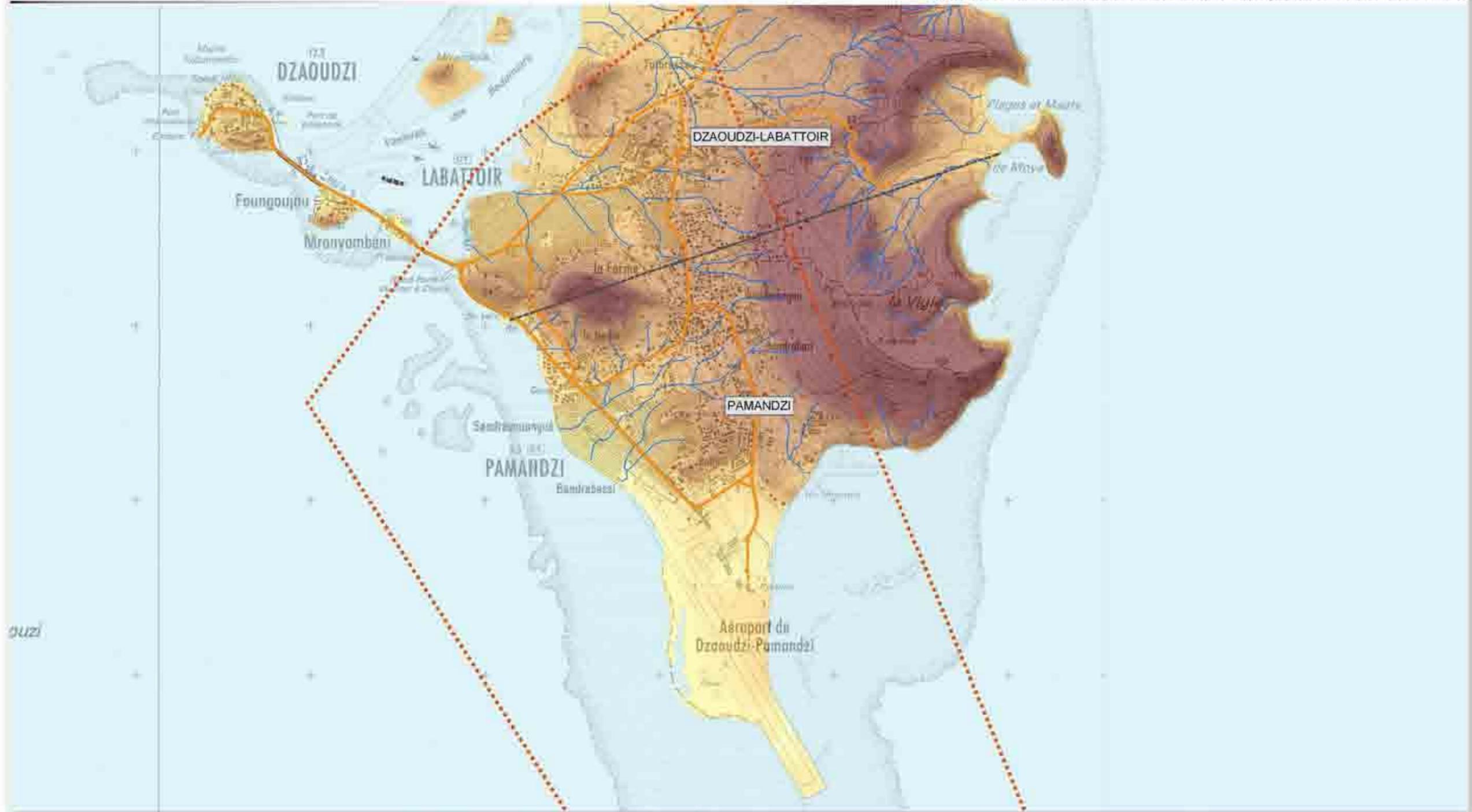


CHAPITRE 2 MILIEU PHYSIQUE

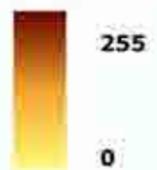
2.1 Contexte géologique et des formes de relief	11
2.2 Climatologie.....	20
2.3 Phénomènes maritimes : houles, courantologie, impact du changement climatique.....	25
2.4 Eaux superficielles et souterraines	35
2.5 Synthèse des enjeux sur le milieu physique.....	47

RELIEF ET HYDROLOGIE

DESSERTE AÉRIENNE DE MAYOTTE – ETUDE D'ENVIRONNEMENT DANS LE CADRE DU PROJET DE RÉALISATION D'UNE PISTE LONGUE ADAPTÉE AUX VOLS LONG COURRIER



Altitude en mètres



Ravine



Limite communale



Route principale



zone d'étude



0 250 500 1 000



Mètres

Sources : IGN SCAN 25, Ascotit 2009

2.1 CONTEXTE GEOLOGIQUE ET DES FORMES DE RELIEF

2.1.1 Topographie

Généralités

Mayotte est une île volcanique située à l'extrême Nord du canal du Mozambique entre la côte de l'Afrique de l'Est (distante de 400 km) et Madagascar (distante de 376 km). Elle fait partie de l'archipel des Comores qui se compose de quatre îles (Grande Comore, Mohéli, Anjouan et Mayotte).

D'une superficie de 374 km², Mayotte comprend deux îles principales, Grande Terre et Petite Terre (11 Km²) et une trentaine d'îlots dispersés dans le lagon. L'aéroport de Mayotte se situe sur Petite Terre.

Le paysage de Mayotte est caractérisé par un relief pentu sur lequel l'érosion a dessiné de puissants contreforts. Un relief qui contraint l'organisation spatiale de l'île, la population se concentrant essentiellement sur le littoral. L'altitude reste toutefois relativement moyenne, avec un point culminant à 660 m (le Mlima Bénara, sur Grande Terre).

Le relief de Petite Terre est plus atténué. Le point culminant, « la Vigie » (cratère de Moya), à l'Est de l'île, atteint seulement 203 m d'altitude, et le cratère Dziani Dzaha, dans le Nord de l'île, 103 m. L'Ouest de l'île est caractérisé par une zone plane, où sont implantées les agglomérations des communes de Dzaoudzi-Labattoir et de Pamandzi. L'îlot de Dzaoudzi est relié à l'île par le boulevard des crabes.

Éléments topographiques singuliers

L'aéroport se situe à l'extrémité Sud de l'île de Petite Terre, sur la commune de Pamandzi.

L'emprise totale de l'aéroport occupe une surface de 101 ha. Les dimensions de la piste actuelle sont de 45 m de large sur 1930 m de long. Cette piste est issue d'un premier prolongement de 626 m sur le platier corallien, en 1995, puis de travaux d'élargissement et de renforcement, en 2003.

Deux collines se trouvent dans l'axe de la piste:

- la colline de Labattoir, aussi appelée colline de Mbouyoujou (135 m), entre les communes de Pamandzi et de Dzaoudzi-Labattoir ;
- la colline du Four à Chaux, sur la commune de Labattoir (34 m).

Cette dernière, qui culminait à 60 m, a été en partie rasée (une épaisseur de matériaux de 30 m a été extraite) pour fournir des matériaux pour l'allongement de la piste actuelle, en 1995.

↳ Colline de Labattoir (ADPI, 2003)



↳ Colline du Four à Chaux (ADPI, 2003)



Côté Est, l'aéroport longe une plage de sable surplombée par des falaises d'une dizaine de mètres. Côté Ouest, la piste est prolongée par la plage qui borde la commune de Pamandzi.

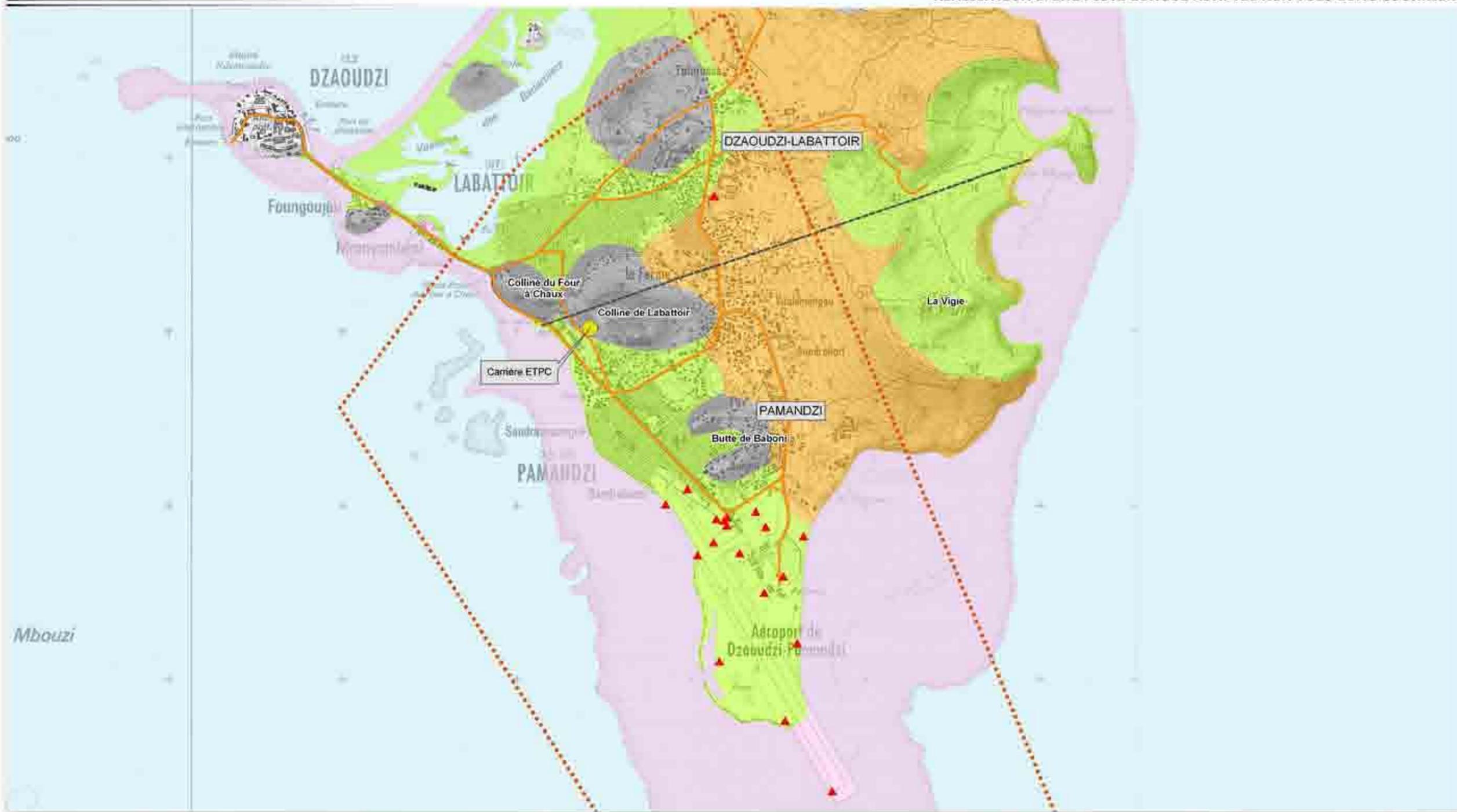
↳ Falaise de la plage de l'aéroport



Les principales contraintes topographiques de la zone d'étude sont les collines de Labattoir et, dans une moindre mesure, celle du Four à Chaux.

GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE

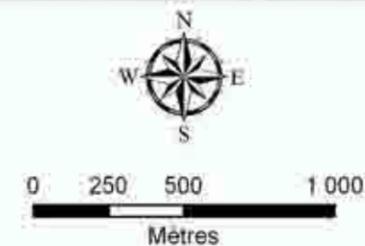
DESSERTE AÉRIENNE DE MAYOTTE – ETUDE D'ENVIRONNEMENT DANS LE CADRE DU PROJET DE RÉALISATION D'UNE PISTE LONGUE ADAPTÉE AUX VOLS LONG COURRIER



- Sables
- Récif corallien
- Cinérites et ponces trachytiques de Pamandzi

- Cinérites et ponces trachytiques de Pamandzi et appareil volcanique, projection
- Scories basaltiques prépondérantes
- Carrière

- Piézomètre
- Limite communale
- Route principale
- zone d'étude



Sources : IGN SCAN 25; BRGM, Ascórit 2009

2.1.2 Géologie

Généralités

L'île de Mayotte est d'origine entièrement volcanique, elle est la plus ancienne et la seule île de l'archipel des Comores à posséder un récif barrière délimitant un lagon de 2 à 15 km de large. Une trentaine d'îlots sont dispersés dans le lagon. Petite Terre, avec ses 11 km² est le plus grand d'entre eux.

L'île de Petite-Terre est issue des dernières manifestations du volcanisme de Mayotte. Sa construction est postérieure à la formation de la barrière de corail, au travers de laquelle les volcans ont surgi. Après les éruptions, le récif a continué à se développer, de sorte que l'île fait véritablement corps avec la barrière de corail (Guilcher¹, 1965, cité par Sabourault² et al. 2003).

Les édifices volcaniques de Petite Terre sont encore bien visibles aujourd'hui. Le cratère de Dziani Dzaha est le plus grand et le plus ancien des cratères de Petite Terre. Il est occupé par un lac, le lac Dziani. Les autres cratères, Moya et la Vigie, sont plus érodés et ouverts sur l'océan. Leur taille diminue en allant vers le Sud, caractérisant la décroissance de l'activité volcanique.

↳ Cratères de Petite Terre (ADPI, 2003)



Le substratum de Petite terre se compose essentiellement de roches volcaniques :

- Scories basaltiques : fragments scoriacés sombres, riches en bulles. Cette formation est présente sur la quasi-totalité de Petite Terre. En outre, on trouve quelques rares filons de basalte massif au niveau de la colline de Labattoir ;
- Cinérites : dépôts de cendres volcaniques ;
- Ponces trachytiques : roche volcanique poreuse, de couleur gris clair.

¹ GUILCHER, A. (1965) Les récifs coralliens et le lagon de l'île de Mayotte. Rapport ORSTOM

² SABOURAULT, P., SEDAN, O., BITRI, A., NEDELLEC, J-L., et AUDRU, J-C. (2003) *Projet d'extension de l'aéroport de Pamandzi, Mayotte. Evaluation de l'aléa sismique local*. Rapport BRGM/RP-52438-FR

Les formations superficielles sont en général peu épaisses, composées de sols *andiques* brunifiants ou *ferralitiques*. Ce sont des sols d'origine volcanique récente, plus ou moins riches en fer (CETE 1992³)

Caractéristiques géologiques des différents sites de la zone d'étude

L'étude géotechnique réalisée en 2007 par SEGC⁴, au niveau des collines de Labattoir et du Four à chaux détaille les compositions géologiques des principaux éléments rencontrés dans la zone d'étude.

Colline de Labattoir

La base de la colline montre une coulée basaltique massive exploitée par la société ETPC pour la fabrication de granulats et d'agglos en béton.

Cette coulée basaltique d'au moins 30 m d'épaisseur est surmontée par une formation très hétérogène de scories basaltiques rougeâtres, bombes (projections de magma), lapilli (petites pierres volcaniques poreuses de taille centimétrique à métrique), puis une formation de cendres volcaniques (ou tufs) de couleur beige.

↳ Colline de Labattoir



L'interprétation des sondages a permis d'établir la coupe géologique synthétique suivante (en partant du haut) :

- cendres volcaniques affleurent principalement dans la partie centrale et Est de la colline, mais aussi à l'Ouest ; leur épaisseur varie entre 0 et 3 m ;
- scories très altérées et vacuolaires avec bombes et lapillis affleurent au Nord-Est de la colline, mais sont aussi présentes sous les tufs ; leur épaisseur peut atteindre au moins 30 m ;
- coulées basaltiques massives qui affleurent dans la carrière ou recouvertes par des scories sur une épaisseur de 12 à plus de 30 m.

³ CETE (1992) Allongement de la piste de l'aéroport de Pamandzi-Mayotte. Projet de carrière de l'îlot Bouzi.

⁴ SEGC (2006) *Construction de la piste longue aéroportuaire de Mayotte*. Etude de faisabilité géotechnique.

La photo ci-dessous, prise au niveau de la carrière, montre la superposition entre le basalte (gris) et les matériaux scoriacés altérés (rouge).

↳ Superposition des roches



Colline du Four à Chaux

On rencontre sur cette colline 3 types de formations volcaniques :

- un basalte massif situé au cœur de la colline, affleurant sous la forme d'une lentille Nord_Ouest – Sud-Est (basalte plus ou moins vacuolaire, à grain fin, homogène),
- des coulées scoriacées hétérogènes, compactes ou friables, avec localement des blocs basaltiques,
- des filons basaltiques en intrusion dans les coulées scoriacées.

↳ Colline du Four à Chaux



Les sondages et la géophysique (étude SEGEC, 2006) ont permis d'établir la coupe suivante :

- matériaux de remblais présents sur la partie Sud-Est, au sommet de la colline (1,6 à 6,5 m au moins d'épaisseur),
- coulées scoriacées : présentes sur toute la colline, entre 2,8 et au moins 19 m d'épaisseur, avec filons basaltiques,
- basalte d'épaisseur supérieure à 20 m, affleurant au Nord mais recouvert par des scories sur le reste de la colline.

Zones basses

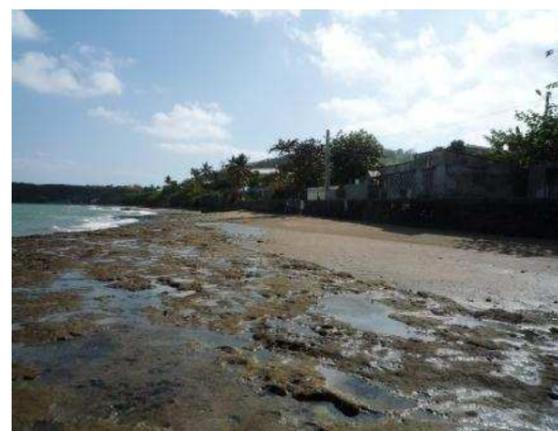
Les zones basses de Petite Terre et les versants du cratère de la Vigie se composent de Cinérites et de ponces trachytiques. Ces formations, qui se présentent sous forme de strates, affleurent au niveau des falaises, sur la côte Est et sur la frange littorale de Pamandzi (petites falaises de 2 à 10 mètres).

On les retrouve également au niveau de l'aéroport, où elles recouvrent un substratum corallien.

Littoral

La frange littorale est assez diversifiée. Elle comprend des falaises de cendres volcaniques (cinérites) des plages de galets, blocs et sables d'origine volcanique et sédimentaire. Au niveau de la zone intertidale (zone de balancement des marées), on trouve également du beach rock. Les beach rock sont des bancs indurés de sable et de matériaux volcaniques correspondants à d'anciennes plages.

↳ Formations de « beach rock », sur la plage de Pamandzi



Le Récif

Le platier et les tombants se composent de matériaux détritiques (provenant du démantèlement du récif : sable corallien...), de cendres volcaniques plus ou moins compactes (beach-rock), de calcaire récifal (corail).

2.1.3 Risques naturels – érosion, mouvements de terrain, sismique

L'ensemble des aléas naturels (érosion, inondation, aléa cyclonique, sismique, glissements de terrain) est présenté dans un atlas, l'*Atlas des aléas Naturels à Mayotte*, élaboré par le BRGM entre 2004 et 2006.

