

geologique
time

Altiévien	qh	q
Pléistocène	qp	
Quaternaire	n	N*
Pléistocène		
Miocène		
Oligocène		
Tertiaire		
Quaternaire		
Quaternaire		

C. Potentialités des eaux souterraines
Groundwater potentiality

Intergranular Aquifers / Aquifères intergranulaires

- L'aquifère hautement productif (Q=250-600l/min) se situe entre 30-50m de profondeur (Classe A)
Highly productive aquifer (Q=250-600l/min) exists between 30-50m in depth (Class A)
- L'aquifère hautement productif (Q=200-600l/min) se situe entre 50-100m de profondeur (Classe A)
Highly productive aquifer (Q=200-600l/min) exists between 50-100m in depth (Class A)
- L'aquifère hautement productif (Q=200-600l/min) se situe entre 150-250m de profondeur (Classe A)
Highly productive aquifer (Q=200-600l/min) exists between 150-250m in depth (Class A)

D. Structure géologique
Geological structure

- Direction et inclinaison
Strike and dip
- Faïte
Fault
- Linéament
Lineament

F. Indices des eaux de surface
Occurrence of surface water

- Cours d'eau permanent
Perennial river
- Cours d'eau intermittent
Seasonal river
- Lac permanent
Perennial lake
- Lac intermittent
Intermittent lake

H. Stations d'observation hydrologique existantes
Existing hydrological observation station

- Station de mesure hydrologique
River gauging station
- Débit moyen (m³/s)
Base flow (m³/s)
- Bassin versant (km²)
Catchment area (km²)
- Station hydrologique

I. Autres
Others

- Courbe de niveau
Contour line
- Point géodésique
Triangulation point
- Point coté
Subordinate triangulation point
- Road nationale
National road

ÉTUDE DE L'EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES
DANS LA RÉGION DU SUD-OUEST
DE
LA RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DE MADAGASCAR



LEGENDE DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE
LEGEND OF THE HYDROGEOLOGICAL MAP

A. Lithologie
Lithofacies

- Substratum (post-Jurassique)
Basement complex (pre-Jurassic)
- Grès continentaux à grains moyens ou grossiers
Medium to coarse grained continental sandstone
- Grès continentaux avec silt
Continental sandstone with siltstone
- Grès calcaires avec grès continentaux
Calcareous sandstone with continental sandstone
- Grès marins à grains fins ou moyens avec dépôts calcaires ou marneux
Fine to medium grained marine sandstone with calcareous or marly sediments
- Marge
Marl
- Calcaires compacts mais fissurés
Compact but fissured limestone
- Calcaires tendres et poreux
Soft and porous limestone
- Calcaires et marne entrecroisés
Alternation of limestone and marl
- Basaltes
Basalt
- Dépôts de cône de déjection
Alluvial fan deposits
- Sables de dune
Dune sand
- Alluvions
- Limite litho-stratigraphique
Litho-stratigraphic boundary

B. Temps géologique
Geologic time

Échelle géologique Geologic scale	Quaternaire Quaternary		
	Aluvien	Qh	
Tertiaire Tertiary	Éocène		
	Oligocène		
	Paléocène	Qp	
	Paléogène	Paléocène	Qp
		Paléogène	Qp
	Craie Cretaceous	Paléocène	Qp
		Paléogène	Qp
		Paléocène	Qp
		Paléogène	Qp
		Paléocène	Qp
Paléogène		Qp	
Paléocène		Qp	
Paléogène		Qp	
Paléocène		Qp	
Paléogène		Qp	
Jurassique Jurassic	Paléocène	Qp	
	Paléogène	Qp	
	Paléocène	Qp	
	Paléogène	Qp	
	Paléocène	Qp	
	Paléogène	Qp	
	Paléocène	Qp	
	Paléogène	Qp	
	Paléocène	Qp	
	Paléogène	Qp	
Triasique Triassic	Paléocène	Qp	
	Paléogène	Qp	
Permien Permian	Paléocène	Qp	
	Paléogène	Qp	
Carbonifère Carboniferous	Paléocène	Qp	
	Paléogène	Qp	
Roche magmatique (Basalte) Igneous rock (Basalt)	Paléocène	Qp	
	Paléogène	Qp	

C. Potentialités des eaux souterraines
Groundwater potentiality

- Intergranular Aquifers / Aquifères intergranulaires
 - L'aquifère hautement productif (Q=250-600/min) se situe entre 30-50m de profondeur (Classe A)
 - L'aquifère hautement productif (Q=200-600/min) se situe entre 50-100m de profondeur (Classe A)
 - L'aquifère hautement productif (Q=200-600/min) se situe entre 150-250m de profondeur (Classe A)
 - L'aquifère moyennement productif (Q=50-150/min) se situe à moins de 100m de profondeur (Classe B)
 - L'aquifère moyennement productif (Q=50-150/min) se situe entre 150-200m de profondeur (Classe B)
- Fissured aquifers / Aquifères fissurés
 - L'aquifère hautement productif (Q=200-600/min) se situe entre 50-100m de profondeur (Classe A)
 - L'aquifère hautement productif (Q=200-600/min) se situe entre 150-250m de profondeur (Classe A)
 - L'aquifère moyennement productif (Q=50-150/min) se situe à moins de 100m de profondeur (Classe B)
 - L'aquifère moyennement productif (Q=50-150/min) se situe entre 150-200m de profondeur (Classe B)
- Intergranular or fissured rocks / Roches intergranulaires ou fissurées
 - L'aquifère local et discontinu se situe à moins de 20m de profondeur (Classe C)
 - Zone difficile pour l'exploitation des eaux souterraines (Classe D)
 - Zone productive des eaux souterraines à conductivité électrique élevée

D. Structure géologique
Geological structure

- Direction et inclinaison
Strike and dip
- Faille
Fault
- Li-fautes
Lithonement
- Axe de colline
Axis of downwarping
- Axe de bas fond
Axis of upwarping

E. Indices des eaux souterraines
Occurrence of groundwater

- Source
Spring
- Direction d'écoulement des nappes libres
Direction of unconfined groundwater flow
- Direction d'écoulement des nappes profondes
Direction of confined groundwater flow
- Courbe de niveau isostatique des nappes libres
Iso-depth line of unconfined groundwater table
- Limite de la zone d'artésienne
Limit of the artesian groundwater area

F. Indices des eaux de surface
Occurrence of surface water

- Cours d'eau permanent
Perennial river
- Cours d'eau intermittent
Seasonal river
- Lac permanent
Perennial lake
- Lac intermittent
Seasonal lake
- Marais ou zone marécageuse
Marsh or swampy area
- Ligne principale de partage des eaux
Major surface water divide

G. Installations existantes exploitées
Existing facilities for water use

- Puits (moins profond que 10m)
Well (shallower than 10m)
- Puits (10 à 20m)
Well (10 to 20m)
- Puits (20 à 30m)
Well (20 to 30m)
- Puits (plus profond que 50m)
Well (deeper than 50m)
- Puits artésien
Well with artesian flowing

H. Stations d'observation hydrologique existantes
Existing hydrological observation station

- Station de mesure hydrologique
River gauging station
- Débit moyen (m³/s)
Discharge flow (m³/s)
- Bassin versant (km²)
Catchment area (km²)
- Station météorologique
Meteorological station
- Station de mesure pluviométrique
Rainfall station
- Station de mesure de niveau d'eau souterraine
Groundwater level gauging station

I. Autres
Others

- Centre de niveau
Contour line
- Point géodésique
Triangulation point
- Point coté
Subordinate triangulation point
- Route nationale
National road
- Route régionale
Regional road
- Route locale
Local road
- Limite de Faritany
Faritany boundary
- Limite de Fivondronana
Fivondronana boundaries
- Ville (plus de 4.000 habitants)
City (more than 4,000 in pop.)
- Agglomération (1.000 à 4.000)
Town (1,000 to 4,000 in pop.)
- Centre rural (500 à 1.000)
Main village (500 to 1,000 in pop.)
- Numéro de village
Village number
- Rizière
Paddy field



Époque géologique		Time	
Alluvion		qh	q
Mésocène		qp	q
Éocène		n	N*
Oligocène			
Ludien			
Lédien		B ₂₋₃	
Lutétien			
Yprésien		E ₁	
Paléocène			
Mésocène			
Cénozoïque			
Cénozoïque			
Santonien			
Coniacien		C ₂	
Turonien			
Cénomane		C _{1,2}	
Albien			
Aptien			
Neocène			
Tithonien			
Kimmeridgien			
Oxfordien			
Callovien			
Bathonien			
Najacien			
Aalenien			
Lias			
Triasique			
Permien		p+t	
Carbonifère			
Post Éocène		β ²	
Pré Éocène		β ¹	

