

### 1.8.8 Direction pour le Développement Industriel de la Province d'Antsiranana dans le Futur

Bien que presque toutes les industries sont pauvres actuellement, sauf PFOI et SECREN, il existe un grand potentiel pour le développement de l'industrie dans la province d'Antsiranana et il est prévu que les problèmes actuels seront résolus et que l'on atteigne son potentiel.

#### (1) Zone Franche (ZF)

Ce qu'on appelle généralement "Zone Franche" comprend les trois catégories suivantes:

- Les Ports Francs, tels Hong Kong où tous les frêts étrangers importés, qu'ils sont à transborder ou à consommer sur place, sont fondamentalement exemptés de droits de douane;

- Les zones de transit où la Loi Douanière ou les Règlements du Contrôle des Importations sont inapplicables aux marchandises importées et ces dernières sont emmagasinées dans des entrepôts exemptés de droits de douanes,

- Les "Zones Franches", dans un sens strict, où les articles importés sont pratiquement admis en franchise, à condition qu'ils soient utilisés comme matières premières des usines régionales pour la production de marchandises d'exportation.

Dans la province d'Antsiranana, la zone franche a été établie et un plan de zonage a été déjà élaboré (Figure 1-8-2). En prenant en considération les mérites de la zone franche, les industries pouvant être adaptées sont estimées. Les résultats sont indiqués dans les Tableaux 1-8-13 et 1-8-14.





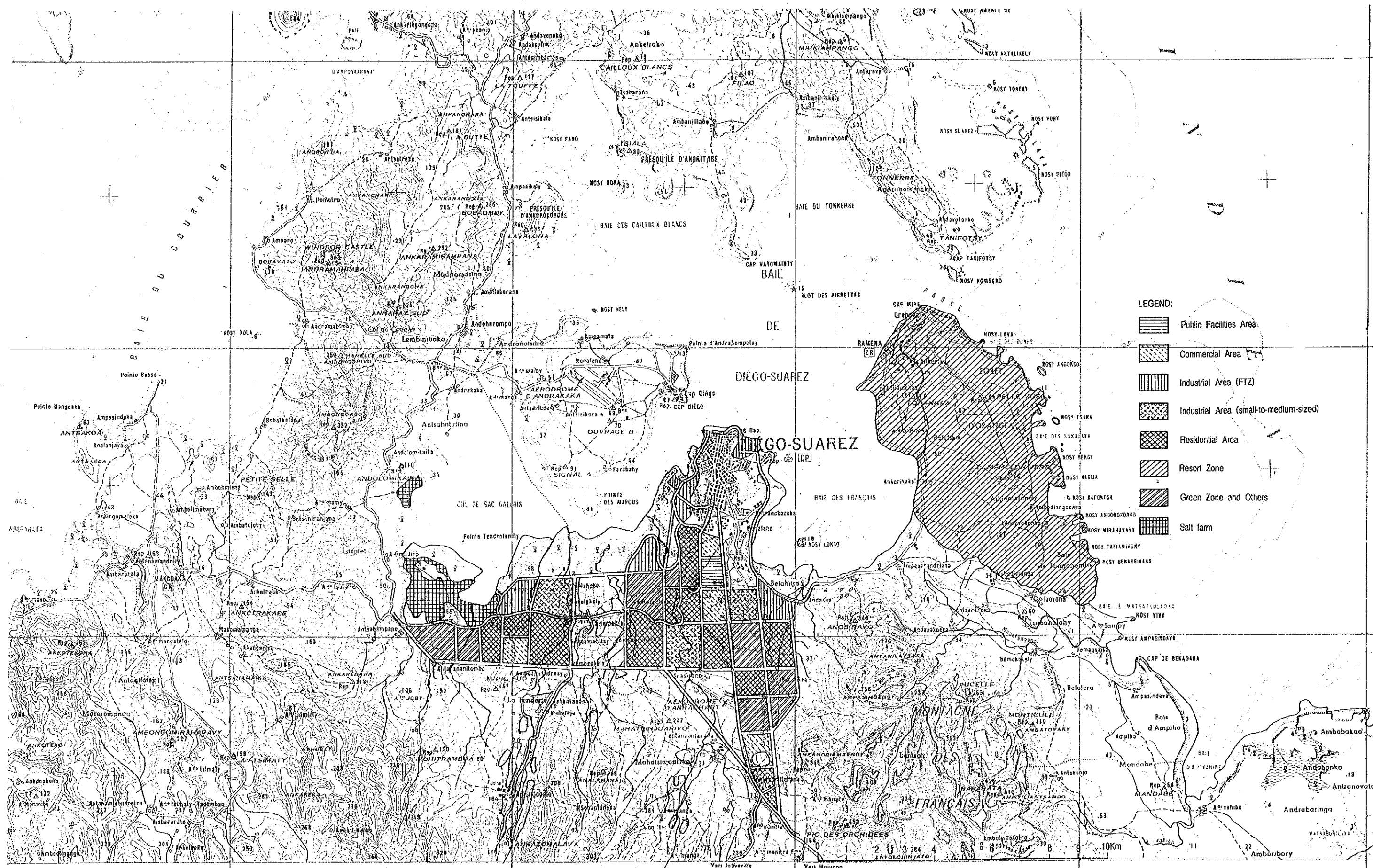


Figure 1-8-2 Plan de Zonage de la Ville d'Antsirana





Tableau 1-8-13 Evaluation de l'Adaptabilité de la Situation Industrielle (1)  
(Industrie utilisant le quai du port/partie devant la mer)

Industry (classification)	Adaptability		Condition for Situation				Remarks	Total Appraisal
	FTZ	Domestic	Site	Water supply	Energy supply	Urban in- stitution		
Crop clearing/flour	○	○	○	⊙	⊙	△	food industry zone	⊙
Sugar product/honey	○	○	○	⊙	⊙	△	food industry zone	⊙
Vegetable oil/fats	○	○	○	⊙	⊙	△	food industry zone	⊙
Sawing/wood products	○	○	○	⊙	⊙	○	food industry zone	⊙
Lumber/plywood	○	○	○	⊙	⊙	○	food industry zone	⊙
Pulp	○	○	△	△	○	△	paper making/manufacture	△
Paper	○	○	○	○	○	△	by purchased pulp	○
Forage	○	○	○	○	○	△		○
Fertilizer	○	○	○	○	○	△	petrochemical complex	△
Caustic soda	⊙	○	○	△	○	△	made from salt	⊙
Organic chemicals	○	○	X	△	○	△	petrochemical complex	X
Oil refining	○	○	X	△	○	△	large full-dress factory	X
Glass/glass products	○	○	○	⊙	○	⊙	medium scale factory	○
Iron manufacture by blast furnace	○	○	X	X	○	○	large full-scale factory	X
Steel/rolling	○	○	△	△	○	○	connecting iron manufac.	△
Nonferrous metals/ first refining	○	○	△	○	○	○	Al. coherence/medium scale	○
Nonferrous metal alloy/rolling	○	○	○	○	○	⊙	connecting Al. manufac.	○
Oxygen/acetylene	⊙	⊙	○	○	○	○	medium scale factory	⊙
Shiobuilding/repairing	○	⊙	△	⊙	⊙	△	medium scale factory	○

\* Evaluation totale

- Marque ⊙ : Ayant une haute adaptabilité pour la situation
- Marque ○ : Ayant une adaptabilité pour la situation
- Marque △ : Ayant une adaptabilité pour les conditions de site
- Marque X : Aucune adaptabilité au bord de mer

Tableau 1-8-14 Evaluation de l'Adaptabilité de la Situation Industrielle (2)  
(Industrie n'utilisant pas le quai du port/partie devant la mer)

Industry (classification)	Adaptability		Condition for Situation			Remarks	Total Appraisal
	FTZ	Domestic	Site	Water supply	Employ- ment		
Livestock products	○	○				food industry zone	◎
Sea food products	○	○				food industry zone	◎
Canning vegetable & fruits	○					food industry zone	◎
Condiments	○					food industry zone	◎
Breads/confectionery		○				food industry zone	◎
Beverage	○	○		*		large factory/water supply	◎
Fodder/fertilizer	○	○				combination/food zone	◎
Spinning	○						◎
Textile	○						◎
Clothes	○						◎
Bag for package	○						◎
String/rope	○						◎
Wooden container	○	○				wood industry zone	◎
Furniture	○					wood industry zone	◎
Wooden products	○				*	wood industry zone	◎
Paper container		○				small-scale urban enterpr.	◎
Newspaper		○				typical urban enterprize	◎
Inorganic chemicals	○					countermeasure for some products	◎
Chemical fiber		○					◎
Fat/oil processing	○						◎
Medicines	*						△
Soap	○						◎
Matches	○						◎
Candle	○						◎
Paint	○						◎
Other chemical products	○						◎
Lubricating oil/grease		○				relevant to oil refining	◎
Coke		○				relevant to iron factory	◎
Tyre/tube	○		*	*		independence for big car	△
Other rubber products	○						◎
Leather	○						◎
Leather footwear	○						◎
Cement/cement products	○	○				environmental pollution	◎
Clay products for cons.	○	○				constru. material center	◎
Aggregate/mason products	○	○				constru. material center	◎
Iron manufacture by non blast furnace	○	○	*	*		relevant to iron manufac. by blast furnace	◎
Other iron manufacture		○					◎
Nonferrous metals/second refining		○					◎
Electric wire/cable	○	○					◎
Metal products for cons.		○					◎
Other metal products		○					◎
Industrial equipment		○					◎
Office/service equipment	○	○					◎
Apparatus for welfare		○					◎
Illuminator	○	○					◎
Communication apparatus		○					◎
Dry/strage battery	○						◎
Application of electric.	○						◎
Electric/corresp. parts	○						◎
Other electric machine	○						◎
Bicycle and parts	○						◎
Motor car and parts	○					independantly instituted	△
Medical apparatus	○						◎
Optical instrument/glass	○	○					◎
Spectacles	○						◎
Precious metals	○	○					◎
Office supplies(pen...)	○	○					◎
Trinkets/ornaments		○			*	small-scale urban enterpr.	◎
Other manufacture	○	○			*	small-scale urban enterpr.	◎

\* Evaluation totale

Marque ◎ : Ayant une haute adaptabilité pour la situation

Marque ○ : Ayant une adaptabilité pour la situation

Marque △ : Ayant une adaptabilité pour les conditions de site

Marque \* : A vérifier



## (2) Industries effectives

Comme mentionné précédemment, la province d'Antiranana est dotée de ressources naturelles et possède d'excellentes sociétés telles que PFOI et SECREN qui sont déjà en opération. En se basant sur cette présente situation, le gouvernement du Madagascar a assigné les industries suivantes pour un développement ultérieur:

- Industrie de traitement alimentaire
- Industrie légère telles que filature et tissage, textile, vêtements, etc.
- Engrais et fourrage
- Industrie de cuir et traitement de cuir
- Matériaux de construction, ciment, produits de fer, etc. qui sont actuellement importés des pays étrangers.
- Industrie de traitement du bois.

Plus tard, comme pour les industries mentionnées précédemment, une examination préliminaire sera effectuée de la manière suivante:

### 1) Industrie du ciment

#### i) Matières premières

##### a. Calcaire

On trouve abondamment du calcaire aux alentours de la baie de Diégo-Suarez et au Mt. Antsiravo. La quantité d'oxyde de magnésium est assez infime pour que le calcaire produise du ciment de haute qualité.

##### b. Pouzzolane

La pouzzolane est produite abondamment dans la région volcanique du Mt. d'Ambre. Il y a dix réserves de pouzzolane près de la route reliant Diégo et Joffre Ville. Il a été confirmé que la pouzzolane est de bonne qualité, et peut être utilisée pour la production du ciment de pouzzolane. En outre, la pouzzolane est aussi produite abondamment dans l'île de Nosy-Bé et les réserves sont concentrées dans un endroit d'accès facile. De plus, la pouzzolane peut être utilisée pour les matériaux de construction de route.

ii) Cimenteries de Madagascar

a. Usines de ciment existantes

Il y a actuellement deux usines à Madagascar, l'une est à Antsirabe, qui est à environ 130 km plein sud d'Antananarivo la Capitale ; l'autre est à Magajanga, qui est à environ 580 km plein nord-nord-est d'Antananarivo-ville. Les deux usines ont des problèmes dans l'échelle de production et la qualité. Une indication sur les usines est donnée au Tableau 1-8-15.

Tableau 1-8-15 Esquisse des Cimenteries à Madagascar

Localité Nom de l'usine	Capacité 1.000 tonnes/an	Type Nombre	Etablissement	Qualité
ANTSIRABE Cimenterie d'Antsirabe	110	Vertical 2	1955	
Ibity- (Ai) -	80		1985	Qualité médiocre pour la construction
MAHAJANGA Nouvelle Cimenterie d'Amboanio	27		1956	
Mahajanga- (AMm) -	20			Haute qualité

*Note: les données supérieures dans chaque colonne se réfère à l'Annuaire de ciment mondial <1989>  
les données inférieures dans chaque colonne sont basées sur les renseignements du Ministère de l'Industrie.*

b. Importation de ciment

La récente quantité de ciment importée de l'extérieur est de 100 à 150 mille tonnes par an. La quantité de la production locale s'élève à 100 mille tonnes par an tout au plus pour les 2 usines. La quantité de ciment de la production locale adaptée aux matériaux de construction est minime.

iii) Construction de cimenterie, commercialisation etc.

a. Situation de l'usine de ciment

Les conditions exigées par la cimenterie sont les suivantes :

- abondance de calcaire produit dans les environs
- approvisionnement en électricité
- ravitaillement en eau
- ravitaillement en charbon (et tenant compte des importations de l'extérieur)
- un emplacement situé convenablement
- près du port d'Antsiranana (à une distance non supérieure à 30 km du port. Toutefois moins de 15 km est préférable)

Les matériaux, eau, électricité, carburant etc. nécessaires pour produire 1 tonne de ciment sont présentés dans le Tableau 1-8-16.

Tableau 1-8-16 Unité Standard pour la Production du Ciment  
(eau, électricité, carburant, etc., pour produire du clinker d'une tonne)

Articles	Unité	Quantité	Exemple (par an)
Clinker <Pierre calcaire 1,5t>	tonne	1	500.000
Huile lourde	tonne	0,08	40.000
Charbon (6.000 cal)	tonne	0,12	60.000
Electricité	kw	0,1	50.000
Eau	tonne	0,4	200.000

Source: Une compagnie japonaise du ciment

b. Capacité de production de la cimenterie

Comme la demande de ciment à Madagascar augmentera de plus en plus, l'importation de ciment s'intensifiera progressivement si la capacité de production ne sera pas augmentée. L'objectif optimal de la capacité de la cimenterie est de plus de 300 mille tonnes par an en utilisant l'usine planifiée et les installations existantes pour satisfaire la demande future.

Les cimenteries d'Antsirabe et de Mahajanga sont remarquables par leur détérioration. La qualité du ciment est mauvaise ou la quantité n'est pas abondante.

Compte tenu des conditions sus-mentionnées, une cimenterie qui a une capacité de production de plus de 200 mille tonnes par an devrait être construite à Madagascar comme mesure expérimentale.

Comme la cimenterie est une entreprise d'importance nationale, les problèmes courants doivent être affrontés et vaincus. En outre, la région d'Antsiranana a les conditions appropriées: matières premières (calcaire, pouzzolane), approvisionnement en eau, port et peut importer des matières premières, telles que le charbon, le carburant, et ensuite exporter les produits, etc., pour les raisons susmentionnées.

Il est demandé de promouvoir la cimenterie après l'accomplissement des études de faisabilité suffisantes et des recherches de marketing.

#### c. Fonds d'investissement

Le prix de construction d'une cimenterie qui possède des installations de production moderne et une capacité de production de 200 mille tonnes par an sera à peu près de l'ordre de 28 à 46 millions de dollars US

#### d. Marketing

Tout en satisfaisant les besoins internes, il serait bénéfique d'exporter du ciment vers d'autres pays. Les pays-cibles sont les îles de l'ouest de l'Océan Indien: Maurice, la Réunion, Comores, Seychelle, etc., ainsi que les pays d'Afrique de l'Est: Kenya, Tanzanie, Mozambique, etc.

Comme beaucoup de pays susmentionnés ont actuellement une certaine capacité de production ou prévoient en avoir dans, il est important de calculer le coût de la production et d'évaluer les installations de production existantes et projetées, ainsi que les besoins en ciment de chaque pays.

#### 2) Produit chimique (soude caustique)/industrie d'engrais utilisant le sel

Le sel est abondamment produit par les exploitations de sel dans la baie de Diégo—Suarez. Les industries chimiques, soude caustique, chlore etc., dans ce district peuvent tirer profit de l'utilisation du sel.

#### 3) Industrie de brique/poterie

##### i) Matières premières

##### a. Marne/argile

On confirme qu'il existe d'épaisses couches de marne et d'argile à l'emplacement de la route qui se trouve au pied du Mt. France près de l'aéroport d'Antsiranana. Cet argile n'est pas un argile authentique, mais une marne argileuse, que l'on peut utiliser pour la fabrication de pots de haute qualité.

##### b. Kaolin

Le "syenite nephelique" et "phonolite" dans la presqu'île d'Ankify constituent les matières premières demandées pour l'industrie de Kaolin. Ces matières premières sont adaptées à la poterie et à la fabrication de verre.

#### 4) Traitement de bois/contreplaqué

La partie sud de la province d'Antsiranana est une région pluvieuse. Il y a beaucoup de forêts dans cette région. L'industrie de bois et de contreplaqué, qui utilise l'abondant bois de grume dans le secteur, sont les principales industries locales.

i) Ravitaillement en bois de grume

Les districts du sud de la province sont citées ci-dessous.

\* District de Tsaratanana où le centre de collecte est Ambanja (le bois de grume est transporté par route)

\* Les points de collecte sont les district d'Andapa/Sambava/Antalaha (les bois de charpente sont transportés par mer)

ii) Traitement de bois

Actuellement, la SECREN travaille à la réparation des bateaux à une grande échelle. L'équipement intérieur des bateaux fait partie du travail. En réalité, la SECREN produit de la boiserie, de beaucoup des chaises, etc. et a une bonne assise dans le domaine de l'industrie de traitement du bois.

iii) Traitement de contreplaqué

La SECREN a dressé un plan pour une usine de contreplaqué et s'est assurée l'emplacement de l'usine en 1987-1988. Mais le projet fut interrompu par suite des troubles politiques impliquant l'ancien président et son parti en 1990-1992.

iv) Reboisement

Le reboisement et la conservation des forêts sont nécessaires pour perpétuer les industries qui ont rapport au bois. Le reboisement est important et doit être commencé dès l'abattage. Les forêts au Madagascar ne couvrent que 20% seulement de la surface totale du pays, diminuant de 80% de la surface d'il y a 40 ou 50 ans.

(4) Sujets devant être affrontés pour un développement ultérieur

Pour promouvoir les industries mentionnées précédemment, le gouvernement de Madagascar se concentre actuellement sur les items suivants:

- Expansion de l'aire urbaine et renforcement de la liaison avec les villes satellites.
- Recherche de nouveaux marchés
- Développement d'un bloc économique important en reliant l'aire côtière et en renforçant la fonction urbaine d'Antsiranana.



## **2. ACTIVITES PORTUAIRES A MADAGASCAR**





## **2. ACTIVITES PORTUAIRES A MADAGASCAR**

### **2.1 Généralités**

A cause de sa géographie montagneuse et le fait que Madagascar est une île, presque tous les produits comprenant l'importation des produits de premières nécessités et des marchandises industrielles et l'exportation des matières premières et des produits agricoles, etc., sont transportés à travers les ports.

Madagascar possède 17 ports le long de ses 5.000 km de côte. Du point de vue fonctionnel, le décret classe tous les ports en 4 catégories : les ports principaux long courrier, les ports longs courrier secondaire, les ports principaux de cabotage et les ports de cabotage secondaires, comme mentionné dans la section 2.3.1 (Figure 2-1-1).

