrifications, adductions), la vallée représente un franchissement difficile et coûteux, et, le plus souvent, il vaudra mieux relier deux "villages" d'un même versant, que deux villages séparés par une vallée.

En conséquence, c'est le versant plutôt que la vallée qui constitue l'unité morphologique qui permet de délimiter les groupements de population.

. Les vallées des hauts bassins et les vallées latérales.

Il existe bien entendu des cas intermédiaires entre les deux types précédents. On rencontre en effet, dans les cirques des hauts bassins-versants, et le plus souvent dans les formations du complexe ancien (CA), des vallées escarpées et relativement profondes, qui découpent le relief en une multitude de sous-ensembles. Dans ces zones, les populations ont plutôt tendance à se regrouper en petites unités distinctes, sur le sommet des interfluves, constituant autant de groupements élémentaires qu'il est difficile de réunir.

Bien que ces vallées ne constituent pas des barrières pour l'accès à l'eau, chaque groupement élémentaire possède traditionnellement son point d'eau particulier; ce n'est pas toujours le plus proche ni toujours le même selon la saison ou selon l'usage (boisson, élevage, lavage de linge). Dans ce cas, seule une enquête approfondie sur le terrain permettra de relier le point d'eau à l'habitat et à l'usage qui en est fait, et de définir ce qu'il convient de faire pour améliorer la desserte de tel ou tel groupement élémentaire.

On pourra, dans certains cas, être amené à implanter un nouveau captage ou à réparer un captage ancien, choisi pour sa situation centrale, son altitude élevée, ou son débit, et envisager la construction d'une ou plusieurs fontaines; mais il restera délicat de juger de l'efficacité d'un tel réseau, en concurrence avec les points d'eau traditionnels, d'autant plus que l'eau doit être vendue.

. Les basses vallées

Au débouché des grandes vallées, on rencontre des villages côtiers coupés en deux par une vallée, comme Porto Rincao et Ribeira da Barca, dans le *concelho* de Santa Catarina. Les populations de chaque rive sont bien distinctes et il est difficile de les relier entre elles, car les routes et les adductions ne sont pas à l'abri des grandes crues. Il faut donc largement dimensionner les

ouvrages de protection.

c) Les grands reliefs comportent les montagnes abruptes et les volcans récents.

L'habitat, quand il existe, y est dispersé en groupes de quelques maisons, voire de maisons isolées, apparemment en dépit de toutes les contraintes d'accès et d'effort pour le portage de l'eau.

Ce type d'habitat semble en régression sur certains reliefs particulièrement désolés mais paraît se maintenir ou s'accroître lorsqu'il existe un point d'eau pérenne à proximité (zone de Figueiras das Naus).

d) Les achadas

Leurs limites géographiques sont nettes; elles constituent des unités géomorphologiques relativement étendues, liées aux grandes coulées de lave. Zones de cultures pluviales, les *achadas* ne possèdent pas de point d'eau pérenne; la population, très importante, y est le plus souvent dispersée, avec une densité variable, au milieu des terrains de culture.

L'eau ne peut être obtenue qu'au prix d'une dépense d'énergie considérable, aux sources et aux puits situés dans les profondes vallées de bordure, souvent à plus de 100 m en contrebas.

On note un mouvement de regroupement de la population des *achadas* à proximité des infrastructures récentes, routes et écoles en particulier, et les fontaines récemment ouvertes vont certainement accélérer cette tendance.

Les populations des *achadas* sont parmi les plus défavorisées du point de vue de l'accès à l'eau. Leur alimentation en eau, jugée prioritaire par le M.D.R., pose de nombreux problèmes compte tenu de la faible densité moyenne de l'habitat et de la grande profondeur de l'eau sous les plateaux.

ANNEXE A3

FICHES DE CALCUL  
DU COUT DE L'EAU

—  
(TABLEAUX 14 à 18)



## FICHE DE CALCUL DU COUT DE L'EAU

Tableau 15

Système de desserte :

CAPTAGE DE SOURCE ET ADDUCTION GRAVITAIRE

Population actuelle : 400 hab.

Distance d'adduction : 600 m

Capacité : 16 m<sup>3</sup>/j ou 5840 m<sup>3</sup>/an

Pompage ou refoulement : H.M.T. = 0 m

	Montant (contos)	Amortis- sement		Charge		
		an	%	par an (contos)	par m <sup>3</sup> (escudos)	
					pleine capacité	demi capacité
<b>I. PREMIER INVESTISSEMENT</b>						
<b>1.1. Ouvrages de captage :</b>						
1 captage en fond de ribeira (exploitation à ½ capacité (1))	250 ( 125)	30	2	11,2 (5,6)	1,9	1,9
<b>1.2. Infrastructures</b>						
1.2.1. 1 réservoir de 20 m <sup>3</sup>	175	30	2	7,8	1,4	2,8
1.2.2. 600 m conduite PVC 2" posée	240	20	2	14,7	2,5	5,0
1.2.3. 1 fontaine 4 robinets	250	30	2	11,2	1,9	3,8
TOTAL PREMIER INVESTISSEMENT pleine capacité mi capacité	915 ( 790)			44,9 (39,3)	7,7	13,5
<b>2. EQUIPEMENT RENOUVELABLE</b>						
NE ANT						
TOTAL EQUIPEMENT RENOUVEL. pleine capacité mi capacité						
<b>3. FONCTIONNEMENT ANNUEL</b>						
<b>3.1. Carburant, lubrifiant et divers (0,75 x HMT/10 par m<sup>3</sup>)</b>						
NE ANT						
<b>3.2. Entretien et pièces détachées</b>						
3.2.1. 2% de l'investissement de 1.1. et 1.2.3.				10,0 (7,5)	1,7	2,6
3.2.2. 1% de l'investissement de 1.2.1. et 1.2.2.				4,2	0,7	1,4
<b>3.3. Personnel sur place</b>						
1 fontainier fourni par le village				p.m.		
<b>3.4. Frais de gestion et d'exploitation (15%)</b>				2,1	0,4	0,7
TOTAL FONCTIONNEMENT ANNUEL : exploitation pleine capacité " mi-capacité				16,3 (13,8)	2,8	4,7
<b>TOTAL DES CHARGES D'EXPLOITATION (2 et 3)</b>				pleine capacité mi capacité	16,3 (13,8)	2,8 4,7
<b>RECAPITULATION DES CHARGES (escudos)</b>				exploitation à pleine capacité	exploitation à demi capacité	
5.1. Investissement initial par tête				2.288	1.975	
5.2. Charge d'exploitation annuelle par tête (hors investissement initial)				41	35	
5.3. Charge d'investissement initial par m <sup>3</sup>				7,7	13,5	
5.4. Charge d'exploitation par m <sup>3</sup> (hors investissement initial)				2,8	4,7	
5.5. Prix de revient total par m <sup>3</sup>				10,5	18,2	

surplus utilisé pour l'irrigation

## FICHE DE CALCUL DU COUT DE L'EAU

Tableau 16

Système de desserte :

CAPTAGE DE SOURCE ET REFOULEMENT

Population actuelle : 400 hab.