C. Potentialités des eaux souterraines
Groundwater potentiality

- Intergranular Aquifers / Aquifères intergranulaires**
- L'aquifère hautement productif (Q=250-600l/min) se situe entre 30-50m de profondeur (Classe A.)
Highly productive aquifer (Q=250-600l/min) exists between 30-50m in depth (Class A.)
 - L'aquifère hautement productif (Q=200-600l/min) se situe entre 50-100m de profondeur (Classe A.)
Highly productive aquifer (Q=200-600l/min) exists between 50-100m in depth (Class A.)
 - L'aquifère hautement productif (Q=200-600l/min) se situe entre 150-250m de profondeur (Classe A.)
Highly productive aquifer (Q=200-600l/min) exists between 150-250m in depth (Class A.)
 - L'aquifère moyennement productif (Q=50-150l/min) se situe à moins de 100m de profondeur (Classe B.)
Intermediately productive aquifer (Q=50-150l/min) exists shallower than 100m in depth (Class B.)
 - L'aquifère moyennement productif (Q=50-150l/min) se situe entre 150-200m de profondeur (Classe B.)
Intermediately productive aquifer (Q=50-150l/min) exists between 150-200m in depth (Class B.)
- Fissured aquifers / Aquifères fissurés**
- L'aquifère hautement productif (Q=200-600l/min) se situe entre 50-100m de profondeur (Classe A.)
Highly productive aquifer (Q=200-600l/min) exists between 50-100m in depth (Class A.)
 - L'aquifère hautement productif (Q=200-600l/min) se situe entre 150-250m de profondeur (Classe A.)
Highly productive aquifer (Q=200-600l/min) exists between 150-250m in depth (Class A.)
 - L'aquifère moyennement productif (Q=50-150l/min) se situe à moins de 100m de profondeur (Classe B.)
Intermediately productive aquifer (Q=50-150l/min) exists shallower than 100m in depth (Class B.)
 - L'aquifère moyennement productif (Q=50-150l/min) se situe entre 150-200m de profondeur (Classe B.)
Intermediately productive aquifer (Q=50-150l/min) exists between 150-200m in depth (Class B.)
- Intergranular or fissured rocks / Roches intergranulaires ou fissurées**
- L'aquifère local et discontinu se situe à moins de 20m de profondeur (Classe C.)
Local and discontinuous aquifer exists shallower than 20m in depth (Class C.)
 - Zone difficile pour l'exploitation des eaux souterraines (Classe D.)
Difficult area for groundwater development (Class D.)
 - Zone productrice des eaux souterraines à conductivité électrique élevée
Producing area of high EC value groundwater

D. Structure géologique
Geological structure

- Direction et inclinaison
Strike and dip
- Faille
Fault
- Fioçament
Lineament
- Axe de calotte
Axis of downwarping
- Axe de bas fond
Axis of upwarping

E. Indices des eaux souterraines
Occurrence of groundwater

- Source
Spring
- Direction d'écoulement des nappes libres
Direction of unconfined groundwater flow
- Direction d'écoulement des nappes profondes
Direction of confined groundwater flow
- Courbe de niveau isostatique des nappes libres
Iso-depth line of unconfined groundwater table
- Limite de la zone d'artésianisme
Limit of the artesian groundwater area

F. Indices des eaux de surface
Occurrence of surface water

- Cours d'eau permanent
Perennial river
- Cours d'eau intermittent
Seasonal river
- Lac permanent
Perennial lake
- Lac intermittent
Seasonal lake
- Marais ou zone marécageuse
Marsh or swampy area
- Ligne principale de partage des eaux
Major surface water divide

G. Installations existantes exploitées
Existing facilities for water use

- Puits (moins profond que 10m)
Well (shallower than 10m)
- Puits (10 à 20m)
Well (10 to 20m)
- Puits (20 à 50m)
Well (20 to 50m)
- Puits (plus profond que 50m)
Well (deeper than 50m)
- Puits artésien
Well with artesian flowing

H. Stations d'observation hydrologique existantes
Existing hydrological observation station

- Station de mesure hydrologique
River gauging station
- Débit moyen (m³/s)
Base flow (m³/s)
- Bassin versant (km²)
Catchment area (km²)
- Station météorologique
Meteorological station
- Station de mesure pluviométrique
Rainfall station
- Station de mesure de niveau d'eau souterraines
Groundwater level gauging station

I. Autres
Others

- Courbe de niveau
Contour line
- Point géodésique
Triangulation point
- Point coté
Subordinate triangulation point
- Route nationale
National road
- Route régionale
Main local road
- Route locale
Local road
- Limite de Faritany
Faritany boundary
- Limite de Fivondronana
Fivondronana boundaries
- Ville (plus de 4.000 habitants)
City (more than 4,000 in population)
- Agglomération (1.000 à 4.000 habitants)
Town (1,000 to 4,000 in population)
- Centre rural (500 à 1.000 habitants)
Main village (500 to 1,000 in population)
- Numéro de village
Village number
- Rizière
Paddy field

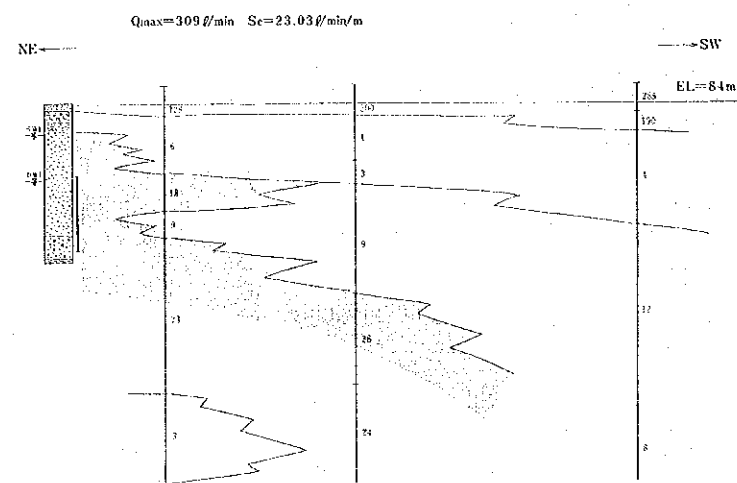
ÉTUDE DE L'EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES
DANS LA RÉGION DU SUD-OUEST
DE
LA RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DE MADAGASCAR

GROUNDWATER DEVELOPMENT STUDY
IN
SOUTH-WESTERN REGION
OF
THE DEMOCRATIC REPUBLIC OF MADAGASCAR

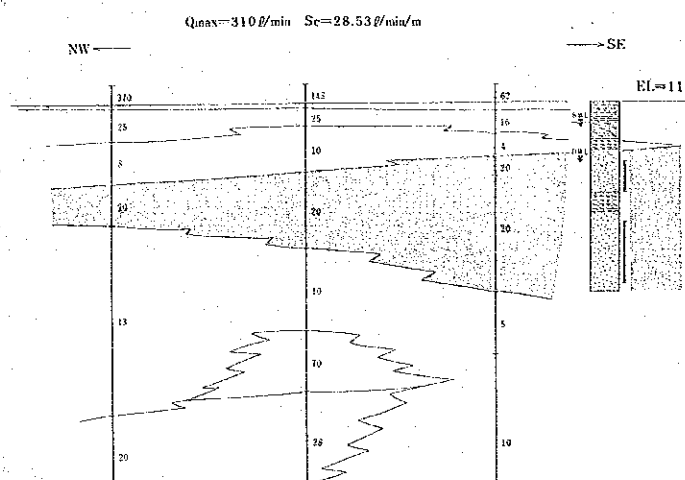
1991

AGENCE JAPONAISE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

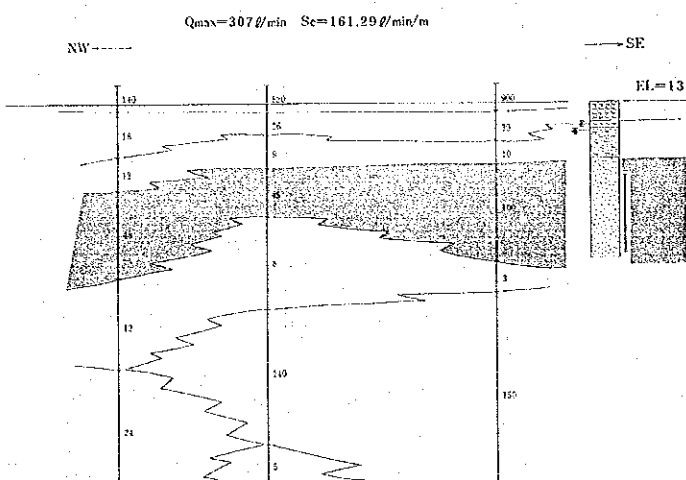
Manoy (22)



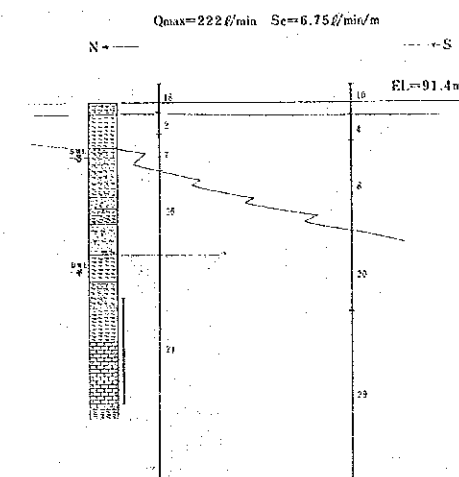
Ampoza (23)



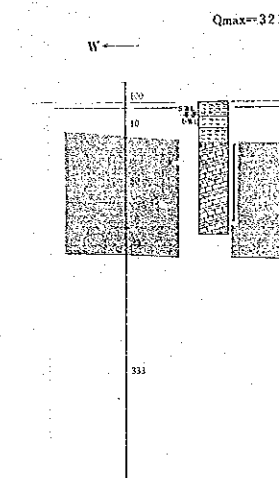
Sihanaka (25)



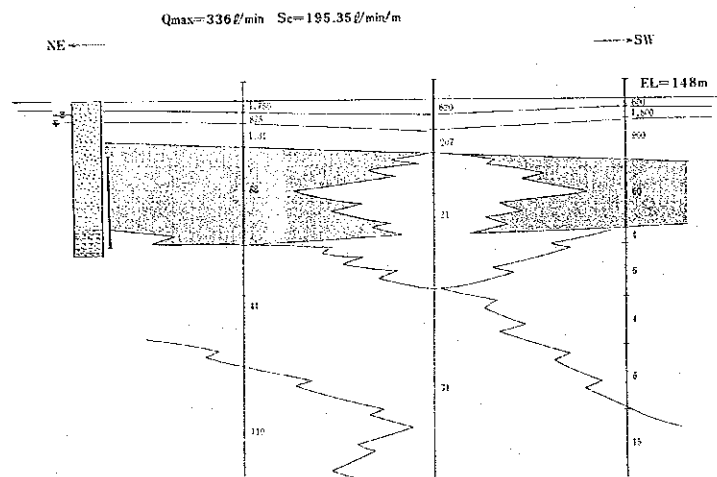
Basibasy (27)