Les PPR (Plans de Prévention des Risques) sont applicables sur le territoire de Mayotte. **Actuellement, seules les cartes d'aléas sont disponibles. Le règlement n'est pas encore établi.**

Les PPR délimitent les zones exposées et définissent les secteurs inconstructibles ou constructibles à certaines conditions. Ils imposent certaines règles ou modes de constructions (règles para cycloniques, règles de protection contre les inondations...), imposent des études pour réduire le risque.

Erosion des sols

L'érosion est un phénomène généralisé sur l'ensemble de l'île de Mayotte. Il est amplifié par l'absence de couvert végétal et l'extension de l'agriculture sur les pentes.

L'aléa d'érosion concerne les deux communes de Petite Terre.

Les pentes de la Vigie et les flancs des collines de Labattoir et du Four à Chaux font partie des zones à fort niveau d'aléa, de même qu'en bordure des rochers de Dzaoudzi et Fougoujou.

Sur les deux communes, plusieurs zones d'habitations sont placées en zone d'aléa moyen.

L'érosion de la falaise qui borde la plage, à l'Est de la zone aéroportuaire est importante. La zone est d'ailleurs classée en aléa fort pour la chute de blocs et l'érosion. La falaise de Pamandzi fait l'objet d'un suivi régulier (elle fait partie des 10 sites sensibles du réseau de suivi du littoral mahorais). L'étude morphodynamique réalisée par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) en 2006¹ montre que la falaise, sur la partie qui longe la zone aéroportuaire, a reculé de 19,5 mètres entre 1949 et 2003. Ceci correspond à une vitesse d'érosion moyenne de 30-40 cm par an. Une érosion qui se serait amplifiée depuis les années 1990.

Le BRGM avance l'hypothèse (non validée ou infirmée), que la construction de la nouvelle piste (1989-1997), en particulier son prolongement en mer, pourrait avoir modifié les échanges sédimentaires entre la plage et la falaise (accélération de l'érosion de la plage qui protégeait naturellement le pied de la falaise), causant un recul important de la falaise.

Ajoutons que la partie Nord de cette falaise, au niveau de la station de dessalement, connaît également une érosion importante (recul de 15 m entre 1949 et 2003). Un phénomène qui doit être pris en compte, notamment en vue des aménagements prochains (lotissement Chanfi) et des réseaux d'assainissement qui les accompagneront.

¹ DE LA TORRE Y. ; DOLIQUE F. et JEANSON M. (2006) – Morphodynamique des littoraux de Mayotte. Phase 2 : mise en place d'un réseau de quantification de l'érosion côtière. BRGM/RP-54832-FR, 71 p.

Risque sismique

Les plages de Moya sont exposées à un risque sismique fort. Le risque est en revanche faible au niveau des agglomérations. Des mouvements de terrain (effets de site) peuvent cependant survenir au niveau des collines de Labattoir et du Four à Chaux.

Le risque sismique est lié aux mouvements de terrains. Il peut survenir de façon très localisée (effets de sites).

Mouvements de terrain

Les mouvements de terrain rassemblent deux types de phénomènes : les glissements de terrain, et les chutes de blocs et éboulements.

Les glissements de terrain s'observent souvent en zone urbaine ou en périphérie des villes, au niveau des talus des routes ou des habitations. Hors zones urbaines, des traces de glissement sont également constatées sur les versants composés d'altérites² et de phonolites et basaltes altérés.

Les chutes de blocs et les éboulements se rencontrent davantage en bord de mer, en contrebas des anciennes coulées volcaniques (BRGM, 2006).

La totalité du littoral situé à l'Est de la zone aéroportuaire est concerné par des aléas de mouvements de terrain moyens à forts : chutes de blocs accompagnées de glissements. Dans la zone d'étude, la colline de Bahoni est également exposée à des aléas de mouvements de terrain moyens à forts avec des glissements dominants accompagnés de chutes de blocs.

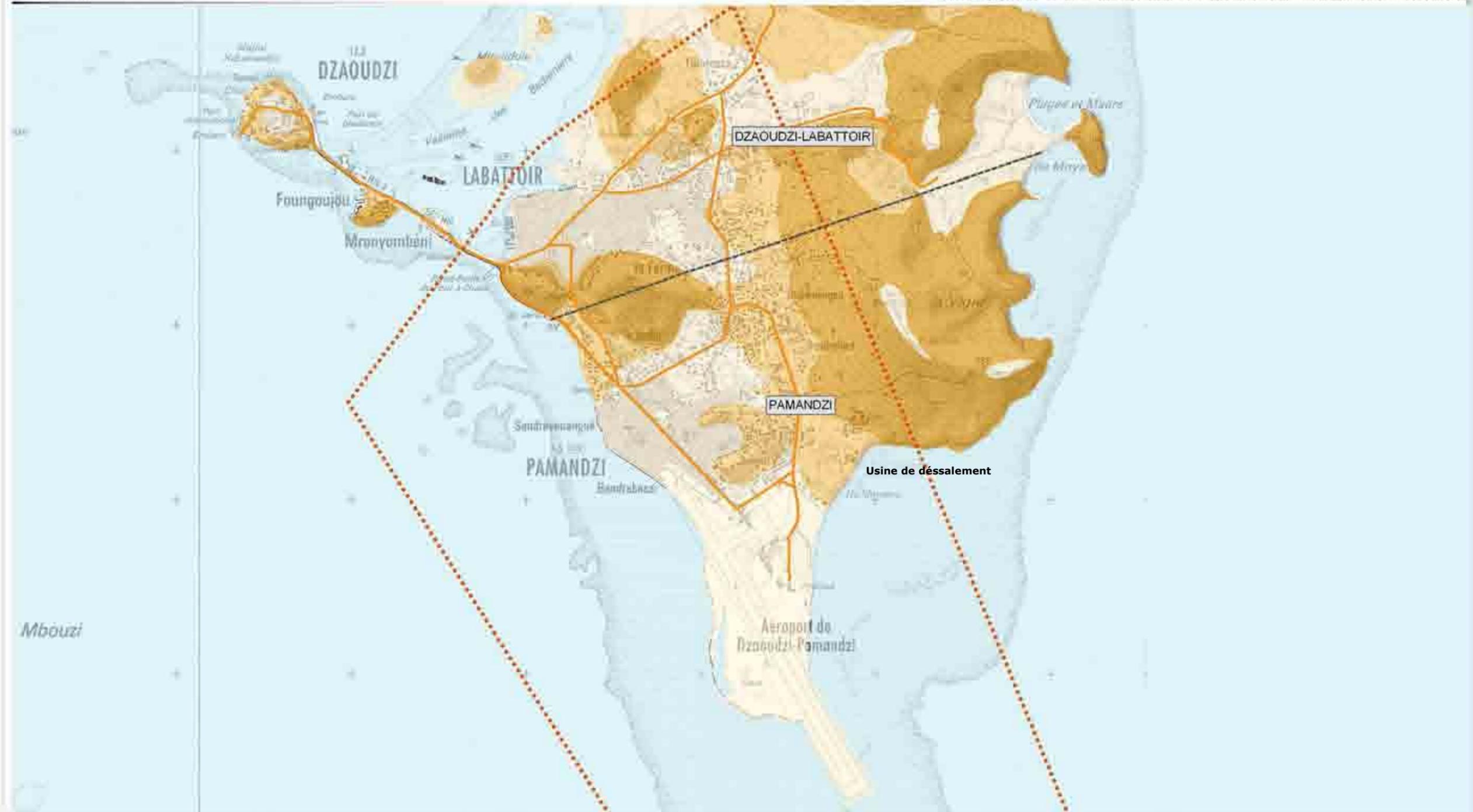
L'urbanisation des pentes risque d'aggraver l'érosion des sols et, par voie de conséquence, les mouvements de terrain, en particulier sur les pentes de la Vigie, où l'aléa mouvements de terrain est déjà fort.

Ces phénomènes sont présentés aux pages suivantes.

² Roches décrites dans le glossaire

RISQUE NATUREL - Aléa érosion

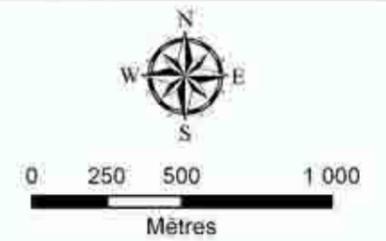
DESSERTE AÉRIENNE DE MAYOTTE - ÉTUDE D'ENVIRONNEMENT DANS LE CADRE DU PROJET DE RÉALISATION D'UNE PISTE LONGUE ADAPTÉE AUX VOLS LONG COURRIER



Aléa érosion

-  Fort
-  Moyen
-  Faible

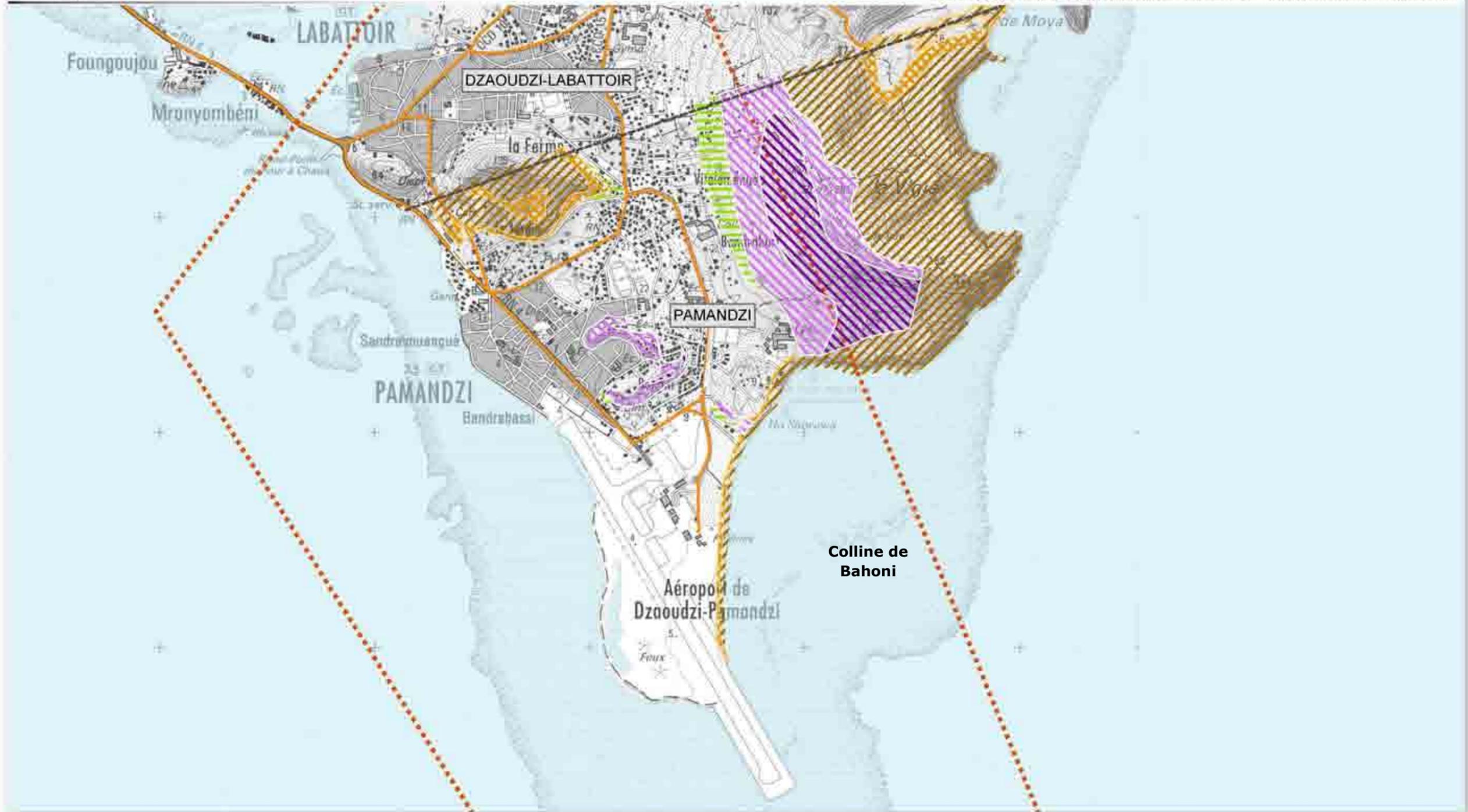
-  Limite communale
-  Route principale
-  zone d'étude



Sources : IGN SCAN 25, BRGM, Asconit 2009

RISQUE NATUREL - Aléa mouvement de terrain

DESSERTE AÉRIENNE DE MAYOTTE – ETUDE D'ENVIRONNEMENT DANS LE CADRE DU PROJET DE RÉALISATION D'UNE PISTE LONGUE ADAPTÉE AUX VOLS LONG COURRIER

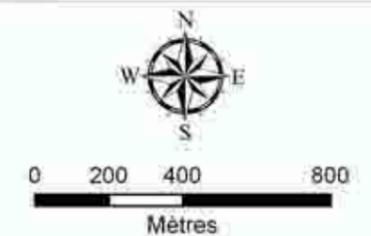


Nature et niveau de l'aléa mouvement de terrain

-  Chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements, Fort
-  Chutes de blocs dominantes accompagnées de glissements, Moyen

-  Glissements dominants accompagnés de chutes de blocs, Fort
-  Glissements dominants accompagnés de chutes de blocs, Moyen
-  Mouvements de terrain indifférenciés, Faible

-  Limite communale
-  zone d'étude



Sources : IGN SCAN 25, BRGM, CETE, Ascانيت 2009

2.1.4 Carrières

Les besoins en matériaux sont un enjeu important du projet. En effet, l'aménagement de la nouvelle piste nécessitera l'apport d'un important volume de remblai. Par ailleurs, en fonction des variantes retenues, un arasement des collines de Labattoir et du Four à chaux pourra être rendu nécessaire en raison du respect des servitudes aéronautiques (cône d'envol).

Petite Terre ne dispose que d'une seule carrière, située au pied de la colline de Labattoir. Cette carrière, exploitée par la société ETPC (filiale du groupe Colas qui exploite également la carrière de Koungou, en Grande Terre) a une capacité de production de 50 000 tonnes d'agrégats par an (Etude de développement de Pamandzi, 2005). Elle fournit les matériaux nécessaires à toutes les activités de construction de l'île de Petite Terre.

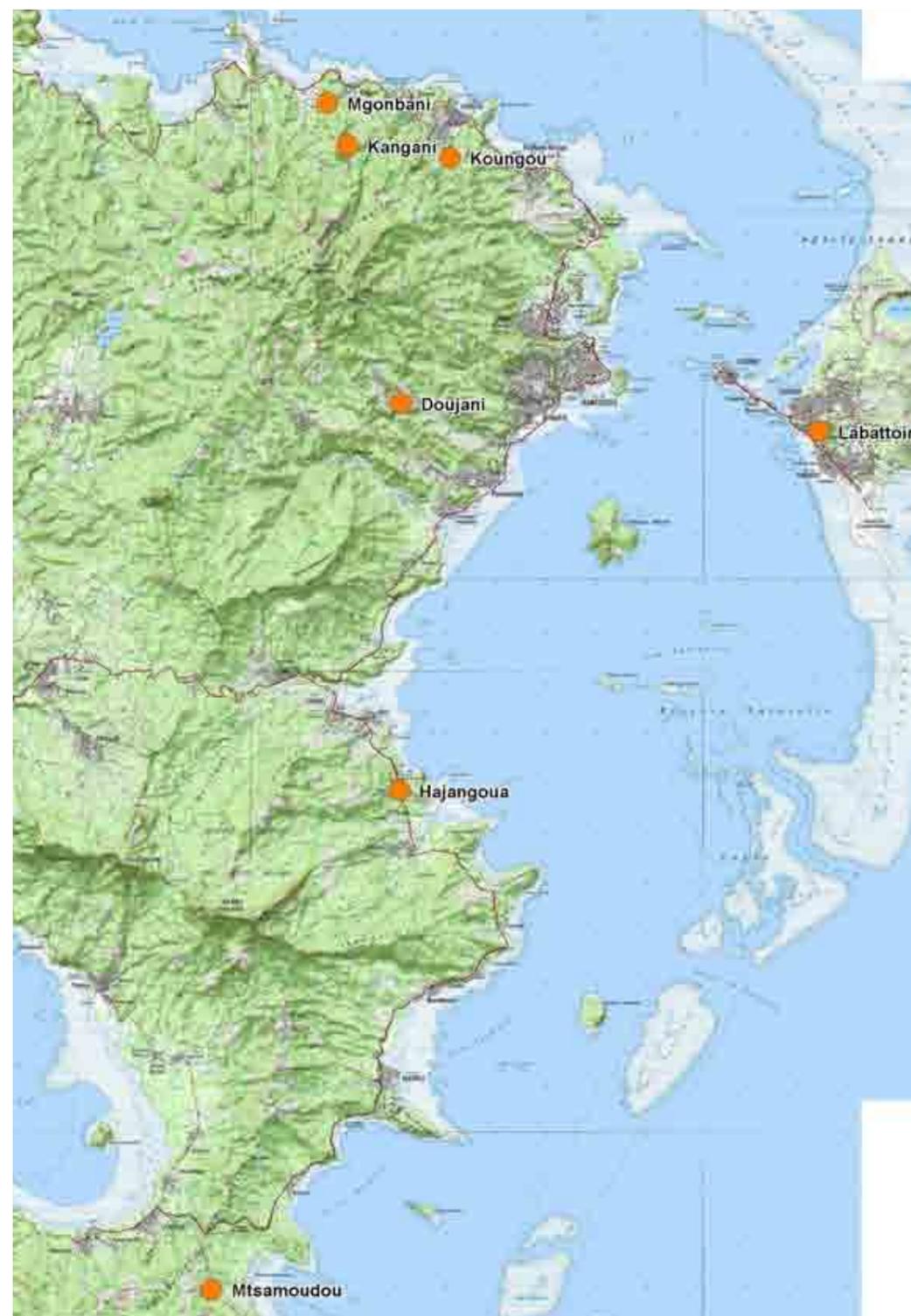
Une procédure de classement en ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) est actuellement en cours, avec la réalisation d'un dossier de demande d'autorisation d'exploiter.

Carrière ETPC, colline de Labattoir



En terme de potentiel, pour le remblaiement de la nouvelle piste, cette carrière pourrait fournir 400 kt (kilo-tonnes) de « tout-venant », un matériau de moindre qualité qui devra être complété par des granulats et enrochements en provenance d'autres carrières.

Figure 6 : Carte des carrières en exploitation ou en projet



Autres carrières susceptibles de fournir des matériaux pour le projet

Afin de disposer de matériaux en quantité et en qualité, dans un délai raisonnable, les carrières en exploitation, ou en projet, dans la partie Nord-Est de l'île, ont été retenues.

Il existe plusieurs carrières de granulats en activité sur Grande Terre (voir carte, page suivante):

- la carrière de Koungou : il s'agit de la plus grosse exploitation de granulats de Mayotte (production annuelle de 350 à 400 kt). Son potentiel pourrait être de 1,5 à 3,6 Mm³ ;
- la carrière de Kangani située au Sud de Kangani. L'accès à l'installation se fait à partir de la RN1 par une route en mauvais état (1 km de long) passant dans le village de Kangani. Elle disposerait de près d'1 Mm³
- la carrière de Mgombani située Kangani et Longoni, près de la zone industrielle de Miangoni a été exploitée pour produire des enrochements pour le port de Longoni. Il s'agit d'une ancienne carrière. Un exploitant a déposé un dossier ICPE en cours de validation, pour remettre cette carrière en activité.
- projet de carrière à Doujani (Sud de Mamoudzou) : sur un site de 20ha, à côté du site de stockage de déchets inertes. Le volume de découverte serait de 500 à 750 000 m³ et la production envisagée est de 250 000 tonnes de granulats par an.