Distance d'adduction : 600 m

Capacité : 16 m<sup>3</sup>/j ou 5.840 m<sup>3</sup>/an

Pompage ou refoulement : H.M.T. = 80 m

	Montant (contos)	Amortis- sement		Charge		
		an	%	par an (contos)	par m <sup>3</sup> (escudos)	
					pleine capacité	demi capacité
<b>1. PREMIER INVESTISSEMENT</b>						
1.1. Ouvrages de captage :						
1 captage en fond de ribeira (exploitation à ½ capacité (1))	250 (125)	30	2	11,2 (5,6)	1,9	
1.2. Infrastructures						
1.2.1. 1 bêche de reprise	30	30	2	1,3	0,2	0,5
1.2.2. 1 réservoir de 20 m <sup>3</sup>	175	30	2	7,8	1,4	2,8
1.2.3. 600 m de conduite PVC 2" posée	240	20	2	14,7	2,5	5,0
1.2.4. 1 fontaine 4 robinets	250	30	2	11,2	1,9	3,8
TOTAL PREMIER INVESTISSEMENT pleine capacité mi capacité	945 (820)			46,2 (40,6)	7,9	14,0
<b>2. EQUIPEMENT RENOUVELABLE</b>						
1 ensemble pompe électrique multicellulaire et groupe électrogène 5 CV (exploitation moitié)	125	4 (6)	8 8	37,7 (28,4)	6,5	9,7
TOTAL EQUIPEMENT RENOUVEL. pleine capacité mi capacité	125 125			37,7 (28,4)	6,5	9,7
<b>3. FONCTIONNEMENT ANNUEL</b>						
3.1. Carburant, lubrifiant et divers (0,75 x HMT/10 par m <sup>3</sup> ) 0,75 x 80/10 x 5840						
				35,0 (17,5)	6,0	6,0
3.2. Entretien et pièces détachées						
3.2.1. 2% de l'investissement 1.1. et 1.2.4.						
				10,0 (7,5)	1,7	2,6
3.2.2. 1% de l'investissement 1.2.1., 1.2.2., 1.2.3.						
				4,5	0,8	1,6
3.2.3. 30% de l'amortissement de 2.						
				11,3 (8,5)	1,9	2,9
3.3. Personnel sur place :						
1 motoriste à 2500 esc/mois						
				24,0	4,1	8,2
3.4. Frais d'exploitation et de gestion (15%)						
				12,7 (9,3)	2,2	3,2
TOTAL FONCTIONNEMENT ANNUE : exploitation pleine capacité " mi capacité				97,5 (71,3)	16,7	24,5
<b>4. TOTAL DES CHARGES D'EXPLOITATION (2 et 3)</b>						
				135,2 (99,7)	23,2	34,2
<b>5. RECAPITULATION DES CHARGES (escudos)</b>						
				exploitation à pleine capacité	exploitation à demi capacité	
5.1. Investissement initial par tête				2.363	2.050	
5.2. Charge d'exploitation annuelle par tête (hors investissement initial)				338	249	
5.3. Charge d'investissement initial par m <sup>3</sup>				7,9	14,0	
5.4. Charge d'exploitation par m <sup>3</sup> (hors investissement initial)				23,2	34,2	
5.5. Prix de revient total par m <sup>3</sup>				31,1	48,2	

surplus utilisé pour l'irrigation

## FICHE DE CALCUL DU COUT DE L'EAU

Tableau 17

Système de desserte :

FORAGE A POMPE IMMERGEE ET ADDUCTION GRAVITAIRE

Population actuelle : 1000 hab.

Distance d'adduction : 800 m

Capacité : 40 m<sup>3</sup>/j ou 14.600 m<sup>3</sup>/an

Pompage ou refoulement H.M.T = 100 m

	Montant (contos)	Amortis- sement		Charge		
		an	%	par an (contos)	par m <sup>3</sup> (escudos)	
					pleine capacité	demi capacité
<b>1. PREMIER INVESTISSEMENT</b>						
<b>1.1. Ouvrages de captage :</b>						
1 forage de 120 mètres	1500	20	2	91,7	6,3	12,6
<b>1.2. Infrastructures</b>						
1.2.1. 1 station de pompage	150	30	2	6,7	0,5	0,9
1.2.2. 1 réservoir de 40 m <sup>3</sup>	275	30	2	12,9	0,8	1,7
1.2.3. 800 m de conduite 2" posée	320	20	2	19,6	1,3	2,7
1.2.4. 2 fontaines 4 robinets	500	30	2	22,3	1,5	3,0
TOTAL PREMIER INVESTISSEMENT pleine capacité	2745			153,2	10,4	
mi capacité	id.			id.		20,9
<b>2. EQUIPEMENT RENOUVELABLE</b>						
2.1. 1 pompe immergée 5 m <sup>3</sup> /j à 80 m + accessoires	150	8	8	26,1	1,8	3,6
2.2. 1 groupe électrogène 22 CV	420	4	8	126,8	8,7	
(id. exploit. ½ capacité : amortissement 6 ans)		(6)	8	(95,6)		13,1
TOTAL EQUIPEMENT RENOUVEL. pleine capacité	570			152,9	10,5	
mi capacité	570			(121,7)		16,7
<b>3. FONCTIONNEMENT ANNUEL</b>						
3.1. Carburant, lubrifiant et divers (0,75 x HMT/10 par m <sup>3</sup> ) 0,75 x 100/10 x 14.600				110,0 (55,0)	7,5	7,5
3.2. Entretien et pièces détachées						
3.2.1. 1% de l'investissement de 1.1., 1.2.1., 1.2.2., 1.2.3.				22,5	1,5	3,0
3.2.2. 2% de l'investissement de 1.2.4.				10,0	0,7	1,4
3.2.3. 25% de l'amortissement de 2.1.				6,5	0,4	0,9
3.2.4. 50% de l'amortissement de 2.2.				63,4 (47,8)	4,3	6,5
3.3. Personnel sur place 1 motoriste et 1 fontainier à 2000 esc/mois				48,0	3,3	6,6
3.4. Frais d'exploitation et de gestion (15%)				39,0 (28,5)	2,6	3,8
TOTAL FONCTIONNEMENT ANNUEL : exploitation pleine capacité				299,3	20,3	
mi-capacité				(228,8)		31,2
<b>TOTAL DES CHARGES D'EXPLOITATION (2 et 3)</b>						
				pleine capacité mi capacité	452,2 (350,5)	30,8 47,9
<b>RECAPITULATION DES CHARGES (escudos)</b>				exploitation à pleine capacité	exploitation à demi capacité	
5.1. Investissement initial par tête				2.745	2.745	
5.2. Charge d'exploitation annuelle par tête (hors investissement initial)				452	351	
5.3. Charge d'investissement initial par m <sup>3</sup>				10,4	20,9	
5.4. Charge d'exploitation par m <sup>3</sup> (hors investissement initial)				30,8	47,9	
5.5. Prix de revient total par m <sup>3</sup>				41,2	68,8	



## ANNEXE B1

### ETUDE POUR L'ORGANISATION DU SERVICE DE L'EAU (EXTRAITS)

- Résumé
- Chapitre I (p. 2 à 9)
- Tableau 19
- Annexes A (organisation administrative)  
(tableaux et fiches 20 à 23)

**RÉPUBLIQUE  
DU CAP VERT**

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT RURAL



**RÉPUBLIQUE FRANÇAISE**

MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION  
FONDS D'AIDE ET DE COOPÉRATION



**ETUDE  
POUR  
L'ORGANISATION  
DU SERVICE  
DE L'EAU**

R.453/E.941/9-81

**BURGÉAP**

ETUDE ET MISE EN VALEUR DES EAUX SOUTERRAINES

RESUME

## RESUME

### 1. L'ETAT ACTUEL

#### 1.1. Les modes d'exploitation de l'eau

Comme toute activité au Cap Vert, l'organisation du service de l'eau est tributaire de l'éloignement et de la diversité des îles. Celles-ci sont, soit de type urbain, comme S. Vicente et Sal, soit essentiellement rurales avec de simples bourgades, soit de type mixte, comme Santiago, qui comprend la capitale.

Bien que la consommation des grandes villes (Mindelo et Praia) soit encore très basse, le secteur urbain mobilise près de 90 % des dépenses d'exploitation de l'eau potable, à cause des usines de dessalement qui alimentent Mindelo et Sal à des coûts très élevés.

La distribution dans les bourgs s'apparente plutôt à l'A.E.P. rurale(1). Cette dernière fait actuellement l'objet d'un gros effort d'équipement par bornes-fontaines, alimentées par des forages à motopompes.

Les eaux d'irrigation sont en général gravitaires, et les exploitants en disposent gratuitement, suivant des droits traditionnels. L'eau potable est par contre le plus souvent payée, mais à des tarifs très variables, qui ne couvrent presque jamais les coûts de production, eux-mêmes très divers.

#### 1.2. Les ressources en eau et leur développement

Sauf à dessaler l'eau de mer (à Mindelo et à Sal), on ne dispose que d'eaux souterraines, avec des débits ponctuels très petits. Les nouveaux modes de captages (forages, galeries) doivent permettre de réduire l'incidence catastrophique des périodes de sécheresse, mais le recours à des ressources encore inexploitées sera progressivement limité par un coût de mise à disposition croissant.

Cette contrainte entraîne une impérieuse nécessité d'optimiser les prélèvements et l'usage de l'eau. Aussi l'affectation judicieuse des ressources aux besoins, et le contrôle permanent de l'exploitation et des aquifères doivent-ils constituer une préoccupation constante des nouveaux services.

#### 1.3. L'organisation actuelle du secteur de l'eau

La république du Cap Vert a nationalisé le secteur de l'eau et confié l'intégralité de la mise en valeur et de la distribution à l'Etat, représenté pour l'essentiel par le Ministère du développement rural.

##### 1.3.1. Au niveau national

- le M.D.R. intervient par l'intermédiaire de ses directions spécialisées, et notamment :
  - . la D.S.E.G.A.S., chargée des études, de l'équipement, de l'exploitation et du contrôle des ressources, qui dispose d'importants moyens de forage et d'un bureau de centralisation des données ;
  - . la Direction de l'aménagement, pour les travaux de génie rural ;
  - . un atelier central de mécanique, VARIANTE, pour l'entretien des installations ;

---

(1) A.E.P. : alimentation en eau potable.