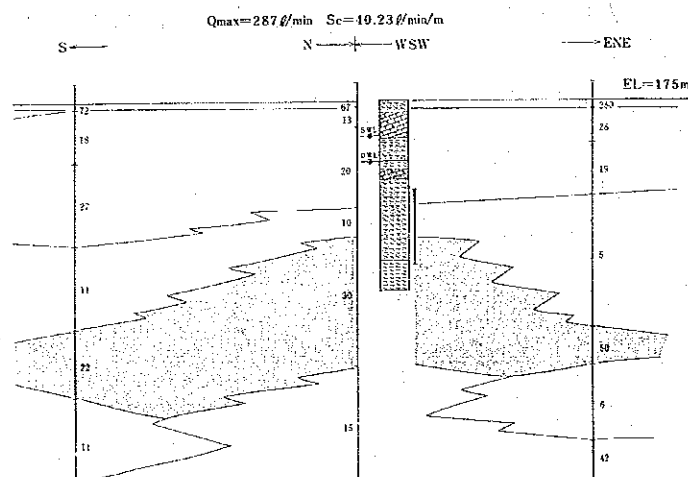
Aniatelo (28)



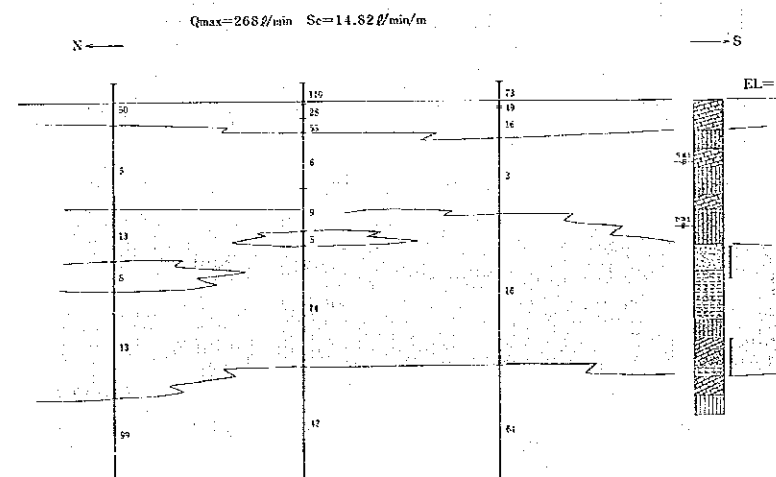
Mangotroka (29)



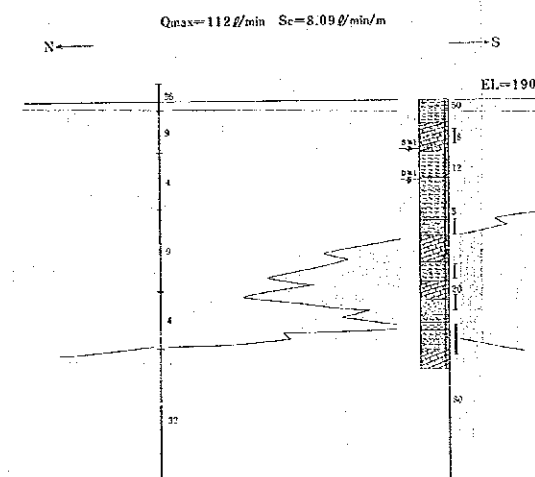
Ampasikibo



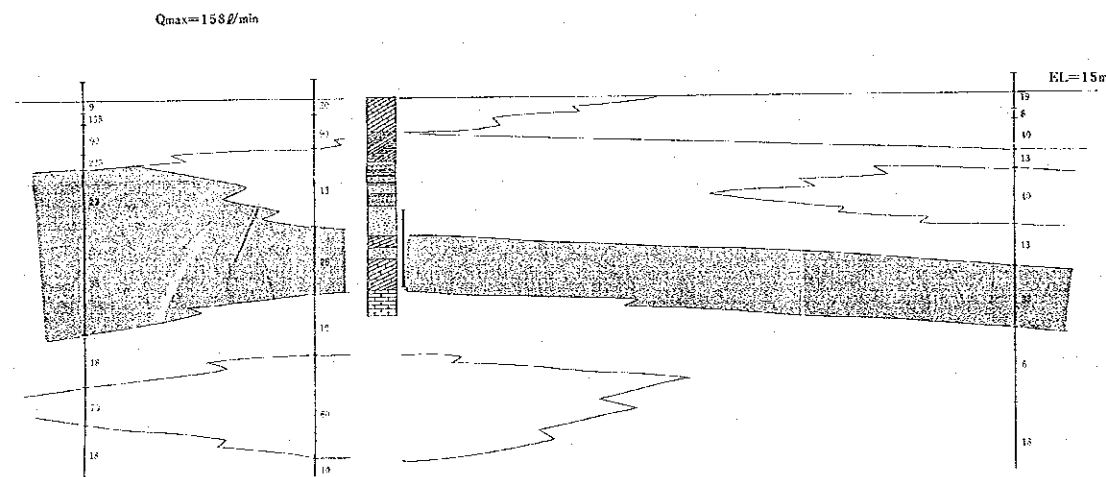
Namabaha (56)



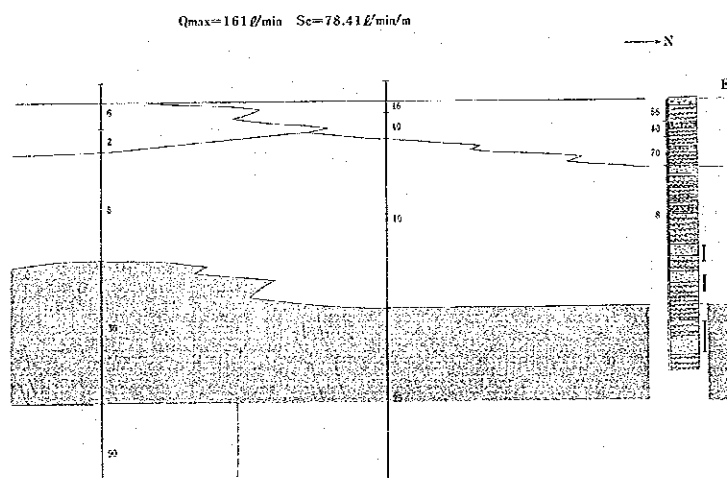
Analamisampy (53)



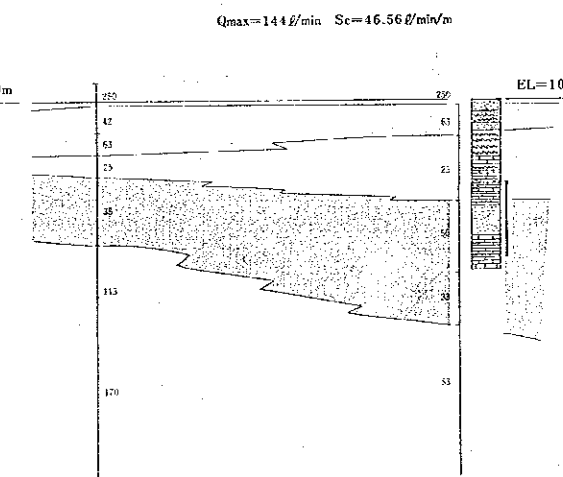
Manoroka (81)



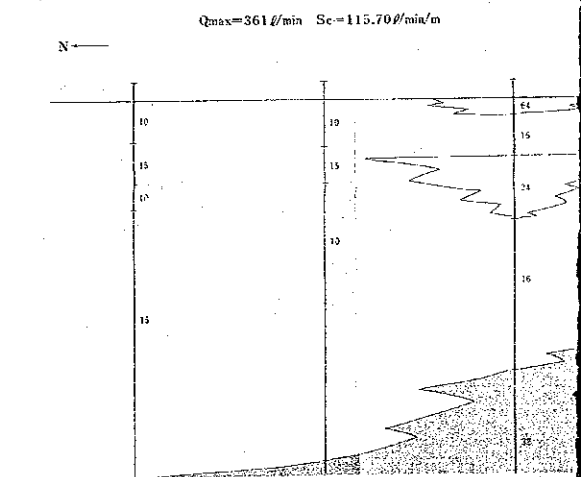
Benetsy (68)



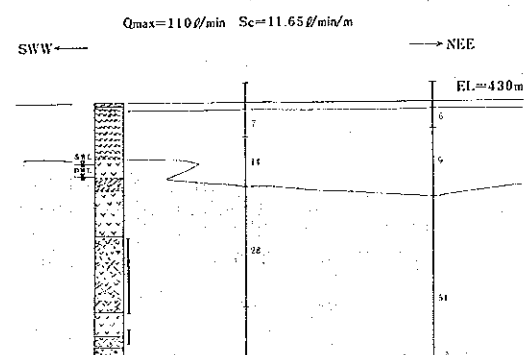
Tsefanaka (67)



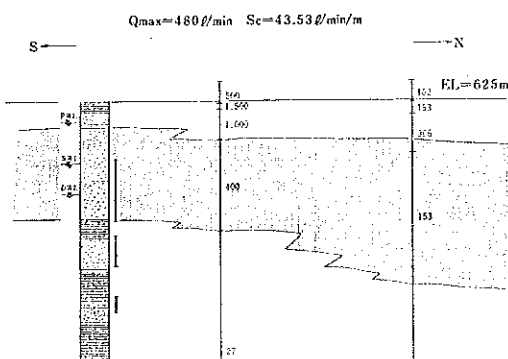
Ankaraobato (65)