Deux carrières situées au Sud de l'île, donc plus éloignées du site d'étude, pourraient également fournir des matériaux. Il s'agit de :

- la carrière de Hajangoua ;
- la carrière de Mtsamoudou.

A noter que pour l'exploitation des matériaux de remblais, une solution envisagée est d'extraire ces matériaux des collines du Four à Chaux et de Labattoir.

Les formations géologiques rencontrées sur Petite Terre ne constituent pas de contrainte particulière. Seule la colline de Labattoir est exploitée. Les études géologiques (SEGC, BRGM) montrent que les deux collines (Labattoir et Four à Chaux) pourraient fournir des matériaux pour les remblais de la nouvelle piste. En revanche, les granulats et enrochements naturels devront être prélevés ailleurs, probablement sur Grande Terre.

Par ailleurs, les principaux risques au niveau de la zone d'étude sont l'érosion de la falaise de la plage de Pamandzi.

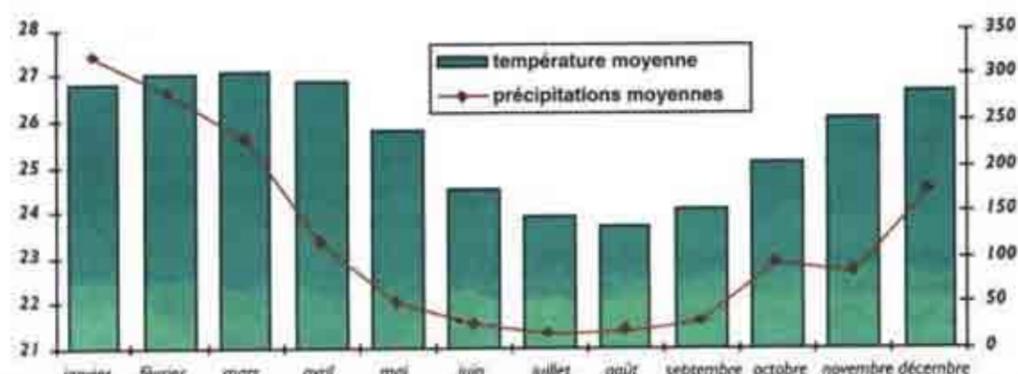
2.2 CLIMATOLOGIE

2.2.1 Généralités

Le climat de Mayotte est de type « tropical humide insulaire ». La température moyenne est comprise entre 21°C et 28°C. Les températures maximales moyennes oscillent entre 27°C et 31°C.

La distribution des pluies varie fortement en fonction du relief, les sommets de la Grande Terre sont les plus arrosés (2000 mm/an). Les extrémités des péninsules et la Petite Terre sont davantage abritées (1000 mm/an).

Figure 7 : Températures et précipitations moyennes à Mayotte (année 1999)



Source : PADD

Il y a deux grandes saisons :

- L'été austral (mousson): d'octobre à mars, qui correspond à la saison pluvieuse. Les températures et le taux d'humidité sont particulièrement élevés.
- L'hiver austral : c'est la saison sèche, qui s'étend d'avril à septembre. Pendant cette période, les alizés, vents secs, soufflent, rafraîchissant l'air et réduisant le taux d'humidité

2.2.2 Températures en Petite Terre

Les données recueillies à l'aéroport de Pamandzi sur la période 1971 à 2000 font apparaître des températures extrêmes de l'air comprises entre 15,3°C et 35,0°C. Mais les variations sur l'année sont faibles avec des valeurs moyennes comprises entre 23,1°C et 29,4°C, soit un écart de l'ordre de 6,0°C.

Tableau 1: Températures à l'aéroport de Pamandzi – Statistiques

	Température moyenne (°C)			Température extrême (°C)	
	maximale	moyenne	minimale	la plus élevée (date)	la plus basse (date)
Janvier	30,3	27,3	24,3	35,0 (1952)	19,5 (1984)
Février	30,4	27,5	24,5	33,6 (1966)	21,3 (1957)
Mars	30,5	27,5	24,5	33,6 (1952)	21,1 (1951)
Avril	30,5	27,5	24,5	33,0 (1952)	21,0 (1984)
Mai	29,7	26,8	23,9	32,9 (1957)	16,9 (1957)
Juin	28,4	25,5	22,6	31,1 (1957)	16,3 (1957)
Juillet	27,7	24,6	21,5	30,2 (1955)	15,3 (1994)
Août	27,8	24,1	20,4	31,0 (1953)	15,8 (1973)
Septembre	28,3	24,6	20,8	32,1 (1952)	16,6 (1974)
Octobre	29,2	25,8	22,4	33,1 (1954)	17,2 (1963)
Novembre	29,9	26,8	23,6	33,5 (1951)	18,4 (1963)
Décembre	30,4	27,3	24,3	33,9 (1953)	18,0 (1963)
Année	29,4	26,3	23,1	35,0 (1952)	15,3 (1994)

2.2.3 Ensoleillement et évaporation

Petite Terre est une des zones les plus ensoleillées de Mayotte avec une insolation moyenne annuelle de 2 950 h (soit 8h de soleil par jour) avec un maximum en mai avec 281,1 h (9h/jour).

Conséquence de ce fort ensoleillement, l'évaporation est très importante, atteignant jusqu'à 145 mm en juin et juillet, pour un total annuel de 1256 mm.

2.2.4 Précipitations

Les précipitations sont inégalement réparties sur l'ensemble du territoire de Mayotte et connaissent de fortes amplitudes annuelles : plus de 300 mm en janvier et moins de 20 mm en juillet.

Sur Petite Terre, la pluviométrie est de l'ordre de 1300 mm/an, avec une intensité journalière maximale de 337 mm (janvier 1964). Comparé au reste de l'île, Petite Terre est relativement peu arrosée et régulièrement affectée par la sécheresse.

Le taux d'humidité est relativement constant sur Petite Terre, aux environs de 80%.

2.2.5 Vents

En été (octobre à mars), Mayotte est sous l'influence de la « mousson » de secteur Nord.

En hiver (avril à septembre), les alizés de Sud-Est dominent.

La saison cyclonique s'étend de décembre à avril. La plupart des cyclones passent à proximité de Mayotte sans l'atteindre (ils frappent Madagascar). Les cyclones engendrent des surcotes et les agitations les plus fortes peuvent atteindre le rivage de Mayotte et dégrader son littoral.

Régime général des vents

La mousson, qui s'étale du mois d'octobre au mois de mars comporte deux phases :

- D'octobre à mi-janvier, elle souffle Nord-Est à Nord : les pluies s'installent progressivement tandis que l'alizé Sud-Sud-Est diminue.
- De janvier à mars (pleine mousson), elle souffle de secteur Nord-Ouest à Ouest et génère une forte houle.

L'alizé souffle d'avril à septembre. Il comporte également deux phases :

- D'avril à juillet, ils sont de secteur Sud-Sud-Ouest à Sud-Sud-Est, il arrive encore humide puisqu'il remonte le canal du Mozambique. Il prolonge les pluies sur les versants exposés au Sud.
- De juillet à septembre, l'alizé est bien installé et souffle de secteur Sud à Sud-Est. Il arrive sec sur Mayotte après avoir perdu son humidité au dessus de Madagascar. C'est la pleine saison sèche. Ce vent génère aussi une forte houle et dessèche les sols.

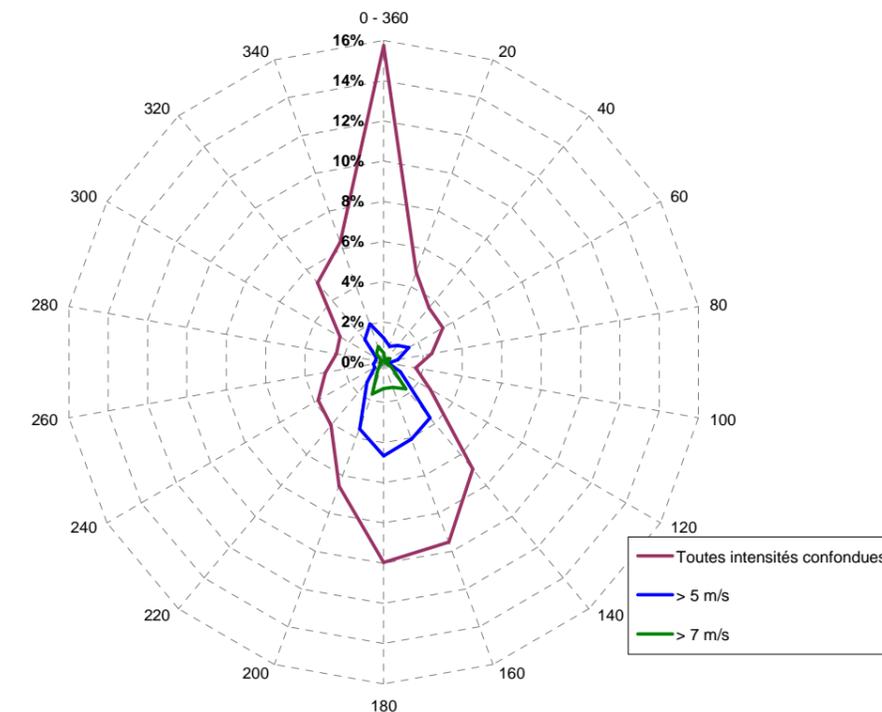
S'ajoutent à ces quatre grands types de vents :

- Les périodes de transition d'une saison à une autre, durant lesquelles les vents interfèrent plus ou moins.
- Les vents locaux qui résultent, selon leur orientation, de l'influence des reliefs.
- La brise de mer et la brise de terre dont les effets sont assez limités (faibles reliefs)

Les vents atteignent rarement 15 m/s. La vitesse moyenne mensuelle oscille entre 2,5 à 5 m/s pour la mousson et entre 3 à 5,5 m/s pour l'alizé.

La figure suivante présente la rose des vents à Pamandzi qui montre la répartition des vents selon leur direction de provenance :

Figure 8 : Rose des vents à Pamandzi (1990-2008) – Données annuelles (Source : Sogreah, 2009)

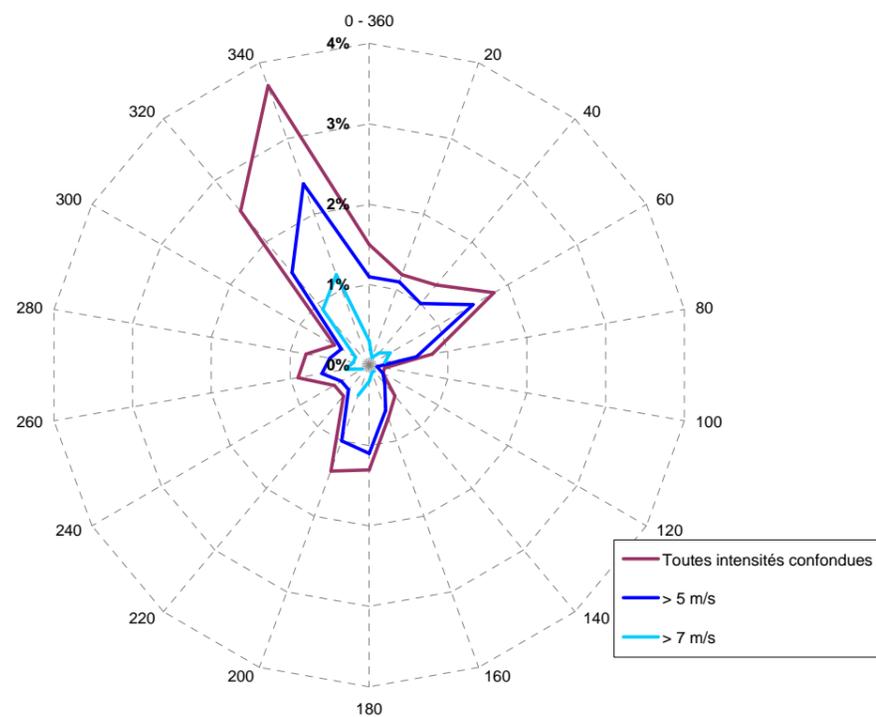


Deux directions prédominent :

- secteur NNW à Nord (de 320°N à 10°N) avec 28% des données enregistrées, soit près de 100 jours par an ;
- secteur SSE à Sud (de 140°N à 200°N) avec 33% des données enregistrées, soit 120 jours par an.

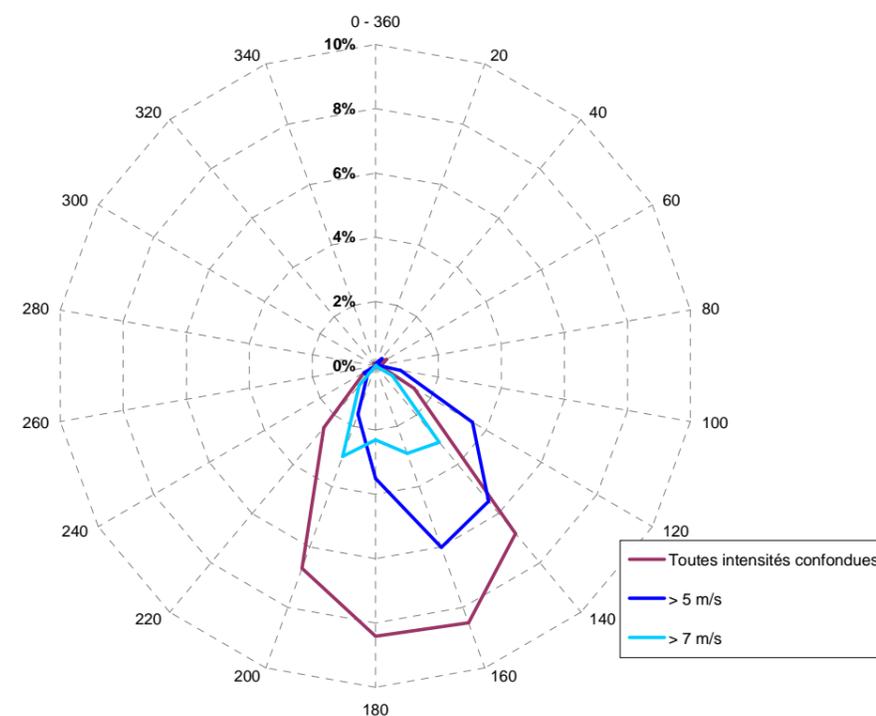
La figure suivante présente la rose des vents à Pamandzi pendant la période de mousson. Les vents dominants proviennent du secteur NW à NNW (320°N-340°N) :

Figure 9 : Rose des vents à Pamandzi (1990-2008) – Période de mousson (Source : Sogreah, 2009)



La figure suivante présente la rose des vents à Pamandzi pendant la période d'Alizés. Les vents dominants proviennent du secteur SE à SSW (140°N-200°N).

Figure 10 : Rose des vents à Pamandzi (1990-2008) – Période d'alizés (Source : Sogreah, 2009)

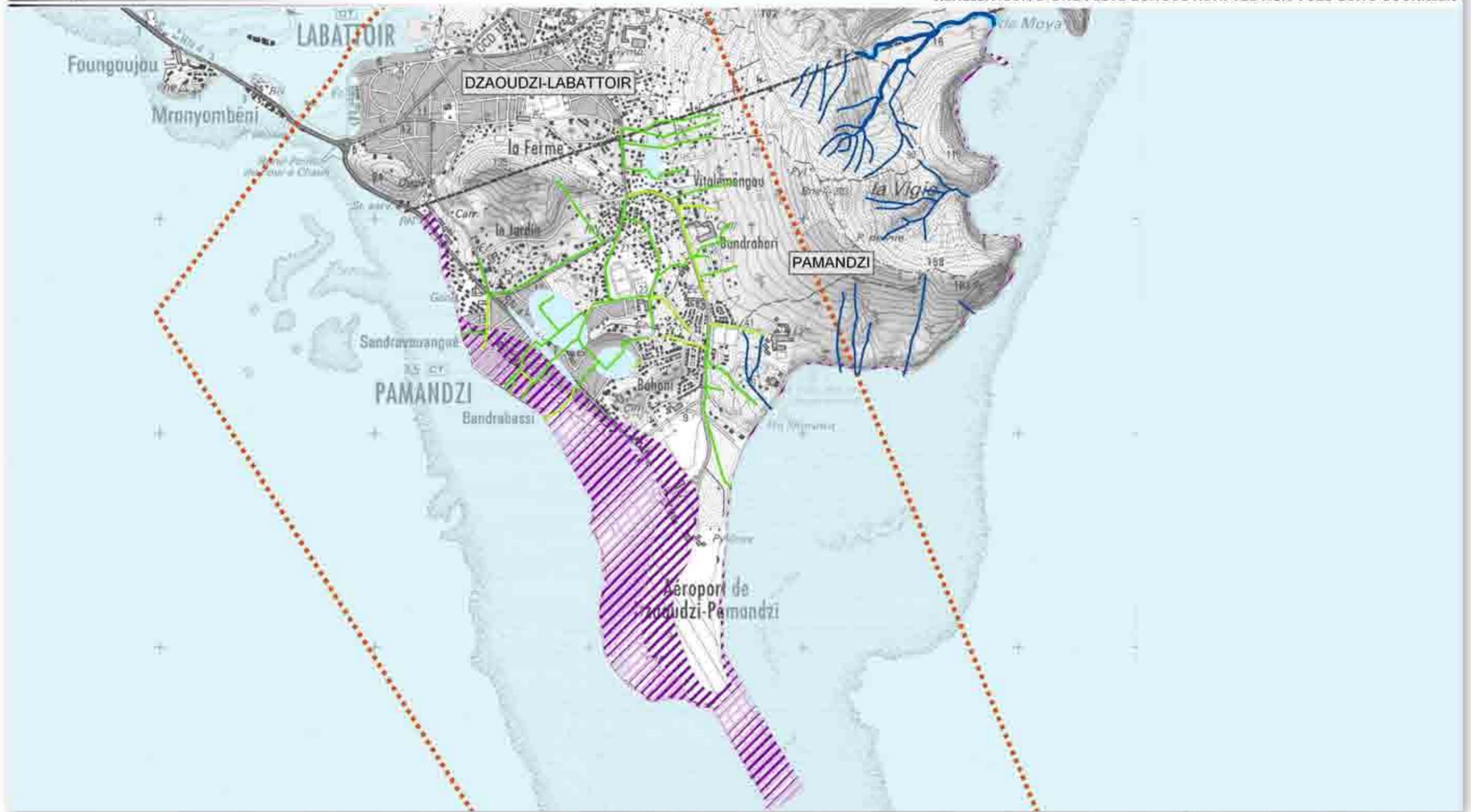


En conclusion, le régime des vents à Mayotte est marqué par l'importance des vents de secteur Sud-Sud-Est, au large comme à la côte Sud. Ces vents génèrent une agitation qui peut atteindre franchement la côté Est de Petite terre, notamment dans la zone d'étude.

Le taux d'ensoleillement est particulièrement important sur Petite Terre. La pluviométrie y est en revanche relativement faible en comparaison au reste de Mayotte. Les vents venant du large peuvent générer une agitation de la mer à proximité de Petite Terre.