- le Ministère des travaux publics est le maître d'ouvrage des travaux hydrauliques urbains ;
- le Ministère de l'économie a la tutelle des sociétés publiques qui produisent l'eau dessalée à Sal et Mindelo ;
- le Ministère de la santé, le Ministère des transports et le Secrétariat d'Etat au plan interviennent également à divers titres.

### 1.3.2. Au niveau des îles et des communes

a) Ce sont les secrétariats administratifs des communes, placés sous la tutelle du Ministère de l'intérieur, qui distribuent l'eau sur tout le territoire et encaissent les redevances ; celles-ci entrent dans les budgets municipaux.

b) Dans les îles agricoles et les zones rurales, le M.D.R. joue un rôle capital par l'intermédiaire de son délégué et de ses équipes, qui effectuent les travaux et l'entretien courants. A S. Nicolau, où de nombreux forages et captages ont été réalisés, une structure de gestion autonome a été récemment organisée dans le cadre du M.D.R. : le m<sup>3</sup> d'eau est vendu à un prix équilibré, et les contrôles sont régulièrement effectués.

c) Dans les villes et les îles urbaines, et notamment à Praia, la répartition des responsabilités entre les divers ministères est complexe et varie avec les cas, ce qui peut nuire à l'efficacité et au développement de la distribution.

## 2. DIAGNOSTIC ET OBJECTIFS

2.1. Les principaux dysfonctionnements qui apparaissent dans l'état actuel peuvent se résumer comme suit :

### 2.1.1. Structures

- compétences disséminées et parfois enchevêtrées ;
- coupure fréquente entre production (M.D.R.) et distribution (secrétariats administratifs) ;
- contrôles d'exploitation insuffisants ;
- structures de travaux et d'entretien insuffisamment opérationnelles.

### 2.1.2. Domaine économique et financier

- tarifs de vente variables et inférieurs aux coûts ;
- coûts réels mal connus ;
- subventions et charges financières des emprunts non recensées ;
- pas d'autonomie financière : les recettes ne sont pas directement affectées au secteur de l'eau.

Il en résulte que le système n'incite pas à une utilisation rationnelle de l'eau, et ne peut assurer son propre développement.

2.2. Quatre options de base peuvent être retenues :

- exploiter le maximum d'eau compatible avec la conservation de la ressource ;
- optimiser l'utilisation de l'eau ;
- viser l'équité dans la distribution ;
- assurer l'équilibre financier du secteur.

En pratique, le système à organiser doit viser les objectifs suivants :

#### 2.2.1. Structures et organisation

- traduire correctement les intentions du gouvernement ;
- assurer dans de bonnes conditions les arbitrages nécessaires ;
- assurer la représentation des usagers ;
- s'adapter à la spécificité des îles ;
- s'adapter à la spécificité des besoins : irrigation traditionnelle, irrigation par forage A.E.P. rurale, secteur urbain ;
- rechercher l'efficacité ;
- économiser le personnel technique ;
- porter une attention particulière à la maintenance.

#### 2.2.2. Domaine économique et financier

- assurer les besoins financiers essentiels par la vente de l'eau ;
- faire supporter au secteur de l'eau la charge du remboursement des emprunts correspondants ;
- limiter les subventions budgétaires à l'investissement ;
- moduler les tarifs de façon à satisfaire les options de base énoncées ci-dessus.

### 3. PROPOSITIONS CONCERNANT LES STRUCTURES

#### 3.1. Les fonctions et leur mise en oeuvre

Le tableau 1, page 38, donne la liste des fonctions qu'il s'agit de remplir. Elles sont groupées en 6 rubriques :

##### 3.1.0. Coordination (à différents niveaux).

3.1.1. Fonctions d'autorité, en particulier la planification, la réglementation et l'arbitrage (affectation des ressources). Toutes les autres fonctions, et notamment l'exploitation, peuvent être déléguées par l'administration à un ou des organismes concessionnaires, dont elle exerce la tutelle, sur la base de cahiers des charges.

3.1.2. Fonctions de gestion : elles comprennent notamment le financement des investissements, pour lequel il est nécessaire d'individualiser un fonds spécial, permettant de gérer tous les mouvements financiers qui y participent.

3.1.3. Conservation de la ressource : cette fonction, essentielle au Cap Vert, est celle du Bureau de l'eau, organisme responsable des études de base, du contrôle des aquifères, de l'évaluation permanente des ressources et de l'information des responsables.

3.1.4. Equipement : cet ensemble comprend essentiellement la maîtrise d'ouvrage, l'évaluation des projets, la maîtrise d'oeuvre, qui réclame une spécialisation particulière, et l'exécution des travaux neufs, qui est particulièrement difficile à organiser au Cap Vert, compte tenu de l'isolement des îles et de l'étroitesse du "marché".

3.1.5. Exploitation : c'est la partie essentielle du service ; elle comporte d'une part la production et la distribution, qu'il est très important de réunir dans la même main, d'autre part le contrôle technique de la ressource et l'entretien des installations, qui réclament une organisation particulièrement rigoureuse en milieu rural.

### 3.2. Les îles et les structures de base

3.2.1. Quelle que soit la forme que prendra l'organisation centrale, les tâches d'exploitation en milieu rural nécessitent la mise en place dans chaque île (sauf Sal et S. Vicente) d'une brigade de 5 à 20 spécialistes, sans compter les pompistes et fontainiers.

Ces brigades, dont le degré d'autonomie est à préciser, auraient pour rôle, sous l'autorité d'un délégué :

- la gestion administrative et financière : (releveur-encaisseur-comptable) ;
- le contrôle de l'exploitation et des nappes (contrôleur technique) ;
- l'entretien des infrastructures, et notamment des pompes (mécanicien, plombier, maçon) ;
- la production et la distribution de l'eau (pompistes et fontainiers).

Les brigades pourraient être rapidement formées. La formation consisterait en une série de stages précédant la mise en place dans les différentes îles.

3.2.2. Le coût de la brigade nécessaire à S. Nicolau (et déjà en grande partie constituée), qui comprendrait 8 spécialistes et 18 pompistes et fontainiers, s'élève à environ 1.000 contos par an ; la charge correspondante, encore très élevée, devrait progressivement tomber en dessous de 5, puis de 2 \$ par m<sup>3</sup> (contre 5 à 10 \$ par m<sup>3</sup> pour le reste du fonctionnement). Les pompistes et fontainiers constituant une part importante de cette charge, il est souhaitable d'organiser au mieux l'exploitation des forages ruraux et, éventuellement, de la concéder aux collectivités utilisatrices.

### 3.3. La structure globale

Quatre solutions-types (en fait trois seulement, la quatrième s'éliminant d'elle-même), peuvent être imaginées à partir des réponses à donner aux deux questions suivantes :

- faut-il centraliser le service à Praia, ou le décentraliser en créant des structures municipales autonomes ?
- faut-il réunir ou séparer l'A.E.P. urbaine et l'A.E.P. rurale ?

Ces solutions-types ont les caractéristiques suivantes :

3.3.1. Un organisme polyvalent dépendant de la municipalité dans chaque commune répondrait précisément aux intérêts locaux mais présenterait l'inconvénient majeur d'exiger des compétences élevées dans 14 organisations différentes. On pourrait y remédier en partie en mettant sur pied des organes communs intercommunaux.

3.3.2. Un organisme national polyvalent présente, à l'opposé de la solution précédente, l'intérêt d'utiliser beaucoup mieux le personnel qualifié, et d'avoir une "crédibilité" que les organismes municipaux pourraient difficilement acquérir.

Mais un tel organisme risquerait fort de se couper des réalités locales, d'avoir un poids trop important par rapport à l'administration, et de négliger le secteur rural, dispersé et de moindre importance financière.

3.3.3. Deux organismes nationaux, un pour l'eau urbaine, l'autre pour l'eau rurale, évitent ce dernier inconvénient, mais pas ceux de la centralisation, auxquels il faudrait remédier par des contrats de concession, et la filialisation de certains organes.

3.3.4. En définitive, une solution mixte, différenciée en fonction de la spécificité des îles, paraît mieux en mesure que les précédentes de répondre à des exigences aussi diverses. Elle tient compte du fait que l'organisation municipale décentralisée convient bien aux villes et l'organisation centralisée, prolongée par les brigades de base, aux îles et zones rurales. On est ainsi amené à envisager :

- un organisme autonome, sous la tutelle du M.D.R., pour l'A.E.P. de l'ensemble des îles essentiellement rurales plus Santiago, excepté la capitale ; le Bureau de l'eau serait rattaché à cet ensemble ;
- des sociétés publiques municipales, coiffées par un syndicat intercommunal, ou filiales d'un organisme national, pour les îles urbaines (dont éventuellement Fogo) et la ville de Praia.