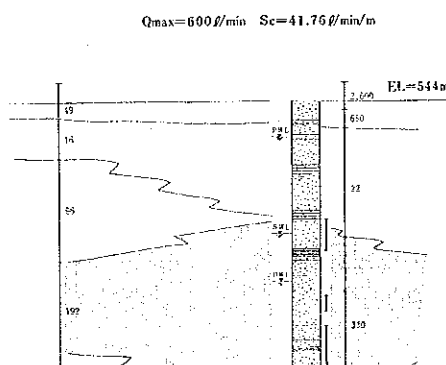
Tranokaky (95)



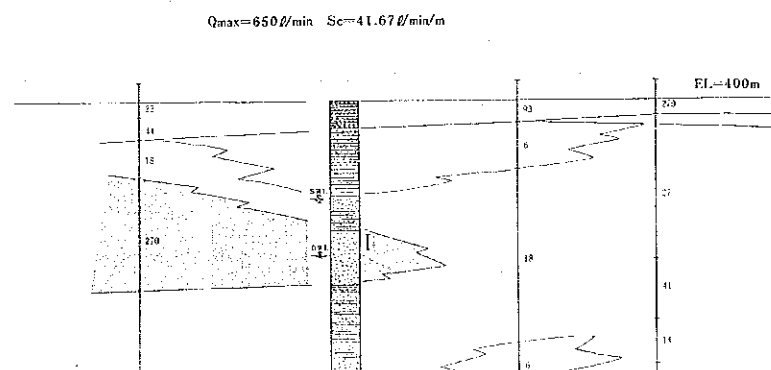
Maninday (88)



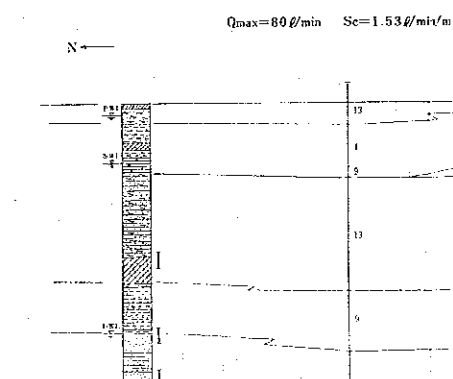
Analamary (96)

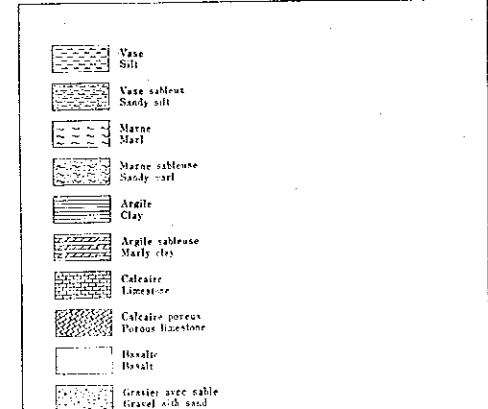
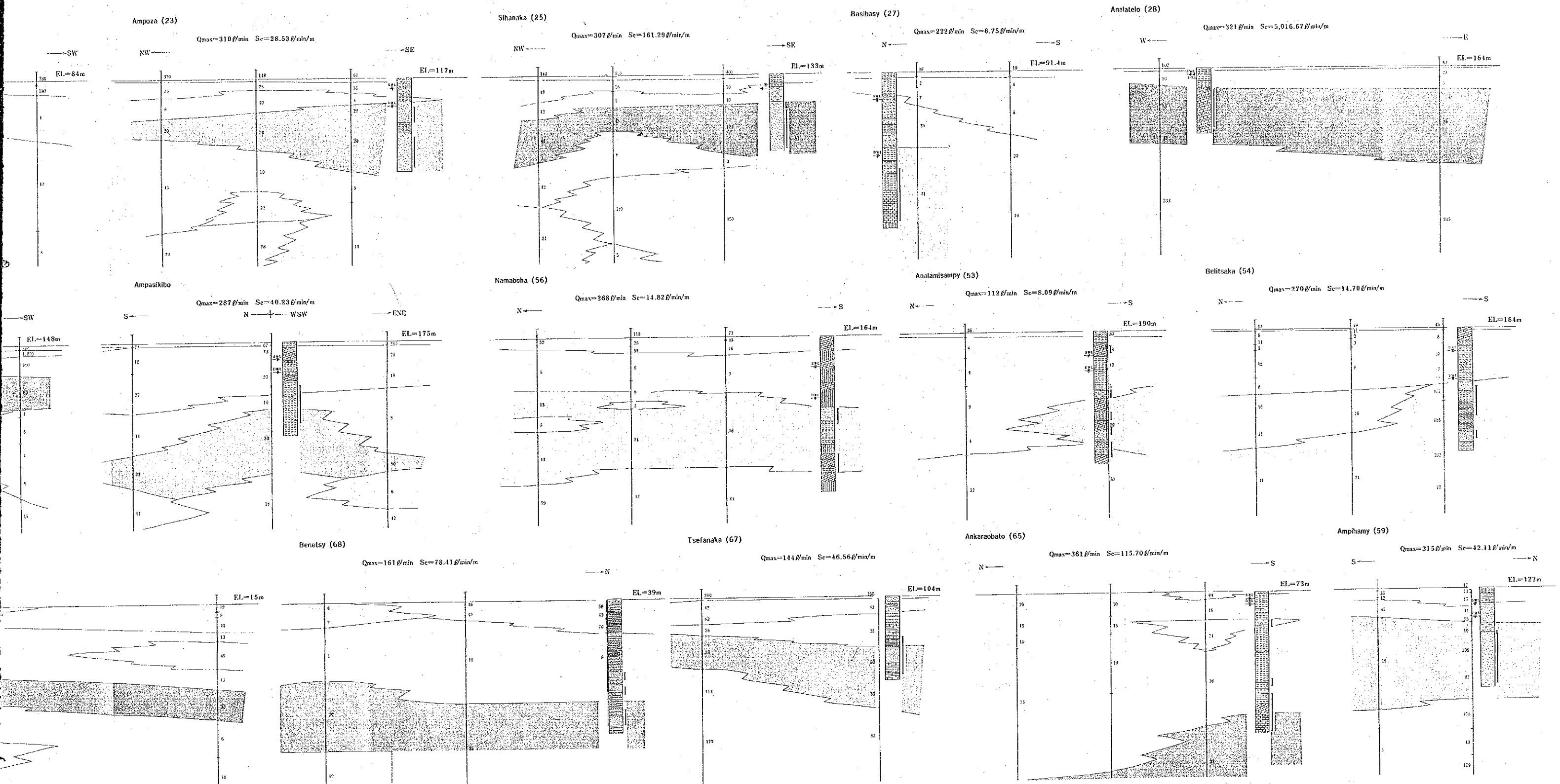


Tandrano (34)



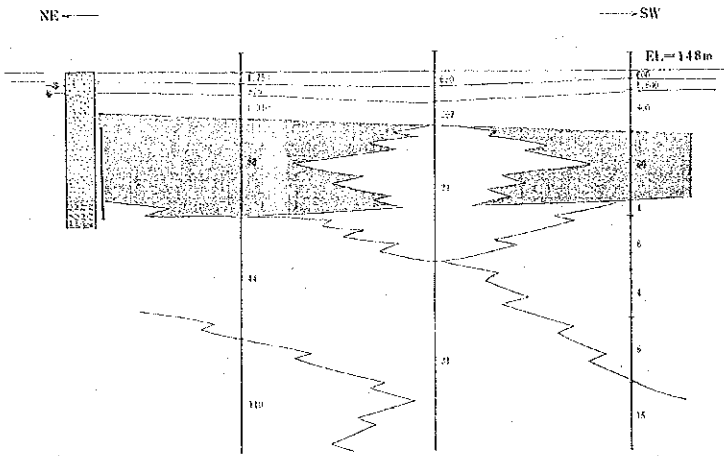
Beretsy-Betsileo (46)





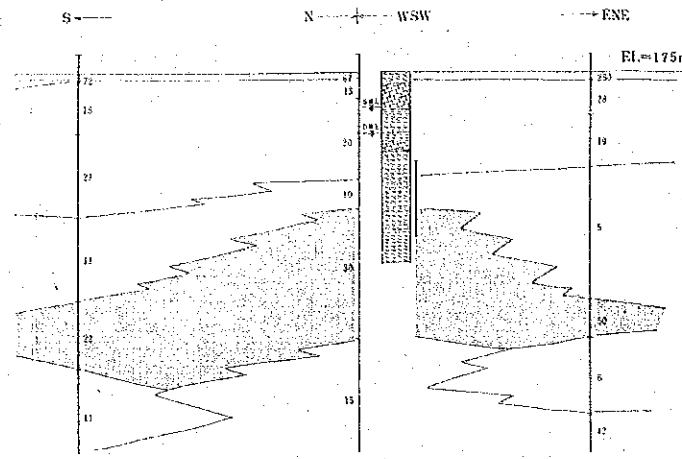
Mangotroka (29)