Neuf ports sont situés tout au long de la côte Est et huit ports se trouvent tout au long de la côte Ouest. Sur la côte Est, les ports sont exposés à la houle de l'Océan Indien, les conditions maritimes sont rigoureuses et ils sont parfois frappés par des cyclones. D'autre part sur la côte Ouest, les ports sont tranquilles en général. Toutefois, beaucoup de ports souffrent d'ensablement de matériaux transportés par les rivières.

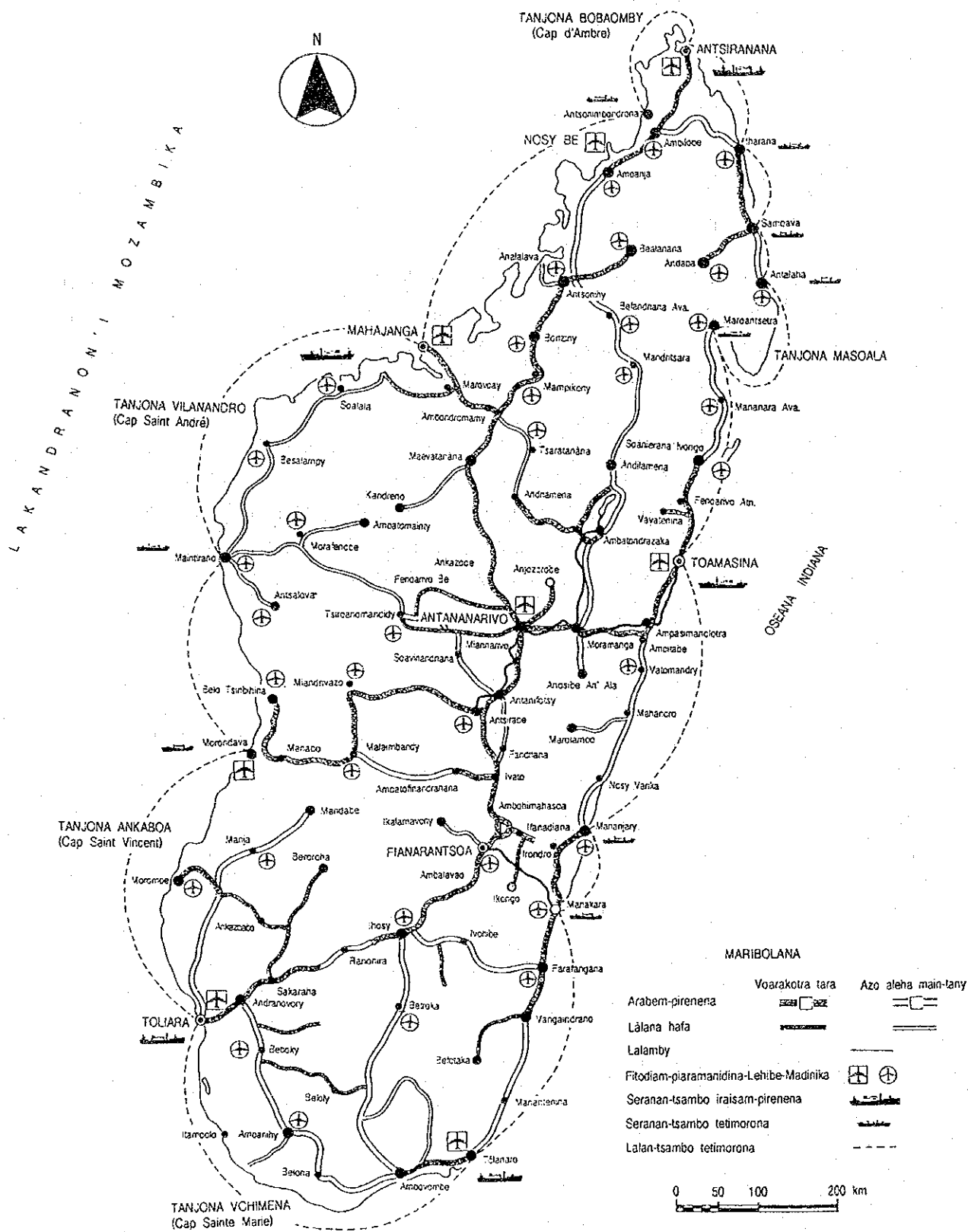


Figure 2-1-1 Carte du Réseau de Transport

## 2.2 Trafic de Marchandises et Installations

### 2.2.1 Volume du trafic de marchandises

Les données suivantes constituent un résumé du trafic de marchandises aux 17 ports de Madagascar pour la période allant de 1986 à 1990. En général, le volume des marchandises manutentionnées aux ports indique les activités socio-économiques du pays. Les fluctuations annuelles du volume des marchandises reflètent les changements dans l'économie d'un pays, qui souvent sont le résultat des événements politiques. Malheureusement, l'économie de Madagascar a subi une période difficile causée par l'instabilité politique.

Il faudrait cependant remarquer que les statistiques présentées ci-après indiquent le trafic des marchandises durant la période quand l'activité socio-économique fut temporairement en phase de dépression. Par conséquent, lorsque ces volumes de marchandises sont utilisés pour illustrer la situation du cadre socio-économique du pays, en particulier dans les prévisions, les données mentionnées ci-dessus devraient être prises en considération. Il faudrait aussi noter que, comme d'habitude, les statistiques comprennent souvent certaines données qui ne sont pas fiables.

Le Tableau 2-2-1 et la Figure 2-2-1 montrent le trafic de marchandises pendant 5 ans, de 1986 à 1990, dans tous les ports de Madagascar. Le Tableau 2-2-2 (1) et (2) présente leur répartition de 1988 à 1990. L'Equipe d'Etude n'a pas pu avoir les données les plus récentes après 1991 à cause des troubles politiques et économiques en ce temps là.

Comme ces tableaux l'indiquent, le port de Toamasina est le port le plus large avec une production de 65,5% de la totalité du fret national, avec la manutention de 85,9% de la totalité des importations et de 65,2% de la totalité des exportations en 1990. Toamasina joue un rôle important de pénétration des produits dans la Capitale et se trouve relié avec les Hauts Plateaux du centre à forte densité de population par la route et par le chemin de fer.

Antsiranana est le second des plus grands ports, suivi de Mahajanga qui est le troisième, en manutentionnant respectivement 9,2% et 8,9% de la totalité de la cargaison de Madagascar. Dans le port d'Antsiranana, les marchandises long courrier ont augmenté d'année en année, mais le cabotage a tendance à décliner. Le volume de marchandises long courrier dépasse celui du cabotage en 1988 et sa part est de 67,4% en 1990 (Figure 2-2-2).

D'autre part, au port de Mahajanga, le volume total de marchandises est relativement stable, en restant dans les limites d'environ 180-190 mille tonnes, et la part des marchandises de cabotage au volume total est de 70,3%.

L'autre port long courrier secondaire, Toliary, est le quatrième des plus grands ports. Son volume de marchandises a aussi connu une tendance à l'augmentation récemment, en particulier dans le cas des marchandises long courrier.

Après les quatre premiers ports, se place le port de Nosy-Bé (avec le Port Saint-Louis) si l'on considère le volume de trafic. Il traite des produits agricoles, tels que les grains de café dans l'arrière-pays.

Tableau 2-2-1 Volume du Trafic des Marchandises en Transport Maritime

P O R T S	1986		TOTAL	1987		TOTAL	1988		TOTAL
	Long carrier	Cabotage		Long carrier	Cabotage		Long carrier	Cabotage	
Toamasina	805,141	250,256	1,055,397	996,611	230,394	1,227,005	1,862,250	204,835	2,067,085
Mahajanga	47,958	131,354	179,312	53,068	126,944	180,012	48,738	127,123	175,861
Antsiranana	42,201	104,504	146,705	77,123	133,687	210,810	85,036	73,375	162,411
Nosy-Be (1)	25,187	58,612	83,799	33,308	53,800	87,108	26,294	59,086	85,380
Toliary	49,118	38,584	87,702	17,576	35,872	53,448	17,759	26,180	43,939
Tolagnaro	14,570	15,815	30,385	8,672	12,988	21,660	12,083	12,373	24,456
Manakara	6,269	63,352	69,621	-	62,111	62,111	28	43,207	43,235
Mananjary	2,028	14,628	16,656	-	15,857	15,857	28	11,671	11,699
Moronjava	14,167	20,148	34,315	15,034	26,017	41,051	9,427	18,977	28,404
Morombe	1,758	4,152	5,910	1,012	4,438	5,448	4,996	3,251	8,247
Sambava	-	2	2	-	40	40	30	1,324	1,354
Antalaha	491	1,523	2,014	735	2,159	2,894	1,103	5,358	6,461
Maroantsetra	273	6,016	6,016	601	6,486	7,087	-	4,855	4,855
Voahang	193	22,409	22,409	1,001	29,339	30,340	4,371	17,834	22,205
Analalava (2)	418	19,829	20,248	165	8,259	8,424	-	6,781	6,781
T O T A L	1,109,772	749,184	1,858,956	1,204,906	748,369	1,953,275	2,076,143	616,210	2,692,353

	1989		TOTAL	1990		TOTAL
	Long carrier	Cabotage		Long carrier	Cabotage	
	1,061,290	200,658	1,261,948	1,191,846	200,747	1,392,593
	59,336	129,742	189,078	55,923	132,421	188,344
	129,280	67,754	197,034	131,661	63,644	195,305
	15,855	41,172	57,027	22,304	59,034	81,338
	41,222	23,702	64,924	70,189	21,891	92,080
	13,854	12,371	26,225	17,274	12,045	29,319
	-	32,348	32,348	106	47,854	47,960
	-	7,315	7,315	-	9,547	9,547
	7,200	12,307	19,507	11,926	15,055	26,981
	2,811	3,909	6,720	4,112	4,608	8,720
	15	1,707	1,722	-	-	-
	1,424	7,827	9,251	3,684	11,249	14,933
	-	8,858	8,858	152	8,344	8,496
	5,963	13,846	19,809	7,032	16,982	24,014
	-	7,923	7,923	186	7,046	7,232
T O T A L	1,338,250	571,439	1,909,689	1,516,375	610,527	2,126,902

Note: (1) y compris Port Saint-Louis

(2) y compris Antsoahy

Source: Douanes

Tableau 2-2 (1) Volume du Trafic des Chargements en Transport Maritime

Loaded P O R T S	1988			1989			1990		
	Long carrier	Cabotage	TOTAL	Long carrier	Cabotage	TOTAL	Long carrier	Cabotage	TOTAL
Toamasina	348,805	157,102	505,907	359,395	155,930	515,325	348,372	155,551	504,023
Mahajanga	17,720	23,472	41,192	28,695	29,338	58,033	23,484	23,217	46,701
Antsiranana	59,888	40,746	100,634	88,855	29,821	118,676	66,235	34,283	100,518
Nosy-be (1)	8,099	33,570	41,669	13,517	15,575	29,092	9,671	32,557	42,228
Toliary	13,409	4,269	17,678	27,803	1,646	29,449	48,702	1,373	50,075
Tolagnaro	11,303	1,228	12,531	11,327	1,114	12,441	16,944	1,464	18,408
Manakara	-	11,431	11,431	-	9,152	9,152	14,188	14,188	14,294
Mananjary	4,037	4,037	4,037	-	2,573	2,573	-	3,205	3,205
Moronjava	6,669	6,523	13,192	3,221	2,859	6,080	6,265	3,344	9,609
Morombe	4,996	955	5,951	2,811	1,915	4,726	4,112	3,364	7,476
Sambava	30	531	561	15	675	690	-	-	-
Antalaha	871	1,921	2,792	1,422	2,898	4,320	3,608	4,593	8,201
Maroantsetra	-	2,271	2,271	-	5,525	5,525	152	3,876	4,028
Vohemar	4,334	3,827	8,161	5,437	5,224	10,661	6,731	3,731	10,462
Analaïava (2)	-	1,724	1,724	-	1,976	1,976	186	907	1,093
T O T A L	476,124	293,607	769,731	542,488	265,921	808,419	534,588	285,753	820,321

Note: (1) y compris Port Saint-Louis

(2) y compris Antsohiky

Source: Douanes

Tableau 2-2 (2) Volume du Trafic des Déchargements en Transport Maritime

Unloaded P O R T S	1988			1989			1990		
	Long carrier	Cabotage	TOTAL	Long carrier	Cabotage	TOTAL	Long carrier	Cabotage	TOTAL
Toamasina	1,513,445	47,733	1,561,178	701,895	44,728	746,623	843,474	45,096	888,570
Mahajanga	31,018	103,651	134,669	36,641	100,404	131,045	32,439	109,204	141,643
Antsiranana	29,148	32,629	61,777	40,425	38,233	78,658	65,426	29,361	94,787
Nosy-be (1)	18,195	25,516	43,711	2,388	25,597	27,985	12,633	26,537	39,170
Toliary	4,350	21,891	26,241	13,419	22,056	35,475	21,467	20,518	41,985
Tolagnaro	780	11,145	11,925	2,527	11,257	13,784	21,330	10,581	10,911
Manakara	28	31,776	31,804	-	23,196	23,196	-	33,666	33,666
Mananjary	28	7,662	7,690	-	4,742	4,742	-	6,342	6,342
Moronjava	2,758	12,454	15,212	3,979	9,448	13,427	5,661	11,711	17,372
Morombe	-	2,296	2,296	-	1,994	1,994	-	1,244	1,244
Sambava	-	793	793	-	1,032	1,032	-	-	-
Antalaha	232	3,437	3,669	2	4,929	4,931	76	6,658	6,732
Maroantsetra	-	2,584	2,584	-	3,333	3,333	-	4,468	4,468
Vohemar	37	14,007	14,044	526	8,622	9,148	301	13,251	13,552
Analaïava (2)	-	5,057	5,057	-	5,947	5,947	-	6,139	6,139
T O T A L	1,600,019	322,603	1,922,622	795,752	305,518	1,101,270	981,807	324,774	1,306,581

Note: (1) y compris Port Saint-Louis

(2) y compris Antsohiky

Source: Douanes

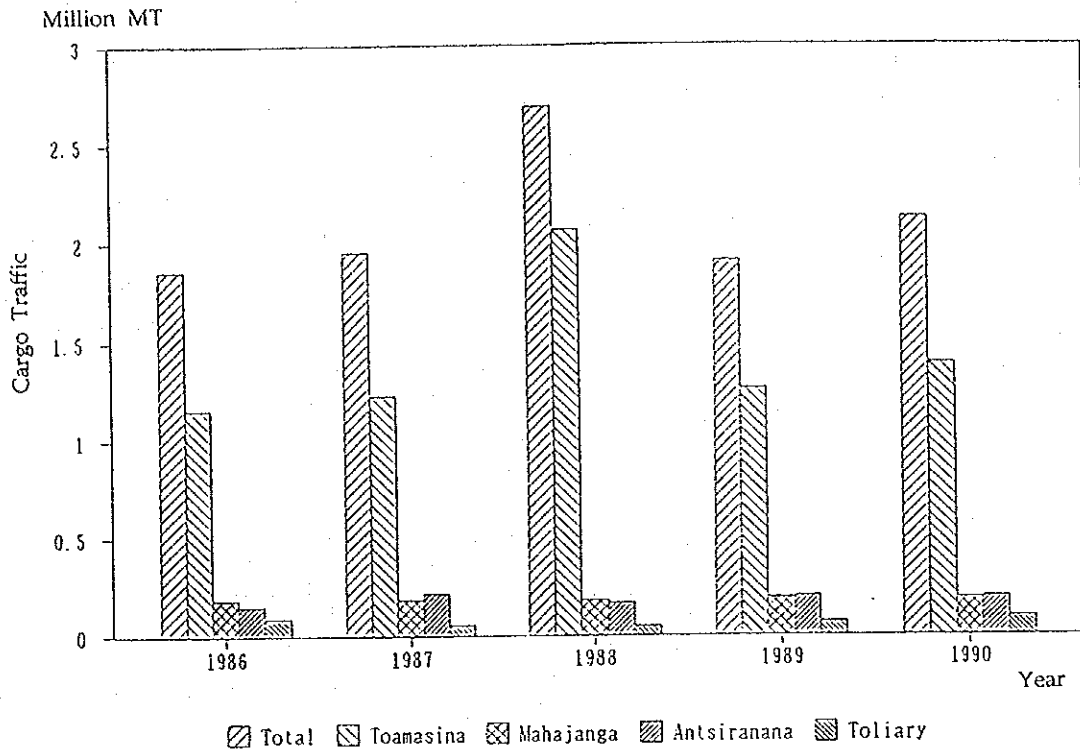


Figure 2-2-1 Volume du Trafic des Marchandises en Transport Maritime

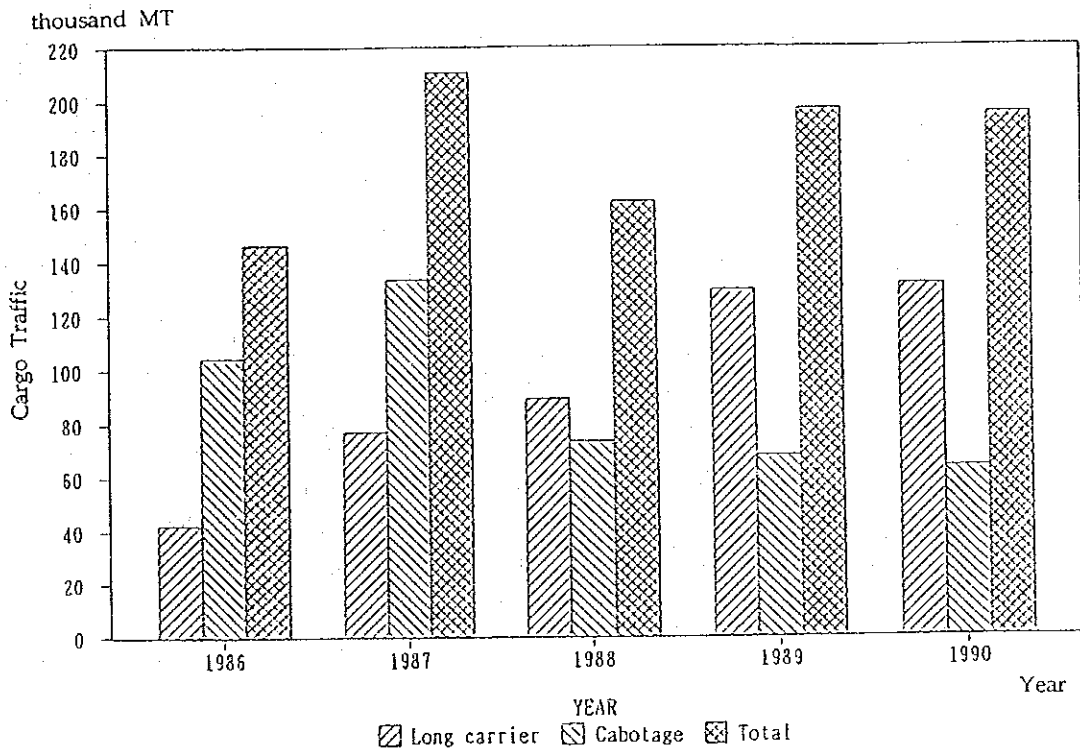


Figure 2-2-2 Volume du Trafic des Marchandises dans le Port d'Antsiranana

## 2.2.2 Installations

Le Tableau 2-2-3 montre la situation actuelle des installations portuaires (voir L'Annexe A-2.2. pour les plans d'implantation des ports principaux). Les ports de Toamasina et d'Antsiranana présentent une profondeur d'eau suffisante pour accueillir les navires de grande taille. Les quais de Toliara sont des jetées situées dans la mer au large de la terre. Comme l'on peut remarquer sur le Tableau 2-2-3, le port de Toamasina représente le seul port ayant un entrepôt très vaste et un terre-plein. A cause de cette situation, le port de Toamasina représente le seul port qui puisse recevoir les navires de mer de dimension plus grande.