RISQUE NATUREL - Aléa inondation

DESSERTE AÉRIENNE DE MAYOTTE – ETUDE D'ENVIRONNEMENT DANS LE CADRE DU PROJET DE RÉALISATION D'UNE PISTE LONGUE ADAPTÉE AUX VOLS LONG COURRIER

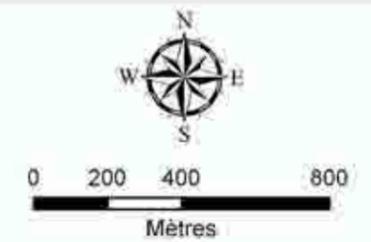


Nature et niveau de l'aléa inondation

- Débordement de cours d'eau, Fort
- Débordement de cours d'eau, Moyen
- Ruissellement urbain, Fort

- Ruissellement urbain, Moyen
- Submersion cyclonique, Fort
- Submersion cyclonique, Moyen
- Zones de stagnation, Faible

- Limite communale
- zone d'étude



Sources : IGN SCAN 25, BRGM, CETE, Ascronit 2009

2.2.6 Cyclones

Description du phénomène

Les cyclones s'accompagnent de plusieurs phénomènes météorologiques : vents forts, précipitations, houle cyclonique, marée de tempête.

L'agitation, conjuguée à l'élévation du niveau de la mer (surcote), en particulier en période de fortes marées, est dimensionnant pour les ouvrages en mer.

Un historique a été établi pour la période de 1911 à nos jours pour des vents dont la vitesse a été estimée supérieure à 87 km/h (24 m/s), seuil correspondant aux tempêtes tropicales intenses. Il est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Cyclones et tempêtes tropicales à Mayotte depuis le début du XX^{ème} siècle

Date	Nom (type ^[1])	Pression (hPa)	Vent moyen (km/h)	Rafale (km/h)	Passage
Février 1934	"Disséli" (C)	972	120	150-160	
Janvier 1953	-	977	100	-	à l'Ouest de Dzaoudzi
Novembre 1969	Corinne (DT)	995	-	96	entre Anjouan et Pamandzi
Janvier 1976	Clothilde (C)	990	90	112	à l'Est
1982	Bénédicte (DT)		61-76		90 km au Sud-Est
Avril 1984	Kamisy (C)	985	120	148	28 km au Sud
Février 1985	Feliksa (DT)	990	95	126	
Avril 1990	Hanta (DT)	1 005	70		
20 janvier 2005	Ernest (TT)	995	80	107	sur Mayotte
26 janvier 2008	Fame (TT)	982	100-120	143	100 km au Sud

On observe que seuls quatre phénomènes dépassant le stade de cyclone (vent moyen supérieur à 117 km/h) ont réellement atteint Mayotte depuis le début du siècle dernier. En moyenne, il a été observé qu'un cyclone atteint Mayotte directement ou passe à proximité de ses côtes tous les 8 ans. La fréquence est, en fait, probablement plus importante car les statistiques antérieures à 1963 sont probablement incomplètes.

¹ (C) = Cyclone – (DT) = Dépression Tropicale – (TT) Tempête Tropicale – Source : Météo-France Mayotte

La référence en matière de cyclone à Mayotte est le météore Kamisy qui a touché l'île le 10 avril 1984. Kamisy est à classer parmi les cyclones tropicaux intenses compte-tenu de la puissance observée à l'approche de Madagascar (967 hPa, vent moyen maximal 203 km/h) (Haugomat, 2000). Au passage de Kamisy sur Mayotte (à une distance de 30 km environ), les dommages les plus importants se sont produits au Sud de l'île. La pression barométrique minimale enregistrée à Pamandzi était de 985 hPa et les vents maximaux de 120 km/h avec des rafales de 148 km/h. Bien qu'étant le plus fort cyclone que Mayotte ait connu depuis 1934, Kamisy est donc un cyclone d'intensité moyenne à l'échelle du bassin océan Indien Sud-Ouest.

Les trajectoires des cyclones passant à proximité de Mayotte sont plutôt dirigées vers le Sud-Ouest. Dans beaucoup de cas, et lorsque la vitesse du cyclone est suffisamment importante, la houle suit la trajectoire et arrive sur Mayotte du Nord-Est.

Pour les cyclones passant à l'Ouest de Madagascar, les trajectoires passent au Nord ou au Sud de Mayotte. Dans ce cas, l'oeil du cyclone passe très près de l'île.

Risque de submersion marine

L'ensemble des aléas naturels (érosion, inondation, aléa cyclonique, sismique, glissements de terrain) est présenté dans un atlas, l'*Atlas des aléas Naturels à Mayotte*, élaboré par le BRGM entre 2004 et 2006.

Les PPR (Plans de Prévention des Risques) sont applicables sur le territoire de Mayotte. **Actuellement, seules les cartes d'aléas sont disponibles. Le règlement n'est pas encore établi.**

Les PPR délimitent les zones exposées et définissent les secteurs inconstructibles ou constructibles à certaines conditions. Ils imposent certaines règles ou modes de constructions (règles para cycloniques, règles de protection contre les inondations...), imposent des études pour réduire le risque.

Toutes les communes de Mayotte sont susceptibles d'être touchées par les phénomènes dévastateurs qui accompagnent les cyclones : vents forts, précipitations, marées de tempêtes et houles.

Les cyclones peuvent générer localement une élévation du niveau de la mer (surcôte cyclonique) pouvant inonder les zones situées en bord de mer.

Les rivages de Pamandzi et de Labattoir sont concernés par les submersions marines.

L'aléa est fort au niveau des rivages Ouest de Pamandzi et de la partie Nord de la zone aéroportuaire. Les rivages de Labattoir, le boulevard des crabes et l'îlot de Dzaoudzi sont également fortement exposés. Enfin, tout le littoral Est de Petite Terre est également concerné.

Mayotte est relativement protégée des cyclones, grâce à la présence de Madagascar. Depuis le début du XX^{ème} siècle, un cyclone atteint directement Mayotte ou passe à proximité de ses côtes tous les 8 ans. La zone d'étude est néanmoins concernée par un risque important de submersion marine.

2.3 PHENOMENES MARITIMES : HOULES, COURANTOLOGIE, IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

2.3.1 Marées

A Mayotte, les marées sont dites de type semi-diurne à inégalité diurne : c'est-à-dire qu'il y a deux basses mers et deux pleines mers par jour, dont les hauteurs peuvent être différentes, ces différences pouvant varier entre 0,20 et 0,60 m.

Les courants de marée, courant induits par la montée et la descente des eaux peuvent être localement forts, en particulier au niveau des passes du récif barrière et des détroits à l'intérieur du lagon.

2.3.2 Niveaux d'eau de la mer

Les variations du niveau de la mer sont liées à la marée astronomique et aux phénomènes météo océaniques tels que les vagues, pressions atmosphériques, les courants, les vagues...

Niveaux de référence

Le niveau de référence de la marée à Dzaoudzi coïncide (depuis le 1^{er} janvier 1990) avec le niveau des plus basses mers (zéro des cartes S.H.O.M, ou zéro CM, Cartes Marines). Avant, la référence était le zéro du nivellement général de Mayotte (NGM). Par souci de clarté, l'ensemble des produits graphiques de l'étude est donné par rapport au NGM.

Le tableau ci-dessous établit les correspondances entre les deux niveaux de références :

Tableau 3 : Niveaux de référence

Niveau	Cote m NGM
Zéro CM (depuis 1990)	-1,78
Zéro CM (avant 1990)	- 2,18

Source : Sogreah, 2009

Niveaux des marées

L'amplitude moyenne des marées ou marnage (c'est-à-dire la différence entre les niveaux de basse mer et de haute mer) varie généralement entre 1 à 3m. Lors des grandes marées, il peut atteindre 4 m, ce qui est beaucoup, en comparaison avec les autres îles de la région.

Tableau 4 : Variation des niveaux de marées (Sogreah, 2009)

Niveau	Cote m NGM	Marnage
Pleine Mer de Vive-Eau Exceptionnelle (PMVEE)	+2,42	4,20 m
Basse Mer de Vive-Eau Exceptionnelle (BMVEE)	-1,78	
Pleine Mer de Vive-Eau Moyenne (PMVE)	+1,87	3,25 m
Basse Mer de Vive-Eau Moyenne (BMVE)	-1,38	
Pleine Mer de Morte-Eau Moyenne (PMME)	+0,92	1,35 m
Basse Mer de Morte-Eau Moyenne (BMME)	-0,43	
Niveau moyen	+0,25	
Zéro CM	-1,78	

2.3.3 Surcotes

Les surcotes correspondent aux écarts observés lorsque le niveau d'eau mesuré est supérieur ou inférieur à la prédiction. Ce sont principalement les effets météorologiques, conjugués aux marées, qui génèrent les variations les plus rapides et les amplitudes les plus fortes. A Mayotte, les surcotes maximales sont atteintes lors des cyclones (surélévations cycloniques). Les 3 types de surcotes peuvent être distingués :

- les surcotes liées aux variations atmosphériques
- les surcotes liées aux houles
- les surcotes liées aux cyclones

Surcotes liées aux variations atmosphériques

La chute de la pression atmosphérique entraîne une surélévation du niveau du plan d'eau, c'est le phénomène du baromètre inverse. Il s'agit d'une relation linéaire : la perte d'1 hPa équivaut à une élévation d'1 cm du plan d'eau.

Le vent exerce une contrainte à la surface de l'océan qui est à l'origine de trois phénomènes :

- la génération de la houle,
- la génération de courants,
- la modification directe de l'élévation du plan d'eau (surcote, décote).

Le phénomène de baromètre inverse et l'action directe du vent sont à l'origine de la surcote atmosphérique.

Les données de pression atmosphérique fournies par Météo-France pour l'aéroport de Pamandzi montrent des variations de pression peu importantes sur les 10 dernières années (1994-2003). Cette variation, hors période cyclonique, est de l'ordre de 9 mb ce qui peut donc créer une surcote de l'ordre de 0,09 m.

Pour un cyclone "standard" de type Feliksa la surcote atmosphérique modélisée par Météo-France dépasse fréquemment 0,60 m.

Surcotes liées aux houles

Entre la zone de déferlement et la côte, l'apport d'eau dû aux vagues conduit à une surélévation du niveau moyen de la mer entre la zone de déferlement et la côte.

Hors période cyclonique, dans des conditions climatiques particulières : vent fort, dépression, forte houle au large...on observe les valeurs suivantes :

- surcote de l'ordre de 0,3 à 0,4 m pour des houles à centennales,
- surcote de l'ordre de 0,2 à 0,3 m pour les houles décennales,
- surcote de l'ordre de 0,1 m pour les houles annuelles.

Surcotes cycloniques et niveaux d'eau extrêmes

Les surcotes maximales sont liées aux cyclones auxquels sont associés :

- de basses pressions atmosphériques, (surélévation de 1 cm par une baisse de 1 millibar),
- du vent qui pousse les masses d'eau en fond de baie,
- du déferlement des vagues,
- du fort courant créé par les vents persistants, quant il vient buter sur un littoral.

La synthèse des maxima de surcote, pour la station de Dzaoudzi et pour l'île de Mayotte, est reportée dans le tableau suivant :

Tableau 5 : surcote maximum pour les cyclones de référence

Cyclone	Surcote maximum	
	à proximité de Mayotte (m)	à Dzaoudzi (m)
Kamisy (1984)	0,96	0,17
Feliksa (1985)	1,14	0,70
Astride (2000)	0,55	0,13
Bettina80 (1980)	0,91	0,32
Clotilde (1976)	0,58	0,25
Colette (1966)	1,01	0,25
Bonita (1996)	0,81	0,27
Doloresse (1996)	0,86	0,09
Hanta (1990)	0,62	0,24
Hary (2002)	3,84	0,90
Hudah (2000)	1,04	0,22
Josta (1995)	1,24	0,39
Lisette (1997)	0,90	0,50
Nadia (1994)	0,88	0,39

Le cas du cyclone pseudo-Hary est très exceptionnel : la valeur de surcote maximum correspond au seul cyclone intense dont la trajectoire a traversé l'île de Mayotte selon un axe NE-SW. Il n'est pas vraiment représentatif.

Les conclusions de Météo France sont les suivantes :

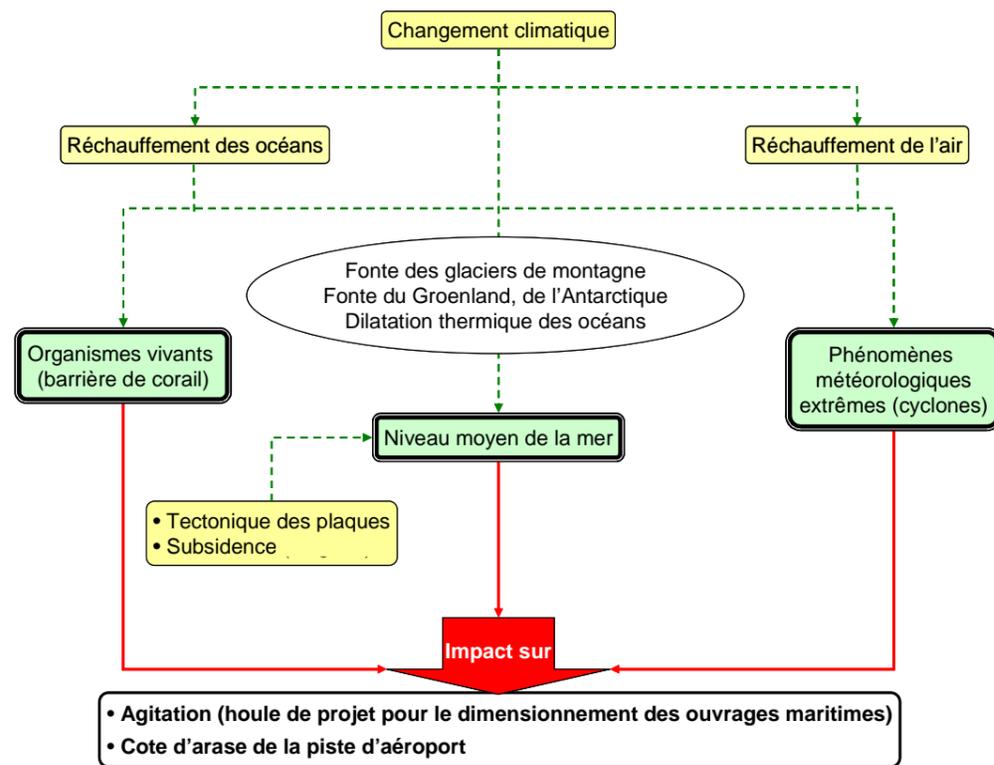
- le phénomène de surcote se révèle fort complexe, intégrant les influences conjointes de la pression, du vent, de la bathymétrie, de la forme de la côte et de son angle par rapport au vent ;
- pour un phénomène cyclonique passant à proximité de Mayotte, l'ordre de grandeur de la surcote atmosphérique varie de 0,5 à plus de 1 m (Astride 0,55 m ; Feliksa 1,14 m ; Josta 1,24 m) ;
- pour un même phénomène, il existe une variabilité importante de la surcote selon le lieu.

2.3.4 Impact du changement climatique sur le niveau de mer

Les recherches effectuées sur les évolutions du climat à court et moyen-terme en relation avec l'effet de serre ont mis en évidence que des impacts marins côtiers peuvent concerner (cf. figure suivante) :

- la survie des écosystèmes (en particulier les récifs coralliens),
- une élévation du niveau moyen de la mer,
- des modifications de la fréquence, la durée, la force des phénomènes météorologiques extrêmes (cyclones et/ou tempêtes tropicales) ainsi que les surcotes et décotes associées.

Figure 12 : Synthèse des impacts du changement climatique



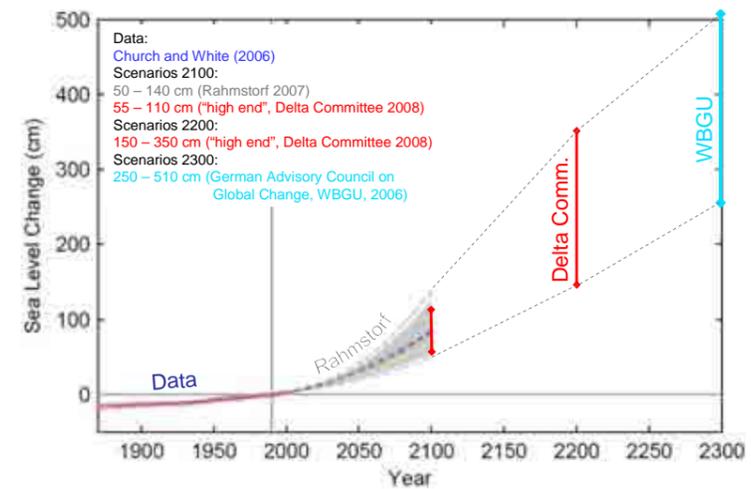
Tous ces points font l'objet de travaux de recherches à l'échelle globale et régionale ; ils ont été analysés dans cette étude afin d'établir les impacts possibles du changement climatique sur les paramètres cités, quand cela était possible. Cette analyse devra permettre de guider le choix des conditions hydrauliques à considérer pour la présente étude, tenant compte en particulier, des conséquences prévisibles de ces paramètres sur le projet (dimensionnement des ouvrages maritimes, niveau de la plate forme).

Etat des connaissances sur les impacts du changement climatique

Impacts sur le niveau moyen de la mer

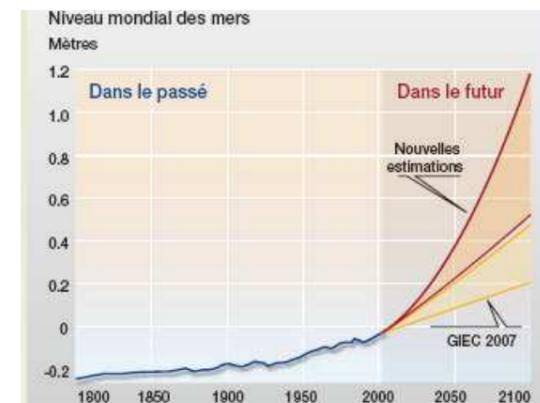
Le changement climatique va engendrer une augmentation du niveau de la mer sur plusieurs siècles. Différents scénarios ont été étudiés à plus ou moins long terme (Church and al., 2006 ; Rahmstorf, 2008 ; Vellinga and al., 2008 ; WBGU, 2006) ; ils sont présentés sur la figure suivante :

Figure 13 : Estimations récentes de l'élévation du niveau moyen de la mer par rapport au niveau de 1990



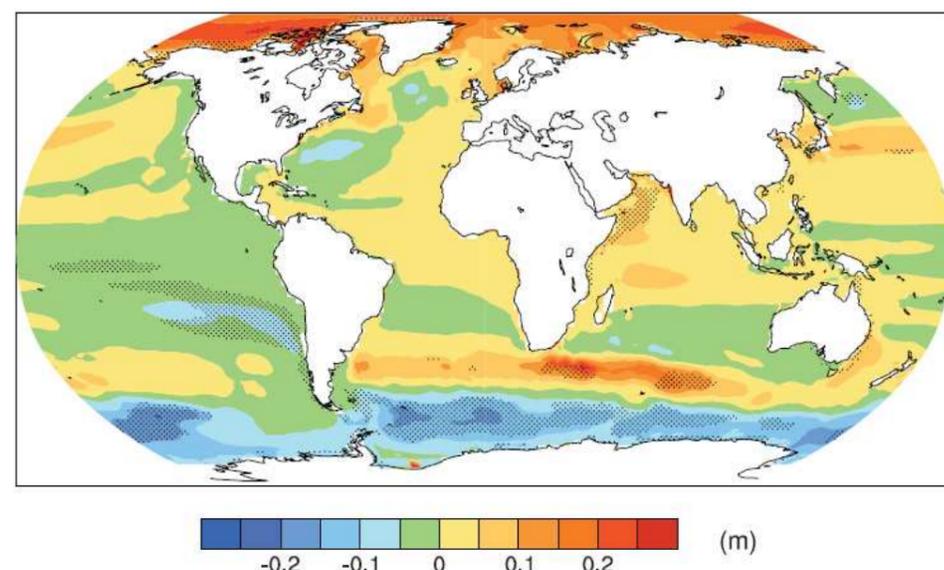
Pour le siècle à venir, les dernières estimations sont présentées ci-après. Elles valident clairement le fait que les conséquences du changement climatique sur l'élévation du niveau moyen des mers ont été sous-estimées et qu'à l'échelle mondiale, les tendances sortent de l'épure et des limites du scénario le plus pessimiste du GIEC. Ceci serait le fait d'une sous-estimation de l'importance et de l'impact de la fonte des glaces de l'Antarctique et des calottes glaciaires du Groenland. Ce dernier élément ne serait a priori plus pris en compte dans l'estimation des projections d'élévation du niveau moyen des mers, lesquelles seraient corrélées à l'élévation des températures, phénomène plus facilement "maitrisable".