#### 4. PROPOSITIONS D'ORDRE ECONOMIQUE ET FINANCIER

##### 4.1. Charges et prix de revient

4.1.1. Malgré la diversité des systèmes hydrauliques et des coûts qui en résultent, l'unité d'exploitation à considérer est l'île ; les prix de revient doivent par conséquent être calculés île par île (en isolant Praia), et en distinguant l'eau potable et l'eau d'irrigation.

Ces calculs doivent être faits sur une base standard, en prenant en compte les charges et les consommations prévisibles sur les 5 prochaines années. Les charges d'exploitation seront systématiquement différenciées des charges d'investissement, et l'amortissement des emprunts sera comptabilisé suivant des critères strictement définis.

L'établissement des tarifs devant viser à la fois l'équilibre financier global et l'optimisation de l'usage de l'eau, on prendra alternativement comme base des tarifs le coût d'équilibre financier et le coût marginal à long terme.

##### 4.1.2. Ordre de grandeur des coûts de l'eau

D'après les données disponibles, dont les bases sont d'inégale valeur, on aboutit pour le m<sup>3</sup> d'eau distribué aux chiffres suivants, tout compris :

a) <u>Eaux potables</u> (consommation : 4 à 5.000 m <sup>3</sup> /jour)	
Sal et Mindelo : 3 à 400 \$ ; prochainement (1) :	80 à 150 \$
Fogo et Brava (refoulement en altitude) :	75 \$
Ville de Praia :	30 à 40 \$
Zone rurale de Santiago (forages et fontaines) :	20 à 30 \$
Maio, S. Nicolau, B. Vista ( " " " ) :	10 à 20 \$
b) <u>Eaux d'irrigation</u> (consommation : 50 à 70.000 m <sup>3</sup> /jour)	
Eaux gravitaires (captages) :	2 \$
Eaux gravitaires (galeries) :	4 à 8 \$
Eaux de puits (ribeiras) :	6 à 8 \$
Eaux de forages :	6 à 15 \$

(1) Mise en service de nouvelles unités de dessalement.

Globalement, les charges annuelles qui se rapportent à l'eau potable (110.000 contos environ), dont l'essentiel a trait au secteur urbain, sont supérieures à celles relatives à l'eau d'irrigation, dont la consommation est pourtant 10 à 15 fois plus importante.

#### 4.2. Tarifs de vente

4.2.1. Irrigation : il faut envisager d'établir dans chaque île un tarif unique de vente au m<sup>3</sup>, égal au prix de revient moyen, pour l'eau des forages et des galeries. L'utilisation de l'eau des sources captées et des puits particuliers pourrait, par contre, être soumise à une taxe foncière.

La limite économique est de l'ordre de 20 \$/m<sup>3</sup> pour les cultures les plus rentables (maraîchage).

#### 4.2.2. Eau potable

a) Dans les îles rurales, où le coût moyen est inférieur au seuil économique de 28 \$/m<sup>3</sup> (2), on peut envisager un tarif unique pour l'eau potable.

b) Dans les villes et les autres îles, il faudra subventionner l'eau aux fontaines publiques et pour la "tranche de base" délivrée aux branchements (3 m<sup>3</sup>/mois) ; le tarif correspondant pourrait être de 25 \$ le m<sup>3</sup>, et de 50 centimes le bidon de 20 l aux bornes-fontaines.

La tranche moyenne (3 à 10 m<sup>3</sup>/mois) serait facturée au prix de revient, et la tranche supérieure à un tarif permettant de compenser la subvention faite à la tranche de base.

En fait, les tarifs devront être adaptés dans les localités où l'eau revient très cher, en recherchant l'optimum du rapport financier, afin de minimiser les subventions nécessaires.

Des études complémentaires approfondies devront être menées dans ce sens. Les consommations publiques et industrielles seraient tarifées sur des bases particulières.

\*

\*

\*

---

(2) ... correspondant à 4 % du revenu d'une famille "économiquement faible", consommant 3 m<sup>3</sup>/mois, soit 20 l/j/par personne (besoin de base).

CHAPITRE 1

---

L'ÉTAT ACTUEL

## CHAPITRE 1

### L'ETAT ACTUEL

#### 1.1. CADRE GENERAL

##### 1.1.1. Présentation

Toute l'activité, au Cap Vert, est profondément marquée par l'éloignement et la diversité des îles. L'organisation du service de l'eau ne peut échapper à cette contrainte de base.

La population totale de ces îles volcaniques approche de 300.000 habitants, pour une superficie globale de 4.000 km<sup>2</sup> de terrains souvent très montagneux, dont une partie relativement faible est habitable (tableau 5 ).

Les neuf îles principales sont réparties en deux ensembles (au vent et sous le vent), mais on peut également les grouper, en considérant les problèmes de l'eau, de la manière suivante :

- dans 2 îles basses et désertiques, toute la population est urbanisée : Mindelo, le port de S. Vincente, compte 36.000 habitants sur 42.000, et Sal, où se trouve l'aéroport international, 6.000 habitants. L'île de Fogo (31.000 habitants), où les principaux villages vont être reliés à la capitale par un réseau unique, se rattache aussi, pour l'essentiel, au domaine de l'eau urbaine ;

- Santiago, l'île principale, a près de 150.000 habitants, dont 37.500 à Praia, la capitale, qui se développe rapidement (5 % par an depuis 10 ans) ; le reste de la population est dispersé, et sa desserte en eau pose des problèmes aigus ; il y a aussi 1.000 hectares de cultures irriguées, dans les fonds de vallées ;

- les îles de S. Nicolau (13.500 habitants) et Brava (7.000 habitants) ont un habitat et des activités diversifiées, analogues à Santiago, mais sans ville importante ;

- à Maio (4.000 habitants) et à Boa Vista (3.000 habitants), l'habitat est assez dispersé ; il y a peu de cultures irriguées ;

- à l'inverse, la grande île agricole de Santo Antao est très largement consacrée à la culture irriguée ; 70 % de ses 43.000 habitants vivent dans la partie Nord de l'île, où sont situées les 5 ou 6 grandes vallées irriguées ; ces vallées sont escarpées, très isolées les unes des autres et dépourvues d'agglomérations importantes.

### 1.1.2. Autres éléments caractéristiques

L'agriculture concerne 32.000 ha pour les cultures pluviales (maïs, haricot) avec des rendements aléatoires, par suite de l'irrégularité des pluies, et 1.850 ha irrigués, dont la production essentielle est la canne à sucre, pour la fabrication du rhum (grog). L'industrie est encore embryonnaire.

Le revenu per capita serait de 170 dollars U.S. (B.I.R.D.) et de 270, si l'on tient compte de l'apport des émigrés.

L'émigration est le facteur économique et social fondamental des îles. Elle provoque une hémorragie de ressources humaines, mais apporte des ressources financières irremplaçables. Il faut noter que les émigrants construisent activement, dans des sites souvent isolés, des maisons dont la desserte en eau est fort délicate.

## 1.2. LE PROBLEME DE L'EAU AU CAP VERT

### 1.2.1. Une économie de pénurie

1.2.1.1. L'essentiel des ressources est constitué par les eaux souterraines, et les sources auxquelles elles donnent naissance.

Etant donné la faible perméabilité des formations aquifères, les débits qu'il est possible d'exploiter ponctuellement sont extrêmement faibles :

- les sources, qui sont captées jusqu'aux plus petites, produisent souvent moins de 1 m<sup>3</sup>/h ;
- un débit de 5 m<sup>3</sup>/h est intéressant pour un forage ;
- la construction de galeries de plusieurs kilomètres dans le basalte est envisagée pour capter 50 à 100 m<sup>3</sup>/h.

1.2.1.2. Les ressources en eau sont largement tributaires de l'irrégularité des pluies. A S. Nicolau, par exemple, la sécheresse, qui dure depuis une quinzaine d'années, a réduit des trois-quarts le débit des sources captées.

Pour accroître les ressources, tout en s'affranchissant des irrégularités climatiques, il faut :

- exploiter les aquifères en profondeur par l'intermédiaire de forages ou de galeries ;
- viser à réduire les pertes en mer par des prélèvements bien situés ;
- augmenter l'infiltration des eaux de ruissellement par la construction de diguettes.

1.2.1.3. L'alimentation en eau potable est actuellement précaire : dans les villes, l'infrastructure n'est pas toujours en bon état, et il y a de fréquentes coupures d'eau.

Un problème très important est celui de la qualité des eaux de boisson. Leur pollution est à l'origine de maladies hydriques graves ; celles-ci interviendraient pour moitié dans la mortalité des enfants de moins de 2 ans.

### 1.2.2. La mise en valeur des ressources en eau

1.2.2.1. Pour bien cadrer l'activité future des services de l'eau, il faudrait être en mesure de prévoir comment se développera l'exploitation de l'eau dans les années qui viennent. Nous essaierons simplement ici de montrer comment se pose le problème de la mise en valeur.