Tableau 2-2-3 Situation Actuelle des Installations Portuaires

P O R T	Q U A Y		Warehouse (sq. m)	Open Yard (sq. m)
	L (m)	D (m)		
Toamasina	706	8.5~10.5	45,070	75,225
	314	6~8		
	-	12		
Antsiranana	301	8.5	8,379	5,638
	62	4.5		
	51	2		
Mahajanga	586	2	16,713	5,290
Toliara	150	7~8	4,496	7,450
	60	3		
Morombe	-	-	2,319	3,681
Maroantsetra	-	-	450	-
Morondava	107	2	3,000	2,028
Vohemar	100	5~7	1,400	7,521
Antalaha	-	-	1,085	4,443
Maintirano	18	1	40	500
Antsohihy	180	0~3	600	8,894
Port St. Louis	198	3	9,997	2,000
Nosy-be	290	2~3.5	3,484	10,431
Mananjary	180	2.5	3,295	880
Manakara	365	1.5	7,365	5,718
Tolagnaro	145	2.5	2,896	3,500

*Note: (1) Les quais de Toamasina sont utilisés par les navires long-courrier, le cabotage et les pétroliers les plus sophistiqués aux plus ordinaires, tandis que dans le port d'Antsiranana, les lignes inférieures concernent de petites embarcations.*

*(2) La zone des entrepôts et de terre-plein représente la totalité du port. Dans le cas de Toamasina, la zone du terre-plein est destiné au stockage des containers.*

Source: MTM et SEPT



## 2.3 Administration, Gestion et Fonctionnement

### 2.3.1 Administration et Gestion Prescrites par la Loi

#### (1) Classification des ports

A Madagascar, les ports commerciaux sont classés par décret en 4 catégories: le port principal long courrier, le port secondaire long courrier, le port principal de cabotage et le port secondaire de cabotage. En général, les ports principaux et secondaires long courrier devront être ouverts à tous les navires, et les ports de cabotage principal et secondaire devront seulement être ouverts aux caboteurs.

Toamasina, le plus grand port de Madagascar est le seul classé comme port principal de long courrier.

Antsiranana, Majunga et Tuléar sont classés comme ports secondaires long courrier.

Fort-Dauphin, Manakara, Mananjary, Morombe, Nosy-Bé (Port-Saint Louis) et Vohémar sont classés comme principaux ports de cabotage.

Analalava, Antalaha, Maintirano, Maroantsetra, Sainte Marie et Sambava sont classés comme ports de cabotage secondaires.

#### (2) Gestion du port

Les ports commerciaux à Madagascar sont gérés par la Direction du Transport Maritime (DTM). La DTM est essentiellement responsable des travaux, de l'exploitation portuaire, du transport maritime, de la navigation maritime. La DTM est sous contrôle du Ministère des Transports et de la Météorologie (MTM). Les organigrammes de MTM et DTM sont présentés dans les Figures 2-3-1 et 2-3-2.

Le principal port long courrier est géré par le directeur désigné la DTM. Il sera responsable, de l'entretien et de l'exploitation des installations portuaires. Il assure également que les contrats concernant la concession de propriété publique et l'autorisation d'occupation soient appliqués.

Le Conseil d'administration du port donne son avis sur l'exploitation et l'équipement du port concerné, tels que:

- Projection du budget annexe des ports concernant les rubriques relatives au port
- Compte de l'année fiscale du port
- Révision des charges et droits, de toutes les taxes portuaires dans l'ensemble

- La composition et les conditions de travail des services publics qui assurent le fonctionnement du port
- Acquisition des équipements et plans directeurs
- Toute mesure visant à améliorer les activités du port, en particulier le travail des dockers

Les ports secondaires long courrier sont gérés par le Chef de Service de la DTM. Ils sont responsables de la coordination des activités de tous les services des divers départements ministériels impliqués dans l'exploitation du Port.

Le comité du port secondaire long courrier devra être consulté sur toutes les questions relatives à l'exploitation du port, amélioration et équipements.

Les ports de cabotage principaux et secondaires sont gérés par un agent de la DTM. Il assurera le fonctionnement et l'entretien du port.

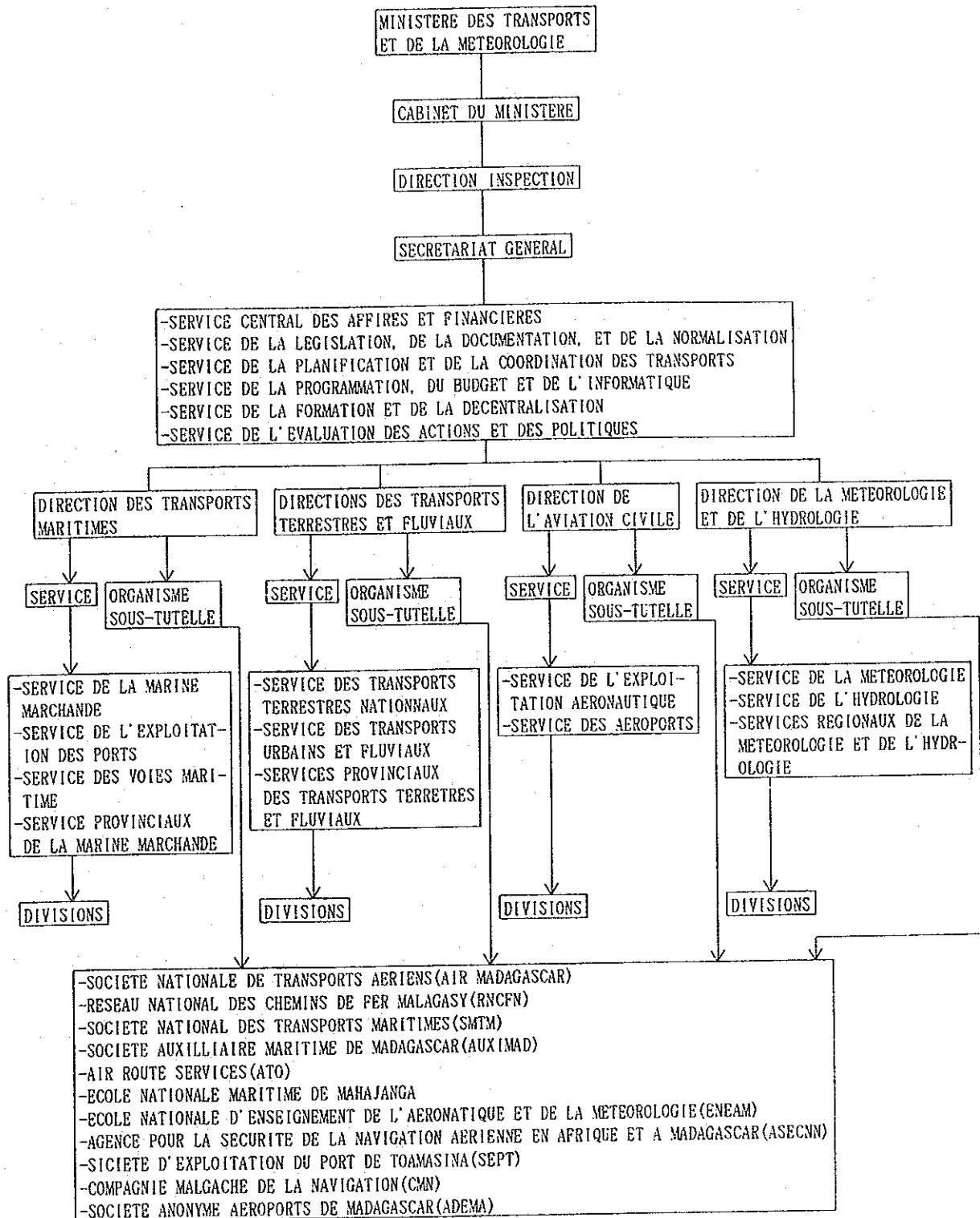


Figure 2-3-1 Organigramme du MTM

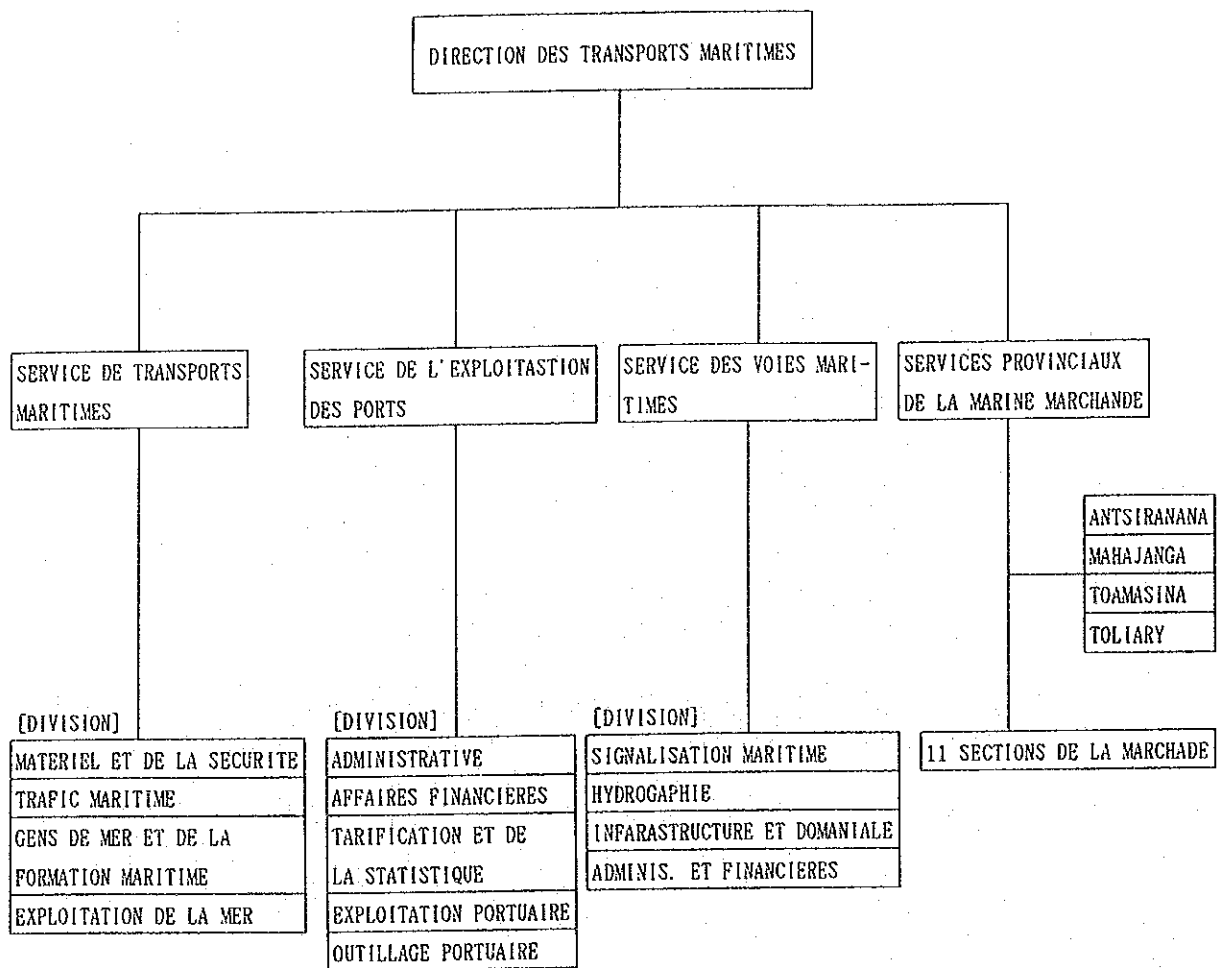


Figure 2-3-2 Organigramme de la DTM

## 2.3.2 Gestion Actuelle et Fonctionnement

### (1) Gérance actuelle

Dans le port principal long courrier, le Directeur du Port est chargé de la gestion du Port et de la coordination des compagnies maritimes. A la différence des autres ports de Madagascar, Toamasina, le seul port principal long courrier est géré et exploité par la Société d'Exploitation du Port de Toamasina (SEPT) qui a été créée avec les fonds du gouvernement établis en 1976. La SEPT est composée de cinq départements et emploie 2.400 agents environ. A l'exception de ce cas, les ports sont gérés par un Chef de Port ou des Agents.

Le nombre de personnel dans chaque port sous le contrôle de la DTM est montré dans le Tableau 2-3-1.

### (2) Fonctionnement actuel

Généralement, l'utilisation du port et l'affectation des quais sont accordées par le Chef du port ou l'agent qui fournit le pilotage, la remorque et les services de manutention. Le service de manutention des marchandises est exploité par des compagnies privées.

Tableau 2-3-1 Nombre des Effectifs dans Chaque Port

SERVICE CENTRAL	S.E.P.	D.T.M.	S.V.M.	S.M.M.	TOTAL
ANTANANARIVO	63	2	7	1	73
PORT ANTSIRANANA	7		4		11
PORT TULEAR	12		4		16
PORT MAHAJANGA	21		1		22
PORT TOLAGNARO	5		1		6
PORT MANAKARA	4		7		11
PORT MANANJARY	2		2		4
PORT VOHEMAR	7				7
PORT MONORNDAVA	3		5		8
PORT ANTALAHA	2		1		3
PORT NOSY-BE	7				7
PORT MOROANTSETRA	1		1		2
PORT SAINT-LOUIS	1				1
PORT MAINTIRANO			2		2
PORT AMBANJA	2				2
PORT MOROMBE			1		1
PORT ANTSOHIHY	4				4
TOTAL	141	2	36	1	180

Remark

S.E.P. : Service de l'Exploitation des Ports

D.T.M. : Direction des Transports Maritimes

S.V.M. : Service des Voies Maritimes

S.M.M. : Service de la Marine Marchande

### 2.3.3 Tarifs Portuaires

#### (1) Classification des bateaux

En vue de la perception des charges de port, les bateaux sont classés suivant leur volume net, comme suit,

Classe	Volume
1	jusqu'à 250
2	Supérieur à 250 et jusqu'à 500
3	Supérieur à 500 et jusqu'à 1.500
4	Supérieur à 1.500 et jusqu'à 3.000
5	Supérieur à 3.000 et jusqu'à 9.000
6	Supérieur à 9.000 et jusqu'à 35.000
7	Supérieur à 35.000

#### (2) Tarifs

##### 1) Utilisation du port

Classe des bateaux	FMG		FMG/m <sup>3</sup>			
	2	3	4	5	6	7
Port secondaire long courrier:						
Antsiranana	5.000	10.000	7	8	10	12
Toliary	5.000	10.000	7	8	10	12
Mahajanga	5.000	10.000	7	7,5	9	11
Port principal de cabotage	5.000	10.000	7	7,5	9	11
Port secondaire de cabotage	5.000	10.000	6,5	7	8	10

##### 2) Droits de quai

###### Port secondaire de long courrier

Classe des bateaux	Débarquement FMG/m/h	Mouillage FMG/100 m <sup>3</sup> /h	Utilisation exclusive FMG/100 m <sup>3</sup> /h
2	5.000	5.000	5.000
3	8	6	13
4	8	8	17
5	11	11	24
6	71	37	57
7	147	50	150

Principal et second port de cabotage

Classe des bateaux	Débarquement FMG/m/h	Mouillage FMG/100 m <sup>3</sup> /h	Utilisation exclusive FMG/100 m <sup>3</sup> /h
2	5.000	5.000	5.000
3	8	6	13
4	8	8	17
5	11	11	24
6	57	30	57
7	123	43	150

3) Droit pour les passagers

	Embarquement	Débarquement
National	250 FMG/passager	250 FMG/passager
International	3.300 FMG/passager	3.300 FMG/passager

4) Droit de chargement/déchargement

Chargement	1.140 FGM/tonne
Déchargement	570 FGM/tonne

5) Frais de pilotage

Classe des bateaux	
1, 2, 3	180.000 FMG (Minimum charge)
4	180.000 FMG + 6.000 FMG/100 m <sup>3</sup> (over 1.500 m <sup>3</sup> up to 3.000 m <sup>3</sup> )
5	270.000 FMG + 5.000 FMG/100 m <sup>3</sup> (over 3.000 m <sup>3</sup> up to 9.000 m <sup>3</sup> )
6	570.000 FMG + 4.000 FMG/100 m <sup>3</sup> (over 9.000 m <sup>3</sup> up to 35.000 m <sup>3</sup> )
7	1.670.000 FMG + 3.000 FMG/100 m <sup>3</sup> (over 35.000 m <sup>3</sup> )

## 6) Frais de remorquage

Classe des bateaux	
1, 2, 3	35.000 FMG
4	35.000 FMG + 3.000 FMG/100 m <sup>3</sup> (Supérieur à 1.500 m <sup>3</sup> et jusqu'à 3.000 m <sup>3</sup> )
5	80.000 FMG + 3.000 FMG/100 m <sup>3</sup> (Supérieur à 3.000 m <sup>3</sup> et jusqu'à 9.000 m <sup>3</sup> )
6	200.000 FMG + 1.000 FMG/100 m <sup>3</sup> (Supérieur à 9.000 m <sup>3</sup> et jusqu'à 35.000 m <sup>3</sup> )
7	450.000 FMG + 500 FMG/100 m <sup>3</sup> (Supérieur à 35.000 m <sup>3</sup> )

## 7) Stockage

Classe des ports	FMG/m <sup>2</sup> /mois
Port secondaire de long courrier	200 à 500
Port principal et secondaire de cabotage	100 à 300



### **3. SITUATION ACTUELLE DU PORT D'ANTSIRANANA**



### **3. SITUATION ACTUELLE DU PORT D'ANTSIRANANA**

#### **3.1 Généralités**

Le Port d'Antsiranana, de 12° 15'S-49° 17'E, à 25 km dans le Sud-Sud-Est du Cap d'Ambre, est situé à l'extrémité de la grande Baie de Diégo-Suarez, à l'extrême nord de l'île.

Le Port a une entrée de 300 m environ de large et une zone maritime assez profonde (Figure 3-1-1). Le port est favorablement situé dans l'axe commercial Europe-Asie.

Le nom de la baie Diégo-Suarez vient de deux Européens, Diégo Diaz et Herman Suarez. La baie a été découverte en 1500 par le premier et visitée en 1506 par le dernier. Une grande base militaire fut installée ici de 1885 à 1973. Le chantier naval de la SECREN a été implanté pour assurer les activités militaires et commerciales et elle est considérée dès lors comme la plus grande entreprise de la province d'Antsiranana.

Le Port d'Antsiranana assure régulièrement le ravitaillement de la population des régions environnantes, surtout pendant la saison des pluies. Les produits agricoles de la région, à savoir le café, la vanille et le sel, sont exportés à partir de ce port. Récemment, les activités de la pêche ont connu une évolution rapide et la quantité manipulée par ce port ne cesse de se développer.

Le Port d'Antsiranana est le deuxième plus grand port derrière celui de Toamasina avec quelque 200 mille tonnes de trafic.

Le commerce extérieur du port d'Antsiranana constitue les deux-tiers du total des marchandises.