Figure 14 : Prédiction de l'augmentation du niveau moyen de la mer à l'horizon 2100 (Rahmstorf, 2008)



A l'échelle régionale, le rapport du GIEC donne une carte de la répartition de l'augmentation du niveau de l'eau tenant compte de l'influence de la densité et de la circulation océanique. Cette carte, donne l'écart (en m) de l'évolution du niveau moyen régional par rapport aux valeurs moyennes annoncées à l'échelle mondiale pour 2100.

Figure 15 : Evolution du niveau moyen de la mer sous l'effet de la modification de la densité et de la circulation océaniques (GIEC, 2007)



On note que, dans la région de Mayotte, l'augmentation du niveau moyen serait plutôt supérieure (de l'ordre de 0 à 0,15 m) à la moyenne mondiale.

Il est important de noter que la piste existante présente un niveau de plate forme qui risquerait de ne pas être cohérent avec le niveau requis si on intègre une remontée du niveau de la mer. Ne pas prendre en compte l'augmentation du niveau de l'eau pourrait conduire à un sous dimensionnement du niveau de la future plate forme.

Impacts sur les écosystèmes

La survie des écosystèmes est directement liée à l'accroissement de la température. En effet, le seuil de 1,5 à 2 °C pour le réchauffement apparaît critique pour le maintien de la biodiversité actuelle.

A l'échelle régionale (GIEC, 2007), le rapport du GIEC indique qu'il faut considérer pour la zone Afrique du Sud les mêmes valeurs de réchauffement climatique qu'à l'échelle globale. D'après les modèles climatiques, la température moyenne annuelle du globe s'élèvera de 0,2°C par décennie au cours des deux prochaines décennies, pour atteindre une élévation de 1,1°C à 4,4°C d'ici 2100.

Dans ces conditions, la disparition des récifs coralliens pourrait s'accroître dans les prochaines années car le seuil critique de température devrait être atteint entre 2050 et 2100.

Le dépérissement (voir la disparition) de la barrière de corail est donc un phénomène qui pourrait se produire à plus ou moins long terme mais qui reste encore peu étudié à ce jour.

Impacts sur les cyclones et tempêtes tropicales

D'après le rapport du GIEC (2007), on peut vraisemblablement s'attendre à une augmentation de l'intensité des cyclones et tempêtes tropicales qui affectent les côtes Sud de l'Afrique.

L'évolution de la fréquence et/ou de la distribution spatiale de ces événements extrêmes reste incertaine : certains modèles prédisent, globalement, une diminution du nombre de cyclones et tempêtes tropicales avec dans le même temps une augmentation du nombre de cyclones violents (extrêmes).

Il n'y a donc pas de tendance claire qui se dégage quant aux nombre de cyclones tropicaux qui se forment chaque année même s'il est "vraisemblable" que les cyclones tropicaux futurs deviennent de plus en plus intenses avec des vents plus forts. Ce dernier aspect n'est cependant pas quantifié, ce qui rend sa prise en compte difficile au niveau des études.

Synthèse des impacts du réchauffement climatique

Le tableau suivant présente une synthèse de l'analyse précédente ainsi que les répercussions possibles sur le projet :

Tableau 6 : Synthèse des impacts du réchauffement climatique

	Ecosystème (barrière de corail)	Niveau moyen de la mer	Cyclones - Tempêtes tropicales
Estimation de l'influence du réchauffement climatique	Risque de disparition du corail si la température augmente de 1,5 à 2°C (non quantifié)	Augmentation d'environ +1,0 m d'ici à 2100	Risque d'augmentation de l'intensité (non quantifiée) Pas de conclusion sur la fréquence et la distribution spatiale
Impact possible sur les conditions naturelles	Efficacité réduite de la barrière de corail vis-à-vis de la propagation de la houle Modification du contexte hydrodynamique de l'île	Niveau d'eau supérieur	Cyclones plus violents
Conséquences sur le projet	Conditions de houle plus défavorables Dimensionnement des ouvrages maritimes	Niveau d'eau plus défavorable (franchissements, submersion) Niveau de la plate forme	Conditions de houle plus défavorables Dimensionnement des ouvrages maritimes

2.3.5 Conditions de houles

La houle est une oscillation régulière de la surface de la mer, elle est indépendante du vent local, car formée plus loin.

La propagation des états de mer du large en zone côtière a été réalisée à l'aide du modèle SWAN, prenant en compte la bathymétrie de la zone d'étude.

Deux directions de provenance des houles sont dominantes : de l'Est (34%) liées aux alizés et du SSW (57%) pour les houles australes.

Les houles les plus fortes, hors période cyclonique, ne dépassent pas 4,5 m. 99% des houles ont une hauteur inférieure à 2,5 m et 67% à 1,5 m

Les mers de vent proviennent essentiellement des secteurs Est à Sud : elles sont levées par les vents d'alizés soufflant depuis Madagascar.

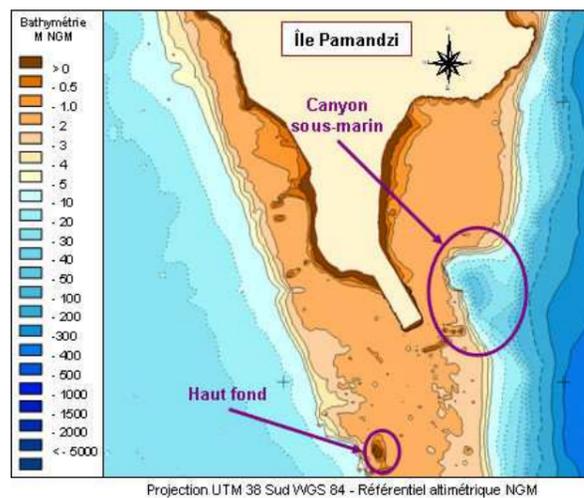
La modélisation a montré que les houles du large sont de manière générale atténuées par la barrière récifale qui constitue une protection naturelle pour Mayotte. Cette barrière fait déferler la houle qui se recombine après son passage sur les hauts-fonds.

La présence de la piste actuelle :

- diffracte les houles d'Alizés, réduisant l'agitation résiduelle dans la zone située à l'Ouest et jusqu'au Nord-Ouest de la piste, au large de Pamandzi ;
- ne modifie pas de manière sensible l'agitation due aux houles australes.

Dans la zone de Petit Moya, on note une re-concentration des houles australes liée à une modification importante de la bathymétrie au large (canyon sous-marin) et non à la présence de la piste actuelle de l'aéroport.

Figure 16 : Bathymétrie au large de Petit Moya

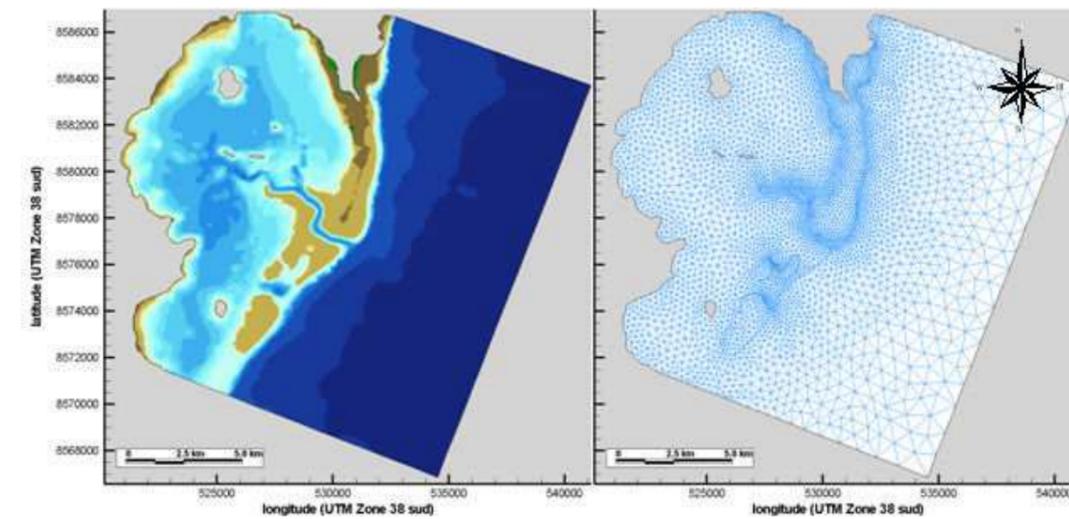


2.3.6 Hydrodynamique

La connaissance de l'hydrodynamique aux abords de Mayotte et à l'intérieur du lagon est indispensable afin de pouvoir évaluer et quantifier à la fois l'impact du projet sur la courantologie locale mais aussi l'impact des panaches turbides générés en phase travaux.

Cette connaissance repose d'une part sur des études antérieures et d'autre part sur l'élaboration d'un outil de modélisation spécifique pour les besoins du projet. En effet, dans le cadre de la présente étude, **un modèle local tridimensionnel a été construit et validé sur des mesures réalisées in situ.**

Figure 17 : Emprise du modèle local tridimensionnel et bathymétrie



Un exemple de résultat d'une fiche du modèle est présenté à la page 31.

Ces figures présentent :

- pour les courants : une vue des résultats sur la plus grande partie du modèle (figure à gauche) et un agrandissement au niveau de la zone d'étude (figure à droite) avec :
 - o l'intensité de la vitesse moyenne sur la verticale en couleur,
 - o l'intensité et la direction de la vitesse en chaque point de la grille sur le fond (flèche noire) et en moyenne sur la verticale (flèche rouge).
- l'évolution du niveau au cours du temps est présentée sur le graphe situé en bas avec un agrandissement permettant de situer le moment de la marée représenté ;
- un profil en vitesse est visible au centre de chaque page : il présente l'évolution de la vitesse au cours de la marée considérée au point d'extraction situé au large du prolongement envisagé pour la piste.

Hiver austral

En période de vive-eau, l'exploitation du modèle conduit aux constatations suivantes :

- au large de Mayotte les courants restent faibles, toujours inférieurs à 0,20 m/s. Ils longent la barrière corallienne avec une direction Sud-Nord au jusant¹ et Nord-Sud au flot ;
- de même à l'intérieur du lagon, l'intensité des courants liés à la marée est toujours inférieure à 0,10 m/s. Contrairement au large, ils sont plutôt orientés Nord-Sud au jusant et Sud-Nord au flot le long de la côte de Petite-Terre ;
- dans la zone de Petit Moya, le maximum des courants est atteint au cours du flot. Dans cette zone, au moment du flot, on note la présence de courants : le premier venant du Sud et longeant la côte, le second qui arrive du SE face à la côte. Ce dernier étant lié à la présence du canyon sous-marin (cf. Figure 16) qui dévie les courants dans cette zone ;
- au large de Pamandzi, les courants sont toujours parallèles à la côte. Les valeurs maximales restent globalement faibles, de l'ordre de 0,20 m/s. Mais elles augmentent jusqu'à 0,60 m/s le long de la côte, face à l'extrémité NNW de la piste actuelle ;
- dans la passe en S, le courant atteint là aussi une intensité de 0,60 m/s au flot comme au jusant. Les masses d'eau entrent dans le lagon au flot et en sortent au jusant ;
- au-dessus de la barrière corallienne, les intensités sont là aussi importantes et atteignent 0,60 m/s au jusant. Mais elles sont globalement plus faibles au flot où elles sont plutôt de l'ordre de 0,25 à 0,30 m/s. La direction principale du courant au-dessus de la barrière corallienne est orientée Ouest-Est au jusant permettant aux masses d'eau de sortir du lagon et Est-Ouest au flot ;
- une circulation verticale est présente avec des directions différentes des courants entre le fond et la moyenne, essentiellement durant le jusant du début de l'étale de pleine-mer jusqu'à l'étale de basse-mer. Ces différences de direction sont d'autant plus importantes que les courants sont faibles.

¹ Le **jusant** est un terme maritime qualifiant la période pendant laquelle la marée est descendante. A l'inverse, le flot représente la marée montante.

Un calcul du flux transitant à travers la partie modélisée du lagon a été réalisé. En effet, la connaissance de la dynamique des courants n'est pas suffisante pour déterminer l'impact potentiel du projet aussi bien à l'échelle globale du lagon qu'à l'échelle locale. Le bilan des flux des masses d'eaux qui transite, par ou vers le lagon au cours d'une marée de vive-eau, a donc été calculé à partir des résultats des simulations.

Le volume total échangé est donc de l'ordre de 420 millions de m³. Cette valeur est à rapprocher de la surface du lagon étudiée, incluant la barrière de corail, soit 120 km², et du volume du lagon correspondant depuis le fond jusqu'à la cote zéro NGM, soit 2 400 millions de m³. Ainsi le volume transitant en période de vive-eau représente approximativement 18% du volume du lagon sur ce secteur. Le renouvellement des eaux dans cette partie du lagon est donc supérieur à 5 jours.

Le volume d'eau transitant par la section située au droit du projet représente une contribution relativement modérée, de l'ordre de 10% des échanges globaux. Elle n'est cependant pas négligeable. L'obstruction d'une partie de cette section peut donc avoir un impact local mais aussi à plus grande échelle sur l'ensemble du lagon.

En période de morte-eau, le modèle a permis de montrer que les phénomènes observés sont les mêmes qu'en période de vive-eau, mais avec des intensités de courant atténuées notamment pour les valeurs les plus fortes.

Eté austral

La courantologie en été austral ne diffère pas vraiment de celle en hiver austral, tout au moins, pour la dynamique, c'est-à-dire la direction des courants en fonction des différents moments de la marée. Par contre, les intensités des courants ne sont pas exactement les mêmes :

- les maximum ont lieu dans les mêmes zones, liés à la bathymétrie ;
- les maximum ont aussi lieu au jusant plutôt qu'au flot ;
- les intensités maximales sont moins importantes en période d'été austral qu'en période d'hiver austral.

Le calcul du flux transitant à travers la partie modélisée du lagon a là aussi été réalisé. Les volumes transitant à travers chaque section sont du même ordre de grandeur qu'en hiver austral, le bilan est identique et les conclusions aussi.

Figure 18 : Exemple de fiche résultat du modèle hydrodynamique

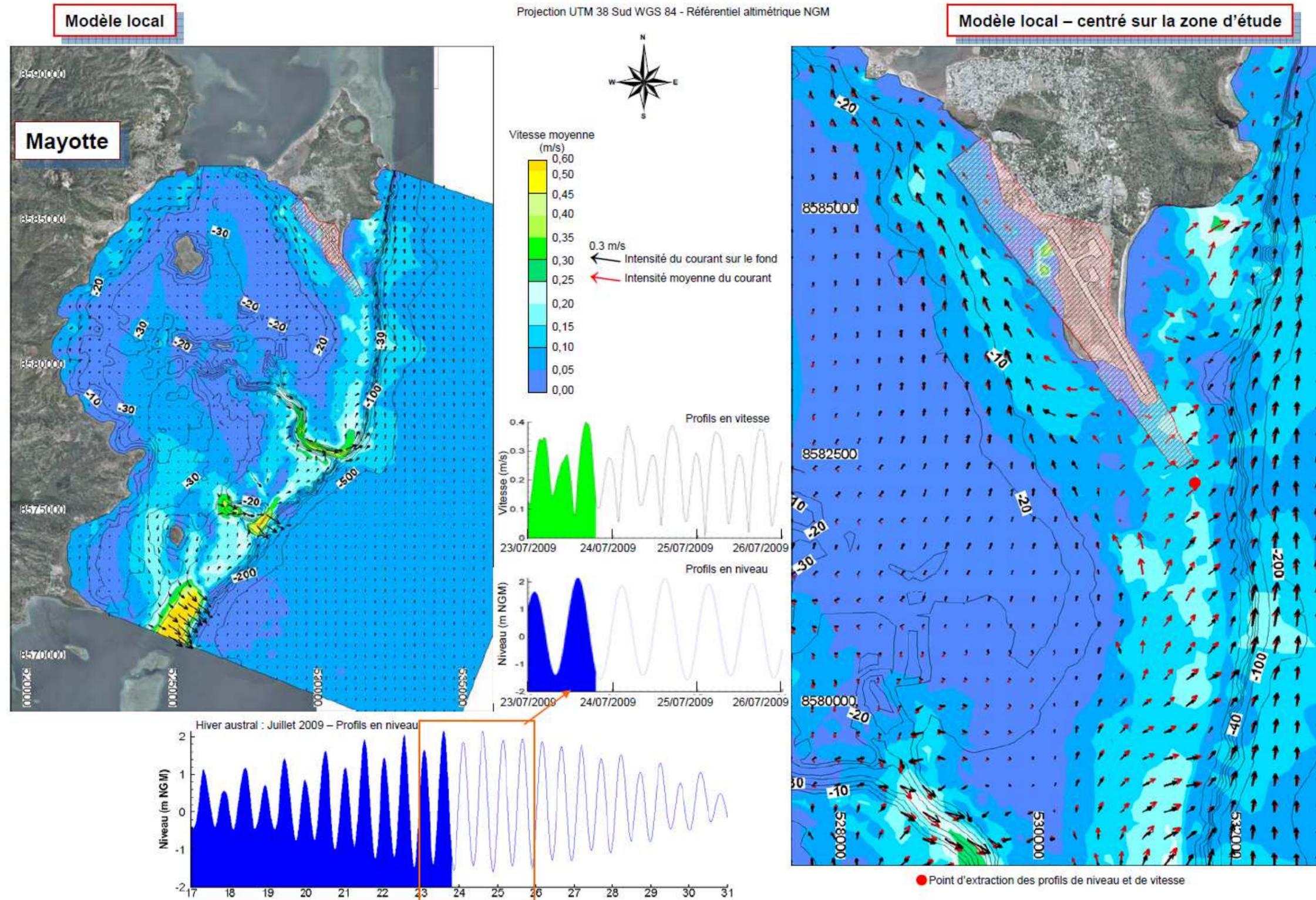


Desserte aérienne de Mayotte - Etude d'environnement dans le cadre du projet de réalisation d'une piste longue adaptée aux vols long courrier - Etude hydraulique maritime

MEEDDM - SNIA

Annexe B - Figure 6

Résultats du modèle hydrodynamique: Hiver austral - le 23/07/2009 à 19:10 - PM+5 - Vive eau



2.3.7 Analyse sédimentaire

Après avoir réalisé l'analyse des différents phénomènes océano-météorologiques, une analyse détaillée de l'équilibre actuel du site de l'aéroport doit être réalisée. Cette partie de l'étude a pour but de comprendre et d'analyser l'évolution du récif corallien suite aux derniers aménagements de la piste actuelle.