Actuellement, la consommation d'eau totale, tous usages confondus, est de l'ordre de 70.000 m<sup>3</sup>/jour (dessalement exclu), alors que le total des ressources renouvelables (1), notion toute théorique puisque globale et calculée à partir de précipitations moyennes, serait de l'ordre de 300.000 m<sup>3</sup>/jour.

En fait l'accroissement d'exploitation que l'on peut envisager n'a aucun rapport direct avec ce chiffre. Son évaluation ne peut en effet être faite que bassin par bassin ou zone par zone, sur la base des contraintes économiques, en soumettant les besoins locaux aux deux questions suivantes :

a) l'activité génératrice des besoins peut-elle supporter le coût d'exploitation des ressources en eau locales ?

b) ces ressources permettent-elles de satisfaire les besoins en cause ?

Si elles ne suffisent pas, trois solutions peuvent être théoriquement envisagées :

- amener l'eau d'un autre bassin (par exemple par galerie, pour irriguer des terres favorables mal situées par rapport aux ressources), ou dessaler l'eau de mer (pour la desserte urbaine) ; mais ceci n'est possible que si les coûts d'exploitation correspondants sont supportables ;

- déplacer l'activité en question : on aura intérêt à installer, chaque fois que possible, les industries grosses consommatrices d'eau dans des zones actuellement inhabitées, possédant des ressources exploitables à un coût assez bas ;

- exceptionnellement, surexploiter le bassin intéressé, s'il s'agit par exemple d'un besoin limité dans le temps.

---

(1)... c'est-à-dire des eaux d'infiltration qui transitent dans les aquifères et s'écoulent vers la mer.

Les prévisions de mise en valeur des eaux ne pourront donc être correctement évaluées que sur la base de schémas directeurs fondés sur les besoins agricoles (à partir des ressources en terre), les besoins d'eau potable (à partir de l'habitat et de son développement) et les besoins industriels. L'objet de ces documents, qui relèvent d'une part de la planification et de l'économie, d'autre part de l'hydrogéologie et de l'étude des ouvrages de captage, est de confronter dans chaque zone les besoins et les coûts supportables avec les ressources et les prix de revient de l'eau captée.

1.2.2.2. Ceci étant dit, les conditions naturelles et les contraintes économiques sont telles qu'il semble en première analyse que l'on ne puisse guère envisager, à relativement long terme, que de doubler la consommation actuelle (70.000 m<sup>3</sup>/jour). Il en est de même des surface irriguées (tableau n° 6).

Dans les grandes îles, en particulier, cet accroissement apparaît très insuffisant par rapport aux besoins : même s'il ne s'agit que d'un ordre de grandeur, le chiffre modeste avancé pour S. Antão indique que la répartition géographique des zones favorables à l'exploitation des eaux ne correspond que rarement à celle des terres cultivables ; quant à l'évaluation faite pour Santiago, elle laisse penser que l'on devra rapidement passer au dessalement pour alimenter Praia. On doit par ailleurs se préoccuper de la consommation des projets industriels (tableau n° 11).

Plus généralement, ces chiffres traduisent le fait que, dans de très nombreux cas, la mise à disposition d'eau supplémentaire nécessite des pompages profonds, des transferts importants, ou l'emploi de techniques onéreuses comme le dessalement, ou le recyclage des eaux usées ; en bref, la limite économique d'exploitation sera rapidement atteinte pour les eaux agricoles ; quant au coût de production des eaux potables, il deviendra progressivement de plus en plus élevé.

1.2.2.3. L'incertitude sur les évaluations de ressources disponibles rend difficile le dimensionnement des projets de développement. Plusieurs d'entre eux ont été déterminés à partir d'estimations trop optimistes ; ainsi, divers projets d'irrigation ont dû, ou doivent encore être révisés en baisse.

Or, il est fondamental de bien répartir les prélèvements, faute de quoi ceux-ci se traduiront par une diminution du débit des ouvrages déjà exploités ou, à proximité du littoral, par un envahissement des aquifères par l'eau de mer, comme on l'observe déjà à S. Vicente dans la Ribeira Julão, et probablement dans le grand périmètre forestier de Maio.

1.2.2.4. En l'absence de connaissances sûres, le développement de l'exploitation des ressources, dans le cadre des projets, doit être impérativement contrôlé par un dispositif de mesures permettant de surveiller le niveau des aquifères et l'entrée d'eau salée. Ceci montre bien qu'il faut donner au secteur des mesures, une place d'élection dans le service des eaux à mettre sur pied. On a en effet tendance à négliger cette tâche dans tous les pays du monde, sa rentabilité n'étant pas immédiate. Mais au Cap Vert, elle est beaucoup plus importante qu'ailleurs.

1.2.2.5. Dans ces conditions, il est très important de pouvoir affecter en toute connaissance de cause une ressource donnée à l'usage qui lui convient le mieux. Dès aujourd'hui, plusieurs projets posent ouvertement le problème de l'utilisation de l'eau à des usages concurrents. La question la plus actuelle est celle de savoir s'il est possible ou non, et dans quelles proportions, d'alimenter la capitale à partir des eaux de la région de João Varela, et de développer en même temps les irrigations.

Ce point montre l'importance :

- d'un bureau bien armé techniquement pour suivre constamment l'exploitation des nappes et leurs conséquences, et informer les autorités responsables ;
- de la fonction d'arbitrage des différends concernant l'affectation des ressources.

### 1.2.3. Modes d'exploitation de l'eau et coûts de production

On peut distinguer, selon les usages et le mode d'exploitation de l'eau, quatre grands secteurs d'utilisation.

#### 1.2.3.1. Les centres urbains (tableaux 3 et 7)

Il s'agit essentiellement des deux grandes villes de Mindelo et Praia, ainsi que de l'île de Sal, et accessoirement de Fogo et de Brava.

Les habitants de Mindelo et de Sal sont desservis, pour l'essentiel, à partir d'usines de dessalement qui produisent également l'électricité, et sont gérées par des organismes autonomes (E.A.M. et E.A.S. (1)), sous tutelle du Ministère de l'économie et des finances ; ces organismes, subventionnés par l'Etat, assurent la distribution de l'eau aux usagers, et perçoivent les redevances.

Mindelo (36.000 habitants) ne consomme actuellement que 850 m<sup>3</sup>/j, dont 750 d'eau dessalée, produite à 330 \$ le m<sup>3</sup>. Sal utilise 180 m<sup>3</sup>/j d'une eau encore beaucoup plus chère (2). Praia (37.500 habitants) consomme environ 1.200 m<sup>3</sup>/j ; le prix de revient serait de 30 à 40 \$ le m<sup>3</sup>, ce qui est considérable pour de l'eau essentiellement gravitaire, et semble indiquer que la quantité distribuée est trop faible par rapport à la structure existante.

A Fogo (réseau de Praia Ladrão), où l'eau est refoulée jusqu'à 600 m d'altitude, le coût du m<sup>3</sup> distribué atteint 74 \$.

(1) *Electricidade e Agua de Mindelo (de Sal).*

(2) *Les nouvelles unités de dessalement prévues doivent produire des eaux d'un coût de 80 à 100 \$ le m<sup>3</sup>.*

Les centres urbains regroupent plus du quart de la population de l'archipel, 90 % des branchements particuliers, et 28 % des bornes-fontaines ; 94 % des dépenses d'exploitation du secteur de l'eau potable y sont effectuées du fait, essentiellement, des usines de dessalement de Mindelo et Sal.

Or, il va de soi que les consommations, anormalement basses, de Mindelo et Praia augmenteront très largement dans l'avenir.

Comme à Fogo, les principaux villages de Brava seront prochainement desservis par un réseau unique, à partir d'eaux de source refoulées en altitude. Ces deux îles se rattachent donc aux structures de type urbain et exigent un certain niveau de technicité de la part des services de maintenance.

#### 1.2.3.2. Les centres secondaires

Outre les centres précédents, on compte une dizaine de centres secondaires : ce sont de gros bourgs de 1.000 à 4.000 habitants, qui représentent ensemble 8 % de la population de l'archipel. On y trouve 13 % des branchements particuliers et 22 % des bornes-fontaines ; les dépenses du secteur de l'eau, pour ces centres, ne représentent qu'environ 3 % du total national.

Généralement desservis autrefois à partir de sources captées, ces centres ont vu, depuis une dizaine d'années, leur alimentation renforcée par la mise en service de forages, en particulier à Santiago, à S. Nicolau et à Boa Vista, et bientôt à Maio.

Contrairement aux villes, la desserte de ces centres ne nécessite pas de structure d'un niveau de technicité supérieur à celui exigé par la distribution des eaux rurales.

#### 1.2.3.3. Les villages et les hameaux

Environ 65 % de la population réside en zone rurale, où l'habitat est très dispersé.