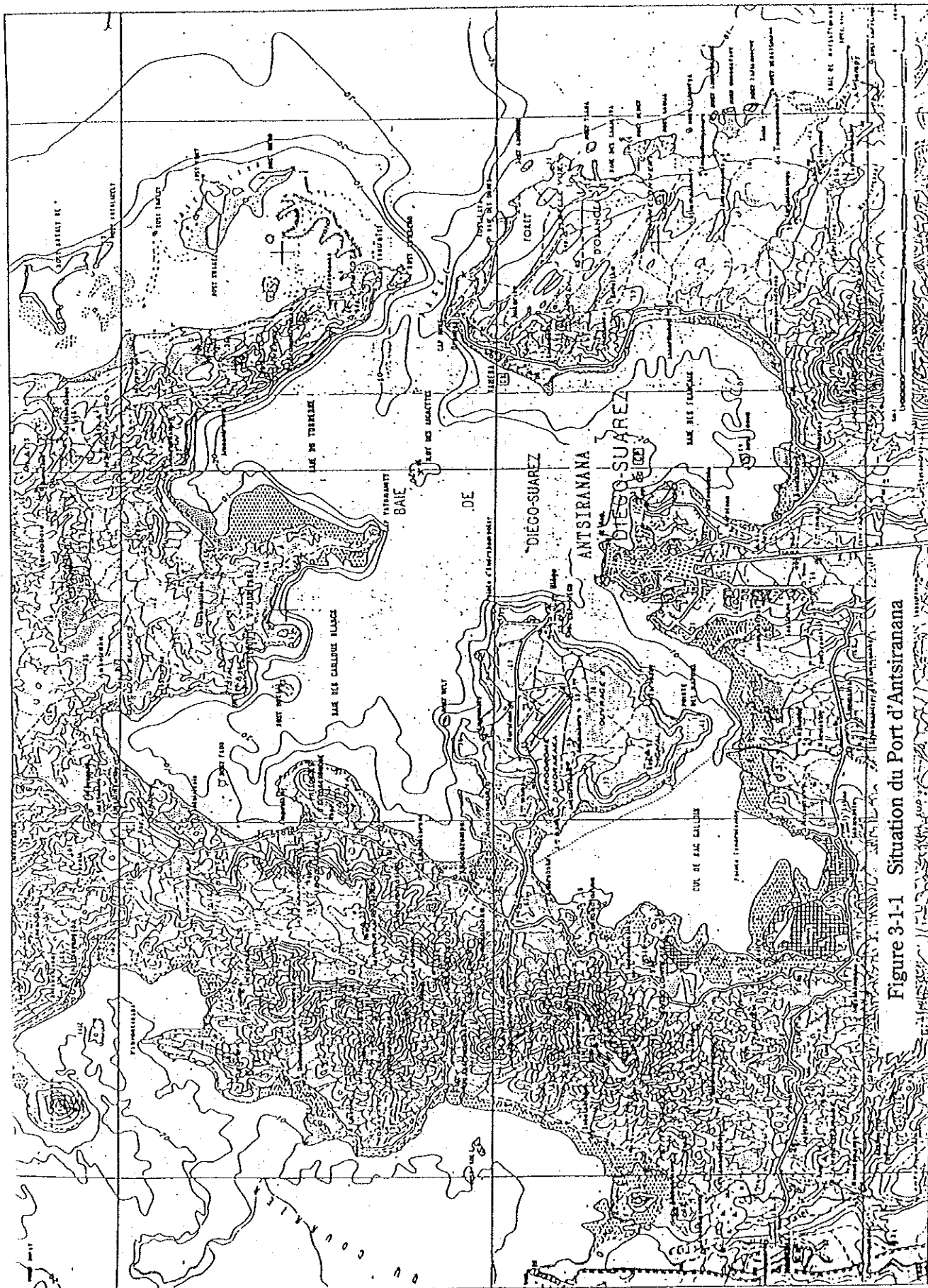


Figure 3-1-1 Situation du Port d'Antsirana

## 3.2 Conditions Naturelles

Cette partie présente un aperçu sur les caractéristiques naturels du Port d'Antsiranana et de ses environs, à partir des rapports pertinents, des données collectées et des résultats de contrôles effectués durant le premier stade de recherche.

### 3.2.1 Topographie

La baie de Diégo-Suarez est une des plus larges baies du monde avec une superficie de 250 km<sup>2</sup> et une longueur côtière de 150 km. L'entrée est située au côté est de la Baie face à l'Océan Indien, où les rives opposées sont séparées d'une distance de seulement 1.200 mètres. Cette forme de goulot transforme la Baie en un bassin de refuge pour les navires. Le port d'Antsiranana est situé au côté opposé du Cap Diégo au Sud de la Baie, à 10 km de l'entrée.

Des contrôles de sondes et topographiques ont été effectués par l'équipe d'étude (Voir les résultats dans les Figures 3-2-1 et 3-2-2). En résumé, les caractéristiques géographiques du port et de ses environs sont comme suit:

- Le port est doté de terre-pleins d'une superficie d'environ 36.000 m<sup>2</sup> dont la grande partie est occupée par des magasins, des hangars et des entrepôts de thons congelés, ce qui réduit la surface relative aux activités portuaires, telles que la manutention de marchandises, la manutention des conteneurs, etc....
- Les quartiers résidentiels surpeuplés et le centre de la ville côtoient le port.
- La Base navale est située au Sud du port et il y a un espace vide d'environ 300 m<sup>2</sup> s'étendant le long de la côte entre le port et la Base.
- Dans la zone nord-est du port s'étend le long de la côte une pente abrupte. Plusieurs maisons d'habitation se trouvent au fond de cette pente.







Figure 3-2-1 Carte Topographique du Port d'Antsiranana et ses Alentours







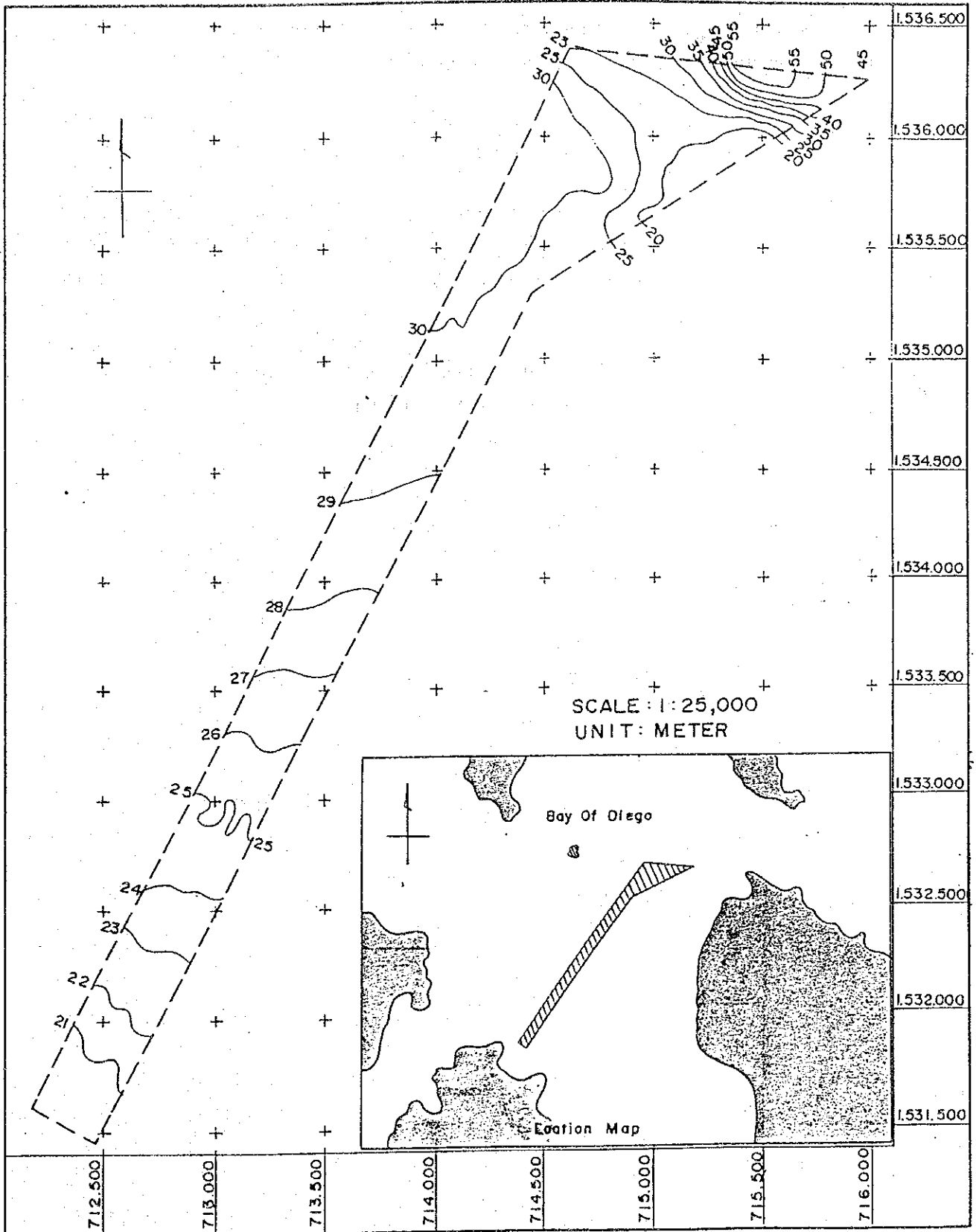


Figure 3-2-2 Diagramme de Sondage de la Passe d'Anse Melville

- Dans la partie ouest de la mer, en face du Port, la profondeur de l'eau est de -8 mètres avec un fond large et plat, parsemé par des épaves.
- Le nord et nord-est de la mer abrite un fond abrupt avec une pente de 1:10 dont la profondeur s'accroît vers le centre de la baie.
- A l'intérieur de l'Anse Melville, à l'est du port, se trouve un flot artificiel d'environ 14.000 m<sup>2</sup> de superficie. Un vieux quai est situé à l'extrémité Nord de l'île dont la profondeur moyenne est de 4 mètres, mais il n'est plus en fonction à cause d'une épave se trouvant juste en face du quai.
- Le chenal reliant l'îlot et la terre a une profondeur égale à celle du chenal d'accostage à l'exception de la zone près de l'îlot qui est peu profonde.

### 3.2.2 Météorologie

Les données respectives de la météorologie enregistrées par la station météorologique près de l'Aéroport d'Antsiranana (latitude 12° 21'S, Longitude: 49° 18'E, altitude: 105 mètres) de l'année 1961 à 1990, délivrées par la Direction de la Météorologie et de l'Hydrologie et les moyennes mensuelles pour ladite période concernant chaque élément météorologique sont présentés dans le Tableau 3-2-1.

Tableau 3-2-1 Elements de Tableau Météorologique (1961-1990)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Mean
Tx	30,2	30,2	30,6	31,0	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2	30,2
Tn	22,8	22,7	22,9	22,6	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8
TM	26,5	26,5	26,8	26,8	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5	26,5
UU	82	84	80	78	72	70	69	66	66	67	70	77	73,4
PP	10,6	10,0	10,7	11,5	13,6	15,5	16,4	16,6	15,9	14,7	13,1	11,6	13,4
RR	337,5	305,8	179,4	52,3	13,4	19,1	19,0	18,7	8,8	17,4	54,6	170,8	* 1196,8
NR	16	15	12	6	4	3	4	4	2	3	5	10	8,4
NM	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	* 1

Source:

Note: Tx : Température maximum (°C)  
 Tn : Température minimum (°C)  
 TM : Température moyenne (°C)  
 UU : Humidité relative (%)  
 PP : Pression atmosphérique (+1000 Hpa)  
 RR : Précipitation (mm)  
 NR : Nombre de jours de précipitation  $\geq 1.0$  mm  
 NM : Nombre de jours de brume (1981 - 1990)  
 \* : Total annuel

Pour résumer les données recueillies, les caractéristiques météorologiques à Antsiranana sont décrites ci-dessous:

#### (1) Température

La température moyenne annuelle est évaluée à 25,9°C, la température moyenne en Été de Décembre en Février est de 26,7°C et celle de l'Hiver du mois de Juin au mois d'Août est de 24,4°C, indiquent quela variation de température est modeste toute l'année. Les températures moyennes mensuelles maximales et minimales sont respectivement de 31,5°C et de 19,4°C.

## (2) Humidité relative

L'humidité relative moyenne annuelle est de 73,4% et la différence entre la saison humide et la saison sèche est relativement petite.

## (3) Pression atmosphérique

La pression atmosphérique moyenne annuelle est de 1013,4 Hpa. La pression atmosphérique moyenne en Hiver est légèrement élevée qu'en Eté. La variation mensuelle est très faible durant toute l'année.

## (4) Pluviosité

La pluviosité moyenne est de 1.196,8 mm et la variation mensuelle est remarquablement grande, pour 337,5 mm en Janvier et seulement 8,8 mm en Septembre, ce qui démontre le contraste oculaire entre la saison humide et la saison sèche.

## (5) Vents

Les Tableaux 3-2-2 et 3-2-3 et la Figure 3-2-3 renferment les données de 1975 à 1985 sur les fréquences du vent enregistrée par la station météorologique près de l'Aéroport d'Antsiranana (hauteur de l'observation: 10 m).

Ces tableaux et cette figure présentent les caractéristiques du vent, comme suit:

- A cause de l'Alizé de l'Océan Indien, la direction prédominante du vent durant l'année est d'Est vers le Sud-Est avec une fréquence de 74%.
- Cependant, la Mousson d'Ouest commence à souffler de Janvier en Février avec une fréquence similaire à celle du vent d'Est.
- Par contraste, le vent du nord souffle peu souvent avec une fréquence de 2% seulement.
- La vitesse moyenne annuelle du vent est de 5,8 m/S. En Eté, elle descend à 4 m/S et celle du mois d'Août en Octobre est la plus haute: 8,1 m/S.

Tableau 3-2-2 Fréquences Annuelles de la Naissance des Vents par Direction et par Intensité (1975-1984)

	0.0 to 1.5	1.5 to 3.0	3.0 to 4.5	4.5 to 6.0	6.0 to 7.5	7.5 to 9.0	9.0 to 10.5	10.5 to 12.0	12.0 to 13.5	13.5 to 15.0	15.0 to 16.5	> 16.5 m/s	Total
N	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
NNE	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.
NE	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.
ENE	0.	0.	0.	1.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	2.
E	0.	1.	1.	3.	2.	3.	1.	1.	0.	0.	0.	0.	11.
ESE	0.	2.	2.	5.	4.	8.	3.	3.	1.	1.	0.	0.	29.
SE	1.	4.	4.	10.	5.	6.	2.	2.	0.	0.	0.	0.	34.
SSE	1.	3.	1.	2.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	7.
S	0.	1.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	2.
SSW	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.
SW	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1.
WSW	0.	1.	0.	1.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	3.
W	0.	1.	0.	1.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	3.
WNW	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
NW	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
NNW	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

Note : Pourcentage de tranquillité

Source : Direction de la Météorologie et de l'Hydrologie

Tableau 3-2-3 Vitesse des Vents Enregistrée, Vitesse Moyenne et Maximum des Vents Instantanés (1961-1990)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Mean
MS	3.9	3.1	3.9	5.0	6.1	6.1	6.9	8.1	8.1	8.1	6.1	5.0	5.8
PD	S	S	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	---
Wx	61.1	45.0	33.1	>= 70.0	50.0	50.0	63.1	60.0	50.0	53.1	31.9	61.9	---

Note : MS : Vitesse moyenne des vents (m/s)  
 PD : Direction prédominante des vents  
 Wx : Vitesse maximum instantanée des vents

Source : Direction de la Météorologie et de l'Hydrologie

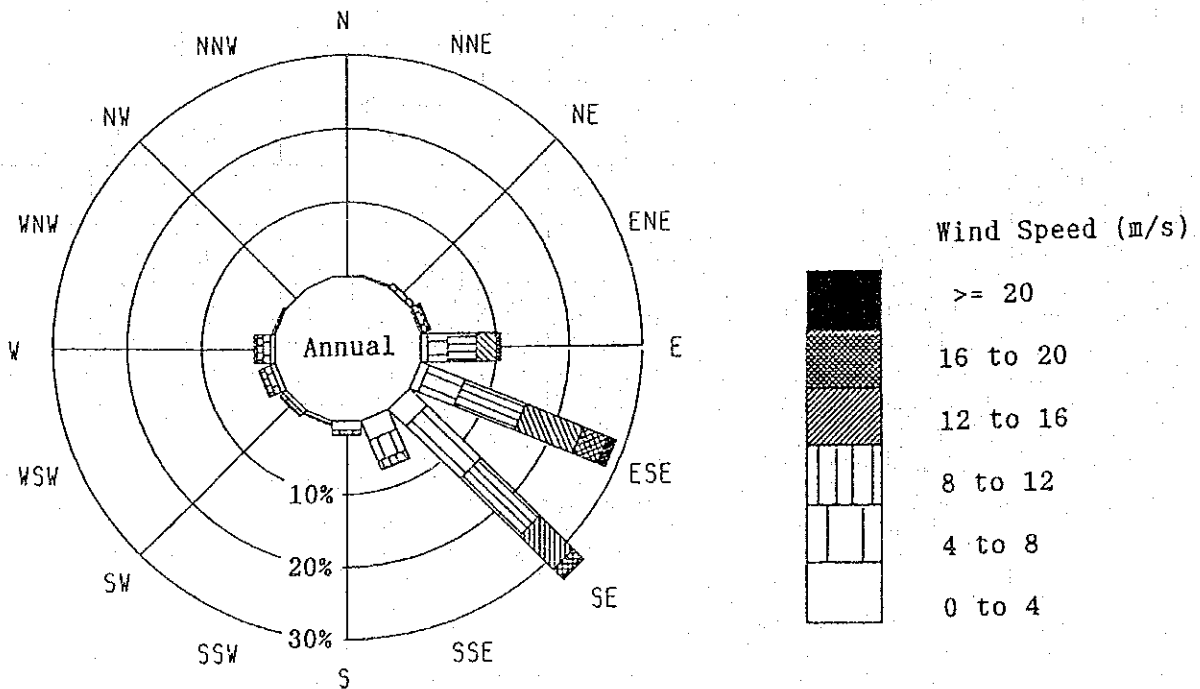


Figure 3-2-3 (1) Rose des Vents (annuelle)