Seules des données récentes, postérieures à la construction de la piste actuelle, sont disponibles. Ainsi, l'absence de données antérieures à la construction de la piste actuelle ne permet pas de réaliser des évolutions précises permettant de connaître les mouvements sédimentaires sur le site de l'étude.

Analyse des sédiments sur la zone d'étude

Une campagne de mesures des sédiments sur 14 stations a été réalisée en juillet 2009 par le bureau d'étude PARETO.

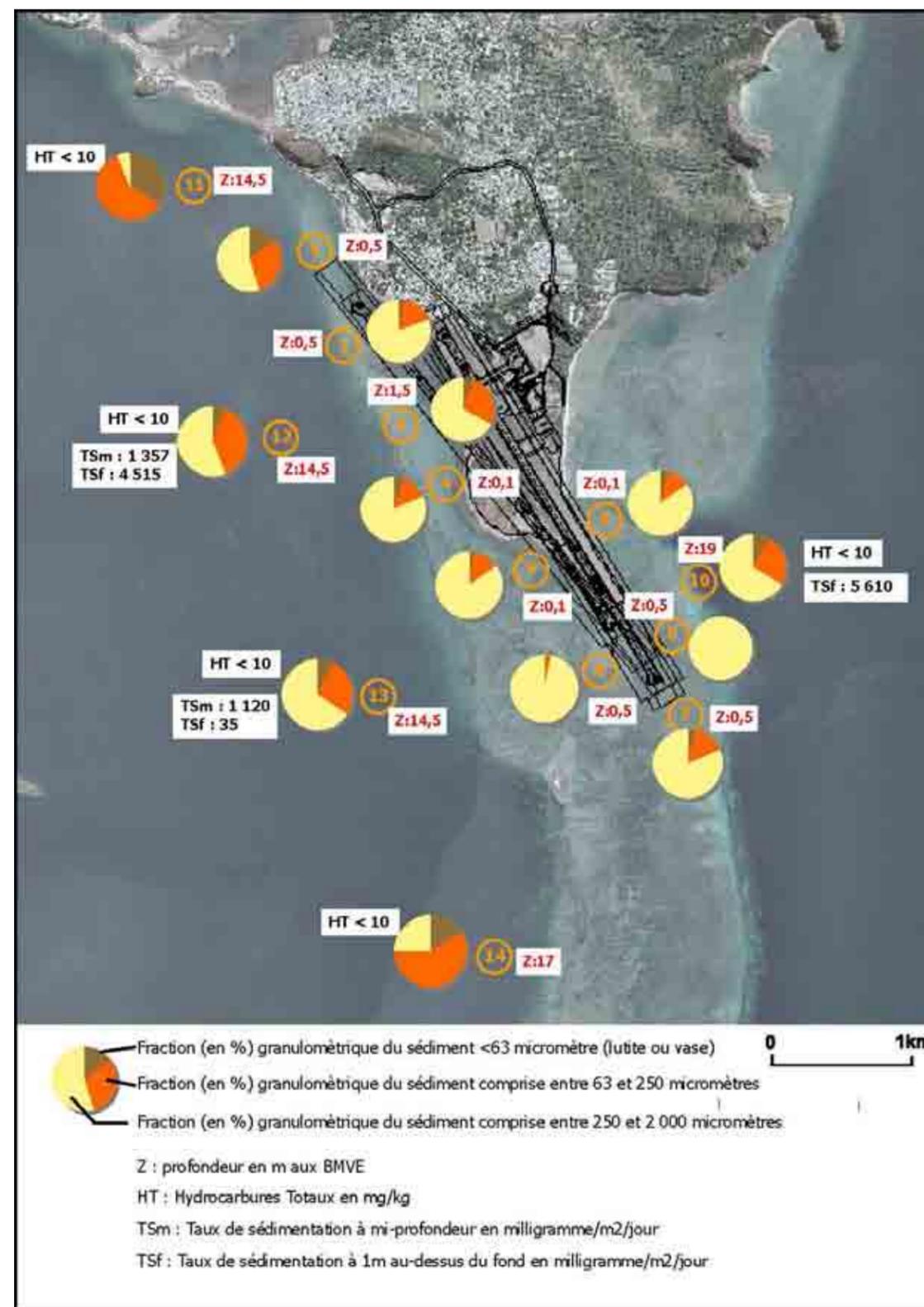
Les teneurs en lutite (ou vase) des sédiments dépendent des apports des bassins versants et du mode hydrodynamique (et donc de la profondeur) remobilisant ou non les dépôts de sédiments. Globalement, les 14 stations peuvent être réparties en 3 groupes :

- les stations de platier ayant une faible teneur en vase (fraction < 63 μm), liées à un remaniement continu du substrat par le clapot (profondeur comprise entre 0,1 et 4 m selon la marée). Concernant ce platier, les stations correspondantes de la présente expertise ont une teneur en vase de 4,5% ;
- des stations de platier (station 1 et 3) à l'hydrodynamisme particulièrement calme qui présentent un taux de vase plus important (entre 5 et 15%) ;
- des stations plus profondes, elles-mêmes réparties en 3 sous groupes :
 - ✓ les stations 12 et 13 avec un taux de vase compris entre 6 et 8%,
 - ✓ les stations 11 et 14 avec un taux de vase compris entre 16 et 34 ;
 - ✓ la station 10 présente une teneur assez élevée (8%) dans un contexte de station de pente externe de récif barrière. En effet, cette station se situe au niveau du décochement récif barrière / récif barrière avec frangeant et au droit de la fausse passe, c'est donc une zone privilégiée de vidange des eaux lagunaires, la brusque augmentation bathymétrique entre le platier et la pente externe favorisant alors le dépôt des fines terrigènes accompagnants les eaux lagunaires. Cette zone sera particulièrement à suivre dans le cadre des travaux (zone de transit privilégiée).

Cette répartition des lutites ne doit pas faire oublier la nature dominante du substrat des différents secteurs :

- la pente interne et le lagon composé d'un substrat sableux à vases sableuses dans la zone d'étude ;
- le platier majoritairement sableux et détritiques (débris coralliens décimétriques). Il peut également être recouvert de sable et de vase au niveau de la DAR du récif frangeant (dépression d'arrière récif). Au niveau du platier externe la dalle sous jacente est apparente, le substrat est alors dur (dalla corallienne) avec des cuvettes sableuses ;
- la pente externe à éperons et sillons présente quant à elle un substrat calcaire dur pour les éperons et des sillons sablo-détritiques (débris coralliens décimétriques).

Figure 19 : Granulométrie des sédiments prélevés et taux de sédimentation (PARETO, 2009)



En synthèse, PARETO (2009) note que les sédiments de platier présentent globalement une granulométrie classique de ces zones (faible hauteur d'eau et remaniement constant du substrat), tandis que les stations à l'intérieur du lagon sont conformes à la répartition observée lors d'études antérieures, avec toutefois un léger envasement de la zone de sable propre. La station de pente externe présente quant à elle un profil particulier (avec un envasement et un taux de sédimentation élevés dans le contexte d'une pente externe de récif barrière), puisque qu'elle se situe dans une zone de transit des eaux lagunaires. Cette station sera donc à suivre tout particulièrement lors de la phase travaux.

Concernant les Matières en Suspension (MES), la zone d'étude présente des teneurs de matière en suspension élevées (moyenne : 3,8 mg/L, écart-type : 3,1 mg/L). Ces teneurs sont largement supérieures aux moyennes réalisées dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (moyenne DCE : 1,9 mg/L). Cette forte MES est due d'une part aux apports terrigène de Petite Terre et de Mamoudzou et d'autre part, pour les stations 1 à 9 à la remise en suspension par le clapot des particules sédimentant au fond (profondeur inférieure à 3 m lors des prélèvements). La forte valeur de MES de la station 10 est due à des panaches de cinérites arrachés à la Vigie et aux dunes littorales (rôle de déflations des vents).

Evolution sédimentaires dans la zone de l'étude

Une analyse qualitative a pu être faite à partir de photographies aériennes.

On note peu, voire pas, d'évolution caractéristique sur les 5 années disponibles. Une accumulation constante de sédiments existe le long de la côte Est de Petite Terre dans la zone de l'étude. La largeur de ce cordon sableux est quasi constante même si elle va en s'affinant vers le Sud à la jonction avec la piste actuelle.

Dans la zone de Petit Moya, on ne note pas non plus d'évolution sédimentologique au cours des 5 dernières années.

Mouvements sédimentaires

Dans la zone côtière, la houle constitue le facteur essentiel des mouvements sédimentaires : lors du déferlement, l'énergie des vagues est dissipée et transformée principalement en turbulence qui remet en mouvements les sédiments qui sont transportés par les courants qu'elle engendre et/ou ceux dus aux marées et aux vents.

Les vents sont générateurs de mers de vents et clapots, de courants et de fluctuations du niveau de la mer (surcotes, décotes) et directement la cause du transport de sable sur la plage (transport éolien).

Parmi les autres facteurs en jeu dans l'érosion littorale on peut citer :

- la réduction des apports terrigènes,
- l'élévation du niveau de la mer.

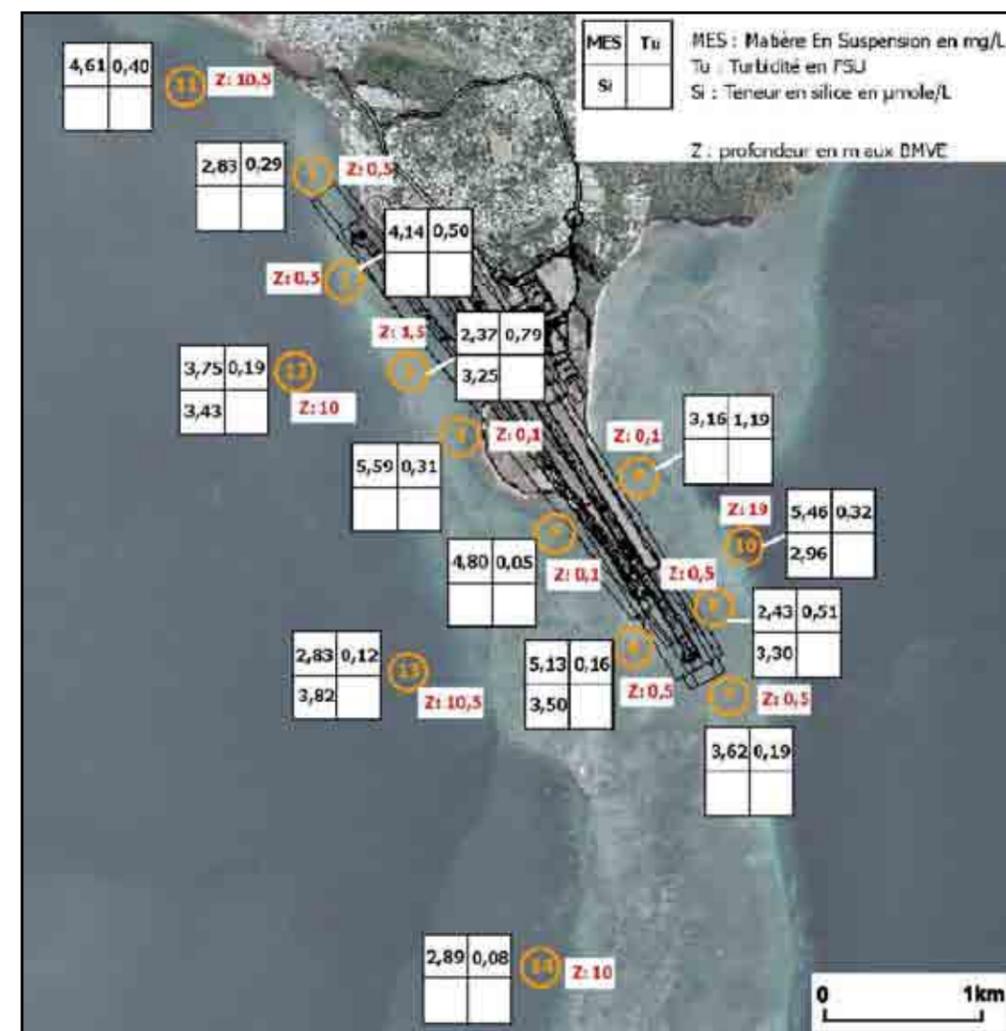
L'évolution des côtes à falaise est plus complexe car les influences continentales s'ajoutent souvent aux actions de la mer. Ainsi, on distingue :

- les reculs du pied de falaise sapé par les vagues,
- les reculs par glissement ou éboulements successifs de falaises instables en raison de leur nature (marneuse ou argileuse) ou de leur structure (pendage vers la mer).

D'après l'analyse sédimentologique réalisée, des sédiments mobilisables existent dans la zone d'étude. Cependant, les vitesses nécessaires à la mise en suspension des sédiments ne peuvent être atteintes que pour certaines houles et seulement quelques heures par jours selon l'importance de la marée.

Devant l'absence de données disponibles, cette partie de l'étude s'est appuyé sur les quelques informations qui ont pu être recueillies. Leur analyse a conduit à noter l'absence de mouvement sédimentaire visible et peu voire pas d'évolution sédimentologique des fonds. Cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de mouvements sédimentaires mais que ce qui peut être amené, peut aussi être repris.

Figure 20 : Données bibliographiques en MES (PARETO, 2009)



2.3.8 Risques sismiques et mouvements de terrain sous-marins

La zone d'étude n'est pas exposée aux risques sismiques ni aux mouvements de terrain sous-marins.

2.3.9 Glissements de terrain sous-marins

Lors d'une campagne récente en mer (2006 ; Audru and al.¹), la structure sous-marine de Mayotte a pu être approchée, laissant entrevoir des indices de glissements sous marins sur les flancs de la partie immergée du volcan, ainsi que des falaises abruptes. Ce paléo volcan est constitué en majorité de roches lourdes qui ont tendance à tasser la croûte océanique. L'île de Mayotte s'enfonce donc peu à peu dans les eaux du lagon : c'est la subsidence dont le taux moyen est estimé à 0,19 mm/an. A terme dans l'échelle géologique des temps, Mayotte sera entièrement immergée et les récifs de coraux qui l'entourent continueront à croître, formant ainsi un atoll.

2.3.10 Ouvrages en place

Une carapace en blocs ACCROPODE™ a été mise en place lors de l'allongement de la piste (SOGREAH, 1992), côté mer sur le talus Est et le Musoir :



¹ Audru J.C., P. Guennoc, I. Thionon, O. Abellard, 2006, "Bathymay : la structure sous-marine de Mayotte révélée par l'imagerie multifaisceaux", C.R. Geoscience, Vol. 338, issue 16, pp. 1240-1249

Des profils type de cette carapace avaient été testés en modèle physique 2D avec des blocs ACCROPODE™ pour vérifier leur bonne tenue aux houles de projet.

Depuis la construction de l'allongement de la piste (1995), trois cyclones sont passés sur Mayotte ou très près de l'île : Astride en 2000 (à proximité), Ernest en 2005 (sur l'île) et Fame en 2008 (100 km au Sud de Mayotte).

Aucun dégât n'a été constaté qui aurait nécessité de remettre en place un ou plusieurs blocs. L'évolution de la carapace dans le temps est donc simplement liée aux mouvements naturels de ce type de protection, à savoir un réarrangement naturel des blocs les uns par rapport aux autres, lié aux houles usuelles.

On peut donc considérer, après 15 ans d'existence, que le dimensionnement réalisé pour cette carapace répond correctement aux sollicitations océano-météorologiques du site.

La zone d'étude est soumise à une surcôte liée à la houle, aux variations atmosphériques et aux phénomènes cycloniques. Pour un phénomène exceptionnel de type cyclonique, la surcôte varie de 0,5 à plus d'un mètre.

Le niveau d'eau sera également influencé par le phénomène du réchauffement climatique. Une augmentation d'environ un mètre est estimée d'ici à 2010.

Concernant le fonctionnement des houles, la modélisation a montré que les houles du large sont de manières générales atténuées par la barrière récifale qui constitue une protection naturelle pour Mayotte. Cette barrière fait déferler la houle qui se recombine après son passage sur les hauts-fonds.

La présence de la piste actuelle diffracte les houles d'Alizés, réduisant l'agitation résiduelle dans la zone située à l'Ouest et jusqu'au Nord-Ouest de la piste, au large de Pamandzi et ne modifie pas de manière sensible l'agitation due aux houles australes.

Dans la zone de Petit Moya, on note une re-concentration des houles australes liée à une modification importante de la bathymétrie au large (canyon sous-marin) et non à la présence de la piste actuelle de l'aéroport.

Concernant l'hydrodynamique locale, le volume transitant en période de vive-eau représente approximativement 18% du volume du lagon sur ce secteur. Le renouvellement des eaux dans cette partie du lagon est donc supérieur à 5 jours.

Le volume d'eau transitant par la section au droit du projet représente une contribution relativement modérée, de l'ordre de 10% des échanges globaux. Elle n'est cependant pas négligeable. L'obstruction d'une partie de cette section peut donc avoir un impact local mais aussi à plus grande échelle sur l'ensemble du lagon.

Au regard des enjeux sédimentologiques, les sédiments de platier présentent globalement une granulométrie classique de ces zones. La station de pente externe présente quant à elle un profil particulier (avec un envasement et un taux de sédimentation élevés dans le contexte d'une pente externe de récif barrière), puisque qu'elle se situe dans une zone de transit des eaux lagunaires. Cette station sera donc à suivre tout particulièrement lors de la phase travaux.

Par ailleurs, l'étude sédimentologique a conclu sur l'absence de mouvement sédimentaire visible et peu voire pas d'évolution sédimentologique des fonds.

2.4 EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES

2.4.1 Contexte réglementaire général

La Directive Cadre européenne (DCE) du 23 octobre 2000 est un texte majeur qui organise la gestion des eaux intérieures de surface, souterraines, de transition et côtières, afin de prévenir et de réduire leur pollution, de promouvoir leur utilisation durable, de protéger leur environnement, d'améliorer l'état des écosystèmes aquatiques et d'atténuer les effets des inondations et des sécheresses.

Elle engage les pays de l'Union Européenne dans un objectif de reconquête de la qualité de l'eau et des milieux aquatiques. Elle fixe comme principaux objectifs pour l'ensemble de la ressource en eau (superficielle, souterraine et côtière), dans chacun de ces districts hydrographiques :

- la limitation de la détérioration de l'état des eaux,
- la participation active des acteurs locaux aux travaux de la directive,
- le respect des objectifs spécifiques dans les zones protégées,
- l'élaboration d'un plan de gestion d'ici 2009, qui fixera notamment les objectifs de « bon état » des eaux à atteindre pour 2015. En France, le plan de gestion consistera en une adaptation des SDAGE (schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux) à cette DCE.