$Q_{max}=336 \text{ l/min}$ $S_c=195.35 \text{ l/min/m}$



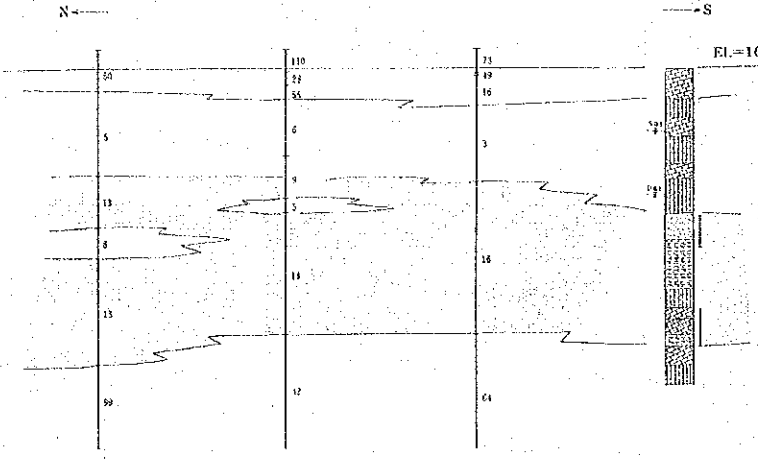
Ampašikibo

$Q_{max}=287 \text{ l/min}$ $S_c=10.23 \text{ l/min/m}$



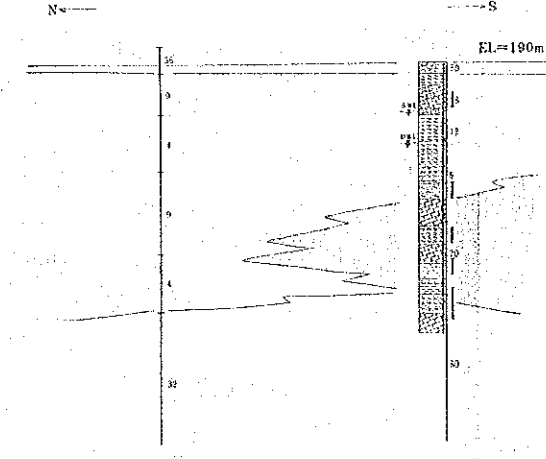
Namaboaha (56)

$Q_{max}=268 \text{ l/min}$ $S_c=14.82 \text{ l/min/m}$



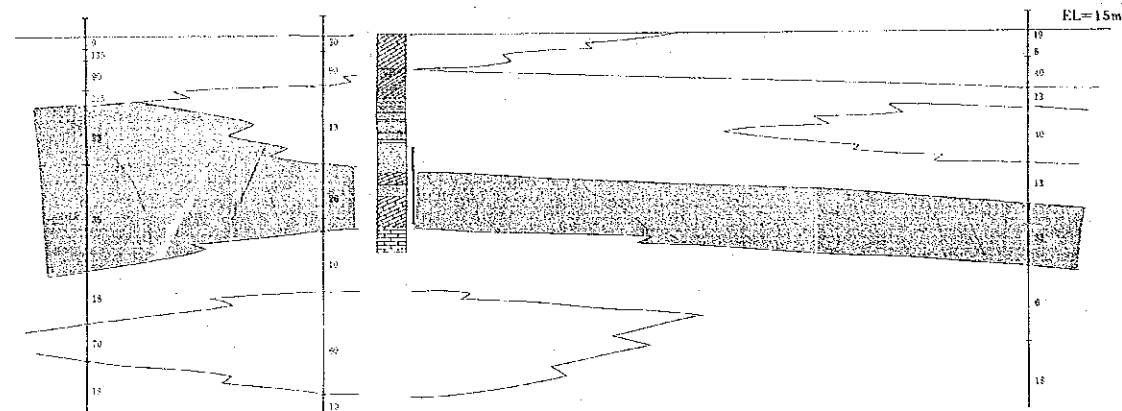
Analamisanpsy (53)

$Q_{max}=112 \text{ l/min}$ $S_c=8.09 \text{ l/min/m}$



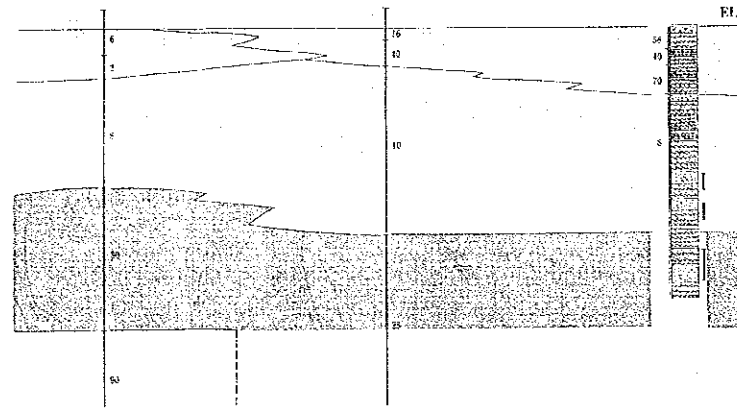
Manoroka (81)

$Q_{max}=158 \text{ l/min}$



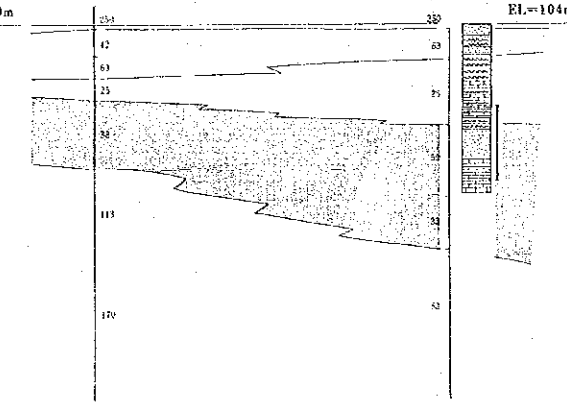
Benetsy (68)

$Q_{max}=161 \text{ l/min}$ $S_c=78.41 \text{ l/min/m}$



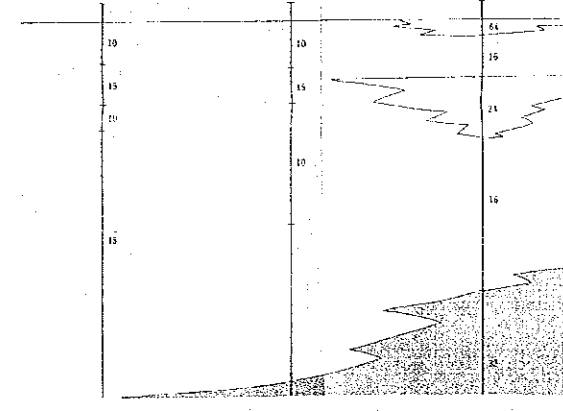
Tsefanaka (67)

$Q_{max}=144 \text{ l/min}$ $S_c=46.56 \text{ l/min/m}$



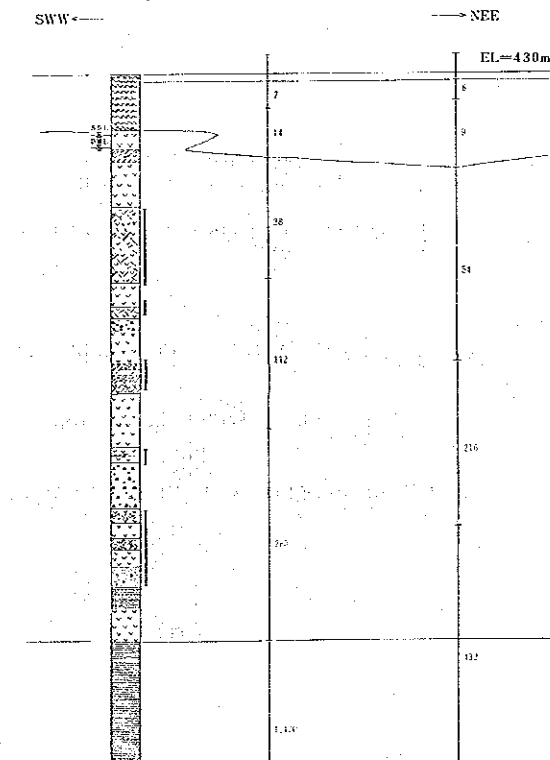
Ankaraobato (65)

$Q_{max}=361 \text{ l/min}$ $S_c=115.70 \text{ l/min/m}$



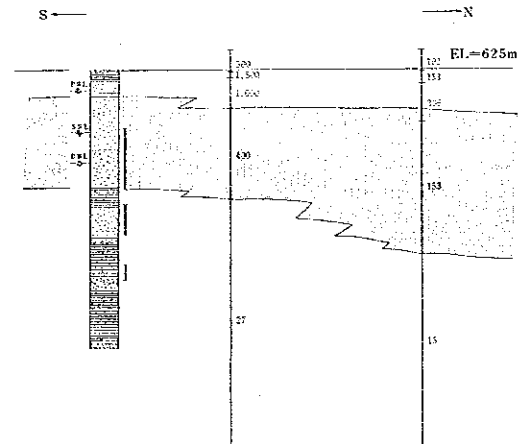
Tranakaky (95)

$Q_{max}=110 \text{ l/min}$ $S_c=11.65 \text{ l/min/m}$



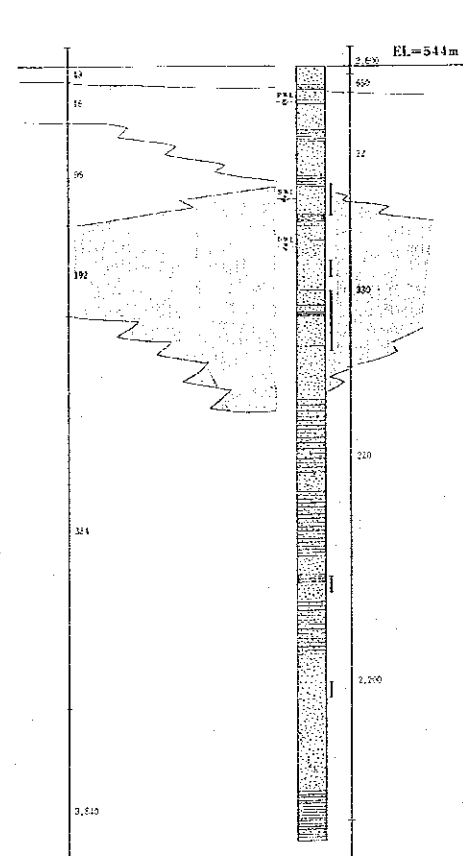
Marinday (88)