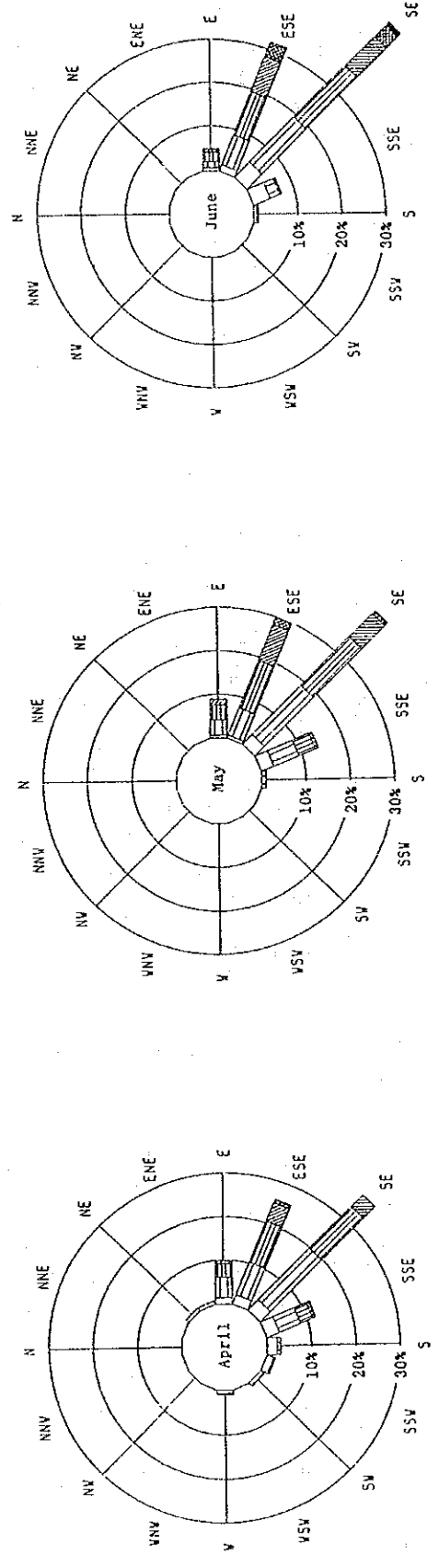
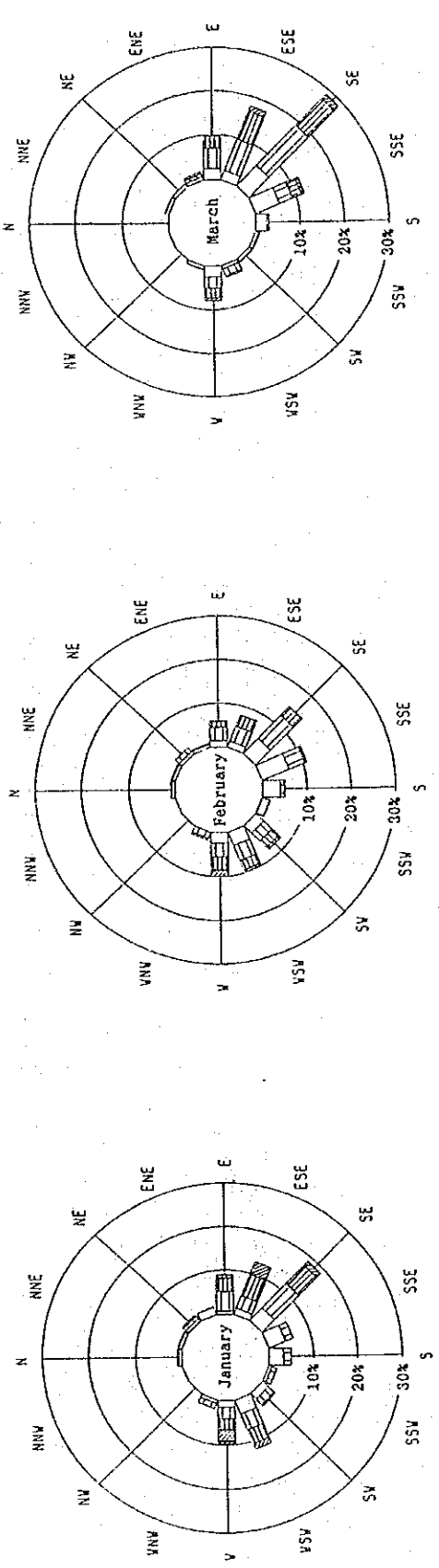


Figure 3-2-3 (2) Rose des Vents (janvier à juin)

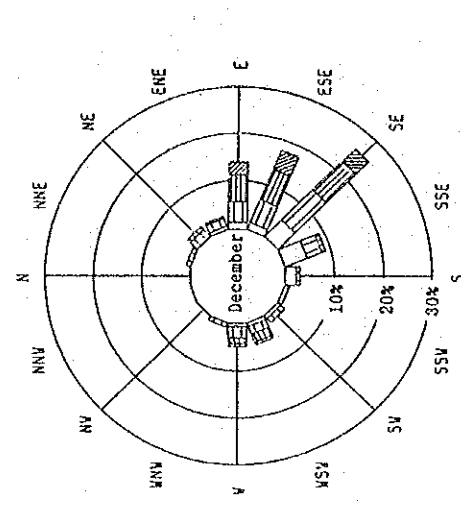
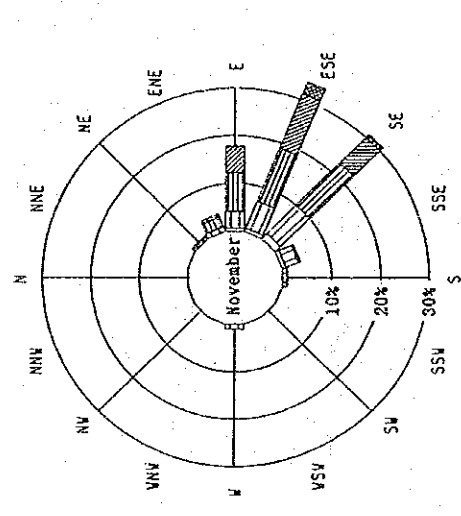
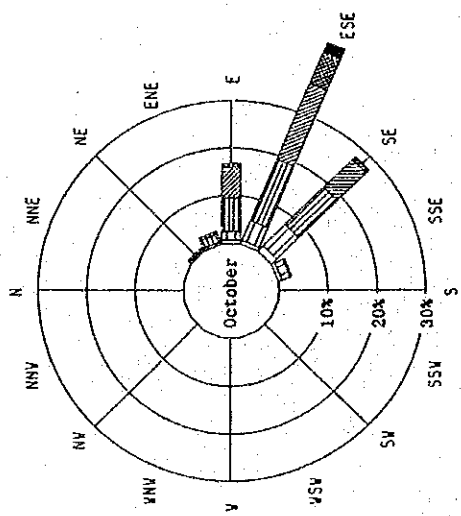
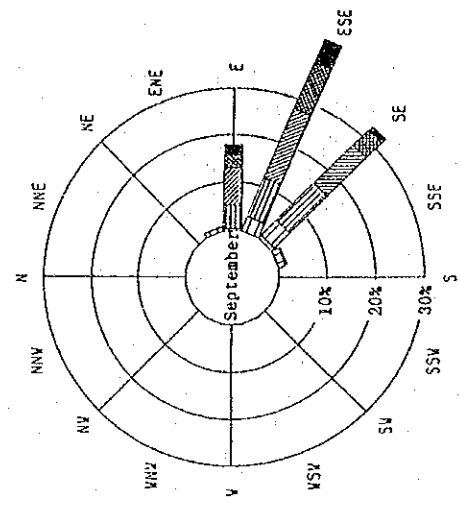
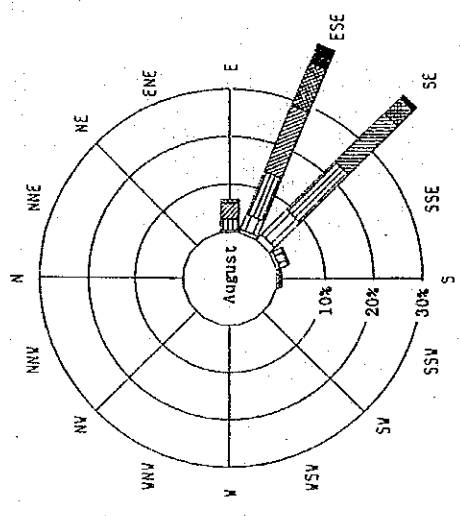
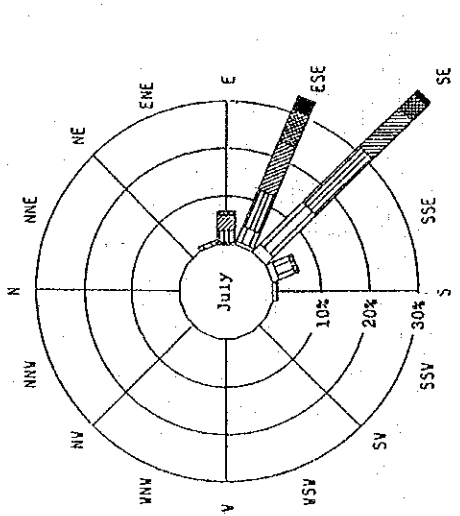


Figure 3-2-3 (3) Rose des Vents (juillet à décembre)

### 3.2.3 Conditions Nautiques

#### (1) Marée

L'observation de marée a été effectuée par l'équipe d'étude du Port d'Antsiranana durant 34 jours, du 22 Septembre au 25 Octobre au moyen d'une marégraphie. En position zéro "0". La marégraphie a été placée à 3,721 mètres au-dessous de la borne de nivellement relativement connue. Les résultats de l'observation et de l'analyse sont inclus dans une graphique de marée illustré dans la Figure 3-2-4 tandis que les résultats de l'analyse harmonique de marée sont indiqués dans le Tableau 3-2-4.

Le graphique de marée montre un exemple typique d'une marée semi-diurne.

A partir des résultats d'analyse harmonique, l'amplitude de marée ( $Z_0$ ) est de l'ordre de 1,093 mètres (en faisant la somme de quatre principales composantes de marée  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $K_1$  et  $O_1$ ). Et "T" le signe type de marée exprimé en  $(K_1 + O_1)/(M_2 + S_2)$  (la proportion des composantes de marée semi-diurne contre celles de marée diurne) est de 0,197, ce qui souligne les caractéristiques typiques de marée semi-diurne. La classification du signe type de marée est comme suit:

$1,50 \leq T$	.....	Marée diurne
$0,25 \leq T < 1,50$	.....	Marée Mixte
$T < 0,25$	.....	Marée semi-diurne.

Le Tableau 3-2-5 montre la comparaison des constants harmoniques de marée des quatre principales composantes entre cette Etude et le Tableau des Marées de l'Amirauté Britannique.

Le Tableau des marées de l'Amirauté autorise d'adopter dans la Ligne de repère de la Carte Marine le niveau le plus bas de marée ou le niveau la plus proche de la marée la plus basse qui est obtenue en utilisant  $z_0$  et Lowest Astronomical Tide (L.A.T). La hauteur du L.A.T varie suivant la région. Si la hauteur du Port d'Antsiranana a été estimée à 0,340 mètres selon le Tableau des marées de l'Amirauté, celle de la ligne de repère de la Carte marine devient 1,433 (= 1,093 + 0,340) mètres en dessous du niveau moyen de la mer.

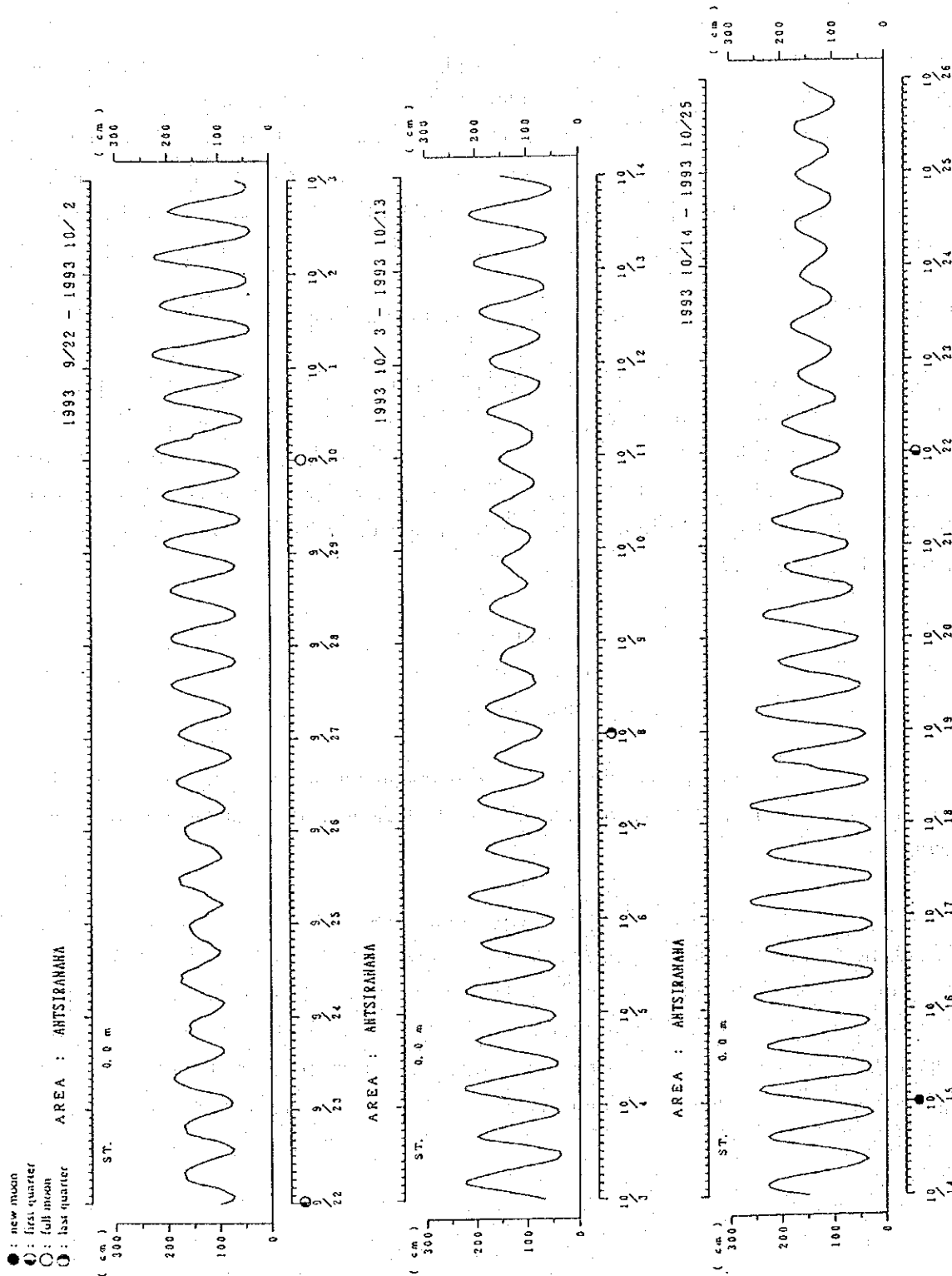


Figure 3-2-4 Courbe des Marées

Tableau 3-2-4 Résultats d'Analyse de l'Harmonie des Marées

Component Tide	Amplitude (cm)	Lag Angle (degree)
M <sub>2</sub>	60.6	90.9
S <sub>2</sub>	30.7	135.3
K <sub>2</sub>	8.3	136.3
N <sub>2</sub>	11.8	54.3
K <sub>1</sub>	9.7	35.0
O <sub>1</sub>	8.3	46.0
P <sub>1</sub>	3.2	35.5
Q <sub>1</sub>	1.4	339.9
M <sub>4</sub>	1.4	164.3
MS <sub>4</sub>	1.5	202.9

Tableau 3-2-5 Comparaison des Constants de l'Harmonie des Marées

		M <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	K <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	L.A.T	Z <sub>0</sub>
Observation	H (m)	0.606	0.307	0.097	0.083	0.340	1.093
	K (°)	90.9	135.3	35.0	46.0		
Admiralty Tide Table	H (°)	0.620	0.280	0.110	0.080	0.340	1.090
	K (°)	93.0	142.0	49.0	50.0		

Note: H: Amplitude, K: Angle,  $Z_0 = M_2 + S_2 + K_1 + O_1$

Par conséquent, suivant le raisonnement susmentionné, la carte de niveau de marée du Port d'Antsiranana peut être dressée au moyen de l'amplitude des quatre principales composantes obtenue par cette étude (Figure 3-2-5):

- Les niveaux de marée réels dans la Figure 3-2-4 s'accordent à peu près avec les niveaux prévus par le Tableau des marées du Ministère de la Marine.

- Les quatre principales composantes du Tableau des marées du Ministère de la Marine, à partir desquelles a été dressée la précision, interprètent la concordance avec celle de cette Etude.

- Il convient, par conséquent, de déterminer que le point zéro, "0" plaçant à 3,721 mètres au-dessous de la borne de nivellement, est relatif à la ligne de repère de la Carte Marine (Chart Datum Line).

NHHWL			+ 2.526
HWOSt			+ 2.346
MHW		0.913	+ 2.039
HWONT	1.093	0.606	+ 1.732
MSL			0.299 + 1.433
LWONT			0.299 + 1.134
MLW	1.093	0.606	+ 0.827
LWOSt		0.913	+ 0.520
NLLWL			+ 0.340
CDL			+ 0.00

Figure 3-2-5 Tableau du Niveau des Marées

## (2) Courant de marée

La direction et la vitesse du courant de marée varient en sens vertical suivant la profondeur. Dans le cadre de cette Etude, Seu le la vitesse du courant près de la surface a été mesurée fourni pour des renseignements préliminaires. La partie à mesurer était définie dans un rayon de 1,5 km du port, en considérant l'influence des eaux usées, ce qui fera l'objet d'une discussion ultérieure sur l'environnement.

La mesure du courant de marée était faible sur le courant agitant selon la méthode suivante: un bateau doté d'un équipement de mesure à bord poursuit la bouteille flottante. Les résultats sont dans le Tableau 3-2-6 et la Figure 3-2-6. On peut conclure, à partir des résultats, que la direction et la vitesse du courant sous l'influence de l'Alizé Sud-Est se trouvent dans la ligne d'Ouest-Nord-Ouest vers Ouest-Sud-Ouest pendant le flux de marée et de Nord-Nord-Ouest pendant le reflux de marée. La vitesse moyenne maximale sur les périodes de 10 mn, est de 1,13 noeuds, et la vitesse moyenne relative à une position prise

entre la marée haute et la marée basse d'une durée de 3 heures environ est respectivement de 0,6 à 0,8 noeuds pendant le flux et 0,5 noeuds pendant le reflux de marée.

Tableau 3-2-6 Enregistrement des Observations sur la Trajectoire de la Bouteille Flottante

Date Point No.	Time	Duration (Minute)	Coordinate		Distance (m)			Speed (knot)	Remarks
			Lon. 49° E	Lat. 12° S	X	Y	L		
17/09/93									
Flood Tide									
1	14:00	0	17.913	15.222	---	---	---	---	
2	:10	10	17.797	15.272	214.832	92.600	234	0.7581	
3	:21	11	17.646	15.287	279.652	27.780	281	0.8359	Max
4	:30	9	17.556	15.302	166.680	27.780	169	0.6026	
5	:40	10	17.450	15.307	196.312	9.260	197	0.6415	
6	:50	10	17.319	15.358	242.612	94.452	260	0.8359	
7	15:00	10	17.202	15.354	216.684	7.408	217	0.6998	
						Ave.		0.6248	
03/10/93									
Ebb Tide									
8	6:50	0	17.211	16.168	---	---	---	---	
9	7:00	10	17.187	16.176	44.448	14.816	47	0.1555	
10	:10	10	17.132	16.150	101.860	48.152	113	0.3693	
11	:20	10	17.123	16.000	16.668	277.800	278	0.8942	
12	:35	15	17.138	15.975	27.780	46.300	54	0.1166	
13	:40	5	17.155	15.950	31.484	46.300	56	0.3693	
14	:50	10	17.125	15.845	55.560	194.460	202	0.6609	
15	8:00	10	17.086	15.768	72.228	142.604	160	0.5248	
16	:10	10	17.050	15.688	66.672	148.160	162	0.5248	
17	:20	10	17.022	15.589	51.856	183.348	191	0.6220	
18	8:33	13	17.063	15.478	75.932	205.572	219	0.5443	
19	8:50	0	17.351	15.850	---	---	---	---	
20	9:00	10	17.330	15.786	38.892	118.528	125	0.4082	
21	:10	10	17.265	15.711	120.380	138.900	184	0.6026	
22	:20	10	17.240	15.633	46.300	144.456	152	0.4860	
23	:30	10	17.163	15.552	142.604	150.012	207	0.6803	Max
						Ave.		0.4971	
03/10/93									
Flood Tide									
24	12:30	0	17.683	15.755	---	---	---	---	
25	:40	10	17.505	15.738	329.656	31.484	331	1.07	
26	13:25	45	16.910	15.644	1,101.940	174.088	1116	0.80	
27	13:35	0	17.194	16.040	---	---	---	---	
28	:40	5	17.138	16.058	103.712	33.336	109	0.70	
29	:50	10	17.003	16.090	250.020	59.264	257	0.84	
30	:59	9	16.871	16.111	244.464	38.892	248	0.89	
31	14:11	12	16.693	16.202	329.656	168.532	370	0.99	
32	:20	9	16.524	16.215	312.988	24.076	314	1.13	Max
33	:30	10	16.394	16.322	240.760	198.164	312	1.01	
						Ave.		0.8250	