Cette population, défavorisée, a de grandes difficultés à se procurer l'eau qui lui est nécessaire. Elle s'alimente en général à des sources ou des puits souvent éloignés ou pollués.

Un gros effort a été réalisé par le M.D.R. pour améliorer cette situation : des forages ont été équipés de pompes, qui alimentent des réservoirs et des bornes-fontaines (tableau 10).

Ces forages, qui peuvent fournir entre 20 et 200 m<sup>3</sup>/jour, permettent en général d'alimenter en même temps de petits périmètres irrigués.

Les prix de revient du m<sup>3</sup> d'eau produit par forage s'étagent entre 8 et 34 \$ (annexe B1), suivant le refoulement et le débit unitaire ; ces chiffres, calculés sur la base de la capacité des ouvrages, couvrent toutes les dépenses, y compris l'investissement de base (forage et génie civil) ;

Le fontainier et le pompiste constituent une part notable de ces prix de revient. En fait, les coûts réels sont sensiblement plus élevés, la plupart de ces forages étant actuellement sous-exploités, pour des raisons qu'il serait important d'élucider (annexe B3).

L'extension, très souhaitable, de ce type d'aménagement, sera limité par le coût d'exploitation ; celui-ci risque d'être difficilement supportable, même s'il y a péréquation, dans les écarts et les zones où la nappe est très profonde. Une étude complète, fondée sur la structure et la répartition de l'habitat par rapport aux données hydrogéologiques, reste à entreprendre à ce sujet.

#### 1.2.3.4. Les eaux d'irrigation (annexes C et tableau 4)

Les 1.850 ha de terres irriguées sont situés pour l'essentiel dans les vallées de Santiago et Santo Antão. Ils sont alimentés à 62 % environ par des eaux gravitaires, comme à Santo Antão, à 31 % par des puits particuliers, notamment dans les ribeiras de Santiago, et à 7 % par des forages, surtout à Santiago et S. Nicolau. Ces derniers produisent environ 4.500 m<sup>3</sup>/j, soit autant que la totalité des eaux potables distribuées dans l'archipel.

Sur la base d'une dose normale d'irrigation (40 m<sup>3</sup>/h/ha), ces cultures exigeraient plus de 70.000 m<sup>3</sup>/j, soit environ 10 fois la consommation actuelle supposée d'eau potable (300.000 hab. x 25 l/j). En fait, les doses d'irrigation réelles semblent, actuellement au moins, largement inférieures.

La plus grande partie des dépenses de fonctionnement engagées par le gouvernement pour l'eau d'irrigation a trait aux forages. Elles s'élèvent à environ 12.000 contos par an, soit 11 % des dépenses d'alimentation en eau potable.

L'eau d'irrigation n'est généralement pas vendue : les recettes ne correspondent qu'à 17 % des dépenses.

#### 1.2.4. La distribution et la vente de l'eau

##### 1.2.4.1. Distribution de l'eau (tableaux 7 et 8)

21 % de la population des centres équipés d'un réseau, soit 8 % de la population totale, est desservie par branchement (sur la base de 5 personnes par branchement) ; cette fraction consomme 30 à 100 l/j/habitant. Le reste de la population urbaine s'alimente aux bornes-fontaines, à raison de 10 à 20 l/j/habitant, quelquefois moins.

La plupart des réseaux sont anciens, et les fuites y sont probablement importantes. Les compteurs fonctionnent rarement dans de bonnes conditions, du fait des coupures et des variations de pression, ce qui oblige fréquemment à remplacer par des forfaits le décompte des quantités réelles.

On réalise peu de branchements nouveaux du fait de la pénurie d'eau, de l'état des réseaux, du manque de services d'entretien et de réparation, et également du fait d'une dévolution imprécise de cette fonction.

#### 1.2.4.2. Prix de vente de l'eau (tableau 9)

Ils sont très variables d'une île à l'autre, à l'intérieur d'une île, et même parfois à l'intérieur d'une ville (Mindelo).

Le m<sup>3</sup> d'eau agricole, gratuit lorsqu'il est gravitaire, est vendu aux irrigants 7 centimes à Santiago et 5 ¢ à S. Nicolau, et on envisage de le vendre 23 ¢ à Monte Genebra (Fogo).

Le m<sup>3</sup> d'eau potable est payé entre 7 et 85 ¢ aux branchements, et entre 0 et 140 ¢ aux bornes-fontaines, mais il peut atteindre 1.000 ¢ (20 ¢ le bidon de 20 l) après transport et revente par des particuliers.

Outre la disparité de ces prix, on note que les cultures irriguées sont pratiquement subventionnées, en particulier à Santiago, ce qui favorise le gaspillage d'eau et le développement de cultures non rentables.

Par ailleurs, dans la plupart des cas, le prix de vente de l'eau aux branchements est, pour les premières tranches au moins, meilleur marché ou tout au plus égal à celui pratiqué aux fontaines publiques, ce qui constitue une anomalie.

À la campagne, l'accès à l'eau est difficile et l'eau est très chère lorsqu'elle est acheminée par des intermédiaires. C'est pourquoi l'équipement des zones rurales par forages et bornes-fontaines est un des objectifs prioritaires du M.D.R.

#### 1.2.5. Les développements à attendre

Le gouvernement poursuit depuis plusieurs années un important effort de développement des ressources et d'amélioration de la desserte en eau des populations. Il réalise également des travaux considérables de conservation des eaux et des sols.

Dans le domaine urbain, sont prévus le renforcement de la distribution d'eau de Praia par des forages, et la mise en service de nouvelles unités de dessalement à Mindelo et à Sal.

Dans le domaine de l'A.E.P. (1) rurale, il est difficile, en l'absence d'un schéma directeur des eaux potables, d'évaluer le nombre de stations de captage équipées de bornes fontaines à prévoir dans les prochaines années (voir 1.2.3.3.) ; mais il est possible que ce chiffre ne dépasse pas la cinquantaine d'aménagements sur l'ensemble du territoire.

Pour l'irrigation, l'action essentielle à entreprendre est le creusement de galeries de captage. Le schéma directeur des eaux agricoles, actuellement en cours d'étude, envisage la réalisation d'une trentaine de galeries d'environ 2 km de longueur moyenne. Il s'agit là d'investissements lourds, dont le financement réclame des études préliminaires approfondies.

Enfin, dans le domaine industriel, où presque tout reste à faire, les créations envisagées dans le cadre du Plan 1982-85 représentent une consommation globale de près de 1.000 m<sup>3</sup>/jour. Les implantations sont prévues essentiellement à Santiago et à S. Vicente (tableau 11).

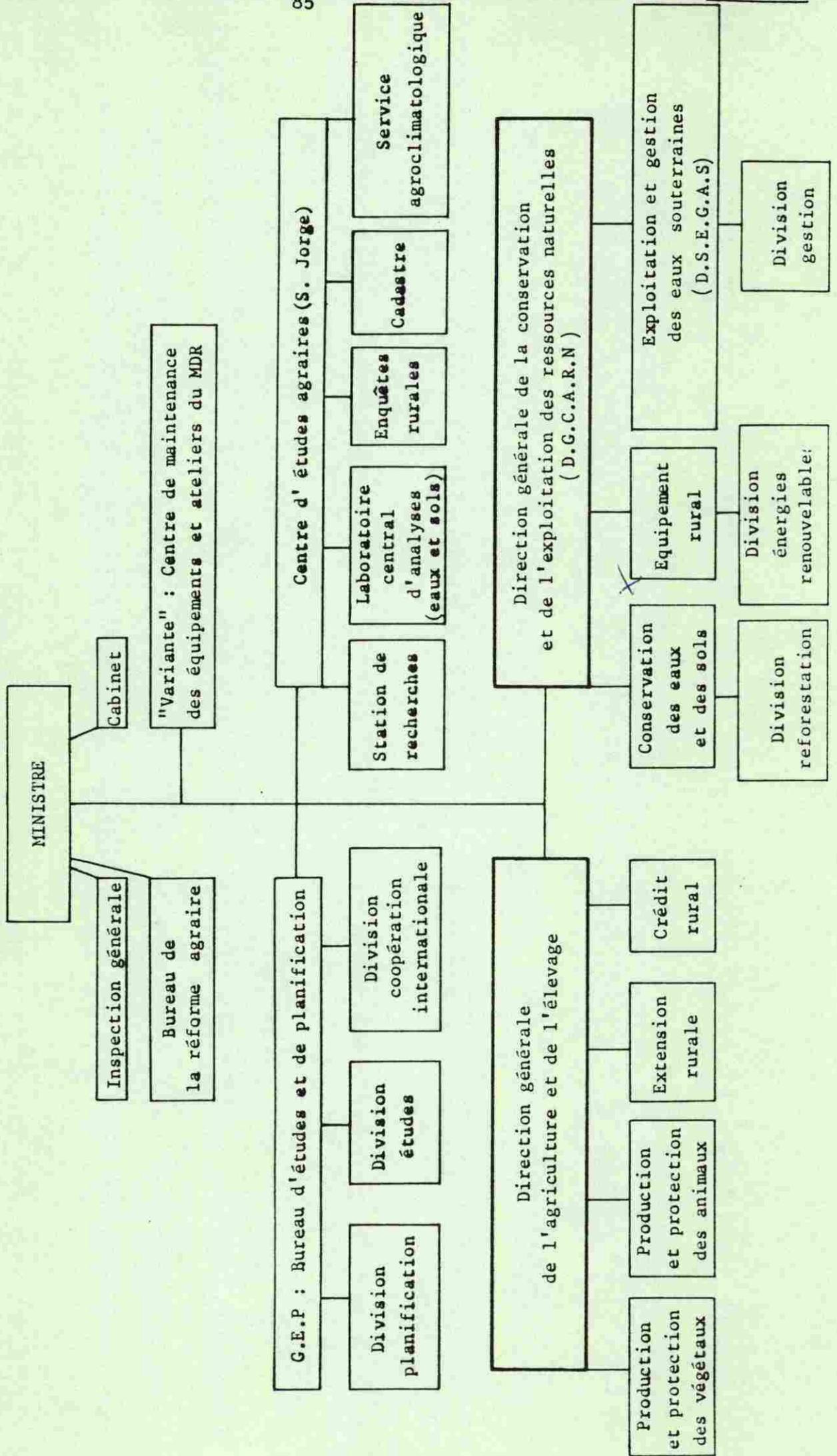
(1) A.E.P. : alimentation en eau potable.