$Q_{max}=480 \text{ l/min}$ $S_c=43.53 \text{ l/min/m}$



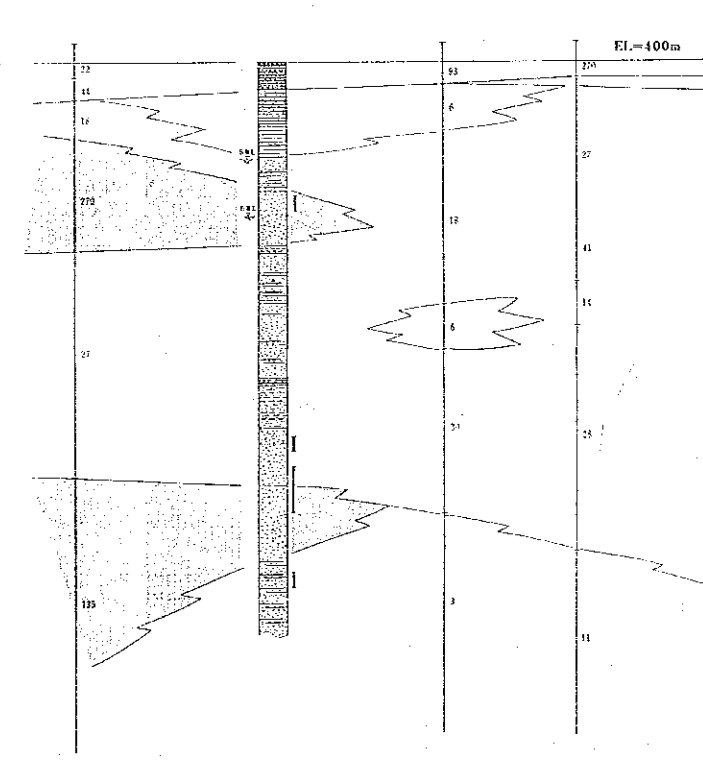
Analamary (96)

$Q_{max}=600 \text{ l/min}$ $S_c=41.76 \text{ l/min/m}$



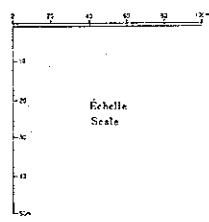
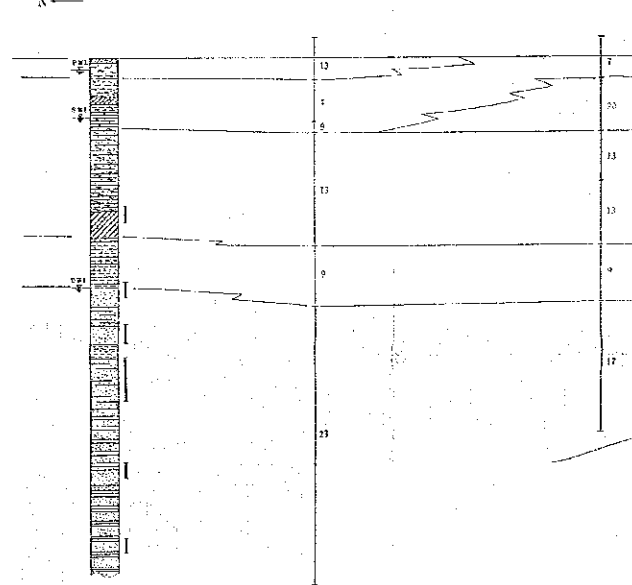
Tandrano (34)

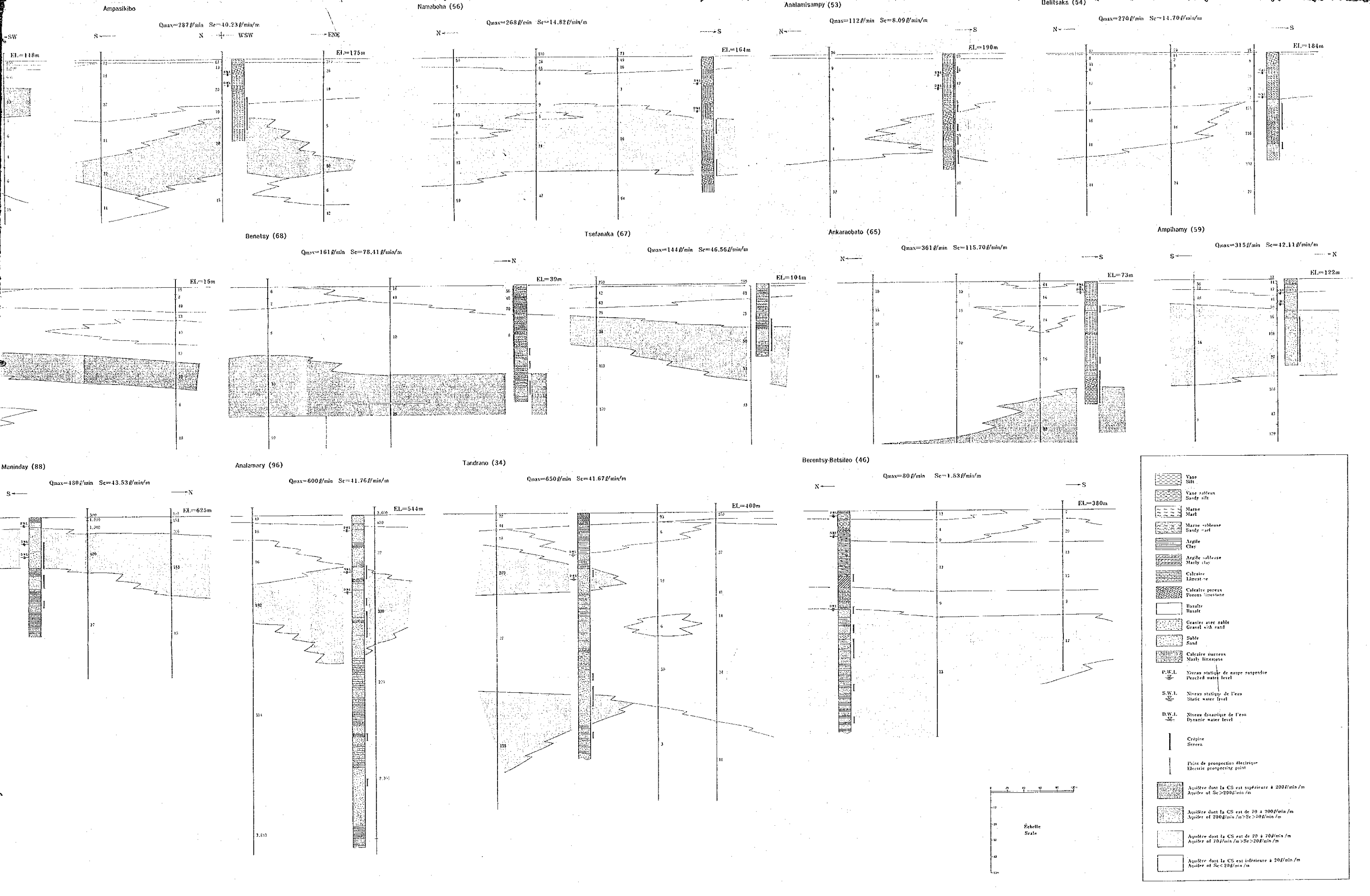
$Q_{max}=650 \text{ l/min}$ $S_c=41.67 \text{ l/min/m}$



Beretsy-Betsileo (46)

$Q_{max}=80 \text{ l/min}$ $S_c=1.53 \text{ l/min/m}$





Ampasikibo
 $Q_{max}=287 \text{ l/min}$ $Sc=40.23 \text{ l/min/m}$

Namaboha (56)
 $Q_{max}=268 \text{ l/min}$ $Sc=14.82 \text{ l/min/m}$

Analamisampy (53)
 $Q_{max}=112 \text{ l/min}$ $Sc=8.09 \text{ l/min/m}$

Belitsaka (54)
 $Q_{max}=270 \text{ l/min}$ $Sc=14.70 \text{ l/min/m}$

Benetsy (68)

Tsefanaka (67)

Ankaraobato (65)

Ampihomy (59)

$Q_{max}=161 \text{ l/min}$ $Sc=78.41 \text{ l/min/m}$

$Q_{max}=144 \text{ l/min}$ $Sc=46.56 \text{ l/min/m}$

$Q_{max}=361 \text{ l/min}$ $Sc=115.70 \text{ l/min/m}$

$Q_{max}=315 \text{ l/min}$ $Sc=42.11 \text{ l/min/m}$

Maninday (88)

Analamary (96)

Tandrano (34)

Berentsy-Betsileo (46)

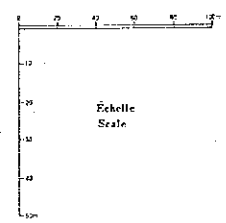
$Q_{max}=480 \text{ l/min}$ $Sc=43.53 \text{ l/min/m}$