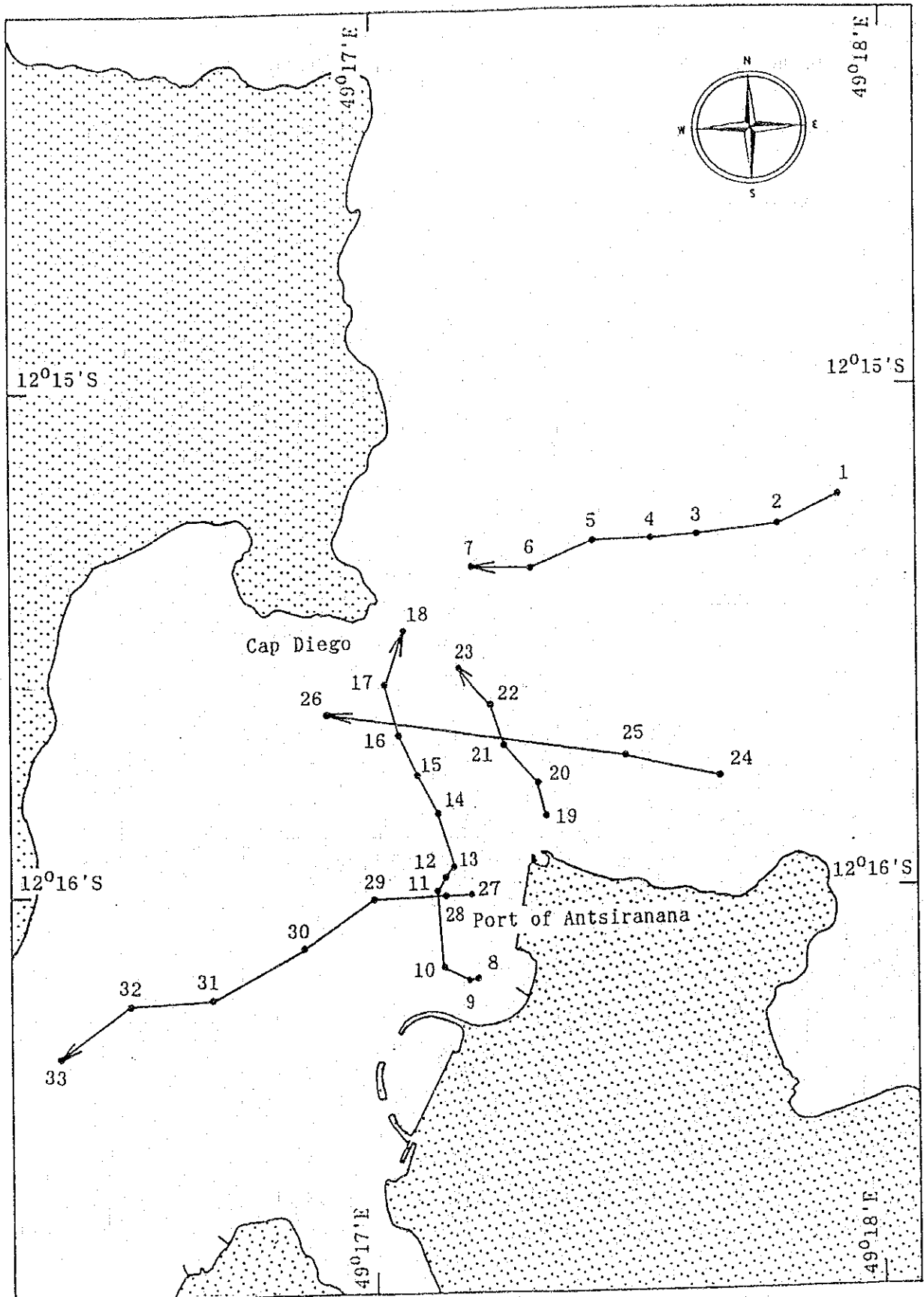


Figure 3-2-6 Trajectoire de la Bouteille Flottante (échelle: 1/20.000)



### (3) Vague

Le Port d'Antsiranana, situé au Sud de la baie de Diégo-Suarez est entouré par une forme topographique qui le protège contre l'approche directe des vagues de l'Océan Indien. Par conséquent, les vagues qui touchent le port ont des caractères originels de vagues de vent de surface et occasionnellement accompagnés par des vagues océaniques engendrées par le passage d'un cyclone passant sur ou près de la Baie.

Puisqu'aucune information relative aux vagues de la Baie de Diégo-Suarez n'est disponible, l'étude y relative est basée sur les données des vents de surface et de vents cycloniques. L'étude sur les vagues est ici divisée en deux parties:

- Evaluation à l'allure des journées ouvrables pour les opérations portuaires, un calcul des vagues à partir de la puissance ordinaire du vent de surface a été accomplie.
- Projet de revêtement du port, un calcul des vagues en prenant en compte une puissance extraordinaire du vent cyclonique a été effectuée.

#### 1) Calcul des vagues à partir d'une puissance ordinaire du vent de surface

La méthode Sverdrup-Munk-Bretschneider (S.M.B. method) (pour calculer les vagues à partir de la vitesse du vent, du fetch et de la durée du vent) a été appliquée. On a utilisé l'état du vent enregistré cité dans la sous-section précédente 3-2-2. Les résultats du calcul sont présentés dans le Tableau 3-2-7, Fréquences d'Occurrence des Vagues par Direction et Hauteur. La fréquence de vague d'eau profonde de -0,5 mètre et plus en hauteur est calculée à 5,29%. Et la hauteur maximale de vague ne dépasse pas 1 mètre. Les détails sur le calcul des vagues sont donnés dans les Annexes A-3.2.1.

#### 2) Le calcul des vagues à partir de la puissance extraordinaire du vent cyclonique

Le passage d'un cyclone sur ou à proximité de la Baie de Diégo-Suarez, déclenche le plus souvent des vagues de vent générées à l'intérieur de la Baie compte-tenu des caractéristiques topographiques susmentionnées. Cependant, pour pouvoir calculer les dimensions des vagues dans les conditions extraordinaires de vent, la discussion se portera ici sur les vagues océaniques formées à l'extérieur de la Baie par le cyclone et envahissant l'entrée, ainsi que sur les vagues de vent générées par le cyclone à l'intérieur de la Baie.

Selon les résultats du calcul préliminaire de trois cyclones "ANDRY", "KAMISY" et "BENEDICTE", d'après les données sur les cyclones enregistrés de 1979 à 1990, c'est le cyclone "BENEDICTE" de 1981 qui avait eu le plus grand impact sur le port d'Antsiranana. ce cyclone "BENEDICTE" sera adopté comme modèle pour toutes discussions relatives aux vagues.

Les vagues océaniques atteignant la fouche de l'extérieur de la Baie sont simulées à une hauteur de 5,0 mètres et une période de 8 secondes à l'aide d'un computer pour cyclone, simulant les conditions de vagues et se modifiant en même temps que le mouvement d'une région soumise à la force du vent. Et les vagues touchant le port par bancs, calculées par équation équilibre-énergie, sont évaluées à 5% des vagues dont la hauteur à l'entrée du port est de 25 cm.

Les vagues de vent formées à l'intérieur de la Baie par le cyclone sont calculées en utilisant la même méthode S.M.B qui s'applique au calcul des vagues dans les conditions de vent de surface ordinaire mentionnées dans le paragraphe précédent 1). Comme résultat de calcul, les dimensions de la vague sont de 1,58 m de hauteur et de 3,9 secondes en période.

La vague formée durant les conditions de vent d'une puissance extraordinaire, calculée en combinant les deux vagues citées plus haut, est estimée à 1,6 mètres de haut (Voir le formule ci-après).

$$H_t = \sqrt{H_1^2 + H_2^2}$$

soit :

$H_t$ : Hauteur des vagues combinées

$H_1$ : Hauteur des vagues touchant le port, formées à l'extérieur de la Baie

$H_2$ : Hauteur des vagues formées à l'intérieur de la Baie

Puisque la période de vague est fortement influencée par les vagues de vent formées à l'intérieur de la Baie, la période adoptée est de 3,90 secondes. Les détails du calcul des vagues sont donnés en Annexe A-3.2.1.

Tableau 3-2-7 Fréquences Annuelles de la Naissance des Vagues par Direction et par Hauteur

Height(m) Direction	< 0.1	0.1 to 0.2	0.2 to 0.3	0.3 to 0.4	0.4 to 0.5	0.5 to 0.6	0.6 to 0.7	0.7 to 0.8	0.8 to 0.9	0.9 to 1.0	> 1.0	TOTAL
N	0.03	0.14										0.17
NNE	0.03	0.19	0.08	0.03								0.33
NE	0.04	0.25	0.14	0.18	0.28	0.02						0.92
ENE	0.16	0.34	0.20	0.29	0.24	0.13	0.13	0.02				1.50
E	0.48	1.04	1.83	2.36	2.31	1.86	0.51	0.24	0.13	0.08		10.83
ESE	1.30	4.21	7.09	9.48	4.71	1.32	0.48	0.17	0.07			28.83
SE	12.86	18.16	2.49									33.50
SSE	6.90	0.51										7.42
S	1.77	0.23										2.00
SSW	0.43	0.23										0.67
SW	0.41	0.43	0.29	0.12	0.08							1.33
WSW	0.48	0.62	0.68	0.37	0.35							2.50
W	0.54	0.63	0.84	0.39	0.39	0.10	0.02					2.92
WNW	0.13	0.31	0.06									0.50
NW												
NNW												
CALM	6.58											6.58
TOTAL	32.15	27.30	13.69	13.22	8.36	3.44	1.14	0.43	0.20	0.08		100.00

### 3.2.4 Caractéristiques du Sol

Les enquêtes sur le sol menée par l'équipe d'étude est basée sur des forages de sol et des tests de laboratoire effectués entre Septembre et Décembre 1993. Le forage du sol était effectué en 8 (huit) points au total. La localisation des forages est présentée dans le Figure 3-2-7.

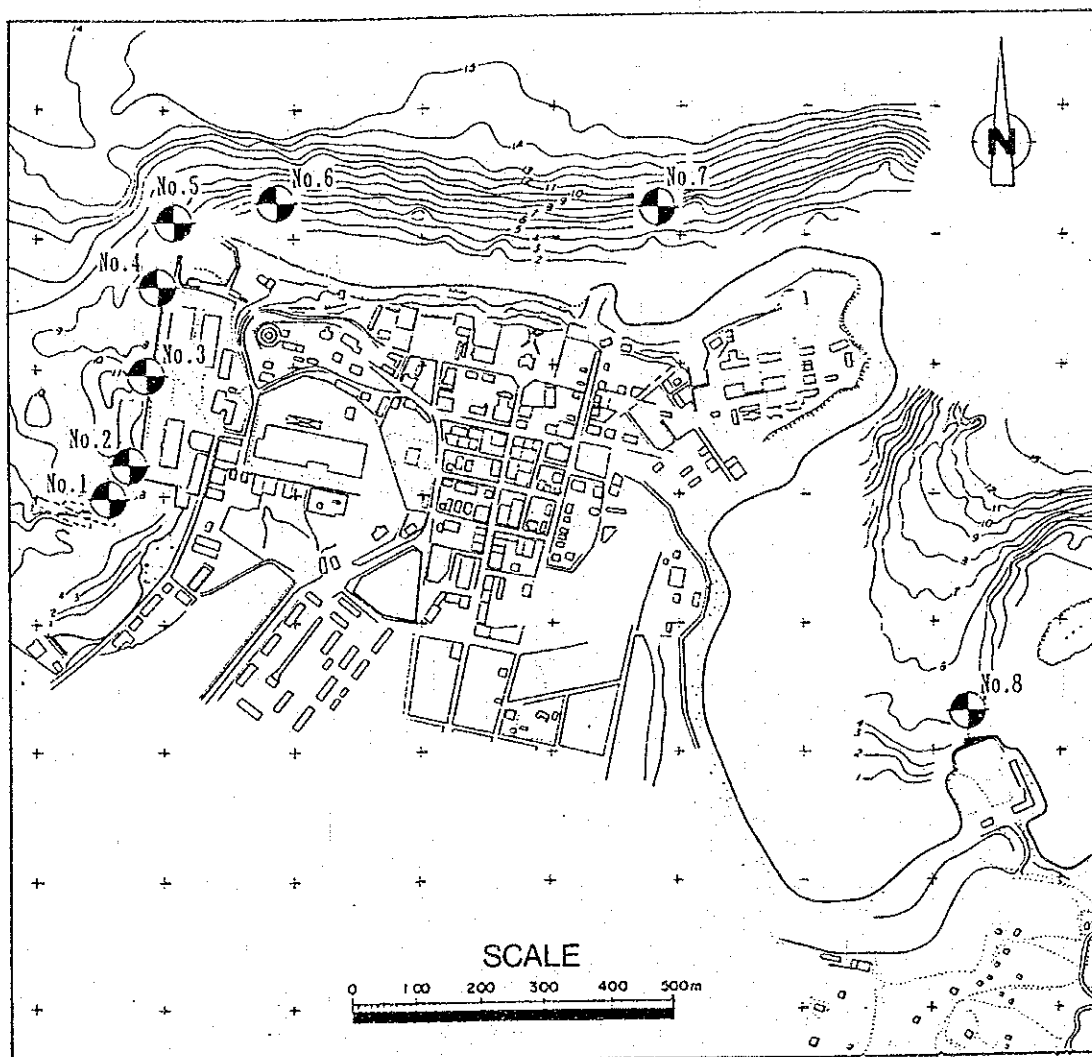


Figure 3-2-7 Emplacements des Points de Forage

#### (1) Profil et caractéristiques du sol

Les profils du sol à tous les points de forage sont présentés dans la Figure 3-2-8, et les natures du sol pour chaque couche sont présentées en symboles dans le Tableau 3-2-8. Les profils du sol plus détaillés, ainsi que les résultats de tests de laboratoire sont présentés dans l'Annexe A-3.2.2.

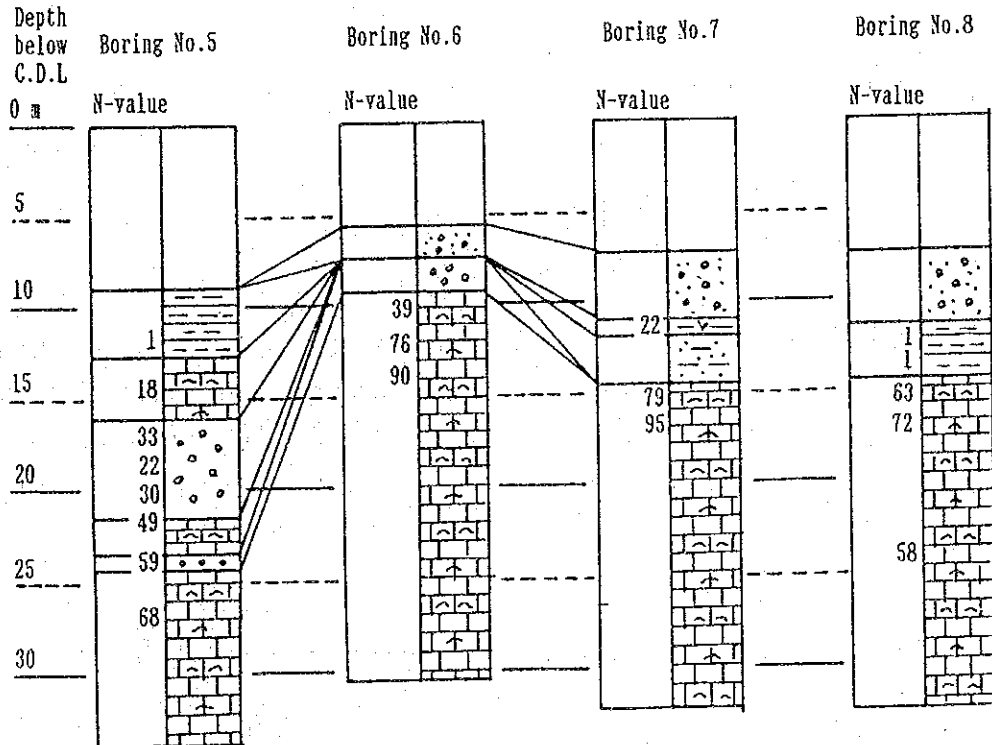
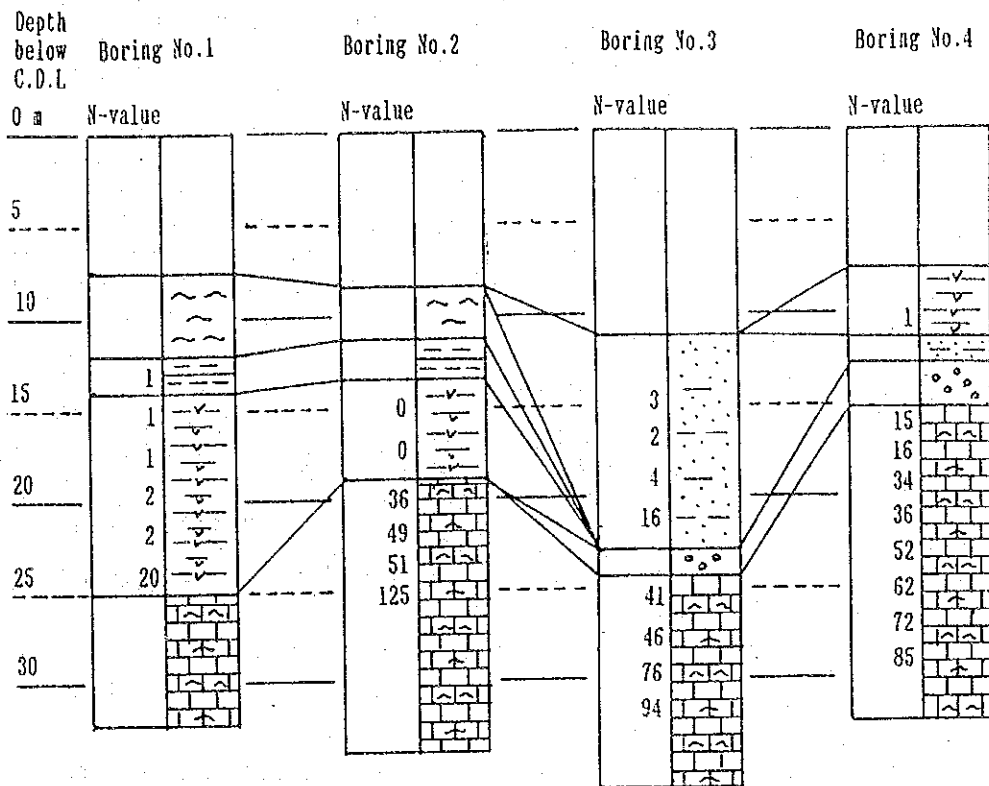

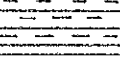
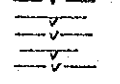

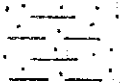
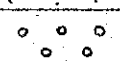
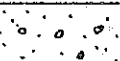


Figure 3-2-8 Profil du Sol

Tableau 3-2-8 Nature du Sol de Chaque Couche Symbolisée

Symbol	Nature of Soil
	Grey or blackish silt
	Grey soft clay with shell fragments or sandy soft clay
	Grey or yellowish-grey plastic clay with shell fragments or basalt pebbles
	Yellowish-grey or grey limy marl
	Silty sand with shell fragments or scoriated sand with basalt pebbles
	Basalt boulders and pebbles
	Coral sand with shell fragments

Bien que le nombre des points de forage soit limité au minimum est nécessaire, les caractéristiques du sol peuvent être résumées comme suit:

1) La couche molle de surface

Cette couche s'étend sur la partie sud du port. Elle est composée principalement de vase et d'argile de valeur N "O". Cette strate du sol est tout à fait dépourvue de caractéristiques d'ingénierie.

2) La couche d'argile plastique

Cette couche d'argile plastique se trouve en dessous de celle mentionné précédemment et se trouve aussi à la surface de l'extrémité nord du quai existant. Comme il est montré dans le Tableau 3-2-9, la contenance en eau naturelle est de 30 à 70% entre la limite plastique et la limite liquide et la valeur N est très faible, 0 à 2, ce qui signifie que cette strate du sol possède une plasticité molle.