REPARTITION DES COMPETENCES DES MINISTERES  
DANS LE DOMAINE DE L'EAU

MINISTERE COMPETENCES	DEVELOPPEMENT RURAL	INTERIEUR	TRAVAUX PUBLICS	ECONOMIE ET FINANCES	SANTE	TRANSPORTS ET COMMUNICATION
Direction générale intéressée	Conservation des eaux et des res- sources naturelles (D.G.C.A.R.N.)	Administration interne (D.G.A.I.)	Urbanisme et assainissement de base (D.G.U.A.)	Energie et dessalinisation (D.G.E.D.)		
Secteur concerné	a) Ensemble du secteur de l'eau b) Zone rurale et petits centres	Toutes les collectivités	Villes (Praia, Mindelo, Sal)	Mindelo et Sal	Ensemble du pays	Ensemble du pays
Nature des compétences	Etudes et recher- ches (a) Centralisation des données (b) Travaux de forage (a) Conservation des eaux (a) Equipement rural (b) Production, entre- tien et maintenance (b)	Distribution Entretien des ad- ductions réseaux et captages. Perception des redevances	Construction des réseaux de distri- bution et d'as- sainissement et des réservoirs. Grosses réparations.	Dessalement de l'eau de mer. Distribution et gestion.	Qualité des eaux : - contrôle - normalisation	Météorologie nationale
Compétences d'autres services	Programmation (G.E.P.) (a) Code de l'Eau (G.R.A.) (a) Analyses (C.E.A.) (a)					

ORGANIGRAMME

DU MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL



"Variante" : Centre de maintenance des équipements et ateliers du MDR

Centre d'études agraires (S. Jorge)

Direction générale de la conservation et de l'exploitation des ressources naturelles (D.G.C.A.R.N.)

Direction générale de l'agriculture et de l'élevage

G.E.P. : Bureau d'études et de planification

Division planification

Division études

Division coopération internationale

Station de recherches

Laboratoire central d'analyses (eaux et sols)

Enquêtes rurales

Cadastre

Service agroclimatologique

Production et protection des végétaux

Production et protection des animaux

Extension rurale

Crédit rural

Conservation des eaux et des sols

Equipement rural

Exploitation et gestion des eaux souterraines (D.S.E.G.A.S)

Division reforestation

Division énergies renouvelable

Division gestion

## TACHES ET MOYENS DE LA D.S.E.G.A.S.

### 1 - COMPETENCES

La Direction de l'exploitation et de la gestion des eaux souterraines a la responsabilité de l'ensemble des programmes de recherche et d'exploitation des eaux souterraines, et celle de la conservation de la ressource.

Elle dispose d'échelons de travaux qui réalisent des forages équipés, des captages de sources, et des galeries.

La division " gestion " de la D.S.E.G.A.S. rassemble les informations hydrogéologiques de base : caractéristiques des points d'eau, et débit des sources ; elle contrôle l'exploitation des forages et l'évolution des aquifères (piézométrie, salinité), et vend l'eau des forages destinés à l'irrigation.

### 2 - MOYENS

La direction comporte un hydrogéologue, un hydraulicien et un responsable des forages.

Les services opérationnels se composent de :

#### 2.1. Les ateliers de forages

La D.S.E.G.A.S. dispose de :

- 2 ateliers rotary à l'air comprimé, haute pression (SPEEDSTAR et BONNE ESPERANCE), capables de dépasser 150 m, tubé en 6".
- 3 perforatrices STENUICK à l'air comprimé, basse pression, permettant d'exécuter des forages de 90 m, tubés en 6".
- 2 ateliers SCHOTT-DUBON au battage, d'un rendement médiocre dans le basalte sain.
- 2 moto-treuil de battage aptes à l'approfondissement des puits par forage dans les alluvions, et à la manutention des pompes.
- 2 sondeuses LONG YEAR à carottage, pour les reconnaissances (galeries et piézomètres).

## 2.2. Diverses équipes techniques

- Une équipe réalisant des captages et des galeries et comprenant 24 personnes.
- Une équipe d'installation de pompes (8 personnes dont un mécanicien et un conducteur de travaux).
- Deux équipes d'essais de pompage.
- Une équipe de contrôle des aquifères (5 personnes)

L'ensemble du personnel national est composé de 2 ingénieurs, 8 sondeurs, 13 chefs d'équipe, 23 techniciens (contrôles et essais) 14 auxiliaires de sondage, 58 ouvriers spécialisés et 44 pompistes.

Les dépenses annuelles de personnel s'élèvent à 8250 contos. (1)

Un projet des Nations Unies, dont l'objet est la recherche et l'aménagement des ressources en eau, apporte son appui à la D.S.E.G.A.S. dans tous les secteurs d'activité ; il comprend un hydrogéologue, 1 chef-sondeur, deux ingénieurs associés et un chimiste, tous expatriés.

---

(1) *Sondeur ou chef d'équipe : environ 100 contos. Technicien ou auxiliaire : environ 50. Pompiste : 40. Ouvrier : 35*

## STRUCTURE ACTUELLE D'ENTRETIEN DES POMPES DE L'ILE DE SANTIAGO

(Centre de maintenance des équipements et ateliers du MDR " VARIANTE "

### 1 - EQUIPE D'ENTRETIEN DES POMPES

Activité limitée à Santiago. Des mécaniciens sont cependant envoyés plus ou moins régulièrement sur les autres îles. De jeunes mécaniciens, formés à VARIANTE, sont affectés aux îles de S. Nicolau et Boa Vista.

#### 1.1. Equipe de réparation des moteurs couplés aux pompes à axe vertical

. 1 mécanicien principal	142.800 \$/an	} 392.160 \$/an
. 1 " de 3ème classe	183.360 \$/an	
. 1 conducteur V.L.	66.000 \$/an	

#### 1.2. Equipe de réparation des pompes

. 1 mécanicien de 1ère classe (installe les pompes ; détaché à la D.S.E.G.A.S.)	125.280 \$/an	} 473.280 \$/an
. 1 mécanicien de 3ème classe (répare les pompes)	84.000 \$/an	
. 3 auxiliaires	162.000 \$/an	
. 1 chauffeur V.L.	66.000 \$/an	

#### 1.3. Matériels des équipes

- . 1 Jeep LR 109
- . 1 Jeep LR 88
- . 1 chèvre - 5 caisses à outils.

#### p.m. Pompistes (payés par la D.S.E.G.A.S.)

Salaire mensuel moyen : 3600 \$/mois pour 6 à 8 h de pompage

### 2 - REPARTITION DES TACHES ENTRE VARIANTE ET LA D.S.E.G.A.S.

Les essais de pompage, leur interprétation, l'installation de la première pompe, sont effectués par la D.S.E.G.A.S.

L'entretien courant est réalisé par les pompistes, les réparations par les équipes de VARIANTE.

Chaque pompe est, en principe, visitée 1 fois par semaine selon un calendrier préétabli.

### 3 - PROBLEMES DE FONCTIONNEMENT

- Faute d'un personnel suffisant, les équipes affectées à l'entretien des pompes entretiennent aussi du matériel agricole.