$Q_{max}=600 \text{ l/min}$ $Sc=41.76 \text{ l/min/m}$

$Q_{max}=650 \text{ l/min}$ $Sc=41.67 \text{ l/min/m}$

$Q_{max}=80 \text{ l/min}$ $Sc=1.53 \text{ l/min/m}$

	Vase Silt
	Vase sableux Sandy silt
	Marnes Marl
	Marnes sableuses Sandy marl
	Argile Clay
	Argile sableuse Marly clay
	Calcaire Limestone
	Calcaire poreux Porous limestone
	Basalte Basalt
	Gravier avec sable Gravel with sand
	Sable Sand
	Calcaire massifs Marls limestone
	Niveau statique de charge suspendue Perched water level
	Niveau statique de l'eau Static water level
	Niveau dynamique de l'eau Dynamic water level
	Crepine Screen
	Point de prospection électrique Electric prospecting point
	Aquitif dont la CS est supérieure à 2000 l/min/m Aquitif of $Sc > 2000 \text{ l/min/m}$
	Aquitif dont la CS est de 200 à 2000 l/min/m Aquitif of $200 \text{ l/min/m} > Sc > 2000 \text{ l/min/m}$
	Aquitif dont la CS est de 20 à 200 l/min/m Aquitif of $20 \text{ l/min/m} > Sc > 200 \text{ l/min/m}$
	Aquitif dont la CS est inférieure à 20 l/min/m Aquitif of $Sc < 20 \text{ l/min/m}$



CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE MADAGASCAR
HYDROGEOLOGICAL MAP OF MADAGASCAR

(1) RÉGION DU SUD-OUEST
(1) SOUTH-WESTERN REGION

1991

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

PREFACE

La présente Carte Hydrogéologique (échelle: 1/250.000) a pour objectif de présenter la situation hydrogéologique de la "Province de Toliara" qui embrasse les *fivondronampokontany* de Morembe, Ankazoabo, Toliara, Sakaraha et Beroroha (en partie) totalisant une superficie de 31.250km². Elle s'inscrit dans le cadre de "l'Etude de l'Exploitation des Eaux Souterraines dans la Région Sud-Ouest de Madagascar" (ci-après désignée "Etude"). Cette Etude a été réalisée, de 1989 à 1991, par le Gouvernement Japonais, suite à la requête du Gouvernement de la République Démocratique de Madagascar.

Dans la province de Toliara, bien que sa climatologie appartienne au type tropical et semi-aride, la population a le plus souvent recours aux cours d'eau de surface et aux puits très peu profonds pour se procurer de l'eau à l'usage domestique. De plus, les problèmes de pénurie chronique en eau et d'hygiène se font sentir sérieusement. Dans un pareil contexte, le développement des ressources en eau souterraine disponibles dans la région est considéré comme une priorité de l'heure. La présente carte hydrogéologique prétend donc inspirer des réflexions de planificateurs de développement en la matière.

TABLE DES MATIERES

PREFACE

1. DESCRIPTON DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE.....	1
1.1 Cartographie.....	1
1.2 Procédure d'élaboration et données utilisées.....	3
1.3 Présentation de la carte.....	3
2. CONDITIONS NATURELLES DE LA REGION SUD-OUEST.....	10
2.1 Relief.....	10
2.2 Végétation.....	14
2.3 Climat.....	15
2.4 Eaux de surface.....	17
2.5 Géologie.....	19
3. CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES DES PRINCIPALES NAPPES	33
3.1 Delta du Mangoky.....	33
3.2 Bassin du Lac Ihotry.....	38
3.3 Bassin de la Manombo.....	44
3.4 Delta du Fiherenana.....	51
3.5 Plateau de Belomotra-Vineta.....	55
3.6 Bassin du Fiherenana.....	62
3.7 Bassin de la Sakondry.....	67
3.8 Bassin de la Taheza.....	70
3.9 Bassin de la Sakanavaka.....	73
3.10 Bassin de l'Isahena.....	76
4. CONCLUSIONS - ESTIMATION SUR LES PRINCIPALES NAPPES	100
AQUIFERES.....	100
4.1 Zone aquifère de classe A_1	100
4.2 Zone aquifère de classe A_2	100
4.3 Zone aquifère de classe A_3	102
4.4 Zone aquifère de classes B_1 et B_2	103
4.5 Zone aquifère de classe C	104

1. DESCRIPTION DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE

1.1 Cartographie

La méthode cartographique, en tenant compte des différentes conditions spécifiques de la Zone de l'Etude, a été définie comme suit:

- On dispose des cartes topographiques à l'échelle de 1/100.000 couvrant l'ensemble de la Zone de l'Etude. Toutefois, datant des années '50, ces cartes ne sont pas mises à jour jusqu'à présent sans refléter des changements postérieurs tels ceux de tracés routiers et de relief. Nous avons en conséquence adopté, pour nos travaux, la "Carte de Madagasikara 9, Toliara" (échelle: 1/500.000, Institut National de Géodésie et Cartographie) qui nous semble riche en dernières informations. Cette carte a été ensuite agrandie jusqu'à l'échelle de 1/250.000.

- Pour connaître la distribution stratigraphique de surface, il existe un certain nombre de cartes géologiques dont l'échelle varie de 1/200.000 à 1/500.000. Nous avons pu d'ailleurs nous convaincre de leurs fiabilités au terme de nos reconnaissances sur terrain. La division stratigraphique est donc définie à l'appui de cette documentation existante, tout en utilisant en outre d'autres dossiers techniques disponibles et des résultats de l'interprétation des images par satellite.

- Par contre, les renseignements portant sur la géologie souterraine ne sont disponibles que très peu. Nous disposons seulement des logs schématiques d'une dizaine de puits de sondage pétrolier (profondeur de 1.200 à 4.000m) et d'une quinzaine de ceux de recherche d'eaux souterraines (situés pour la plupart dans les zones calcaires de la partie Ouest avec une profondeur inférieure à 200m). De ce fait, pour établir la distribution souterraine des faciès à représenter sous forme des profils, nous avons d'abord utilisé celle de surface, puis pris en considération des résultats des forages test (26 forages, profondeur totale: 2.096m) et de la prospection géophysique (82 sites, 249 points, profondeur détectable: 50 à 300m), effectués dans le cadre de la présente Etude.

- En matière de niveaux et d'écoulement des eaux souterraines, nous n'avons que des renseignements obtenus lors du forage de recherche d'eaux souterraines mentionné ci-haut, aucun puits existant ne faisant l'objet d'une observation en continu. On a été donc amené à utiliser les résultats de l'observation simultanée menée durant la présente Etude (observation simultanée sur à peu près 70 puits à 2 ou 3 reprises), mais également de la simulation d'écoulement d'eaux souterraines (simulation à modèles en profil à deux dimensions représentant uniquement la topographie).

1.2 Procédure d'élaboration et données utilisées

La procédure d'élaboration de la carte est représentée dans la figure 1. Les tableaux 1 à 3 constituent la référence des ouvrages et dossiers consultés.

1.3 Présentation de la carte

La carte hydrogéologique pour la province de Toliara est constituée de deux feuilles format B1 (feuilles 1 et 2). Sur l'endroit des feuilles, on trouve un plan hydrogéologique au 1/250.000, un plan d'index et la légende explicative. A l'envers, la feuille 1 constitue les sections géologiques des principaux secteurs (H:1/100.000, V:1/10.000) et la feuille 2 les sections hydrogéologiques des sites qui ont fait l'objet du forage test et de la prospection géophysique de l'Etude.

Ci-dessous, sont sommairement décrites les informations contenues dans le plan hydrogéologique.

1.3.1 Division des faciès

Pour la carte hydrogéologique, la division par faciès convient mieux à l'expression des caractéristiques hydrologiques par rapport à celle stratigraphique. En tous cas, il est essentiel de choisir le mode de classification le plus approprié en tenant compte de la précision de l'étude, de l'occurrence et des caractéristiques des couches sédimentaires et des roches. Dans notre carte, la Zone de l'Etude est découpée en 12 divisions.

1.3.2 Age géologique

Du fait que la plupart des terrains sédimentaires ainsi que des roches répartis dans la Zone de l'Etude semblent formés après le Jurassique, les périodes postérieures au Jurassique sont classées en séries supérieure, moyenne et inférieure. Quant à la série du Tertiaire, elle est divisée en systèmes, du fait qu'elle est constituée essentiellement du système de l'Eocène.

1.3.3 Eléments tectoniques

Les terrains sédimentaires de la Zone de l'Etude sont d'un pendage généralement modéré de quelques degrés, ce qui peut exagérer l'écart mesuré de leur direction. Dans notre carte, les lignes tectoniques sont représentées par deux différentes manières: les lignes marquées par les failles dans les cartes géologiques existantes et les lignes mises en évidence par l'interprétation des photos aériennes et images par satellite.

1.3.4 Potentialité de développement des eaux souterraines

Pour prétendre être pratique, la carte hydrogéologique se doit d'indiquer, d'une façon ou d'une autre, la potentialité de développement des eaux souterraines. Dans notre carte, les principales nappes aquifères sont distinguées, selon leur faciès, en nappes intergranulaire et fissurée. Les nappes intergranulaires et fissurées sont ensuite subdivisées en 5 (pour la nappe intergranulaire) ou 4 catégories (pour la nappe fissurée) suivant le débit et la profondeur. Par ailleurs, la carte tente de mettre en évidence les couches dont l'eau souterraine n'existe que partiellement ou s'avère difficile à exploiter.

1.3.5 Occurrence des eaux souterraines

La direction d'écoulement de l'eau souterraine est difficile à déterminer, surtout lorsque leurs niveaux ne sont pas mesurés sur un nombre suffisant de points d'observation. Quant aux secteurs étalés le long de la RN 9 où les puits existants sont nombreux, l'observation simultanée nous permet de connaître le niveau d'eau et la direction d'écoulement pour les nappes captives, mais avec moins de précision quand il s'agit des nappes libres en raison de la rareté des puits profonds. Mise à part dans ces secteurs, il faut obligatoirement supposer la direction d'écoulement en considération du relief et de la structure géologique. Pour ce qui est des sources de résurgence où l'eau souterraine ressort à la surface, nous avons consulté les cartes géologiques disponibles.