Le « bon état des eaux » n'est pas encore clairement défini, mais pour les eaux superficielles, il s'agira de tenir compte de l'état chimique (jugé à partir des normes actuelles) et écologique (apprécié selon des critères biologiques) des eaux. Pour les eaux souterraines, l'état sera apprécié au regard de l'état chimique et de l'état quantitatif de l'aquifère. Les États s'engagent à réduire les rejets de substances polluantes dites prioritaires (liste de 33 substances annexées à la directive). Une obligation de résultat est attendue en terme de réduction des concentrations de ces substances.

La **loi 2004-338** du 21 avril 2004 transpose en droit français les dispositions de cette directive en complétant la procédure d'élaboration des SDAGE qu'il convient de mettre à jour pour fin 2009. Elle confirme le Comité de bassin dans son rôle de définition des objectifs de la politique de l'eau au niveau du bassin hydrographique.

Le **décret n°2005-475** du 16 mai 2005 précise à l'article 6 les conditions d'actualisation des SDAGE dans le cadre de la procédure de mise en oeuvre de la DCE. En 2009, un « plan de gestion » définira les objectifs à atteindre en 2015 et « un programme de mesure » identifiera les actions nécessaires à leur réalisation. Ainsi, les principes des SDAGE seront mis à jour d'ici 2009.

La circulaire DCE 2005/12 du 28 juillet 2005, établit la démarche à adopter durant la période transitoire de 2005 à 2007 pour définir le bon état des milieux d'eau douce de surface. Cette circulaire a été modifiée par la circulaire du 7 mai 2007 qui fixe :

- les normes de qualité environnementales des 41 substances impliquées dans l'évaluation de l'état chimique
- et au niveau national, les substances considérées comme dangereuses dans l'eau, ainsi que les valeurs-seuil à prendre en compte comme objectifs de réduction et définir son application aux projets routiers.

La Loi sur l'eau de décembre 2006 constitue avant tout la synthèse des nombreux textes antérieurs existant sur ce thème. Elle a pour objet de fournir aux collectivités territoriales et à l'administration, des outils pour reconquérir la qualité des eaux et atteindre les objectifs de « bon état écologique » en 2015, comme fixés par la DCE. Elle cherche à mettre en place une meilleure adéquation entre ressources en eau et besoins dans une perspective de développement durable des activités économiques utilisatrices d'eau. Conformément à la DCE, cette loi offre plus de transparence vis à vis des usagers et favorise leur implication dans la prise de décision.

En application de la loi 2001-616 du 11 juillet 2001, le territoire de Mayotte constitue un bassin hydrographique unique au sens européen.

Le SDAGE 2009 est le premier SDAGE de Mayotte.

2.4.2 Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de Mayotte

Le SDAGE de Mayotte est en cours d'élaboration. Il a été adopté fin 2009, pour une durée d'application de 6 ans (2010-2015). Il s'applique à l'ensemble des milieux aquatiques superficiels (cours d'eau, canaux, plans d'eau, eaux saumâtres et côtières) et souterrains (nappes libres et captives).

Les principales étapes d'élaboration du SDAGE à Mayotte et du programme de mesures

En application de la DCE, les étapes suivantes ont été réalisées sur le district hydrographique de Mayotte :

- L'état des lieux du district hydrographique a été approuvé en Octobre 2007 ;
- L'élaboration de l'avant-projet du SDAGE et du programme de mesures en septembre 2008 ;
- La consultation du public et des partenaires s'est déroulée de décembre 2008 à mi-juin 2009 ;
- Le comité de bassin validera la version projet du SDAGE fin 2009 ;
- L'adoption du projet de SDAGE par le Comité de Bassin est prévue pour fin 2009 ;
- L'approbation du SDAGE révisé par le Préfet est prévue pour fin 2009.

Orientations fondamentales du SDAGE

Le SDAGE, document de planification décentralisé, définit, les orientations fondamentales (OF) d'une gestion équilibrée de la ressource en eau et les aménagements à réaliser pour les atteindre. Expression politique de la volonté de tous les acteurs et gestionnaires de l'eau, les 7 orientations fondamentales applicables à Mayotte sont :

- OF 1. Protéger la santé en protégeant l'eau
- OF 2. Développer la culture de tous dans le domaine de l'eau
- OF 3. Lutter contre les pollutions
- OF 4. Gérer les risques naturels (inondations, ruissellement, érosion, submersion marine)
- OF 5. Conserver, restaurer et entretenir les milieux et la biodiversité
- OF 6. Doter Mayotte d'outils de gestion performants (connaissances, techniques, financiers)
- OF 7. Partager la ressource en eau entre les différents usages

Le législateur a donné au SDAGE une valeur juridique particulière en lien avec les décisions administratives et avec les documents d'aménagement du territoire. Ainsi les programmes et les décisions administratives dans le domaine de l'eau doivent être compatibles ou rendues compatibles avec les dispositions du SDAGE.

Les documents d'urbanisme tels que les Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT), les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU), les cartes communales, les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) et les Schémas Des Carrières (SDC) doivent être compatibles avec les Orientations Fondamentales et avec les objectifs de qualité et de quantité définis dans le SDAGE.

Dans le cas de Mayotte, il n'existe pas à l'heure actuelle de déclinaison sectorielle du SDAGE, via les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

Prescriptions particulières du SDAGE en lien avec la zone d'étude

Le SDAGE fixe les objectifs à atteindre pour chacune des masses d'eau¹ du district à l'horizon 2015.

La vasière des badamiers malgré son intérêt écologique subit la présence de la zone industrielle de Petite Terre. Des micropolluants ont été retrouvés dans le milieu aquatique.

L'ensemble des masses d'eau côtières de ce secteur est impacté par le trafic maritime et portuaire, le secteur industriel en développement. Il est nécessaire de réduire l'ensemble des rejets polluants dans le lagon.

Des concentrations élevées en hydrocarbures ont en effet été mesurées dans les eaux côtières au niveau des 2 masses d'eau marines situées entre Grande Terre et Mamoudzou définissant une mauvaise qualité des eaux. Aussi, le SDAGE préconise d'apporter une attention particulière aux projets d'aménagement portuaire (gare maritime de Petite Terre, projets de sites de maintenance et d'entretien des embarcations de pêche...) qui pourraient aggraver la pollution du milieu marin. L'objectif d'atteinte du bon état de ces 2 masses d'eau est repoussé à 2021.

¹ La masse d'eau est le terme technique introduit par la directive-cadre sur l'eau pour désigner une partie de cours d'eau, de nappes d'eau souterraine ou de plan d'eau. La masse d'eau constitue l'unité de base pour l'évaluation de l'état des écosystèmes aquatiques.

La gestion des eaux pluviales tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif revêt également un caractère prioritaire sur la zone de Pamandzi et Dzaoudzi afin de réduire les apports polluants dans les cours d'eau et au lagon et la mise en sécurité des biens et des personnes (création de zones de rétention, décantation ou infiltration).

A noter une biologie et une physico-chimie naturelle très particulière du lac de Dziani (lac de cratère).

D'importantes opérations d'assainissement et de gestion des eaux pluviales sont prévues (traitement et collecte des eaux usées). En effet, le développement de l'assainissement collectif, la gestion des déchets sont des problématiques qui concernent l'ensemble de Mayotte. Le projet de construction d'une station d'épuration sur Petite Terre (STEP Badamiers) fait partie de ces objectifs d'amélioration de l'assainissement.

Concernant l'Alimentation en Eau Potable, Mayotte souhaite se doter à court terme d'outils réglementaires de protection de l'ensemble de ses captages pour l'eau potable (captages superficiels et forages). L'objectif de protection de 100% des captages de Mayotte est fixé à 2012. D'ici la fin de l'année 2009, l'objectif est de définir les bassins d'alimentation des captages ou forages prioritaires. Sur Petite Terre, la définition du bassin d'alimentation du captage de l'usine de dessalement est considérée comme un enjeu prioritaire.

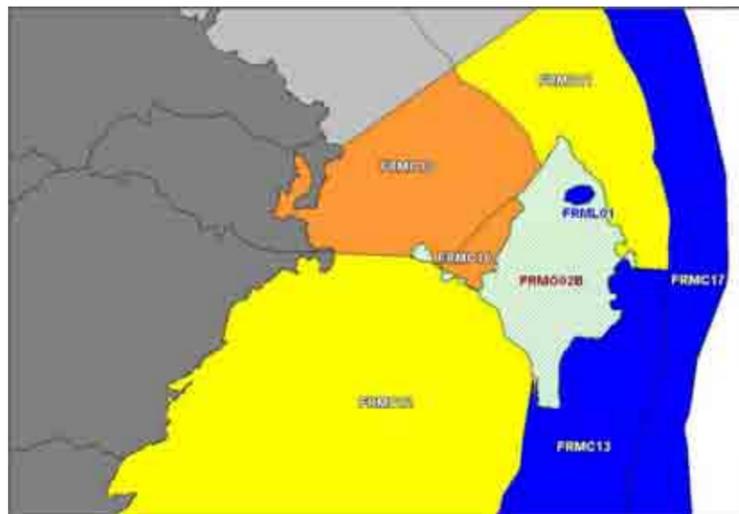
Les objectifs d'état fixés pour l'ensemble des masses d'eau définies à Petite Terre (plan d'eau, eaux côtières et eaux souterraines) sont synthétisés dans le tableau suivant extrait du Pré-programme de mesures (Sogreah, Asconit, Pareto, 2009).

Tableau 7 : tableau extrait du pré-programme de mesures

Nom de la masse d'eau	Code	Type de masse d'eau	Statut	Objectifs d'état visés	Paramètres déclassants
Lac de Dziani	FRML01	Plan d'eau	MEN	BE 2015	
Mamoudzou-Dzaoudzi côtière	FRMC10	Eau côtière	MEN	BE 2021	
Mamoudzou-Dzaoudzi lagonaire	FRMC11	Eau côtière	MEN	BE 2015	
Pamandzi-Ajangoua-Bandrélé côtière	FRMC12	Eau côtière	MEN	BE 2015	
Pamandzi-Ajangoua-Bandrélé lagonaire	FRMC13	Eau côtière	MEN	BE 2015	
Vasière des badamiers	FRMC16	Eau côtière	MEN	BE 2015	
Eaux du large	FRMC17	Eau côtière	MEN	BE 2015	
Petite-Terre (complexe du Nord-Est)	FRMO02B	Eau souterraine	MEN	BE 2015	

Source : Sogreah, Asconit, Pareto, 2009

Figure 21 : SDAGE de Mayotte - Carte extraite du pré-programme de mesures



Source : Sogreah, Asconit, Pareto, 2009

Il est important de souligner qu'à Mayotte, la dégradation de la qualité des milieux aquatiques est en grande majorité due au développement très rapide de l'urbanisation. Ce développement rapide n'a pas été accompagné du niveau d'infrastructures et de services suffisant pour assurer la préservation des milieux (assainissement, déchets, ...).

Le Plan d'Aménagement et Développement Durable (PADD)

Cadre et portée

Le PADD est le document de planification qui remplace le Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire (SRADT). Adopté en décembre 2004, il précise les orientations fondamentales du développement de Mayotte, tant au niveau économique, social qu'environnemental et structurel.

Le PADD dispose d'une valeur juridique forte : son approbation par un décret en Conseil d'Etat lui confère presque la valeur de loi. Les actions futures des services de l'Etat, du conseil général et des communes doivent respecter les principes inscrits dans le PADD.

Lien entre le PADD et le SDAGE

Il n'existe pas de lien réglementaire entre le SDAGE et le PADD. Toutefois, à l'échelle du territoire mahorais, ces deux documents sont en cohérence. Le premier vise en effet le cadrage de la politique générale de l'eau et le second porte les principes d'un développement de l'île dans tous les domaines (économique, social, environnemental).

Le SDAGE décline certaines orientations du PADD dans le domaine de l'eau et de l'environnement. Les orientations du PADD de Mayotte sont particulièrement en cohérence avec le SDAGE sur les points suivants :

- La protection de la santé par la protection de l'eau (OF 1)
- La lutte contre les pollutions (OF3)
- La conservation, la restauration et l'entretien des milieux naturels et la biodiversité (OF5)
- Le partage de la ressource en eau entre les différents usages (OF7).

2.4.3 Fonctionnalité des milieux aquatiques sur Petite Terre

Différents types de milieux aquatiques sont recensés sur Petite Terre, on distingue :

- un seul plan d'eau continental d'origine naturelle : **le lac de Dziani Dzaha** d'une superficie de 17,5 ha.

Le Lac Dziani, lac de cratère situé au Nord de l'île, est la seule étendue d'eau naturelle sur Petite Terre. Ce lac a une superficie de 17,5 ha, pour une profondeur maximale de 5,3 m en fin de saison des pluies. Sa couleur verte provient des micro-organismes chlorophylliens filamenteux qui peuplent ses eaux. C'est un lac à fond plat, typique des cratères explosifs. Il n'y a pas de relation nette entre le lac et l'océan. Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau sont très particulières (eau fortement minéralisée, avec un pH basique entre 9 et 10) et le lac ne constitue pas une ressource en eau potentielle pour Petite Terre.

↳ Lac Dziani (Pareto, 2006)



- les **mangroves** observées dans la vasière littorale des Badamiers, mais également au niveau de la zone aéroportuaire (cf chap 3.2.3).

Ces mangroves constituent un système biologique très productif vis-à-vis de la reproduction et de la protection de la faune marine mais jouent également un rôle important pour la protection du littoral contre l'érosion côtière et la qualité du milieu marin grâce à leurs capacités auto-épuratoires.

Située sur la commune de Dzaoudzi-Labattoir, la vasière des Badamiers est la seule zone humide de Petite Terre. Cette formation lagunaire, à l'interface entre les milieux terrestres et côtiers, joue un rôle de filtre en amont du lagon (réception et rétention des eaux de ruissellement et des sédiments). Elle constitue également un habitat de choix pour de nombreuses espèces d'oiseaux, rares ou menacées (voir chapitre 3.2.1).

- **une seule nappe d'eau souterraine.** D'une façon générale sur l'ensemble de Mayotte, les nappes d'eau souterraines présentent une grande variabilité de leur réserve en eau. De part l'hétérogénéité des formations géologiques de surface et leur forte teneur en argile, les nappes superficielles présentent peu d'intérêt pour l'exploitation. Quant aux nappes plus profondes, des reconnaissances sont nécessaires pour définir plus précisément leurs potentialités.
- un **système récifal** (décrit au chapitre 3.1.3)

A noter l'absence sur Petite Terre de cours d'eau pérennes comme l'indique l'état des lieux du district hydrographique réalisé en 2007. Le réseau hydrographique se limite à quelques ravines (écoulement temporaire, lors des fortes pluies) localisées sur les flancs des reliefs.

L'ensemble de ces milieux aquatiques constitue une composante originale du territoire mahorais qui apporte une contribution importante à la qualité et à la diversité des paysages de l'île et de Petite Terre. Ces milieux, notamment du fait du caractère restreint du territoire aménageable, sont pour une majorité d'entre eux concernés par les activités humaines. Ces milieux qui sont caractérisés par une forte valeur patrimoniale, notamment pour le milieu lagunaire, présentent une forte vulnérabilité du fait de variation quantitative naturellement importante mais également vis-à-vis des pollutions.

2.4.4 La qualité des eaux surface

Sur l'île de Mayotte, les données relatives à la qualité des milieux aquatiques sont extrêmement réduites.

En effet, il n'existe pas, à l'heure actuelle, de réseau de surveillance qualitative des eaux (eaux de surface, eaux souterraines, eaux littorales). Il existe seulement quelques données ponctuelles détenues par la SOGEA, la DAF, et la DASS).

La DASS est responsable du suivi de la qualité des eaux de baignade (eaux littorales).

Eaux superficielles

Petite Terre ne possédant pas de cours d'eau pérenne, il n'existe pas de suivi de la qualité des eaux de surface.

Un suivi de la qualité des cours d'eau (paramètre physico-chimique) sera bientôt mis en place à Mayotte, en 2010, comme précisé dans le préSDAGE et le programme de mesures. Néanmoins, Petite terre ne sera pas concernée.

En Petite Terre, le lac Dziani est la seule masse d'eau superficielle définie dans le cadre de la Directive Cadre Eau (DCE). Le lac Dziani a pu être estimé en Bon Etat lors de l'état des lieux de 2007 du fait de son isolement de toute source de pollution ou de pression.

Concernant la vasière des Badamiers, les rejets directs d'eaux pluviales et d'eaux usées représentent des facteurs réels d'altération de la qualité des eaux et de perturbation du milieu, ce, d'autant plus que la vasière est un milieu confiné¹. Mais il n'existe pas, à l'heure actuelle, de suivi permettant d'évaluer la qualité des eaux de la vasière.

↳ Vasière des Badamiers



¹ ARVAM (1999) *Expertise environnementale du milieu marin lagunaire sur le site de la « Vasière des Badamiers », Ile de Mayotte. Analyse diagnostic d'état initial du milieu aquatique en vue de l'établissement d'un plan de gestion intégré*

Eaux côtières

Suite à l'état des lieux diagnostic du district hydrographique de Mayotte réalisé en 2007, la qualité des 5 masses d'eau côtières et marines entourant Petite Terre a été définie : deux d'entre elles présentent un état moyen, une un état médiocre et les deux dernières un état mauvais.

Cette qualité mauvaise concerne les 2 masses d'eau marines situées entre Grande Terre et Mamoudzou. Des concentrations élevées en hydrocarbures ont été mesurées dans ces eaux. Aussi, le SDAGE préconise d'apporter une attention particulière aux projets d'aménagement portuaire (gare maritime de Petite Terre, projets de sites de maintenance et d'entretien des embarcations de pêche...) qui pourraient aggraver la pollution du milieu marin.

Dans le cadre de la présente étude, des campagnes de mesures de qualité des eaux ont été réalisées en septembre 2009. Les résultats de ces campagnes sont présentés dans la partie 3.1 « Milieux récifal et lagonaire ».

Qualité des eaux de baignade (données DDASS)

La DASS est responsable du contrôle et du suivi de la qualité des eaux de baignade (eaux littorales). Des prélèvements réguliers d'eau de mer sont réalisés chaque année et un bilan est publié, présentant le classement des différents sites de baignades.

En Petite Terre, trois sites de baignade ont été suivis en 2008 : les plages du Faré, des Badamiers et de Moya.

Figure 22 : suivi de la qualité des eaux de baignade en 2008



Les seuils de qualité correspondent aux catégories suivantes :

- **A : pour les eaux de bonne qualité**, lorsque les résultats sont inférieurs aux valeurs guides (90 % des prélèvements respectent les nombres guides pour le paramètre Entérocoque)
- **B : pour les eaux de qualité moyenne**, lorsque les résultats sont supérieurs aux nombres guides mais inférieurs aux nombres impératifs (95 % des prélèvements respectent les nombres impératifs pour les paramètres E. Coli et coliformes totaux)
- **C : pour les eaux momentanément polluées** (entre 5% et 33 % d'échantillons non conformes aux valeurs impératives)
- **D : pour les eaux de mauvaise qualité** (plus de 33% d'échantillons non-conformes aux valeurs impératives).

Tableau 8 : valeurs guides pour la qualité des eaux de baignades

Résultats des analyses de coliformes totaux en UFC¹/100mL

valeur guide =	500
valeur impérative =	10 000
RESULTAT BON	RESULTAT MOYEN
0	500
	10000

Résultats des analyses d'Escherichia coli en UFC/100mL

valeur guide =	100
valeur impérative =	2000
RESULTAT BON	RESULTAT MOYEN
0	100
	2000

Résultats des analyses d'entérocoques intestinaux en UFC/100mL

valeur guide =	100
Pas de valeur impérative	
RESULTAT BON	RESULTAT MOYEN
0	100

Tableau 9 : Bilan de la qualité des eaux de baignade en Petite Terre

Site de baignade	Classement
Badamiers	C
Moya	B
Faré	B

Source : DDASS, 2008²

2.4.5 Les eaux souterraines

Le fonctionnement des aquifères de Mayotte est encore mal connu.