Tableau 3-2-9 Caractéristiques Physiques de Couche d'Argile Malléable

Natural Water Content	30% to 70%
Plastic Limit	30% to 40%
Liquid Limit	50% to 70%
N-value	0 to 2

### 3) La couche de marne calcaire

Cette couche s'étend sur la plus basse partie de la surface entière ayant fait l'objet de l'étude, et sa valeur N est remarquablement élevée, plus de 30 et dans certains endroits elle atteint plus de 100. Cette couche est de 10 à 20 mètres d'épaisseur, aussi loin que le forage a été fait, et peut être considérée comme un élément solide pour une fondation de support très fiable.

### 4) Couche de sable

Cette couche avec des fragments de coquille s'étend à la surface entre le Nord et Nord-Est du port, avec une épaisseur ne dépassant pas 5 mètres. La partie plus profonde de cette couche n'a pas une texture de très bonne qualité, puisqu'elle est constituée par des limons fins mesurant plus de 0,08 mm. La répartition de la taille des grains dans le contenu du sable est d'environ 40%.

Le limon, le sable argileux avec des fragments de coquilles, ainsi que la marne calcaire constituent la surface centrale du quai existant. Son épaisseur est environ de 7 mètres. La partie la moins profonde de cette couche a une texture relativement de bonne qualité, la répartition de la taille des grains dans le contenu du sable étant de 76% et le coefficient d'uniformité,  $U_c = D_{60}/D_{10}$ , étant de 30, comme démontré ci-après; seulement la partie plus profonde n'a pas une bonne texture, le contenu du sable étant de 51% pour la répartition des grains.

$$D_{60} = 0,460 \text{ mm}$$

$$D_{10} = 0,015 \text{ mm}$$

$$U_c = D_{60}/D_{10} = 30,7$$

## (2) Evaluation d'ingenierie

Le sol de la partie de façade du quai existant est en général dépourvu de caractéristiques d'ingénierie, du fait des éléments constitutifs de la couche de surface (limon, argile mou et sable schistaux). Mais le sol de la zone nord vers la zone nord-est du port a des caractéristiques d'ingénierie relativement bonnes, étant composé d'une couche de friction, dont le sable ayant une valeur N de 20 à 50 est de bonne qualité, à l'exception de quelques éléments tels que l'argile mou trouvé aux points de forage n° 5 à 7 de la Figure 3-2-8. La couche de base de marne calcaire, trouvée dans la zone entière d'étude, a une haute valeur N supérieure à 30, et peut être considérée comme un terrain de fondation très fiable dans sa capacité portante.

Suite à l'évaluation des conditions du sol du point de vue engineering, la surface entre le nord et le nord-est du port a une bonne friction et offre un terrain de fondation de si bonne qualité, que l'on pourra choisir pour les ouvrages, le pilier de plaques d'acier, le pilier de tubes d'acier et la paroi de gravité, en vue de la construction du nouveau quai. D'autre part, la surface située entre l'extrémité nord du quai existant et le point de forage n° 5 a un terrain de friction légère, mais un bon terrain de fondation, aussi on pourra y choisir la structure de pilier en tubes d'acier. Mais concernant le pilier en plaques d'acier et le type paroi de gravité, il est nécessaire de remplacer avec du sable la couche de surface molle. Cependant, le temps limité consacré aux études et les points de forage ayant été, par conséquent peu nombreux, tout cela ne nous permet pas de tirer une conclusion effective sur la nature exacte du sol. Il est alors recommandé de faire une étude plus poussée portant sur le forage du sol dans la planification future et dans la phase de design.

### 3.2.5 Environnement

Afin de pouvoir obtenir les données de base nécessaires pour prévoir l'impact environnemental sur la future plan du port dans les conditions actuelles de l'environnement autour de la zone portuaire existante, l'équipe d'étude a effectué des échantillonnages et des analyses sur l'eau de mer, ainsi qu'une enquête sur terrain sur l'écosystème de la zone portuaire et de ses environs.

#### (1) Analyse sur la qualité de l'eau de mer

D'après les enquêtes sur terrain et les interviews auprès des gens concernées, la source la plus importante de pollution d'eau de mer, c'est l'usine de conserves de thons, étant donné qu'elle décharge habituellement sur la façade du quai de l'eau usée sans aucun traitement. Cependant, le volume des eaux d'égout provenant de l'usine n'est pas remarquablement important et la surface d'eau autour du port n'est pas gravement endommagée. Le développement ci-après portera sur une explication sur ce qui est mentionné ci-dessus, de concert avec les résultats de l'analyse de la qualité de l'eau de mer.

#### 1) Portée des études

Le rayon d'influence d'une source de pollution est évalué ci-après, en utilisant une formule établie par le Directeur Nitta au Japon, avec l'hypothèse que le volume des eaux d'égout déchargé est de 172.800 m<sup>3</sup> par jour (2 m<sup>3</sup>/s).



$$\text{Log } A = 1,2261 \times \log Q + 0,0855$$

Q: volume déchargé (m<sup>3</sup> par jour)

A: surface d'expansion (m<sup>2</sup>)

En substituant Q = 172.800 m<sup>3</sup> par jour

$$A = 3.215.529 \text{ m}^2$$

donc, R (rayon) = 1.431 mètres.

Il a été confirmé que, selon les informations données par l'usine, le volume d'eaux d'égoût déchargées par cette dernière, est inférieure à celui de l'hypothèse, quelque chose comme 585 m<sup>3</sup>. Ce qui implique un rayon d'influence beaucoup plus petit, seulement de l'ordre de 44 m. Toutefois, on a pu observer que la surface réelle d'expansion des déchets est beaucoup plus grande que 44 mètres par les actions de la marée et du courant. Aussi, l'étendue considérée par le Plan Directeur dépasse largement les 44 mètres couvrant plusieurs kilomètres au large. Par conséquent, on devrait considérer que le rayon d'influence est de 1,5 km, si l'on se base sur l'hypothèse ci-dessus.

## 2) Contenus des analyses sur la qualité de l'eau de mer

Pour l'analyse de qualité de l'eau de mer, des échantillons ont été prélevés en 13 points: 11 points dans la zone du rayon d'influence, 1 point à 3 km au-delà du port et 1 point près du milieu où sont déchargés les déchets juste en face du quai. (Voir Figure 3-2-9). Les contenus des analyses sont présentés dans le Tableau 3-2-10.

Tableau 3-2-10 Analyse de la Qualité du Contenu de l'Eau

Rubrique N°	Dénomination l'analyse	Points de Prélèvements	Nombre de fois	Type d'équipement
1	COD	Points 1 à 11	Couche supérieure/ inférieure X 2	HC 407
2	DO	Points 1 à 13	Couche supérieure/ inférieure X 2	HK 2000
3	PH	Points 1 à 13	Couche supérieure/ inférieure X 2	HC 23
4	SS	Points 1 à 11	Couche supérieure/ inférieure X 2	GFP
5	Salinité	Points 1 à 10	Verticalement à chaque point	Mesure de salinité EIL
6	Transparence	Points 1 à 11	1 fois de chaque	Disque blanc

Note: 1) Couche supérieure: -0,5 mètres de profondeur  
Couche inférieure: 1 mètre au dessus du fond de la mer

2) Verticalement:

tous les 0,5 m entre -0 et -5 m de profondeur

tous les 1 m entre -5 m et -10 m de profondeur

tous les 2 m au dessous de -10 m de profondeur.

### 3) Résultat des analyses

Les résultats des analyses sur la qualité de l'eau de mer sont présentés dans le Tableau 3-2-11. On discutera plus tard sur l'évaluation environnementale, lorsqu'on abordera l'étude initiale sur l'environnement.

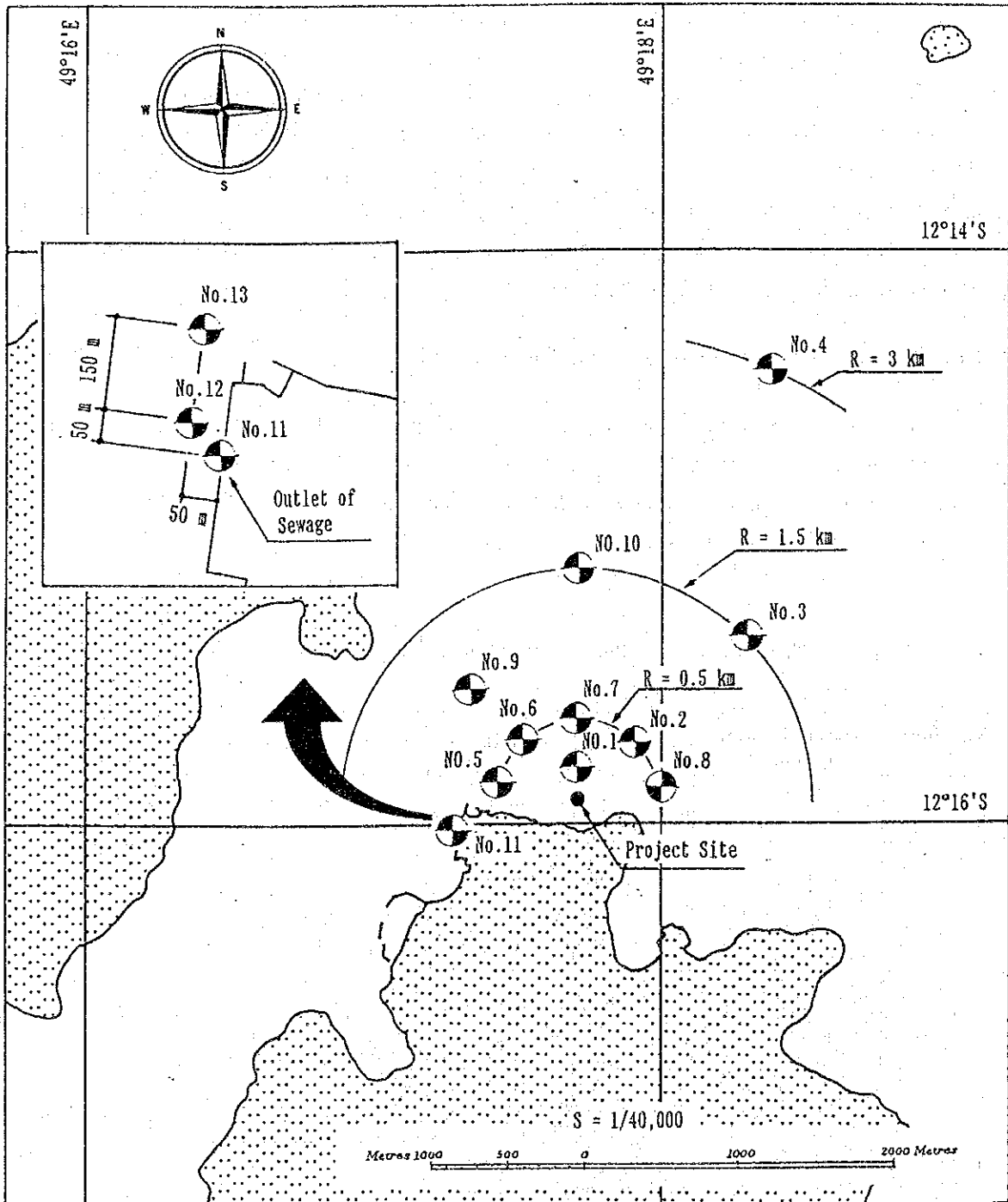


Figure 3-2-9 Emplacements des Points de Prélèvement

Tableau 3-2-11 Résultats de l'Analyse de la Qualité d'Eau de Mer

Point	Times	Layer	COD (ppm)	DO		PH	SS (mg/l)	Salinity Sal./Temp. (% / °C)	Trans- parance (m)
				DO (ppm)	Temp. (°C)				
1	1st	Upper	<1.0	6.83	23.4	7.95	0.85	35.15/23.3	-
		Lower	<1.0	6.69	23.3	8.02	0.87	35.17/23.3	8.0
	2nd	Upper	<1.0	6.14	24.0	7.84	1.33	35.22/23.9	-
		Lower	1.2	6.39	23.9	7.87	0.73	35.24/23.9	8.0
2	1st	Upper	<1.0	6.91	23.3	7.98	0.13	35.15/23.3	-
		Lower	2.2	6.75	23.1	8.03	0.53	35.17/23.2	9.0
	2nd	Upper	1.7	6.34	23.9	7.88	0.27	35.22/23.9	-
		Lower	1.1	6.47	23.9	7.90	1.00	35.24/23.9	9.5
3	1st	Upper	<1.0	6.92	23.5	7.96	0.07	35.15/23.4	-
		Lower	<1.0	6.93	23.5	8.03	0.20	35.17/23.4	9.0
	2nd	Upper	<1.0	6.36	24.0	7.89	0.27	35.21/23.9	-
		Lower	<1.0	6.41	24.0	7.90	0.33	35.23/24.0	9.0
4	1st	Upper	<1.0	6.91	23.4	7.93	0.53	35.16/23.4	-
		Lower	<1.0	6.87	23.3	8.04	0.47	35.17/23.4	9.5
	2nd	Upper	<1.0	6.38	23.9	7.83	0.53	35.22/23.9	-
		Lower	<1.0	6.40	23.9	7.86	0.33	35.24/23.9	10.0
5	1st	Upper	<1.0	6.66	23.3	7.95	0.93	35.18/23.3	-
		Lower	<1.0	6.60	23.2	8.02	0.73	35.19/23.3	9.0
	2nd	Upper	<1.0	6.44	23.9	7.87	0.87	35.23/23.9	-
		Lower	<1.0	6.42	23.9	7.88	0.73	35.24/23.9	9.0
6	1st	Upper	<1.0	6.94	23.2	7.95	0.53	35.17/23.3	-
		Lower	<1.0	6.76	23.2	7.99	0.33	35.19/23.2	9.0
	2nd	Upper	<1.0	6.49	23.9	7.91	0.40	35.22/23.9	-
		Lower	<1.0	6.44	23.9	7.89	0.33	35.23/23.9	9.0
7	1st	Upper	<1.0	6.86	23.2	7.99	0.53	35.15/23.2	-
		Lower	<1.0	6.83	23.1	8.03	0.13	35.17/23.1	9.5
	2nd	Upper	<1.0	6.37	23.9	7.87	0.47	35.24/23.9	-
		Lower	<1.0	6.39	23.9	7.87	0.20	35.24/23.9	9.0
8	1st	Upper	1.2	6.74	23.3	8.00	0.07	35.15/23.3	-
		Lower	<1.0	6.71	23.1	8.03	0.33	35.17/23.2	9.0
	2nd	Upper	1.7	6.47	23.9	7.90	0.93	35.22/23.9	-
		Lower	<1.0	6.43	23.9	7.90	0.27	35.24/23.9	9.0
9	1st	Upper	1.2	6.90	23.5	8.01	1.20	35.18/23.4	-
		Lower	<1.0	6.80	23.5	8.04	1.53	35.17/23.4	9.5
	2nd	Upper	<1.0	6.41	23.9	7.86	1.33	35.24/23.9	-
		Lower	<1.0	6.37	23.9	7.87	1.47	35.24/23.9	9.5
10	1st	Upper	<1.0	6.88	23.6	7.97	0.27	35.15/23.5	-
		Lower	<1.0	6.81	23.6	8.02	0.00	35.17/23.5	9.5
	2nd	Upper	<1.0	6.33	23.9	7.88	0.20	35.22/23.9	-
		Lower	<1.0	6.20	24.0	7.89	0.07	35.24/23.9	9.5
11	1st	Upper	14.4	4.03	24.0	6.20	4.67	-	-
		Lower	15.1	3.90	24.2	6.15	3.00	-	1.5
	2nd	Upper	13.7	3.99	24.2	6.22	5.53	-	-
		Lower	14.2	3.94	24.1	6.13	3.07	-	1.5
12	1st	Upper	-	6.47	24.0	7.74	2.90	-	-
	Lower	-	-	-	-	-	-	-	
13	1st	Upper	-	6.60	24.1	7.82	1.20	-	-
	Lower	-	-	-	-	-	-	-	

## (2) Ecosystème

Il est connu dans le monde entier que Madagascar abrite une faune et une flore rares et endémiques, parce que l'île de Madagascar fut créée à la suite de la dé cristallisation d'un grand continent appelé Gondwanaland, il y a 120 million d'années et depuis ce temps, l'île était restée isolée, laissant se développer des animaux et des plantes sauvages.

La province d'Antsiranana est située dans la partie Nord de Madagascar. Le Parc National de la Montagne d'Ambre, situé au Sud-Est d'Antsiranana, fut créé en 1958, Le Ministère des Eaux et Forêts s'est engagé dans la préservation de la diversité biologique de la région.

Dans cette partie est présenté l'aboutissement des observations visuelles du point de rue Ecosystème, ayant trait aux repères géographiques, à la flore et à la faune, ainsi qu'au paysage, dans un rayon de 3 km du port. La surface observée est divisée en 4 sites comme suit (voir Figure 3-2-10).

- 1) Site du Port
- 2) Site Anse Melville
- 3) Site Lazaret
- 4) Site la Pierrot

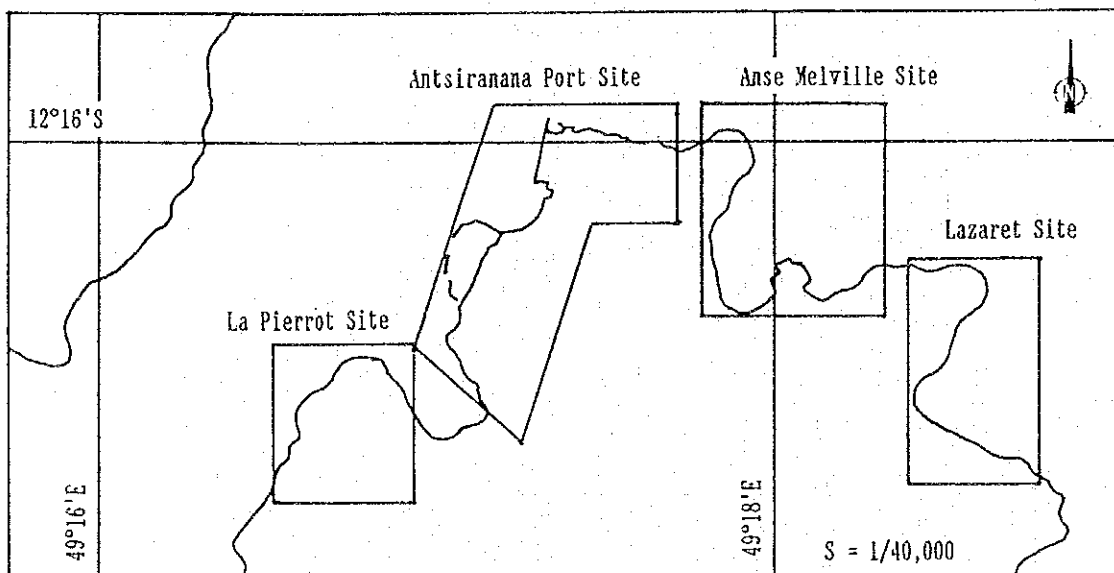


Figure 3-2-10 Emplacements des Sites d'Observation

### 1) Site du Port

En plus de la zone portuaire, on trouve dans ce site, une zone industrielle, une zone militaire et un quartier résidentiel, lesquelles constituent la zone urbaine de la ville d'Antsiranana. Cette zone urbanisée ne laisse aucune place aux animaux, ni aux plantes. Il n'existe alors ni faune ni flore dans ce site.