1.3.6 Occurrence des eaux de surface

Dans une zone semi-aride, comme la Zone de l'Etude, le cours d'eau ou le lac peut présenter une grande variété selon qu'il s'agit de la saison sèche ou de la saison humide. La distinction du régime des cours d'eau (et des lacs), permanent ou saisonnier, provient de la "Carte de Madagascar 9, Toliara" suscitée. Les marais et rizières qui font allusion à la stagnation ou à la résurgence d'eaux superficielles sont reproduits à partir de la carte topographique au 1/100.000.

1.3.7 Equipements d'exploitation d'eaux

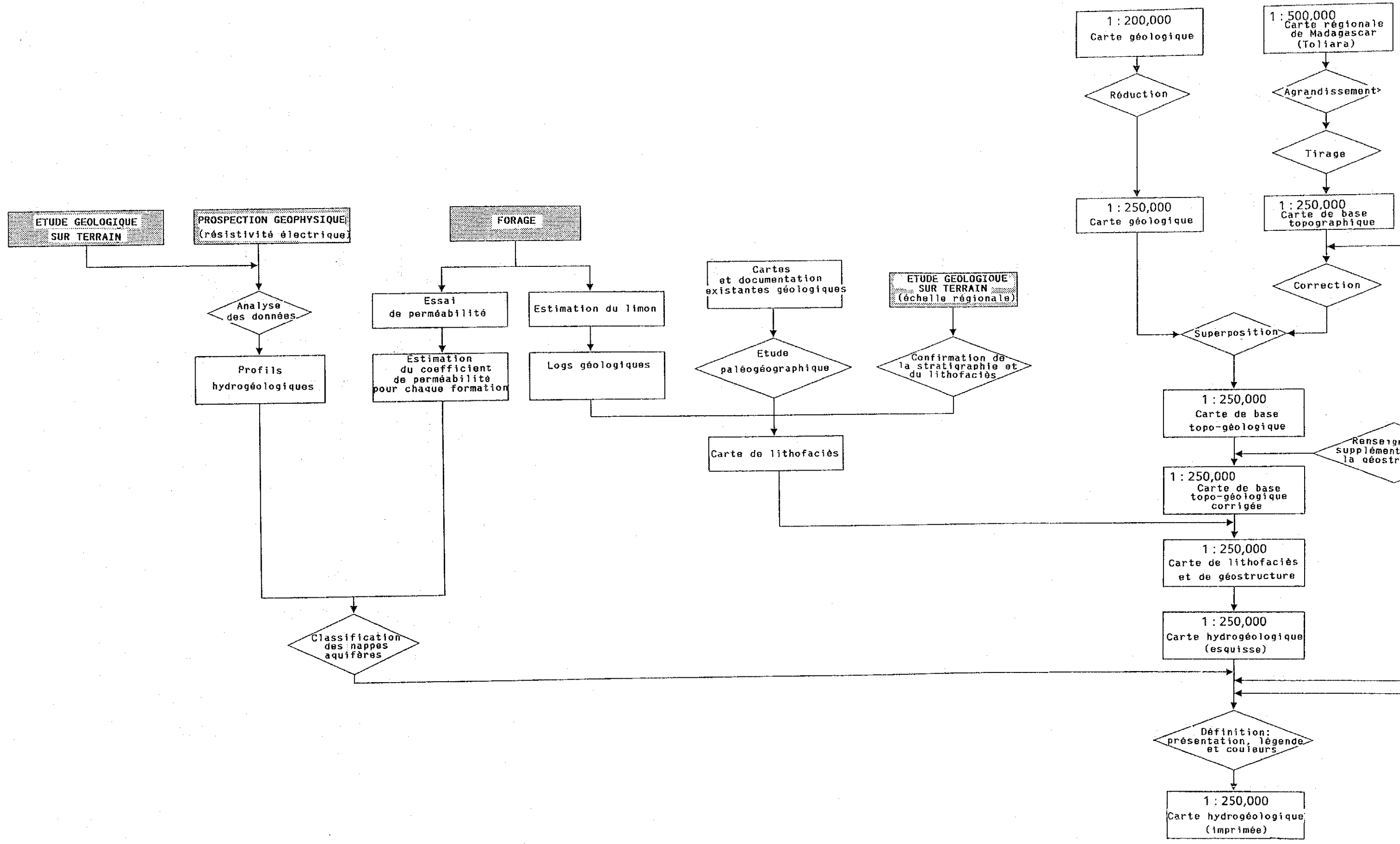
Par ce terme, nous entendons les puits qui sont destinés à obtenir l'eau potable. Pour la classification des puits, bien qu'ils se fassent distinguer par leur structure ou par leur productivité, nous nous sommes attachés plutôt à leur profondeur, car elle permet de connaître, de façon approximative, la profondeur de l'aquifère captée.

1.3.8 Stations d'observation météorologique et hydrologique

Il existe dans la Zone de l'Etude 7 stations météorologiques (dont 2 pour la pluviométrie seulement). En outre, pour la présente Etude, il a été implanté 3 pluviomètres automatiques et 5 limnigraphes (pour la mesure du niveau d'eaux souterraines). Ces points d'observation sont tous localisés dans la carte. Les débits fluviaux que nous avons pu trouver par dépouillement des dossiers techniques existants sont reproduits à titre indicatif. A l'heure actuelle, aucune station n'est en service pour le suivi du débit du cours d'eau.

1.3.9 Divers

Tous les villages figurant sur la carte sont les agglomérations peuplées de plus de 500 habitants selon la "Carte de Madagasikara 9, Toliara". Nous avons toutefois mis en plus d'autres dont l'importance démographique semble, au terme de nos enquêtes sur place, dépasser ce seuil, alors qu'ils étaient probablement d'une dimension plus réduite à la date d'élaboration de ladite Carte.



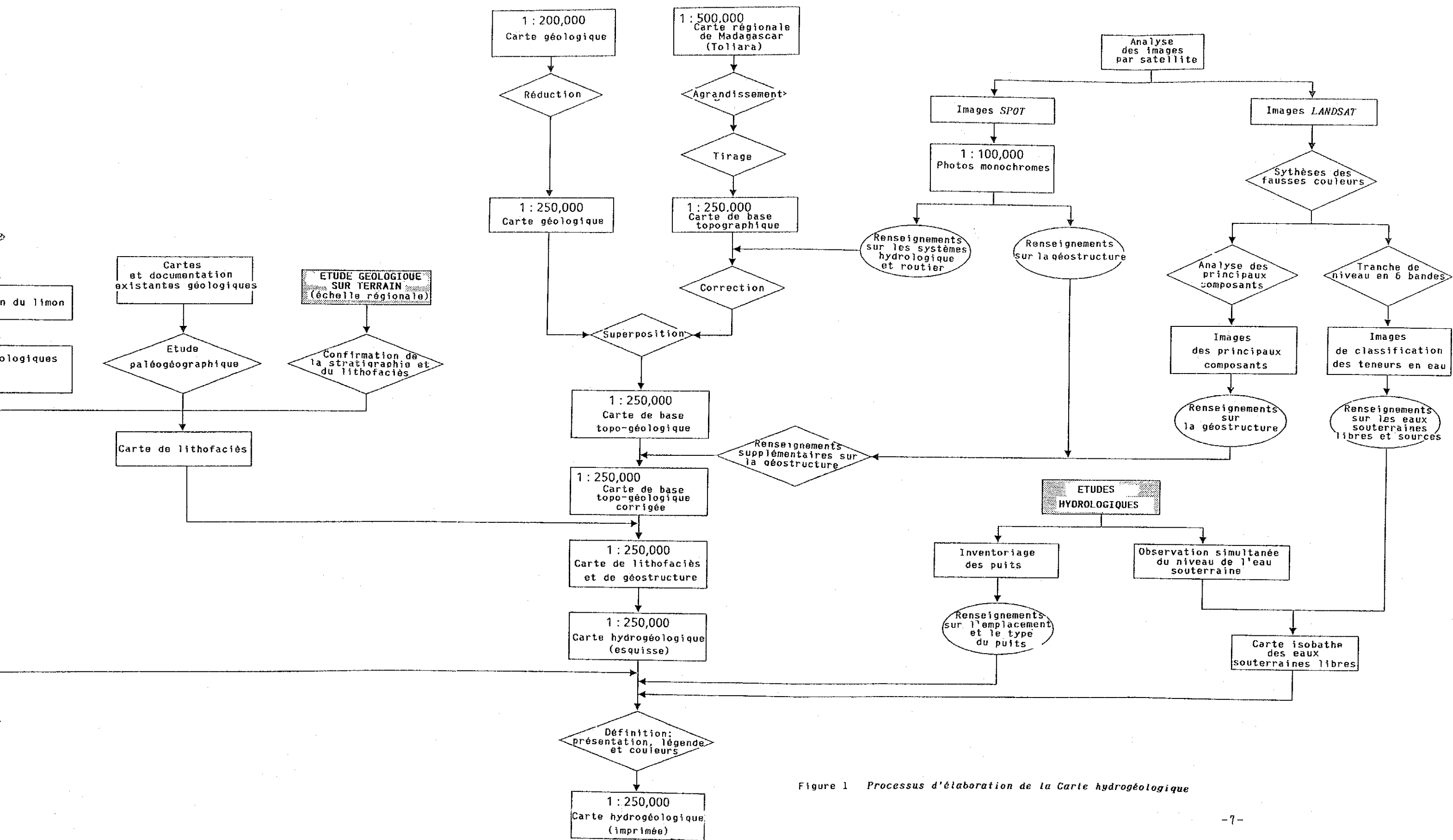


Figure 1 Processus d'élaboration de la Carte hydrogéologique