- Fond de roulement insuffisant : 20.000 \$/mois.

- Budget d'équipement (150.000 \$/mois) mobilisable à raison de 1/12 par mois, par réquisition chez les commerçants. Le système fonctionne mal à cause des longs délais administratifs de règlement.

- Longs délais pour obtenir les pièces détachées : 3 à 6 mois par l'intermédiaire des commerçants ou des organisations internationales ; 3 mois environ par commande directe et transfert de devises.

- Salaires offerts aux ouvriers spécialisés peu attractif.

Remarques : Les éoliennes sont entretenues par des équipes autonomes du Service des énergies renouvelables du M.D.R.



Note technique n° 4

COUT ET PRIX DE L'EAU  
 RECETTES ET DEPENSES PREVISIONNELLES  
 A S.NICOLAU

M D R  
 BURGEAP

J.C. ANDREINI  
 S.NICOLAU  
 1er.07.1980

DES POMPES ALIMENTÉES ALIMENTÉES PAR LE PROPRE ÉLECTRIQUE, TOUTES UNITÉS

POUR 1 1 1 1

Date	Description	Montant	Remarques
1950	...	...	...
1951	...	...	...
1952	...	...	...
1953	...	...	...
1954	...	...	...
1955	...	...	...
1956	...	...	...
1957	...	...	...
1958	...	...	...
1959	...	...	...
1960	...	...	...
1961	...	...	...
1962	...	...	...
1963	...	...	...
1964	...	...	...
1965	...	...	...
1966	...	...	...
1967	...	...	...
1968	...	...	...
1969	...	...	...
1970	...	...	...
1971	...	...	...
1972	...	...	...

## OBSERVATIONS

Pour ce type d'installation de pompage, le coût de l'eau dépend avant tout du prix du groupe électrogène et de son fonctionnement. Les autres frais restent quasiment fixes à partir d'une exploitation d'au moins 8 heures par jour occupant le pompiste à plein temps.

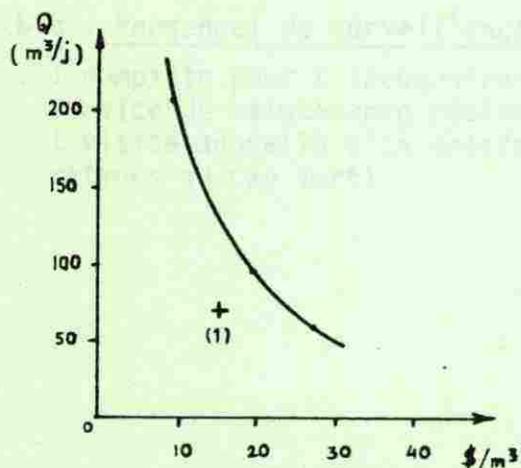
On note d'ailleurs une différence seulement de 20% environ entre le coût de l'eau en pleine exploitation et en exploitation moitié.

Malgré cela, sur l'ensemble des 2 forages de Faja (FN21 et FN41), la vente de l'eau à 25 \$/m<sup>3</sup> ne pourra couvrir le prix de revient qu'en pleine exploitation des forages. En exploitation moitié, l'eau du forage FN41 sera vendue à perte. Par ailleurs, étant donné son coût, l'eau de ces forages devra être réservée exclusivement à l'AEP.

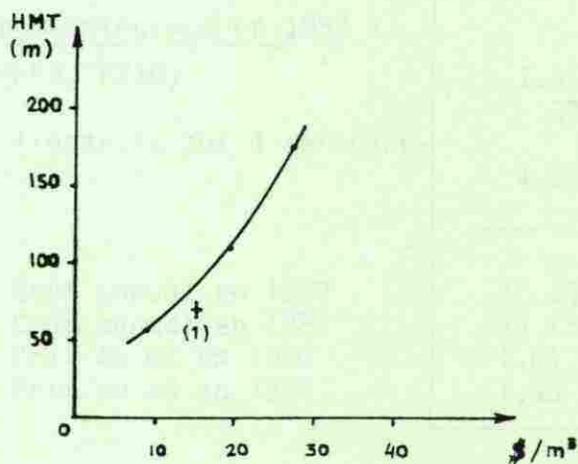
Sur le forage de Tarrafal, le coût de l'eau de 9 \$/m<sup>3</sup> environ, permettra l'irrigation des arbres fruitiers, le maraîchage (comme cela a été entrepris), la culture de la banane et de la canne à sucre (cf. note de N. KALFANE).

Notons que les coûts ainsi calculés ne prennent pas en compte les investissements réalisés par le Ministère de la Coopération Française, à savoir : forage, colonne de refoulement, génie civil, adduction. (Ces coûts ont été calculés par ailleurs).

Les résultats obtenus permettent d'établir des corrélations simples pour les pompes Grundfos SP de 3,7 kW, entre le coût du m<sup>3</sup> et le volume exploité ou la hauteur manométrique (cf. courbes ci-après) :



(1) Aérogénérateur 4100 FPT



COUT ANNUEL DE FONCTIONNEMENT ET DE REPARATION

D'UN AEROPORTE AEROMARITIME A 1000 FT. D'ALTITUDE

ET D'UNE PUISSANCE MAXIMALE DE 2000 HP - 15

EXEMPLE N° 1 - PUISSANCE MAXIMALE DE 2000 HP - 15

UTILISATION DES BARRAGES (voir tableau 1)

Poste	Description	Quantité	Unité	Coût unitaire (1965)	Coût unitaire (1980)	Total (1965)	Total (1980)
1) Travaux de construction	Travaux de terrassement	100	m <sup>3</sup>	100	150	10 000	15 000
	Travaux de maçonnerie	100	m <sup>3</sup>	100	150	10 000	15 000
	Travaux de peinture	100	m <sup>2</sup>	100	150	10 000	15 000
	Travaux de plomberie	100	m	100	150	10 000	15 000
	Travaux de serrurerie	100	kg	100	150	10 000	15 000
	Travaux de charpente	100	m <sup>3</sup>	100	150	10 000	15 000
	Travaux de menuiserie	100	m <sup>2</sup>	100	150	10 000	15 000
	Travaux de peinture	100	m <sup>2</sup>	100	150	10 000	15 000
	Travaux de plomberie	100	m	100	150	10 000	15 000
	Travaux de serrurerie	100	kg	100	150	10 000	15 000
2) Coût annuel de fonctionnement	Salaires et honoraires	100	h	100	150	10 000	15 000
	Matériel	100	kg	100	150	10 000	15 000
	Carburant	100	l	100	150	10 000	15 000
	Électricité	100	kWh	100	150	10 000	15 000
	Entretien	100	h	100	150	10 000	15 000
	Reparations	100	h	100	150	10 000	15 000
	Assurances	100	h	100	150	10 000	15 000
	Impôts	100	h	100	150	10 000	15 000
	Loyers	100	h	100	150	10 000	15 000
	Autres	100	h	100	150	10 000	15 000
Total							
Coût annuel en 1965							
Coût annuel en 1980							
Prix du m <sup>3</sup> en 1965							
Prix du m <sup>3</sup> en 1980							

1) Les données relatives à la consommation de carburant, d'électricité, de pièces détachées, de salaires et honoraires, de matériel, de réparations, d'entretien, d'impôts, de loyers, d'assurances, etc., sont basées sur des données moyennes obtenues de diverses sources.

OBSERVATIONS

On note que le coût du m<sup>3</sup> de Campo de Preguiça est parfaitement compatible avec les coûts admissibles pour l'irrigation à S.Nicolau (maraîchage, arbres fruitiers, bananes et cannes à sucre), il est même comparable dans certains cas au coût obtenu avec des pompes à axe vertical entraînées par moteur Diesel et transmission par courroies.

Dès que les conditions de gisements éoliens le permettent, il conviendra désormais d'envisager systématiquement l'utilisation des aérogénérateurs et ceci d'autant plus que l'investissement initial est réalisé à l'occasion d'un don et que les charges récurrentes sont faibles.

2.1. Amortissement des équipements				
2.2. Frais de maintenance				
2.3. Salaires et charges sociales				
2.4. Personnel de surveillance				
Coût total				
Coût de revient				
Coût de revient				
Coût de revient				



- (1) Actuellement utilisée pour l'AEP de vila da Ribeira Brava avec une HMT supplémentaire de 32 m au-dessus de la pompe, ce qui augmente beaucoup le prix de l'eau. A partir de juillet 1980 sera utilisée pour l'irrigation de la Ribeira sans refoulement.
- (2) Débit variable selon l'un ou l'autre des deux réservoirs alimentés.
- (3) Voir note d'explication dans le rapport de mission 1979-1980
- (4) Coût observé
- (5) Moteur surveillé par les paysans eux-mêmes.