### 2) Site Anse Melville

Anse Melville est située à l'est du Port d'Antsiranana, où le MTM gère un îlot artificiel doté d'un petit quai, mais qui est hors d'usage à cause d'une épave de navire juste en face du quai. L'îlot est relié à la terre par une jetée, dont les deux bouts sont rapprochés par ce qui semble être un phénomène d'ensablement. Un hôpital, une usine d'électricité, des habitations surpeuplées, un abattoir, et des fermes s'étirent le long du rivage. Des ordures ménagères et d'abattoir sont jetées à la mer et dégagent une odeur désagréable, ce qui abîme la nature. Quelques palétuviers survivent encore au front de mer mais font face à un avenir morne.

### 3) Site Lazaret

La site Lazaret est situé à l'Est de L'Anse Melville. Là se trouve une colline large et plate abritant un terrain de pâturage, des bâtiments d'enseignement ainsi que des logements militaires. Des pentes douces descendent la colline vers la mer, où l'on cultive des bananes et de la citronnelle. Le rivage, dépourvu de toute construction a toujours gardé son aspect naturel. On y trouve de la flore, tel que les palétuviers, le baobab.

### 4) Site la Pierrot

Le site La Pierrot est situé au Sud-Ouest du port. Là se dresse une colline plate dotée d'un terrain de pâturage comme au site Lazaret. On trouve dans ce site des réservoirs de stockage de pétrole de la SOLIMA, la seule compagnie pétrolière à Antsiranana, ainsi que la station Radio. Les pentes plongent brusquement, avec une surface palte de 50 mètres de large près de la plage, où se dresse l'habitation d'un pêcheur. La surface frontale de la mer est encombrée par des épaves. On cultive des palétuviers et des bananes près de la plage, mais il n'existe aucune flore, ni faune endémique.

### 3.2.6 Prospection Magnétique

Des données historiques révèlent l'existence d'épaves dans la Baie de Diego-Suarez. L'équipe d'étude a entrepris des prospections magnétiques dans la zone portuaire et dans ses parages.

#### (1) Esquisse de spécification technique

- Zone de prospection:	0,7 km <sup>2</sup> pour la zone portuaire 0,3 km <sup>2</sup> Anse Melville
- Intervalle de la ligne de prospection:	20 mètres
- Intervalle de positionnement du navire:	1 minute
- Vitesse du navire:	1 noeud
- Détecteur d'anomalie magnétique:	DTM-2, 3 pièces
- Largeur/ligne de détection:	2 m/ligne x 3 = 6 m/ligne
- Enregistreur:	U- 638

#### (2) Résultats de la prospection

##### 1) Répartition de la détection magnétique

Concernant la répartition de détection magnétique de plus de 25 G cm<sup>2</sup>/voir Figure 3-2-11, la zone maritime juste en face du Port d'Antsiranana accuse la détection magnétique le plus élevée. Puis vient la zone d'accès allant du quai vers le nord. Mais l'on n'a pu détecter que peu d'objets magnétiques dans la zone de Anse Melville.

##### 2) Nombre de points dégageant des ondes magnétiques

- Pour la zone d'accès:	8 points par 10.000 m <sup>2</sup> en moyenne (100 m x 100 m)
- Pour la zone de bassin:	1 à 2 points par 10.000 m <sup>2</sup> en moyenne.
- Pour la zone à l'intérieur de 30 m à partir du quai:	très détectée.

Le Tableau 3-2-12 présente l'indication objective des légendes de la Figure 3-2-11 pour références.

Tableau 3-2-12 Index Objectif pour les Légendes dans la Figure 3-2-11

Classification de la détection magnétique	Description
100 G cm <sup>2</sup> et plus	Barre de renforcement (20 mm de diamètre et 8 m de long et plus); piliers d'acier (140 mm de diamètre et 2 m de long et plus) câble (30 mm de diamètre et 3 m de long et plus)
50 à 99 G cm <sup>2</sup>	Barre de renforcement (20 mm de diamètre et 4 m de long et plus); piliers d'acier (80 mm de diamètre et 2 m de long et plus); câbles (20 mm de diamètre et 2 m de long et plus)
25 à 49 G cm <sup>2</sup>	Objets métalliques dont le volume est inférieur à ceux de dessus

L'équipe d'étude a enregistré deux points de grande détection magnétique qui semblent être des épaves (Voir Figure 3-2-11). Le premier point est localisé à 720 m au large du quai au-delà de la zone portuaire et à 10 m de profondeur au-dessus de l'objet. Et le second point se trouve à 100 m au large du quai se détachant seulement à 50 cm du fond de la mer et à 9 m de profondeur au-dessus de l'objet.

### (3) Commentaires

A cause du temps limité pour cette étude sur terrain, on a été obligé de fixer à 20 m l'intervalle de la ligne de détection, l'ampleur de sensibilité du détecteur étant de 6 m. Ainsi, on n'a pas pu couvrir 14 m de large de la ligne de prospection. En d'autres termes, cela représente 70% de la surface totale qui n'a pas été prospectée. Par conséquent, il est recommandé de faire une étude plus poussée de la zone portuaire définie par le plan, en faisant une prospection en plongée, au cas où l'eau n'est pas assez profonde pour le modèle du bateau utilisé. Nous recommandons aussi qu'une autre prospection soit faite au second point de détection magnétique cité auparavant. De plus, une étude approfondie des archives de guerres ayant eu lieu dans la Baie de Diégo-Suarez est recommandée, parce que les éléments ayant fait l'objet de détection magnétique peuvent être probablement dangereux, c'est-à-dire des bombes n'ayant pas explosées.







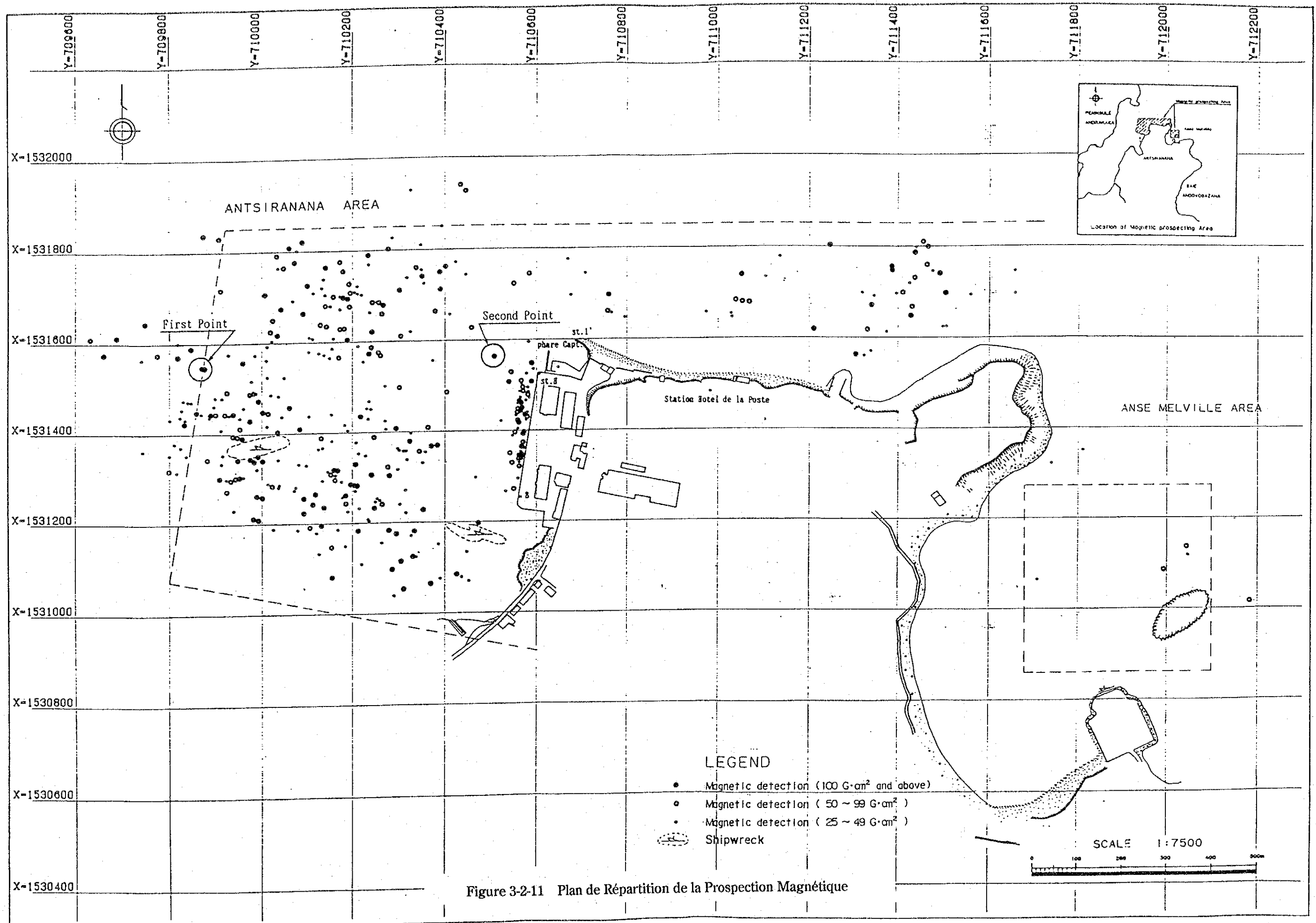


Figure 3-2-11 Plan de Répartition de la Prospection Magnétique





### 3.2.7 Utilisation du Sol et de l'Eau

La partie terrestre du Port d'Antsiranana n'est seulement que de 36.000 m<sup>2</sup> de large, sur laquelle se dressent un grand nombre d'entrepôts frigorifiques etc..., ce qui fait que les activités portuaires se trouvent congestionnées. La surface terrestre est limitée à l'est par un quartier résidentiel et le centre de la ville, au sud par le port de la base navale et le chantier naval, et sur les autres côtés, au nord et à l'ouest, par la mer. A 1 km à l'est du port se trouvent l'hôpital, une centrale électrique, un abattoir, le long de la bordure de la mer (Voir Figure 3-2-12).

La zone maritime du port est très vaste avec une superficie de 200 ha environ, profondeur d'eau dépasse -8 mètres. La passe, longue de 10 km environ, va de la zone maritime vers l'ouverture de la Baie de Diégo-Suarez. On pratique la pêche le long de la côte au nord de la Baie, mais elle ne semble pas florissante.

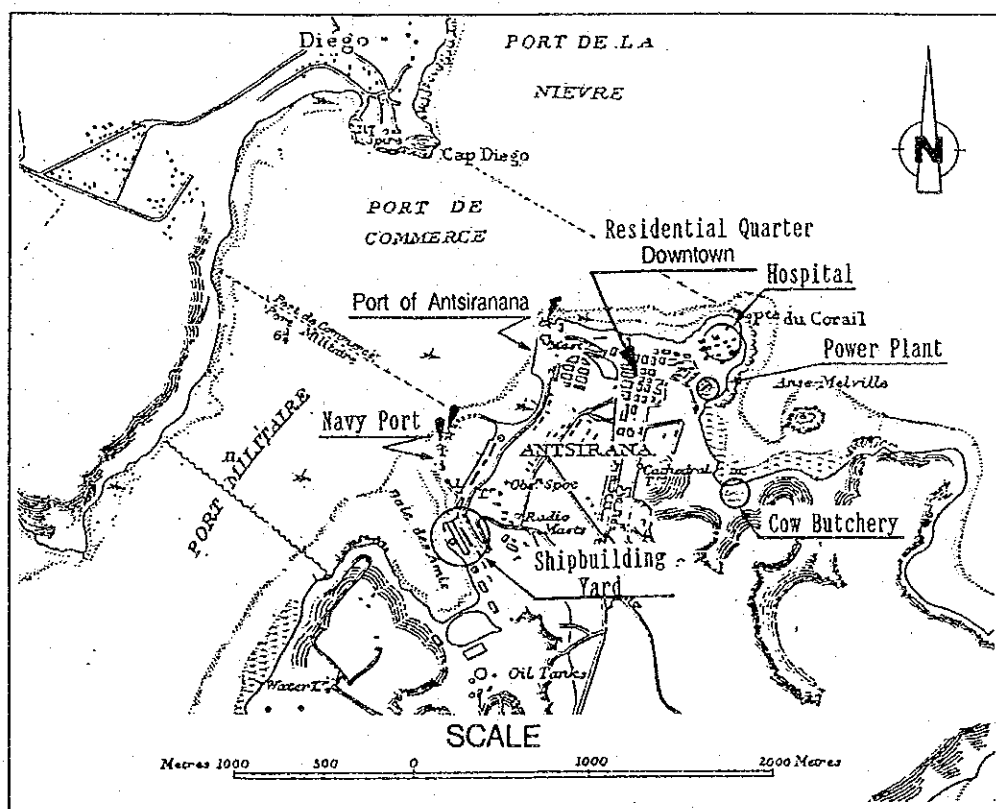


Figure 3-2-12 Utilisation du Sol à Antsiranana

### 3.3 Installations Portuaires

Cette partie présente le profil des installations du port d'Antsiranana basé sur des documents adéquats, des renseignements collectés et des résultats des enquêtes sur terrain lors de la première étude.

#### 3.3.1 Installations Existantes

Les installations existantes au port d'Antsiranana sont présentées dans la Figure 3-3-1. Le principal poste à quai se situe au centre du Port, s'étalant du nord au sud. La partie sud du port est constituée par le quai assigné aux caboteurs et aux petites embarcations. La jetée d'amarrage est située à l'extrémité nord du quai. Un petit bassin pour l'amarrage du bateau pilote se trouve devant les bureaux du port, protégé contre les vagues importunes par la jetée d'amarrage et par la digue de protection. Une grande portion de la surface terrestre est occupée par des hangars, des dépôts et des entrepôts frigorifiques de thons.

##### (1) Installations des postes à quai

La longueur totale du quai mesure 414 mètres environ, tel qu'il est présenté dans le Tableau 3-3-1. Le quai est divisé selon les répartitions suivantes:

- Le quai pour les bateaux long-courrier mesure 301 mètres de long et a une profondeur de -8,5 m. La profondeur du quai paraît être un peu dans sa partie nord actuellement ;
- Le quai pour les caboteurs est de 62 mètres de long, et a une profondeur d'eau de -4,5 m.
- Le quai pour les petits bateaux forme deux stations en équerre, l'une de 31 mètres et l'autre de 20 mètres. La profondeur d'eau des quais est de -2 m.

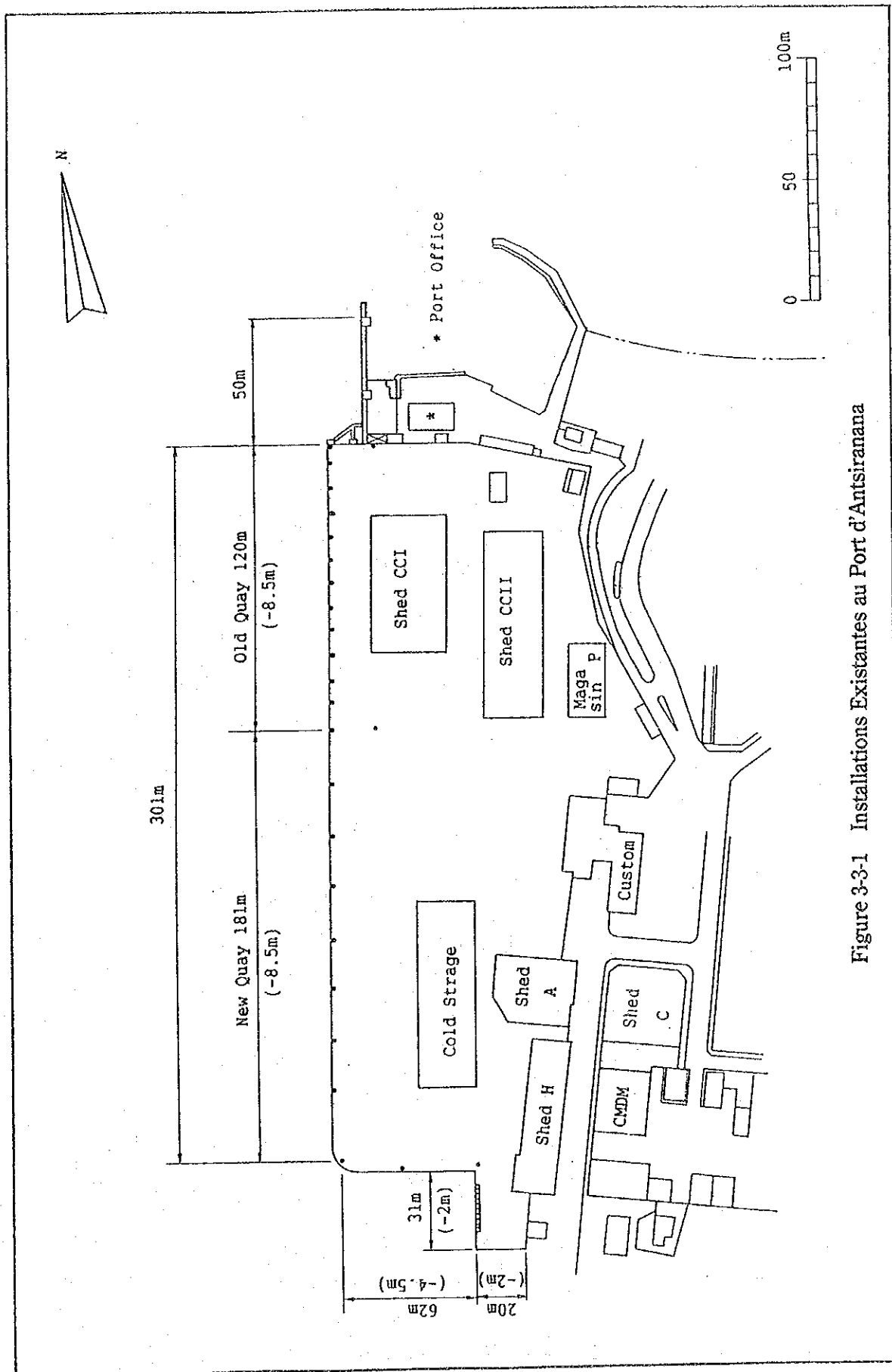


Figure 3-3-1 Installations Existantes au Port d'Antsirana

Tableau 3-3-1 Installations du Quai

Nom	Longueur (m)	Profondeur (m)	Année de construction
Quai pour les bateaux long-courrier	301	8,5	
Vieux quai	(120)	(8,5)	1932
Nouveau quai	(181)	(8,5)	1966
Quai de caboteurs	62	4,5	1966
Quai pour petits bateaux	31	2,0	1966
	20		
TOTAL	414		

## (2) Hangar, Dépôt et Terre-plein

La partie terrestre du port est environ de 36.000 mètres carrés, y compris les 9.490 mètres carrés de hangars et de dépôts et les 16.979 mètres carrés de terre-plein. Les dimensions des hangars et dépôts sont présentées dans le Tableau 3-3-2.

Tableau 3-3-2 Dimensions des Hangars et des Magasins

Indication	Length*Width (m) (m)	Area (m <sup>2</sup> )	Remarks (Owner)
Shed CC I	60.6*32.6	1,976	CCI
	7.7*2.4	18	
	3.4*2.4	8	
	3.0*2.4	7	
	Sub-total	2,009	
Shed CC II	80.2*25.7	2,061	CCI
	2.8*1.9	5	
	Sub-total	2,066	
Shed A	28.2*33.3	939	CMDM
	-10.1*0.7	-7	
	-9.9*6.2/2	-31	
	Sub-total	901	
Shed H	65.0*16.9	1,099	CMDM
	-(1.7+1.4)*50.3/2	-78	
	Sub-total	1,021	
Shed C	31.0*30.0	930	CMDM
Magazine P	32.2*15.8	509	
Cold Storage	76.4*26.4	2,017	PFOI
	5.5*3.5	19	
	5.2*3.5	18	
	Sub-total	2,054	
	Total	9,490	
Open Yard	214.0*79.34	16,979	

Note : The area of open yard is the figure given from CMDM.