Il existe une nappe d'eau souterraine en Petite Terre notamment au niveau de la zone aéroportuaire. En revanche, elle est de qualité insuffisante pour pouvoir être utilisée pour l'alimentation en eau potable. Des mesures effectuées au niveau du piézomètre du gymnase de Dzaoudzi-Labattoir révèlent un aquifère de petite taille et une qualité des eaux souterraines relativement médiocre (intrusions d'eaux saumâtres responsables de fortes teneurs en chlorures et sulfates) (BRGM, 2009)³.

Des relevés de niveau sont effectués régulièrement, au niveau de 15 piézomètres répartis sur l'ensemble de la zone aéroportuaire.

Le BRGM effectue aussi des relevés piézométriques sur les deux communes : trois piézomètres en bordure de la zone aéroportuaire et un quatrième au niveau du gymnase de Labattoir. Ce dernier, qui atteint une profondeur de 60 m, fera partie du réseau de surveillance piézométrique qui sera prochainement mis en place (2010), dans le cadre de la mise en œuvre du SDAGE, pour le suivi des 6 masses d'eau souterraines de Mayotte.

Tous les piézomètres sont localisés sur la carte géologique.

Les 15 piézomètres situés sur la zone d'étude disposent de relevés manuels entre le 18 novembre 2008 et le 30 juillet 2009⁴.

Les chroniques piézométriques sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10 : Chroniques piézométriques en NGF au droit de l'aéroport

DATE	PZ1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ5	PZ6	PZ7	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	PZ12	PZ13	PZ14	PZ15
18/11/2008	1,11	3,7	3,21	-0,59	-0,72	4,92		4,09		-0,54	-0,46	-3,21			
14/01/2009	1,85	3,47	3,41	-0,18	-0,43	5,12	0,17	4,22		-0,4	-0,18	-2,96			
17/02/2009	1,36	3,03	3,04	-1,22	-0,96	4,58				-0,75	-0,62	-3,28			
27/02/2009	1,34	2,99	3,02	-0,99	-1,05	4,27				-0,95	-0,67				
11/03/2009	1,38	3,05	3,16	-0,9	-0,88	4,34				-0,88	-0,56				
25/05/2009	0,95	2,63	3,35	-1,43		3,8				-1,3	-1,07				
30/07/2009	1,08	2,75	2,72	-1,49	-1,28	4,28				-1,1	-0,95				

Source : Aviation Civile

³ BRGM (2009) programme de surveillance des eaux souterraines de Mayotte. Campagne 2008/2009, piézomètre 12308X0086/PZ4 (Gymnase de Dzoudzi-Labattoir)

⁴ Données communiquées par l'Aviation Civile.

¹ UFC : Unité Formant Colonie (Unité Fécale)

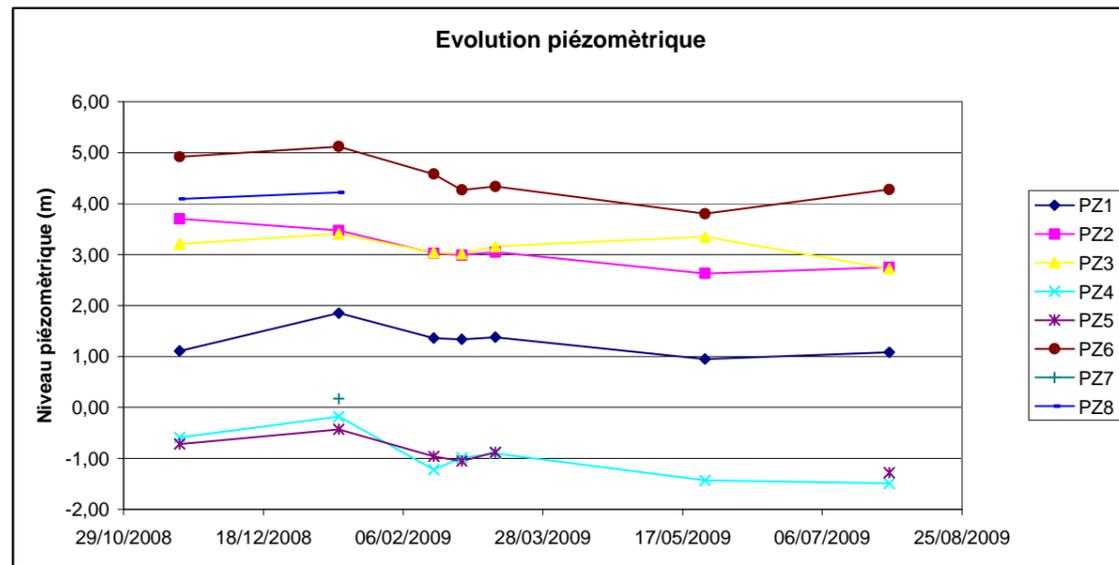
² DASS (2008) Bilan de la qualité des eaux de baignade en mer, à Mayotte

Les points 13, 14 et 15 ne présentent aucune valeur, les ouvrages n'ayant pas une profondeur suffisante pour atteindre la nappe.

Les points 4, 5, 10 et 11 présentent toujours des niveaux piézométriques en-dessous du niveau de la mer. Ces valeurs peuvent s'expliquer par la méthode d'acquisition de l'altitude des ouvrages. En effet, en l'absence d'information de nivellement, l'altitude des piézomètres a été estimée à partir des données IGN (BD Alti (50 m)).

Les évolutions des niveaux piézométriques sont présentées sur le graphique ci-dessous :

Figure 23 : Evolution piézométrique (en NGF)



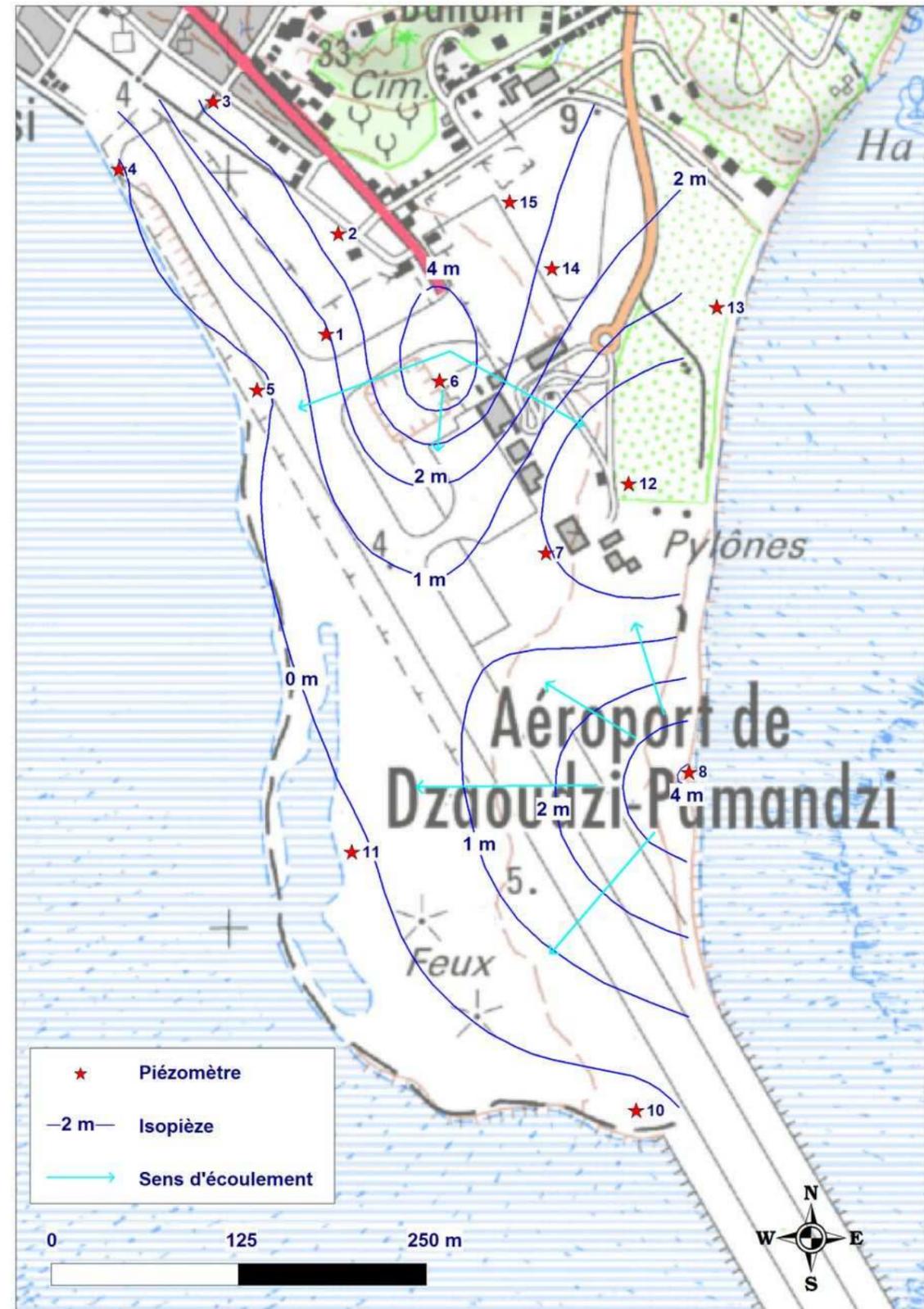
Globalement, l'amplitude des variations piézométriques est d'environ 1m.

Les niveaux piézométriques atteignent un maximum en Janvier puis les niveaux diminuent jusqu'en Mai-Juin où le niveau de la nappe est le plus bas.

Au vu des données disponibles, l'esquisse piézométrique du 14 janvier 2009 a été réalisée à partir du logiciel SURFER (méthode de Kriging).

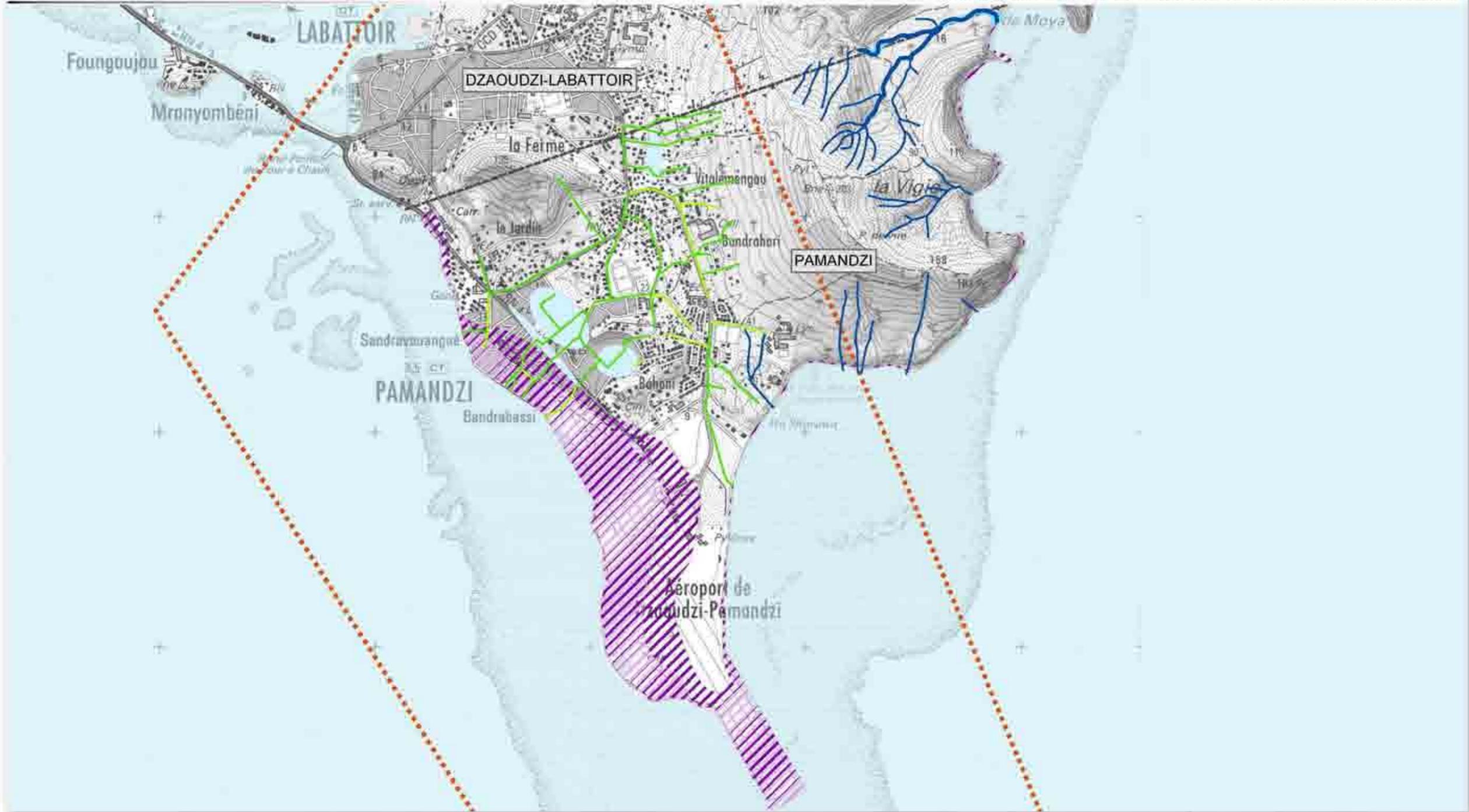
La carte piézométrique est présentée sur la carte ci-contre :

Figure 24 : Carte piézométrique du 14/01/2009



RISQUE NATUREL - Aléa inondation

DESSERTE AÉRIENNE DE MAYOTTE - ETUDE D'ENVIRONNEMENT DANS LE CADRE DU PROJET DE RÉALISATION D'UNE PISTE LONGUE ADAPTEE AUX VOLS LONG COURRIER

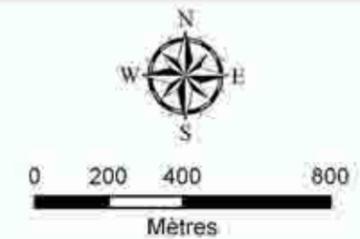


Nature et niveau de l'aléa inondation

- Débordement de cours d'eau, Fort
- Débordement de cours d'eau, Moyen
- Ruissellement urbain, Fort

- Ruissellement urbain, Moyen
- Submersion cyclonique, Fort
- Submersion cyclonique, Moyen
- Zones de stagnation, Faible

- Limite communale
- zone d'étude



Sources : IGN SCAN 25, BRGM, CETE, Ascorig 2009

2.4.6 Le risque d'inondation

L'ensemble des aléas naturels (érosion, inondation, aléa cyclonique, sismique, glissements de terrain) est présenté dans un atlas, l'*Atlas des aléas Naturels à Mayotte*, élaboré par le BRGM entre 2004 et 2006.

Les PPR (Plans de Prévention des Risques) sont applicables sur le territoire de Mayotte. **Actuellement, seules les cartes d'aléas sont disponibles. Le règlement n'est pas encore établi.**

Les PPR délimitent les zones exposées et définissent les secteurs inconstructibles ou constructibles à certaines conditions. Ils imposent certaines règles ou modes de constructions (règles para cycloniques, règles de protection contre les inondations...), imposent des études pour réduire le risque.

Le risque d'inondation est présent sur tout le territoire de Mayotte. Il peut prendre plusieurs formes :

- **Inondation par ruissellement urbain** liée à la forte imperméabilisation des sols et au dysfonctionnement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales ;
- **Inondation rapide** par débordement des cours d'eau. Ce phénomène résulte de la concentration rapide des eaux de pluie sur de petits bassins versants pentus qui s'accompagne d'érosion et de transport important de matériaux ;
- **Inondation lente** par stagnation d'eaux pluviales sur les zones basses littorales et de dépression topographique. Ce phénomène peut être accentué par une capacité insuffisante d'infiltration et d'évacuation des eaux de ruissellement ;
- **Submersion marine** : le littoral peut être submergé lors de phénomènes cycloniques (surcôte et houle cyclonique).

Le risque de submersion marine est présenté dans la partie relative dans la partie relative aux cyclones.

D'après une étude récente (janvier 2009), réalisée par le BRGM, dans le cadre du projet de Plan de Prévention des Risques (PPR) pour la commune de Pamandzi, les quartiers de Pamandzi situés en bord de mer, juste au Nord de la piste actuelle, sont exposés à un aléa fort d'inondation par ruissellement urbain. En effet, Pamandzi s'est construite dans une cuvette et reçoit les eaux de ruissellement des reliefs qui s'écoulent ensuite vers le lagon. De plus, l'extension de l'habitat en direction des pentes ne s'est pas ou peu accompagnée d'extension du réseau pluvial, augmentant ainsi les risques d'inondation dans les anciens quartiers situés en contrebas.

2.4.7 Fonctionnement hydraulique et aspects quantitatifs

Un diagnostic hydraulique des réseaux présents sur le site de l'aéroport a été réalisé dans le cadre des études d'environnement. Dans le cadre de ce diagnostic des modalisations ont été réalisées par Sogreah, prenant en compte différents événements pluvieux (événements définis en fonction de la périodicité à laquelle ils sont susceptibles de survenir, ou « période de retour »), et différentes conditions marines (marées, surcotes liées aux vagues et aux cyclones).

Présentation du réseau pluvial concerné par l'aéroport

Six entités hydrologiques, ou « bassins versants »¹ sont concernées par l'aéroport actuel. Notés A, B, C, D, E et F (voir ci-contre), ils correspondent chacun à un exutoire, dirigé vers le milieu récepteur, le lagon.

Le diagnostic montre que ce réseau est plus ou moins bien dimensionné et peut rencontrer des défaillances. C'est-à-dire générer des inondations, des stagnations d'eau, de boues et de déchets.

Les principales défaillances concernent les bassins versants suivants :

Partie Sud-Ouest de la zone urbanisée de Pamandzi (bassin versant D)

Les eaux pluviales provenant des quartiers de Pamandzi situés en amont de la route RN4 sont sensées être acheminées vers l'exutoire de ce bassin versant. Mais le réseau qui longe la RN4 est sous-dimensionné et les écoulements ont lieu en surface, c'est-à-dire sur la voirie lors des épisodes pluvieux importants. Les eaux sont alors acheminées directement vers le lagon.

Lors des pluies importantes, de nombreux déchets, véhiculés par le réseau communal, viennent obstruer la grille, au niveau de la raquette de retournement Nord de la piste, jusqu'à rupture de cette dernière et entraînant un étalement des déchets à l'extrémité de la piste.

Ce même secteur connaît aussi un problème d'étalement et de stagnation des eaux pluviales, du fait des capacités d'écoulements insuffisantes de l'exutoire (débits à évacuer et influence des marées). Les eaux pluviales inondent par conséquent la piste lors des pluies importantes. D'une façon générale, l'exutoire du bassin versant D devient limitant pour des pluies de période de retour de 2 ans.

La mise en place d'un dispositif de piégeage des déchets au débouché du réseau pluvial en amont de la raquette de retournement Nord, permettrait d'éviter les ruptures de grilles.

Taxiways, aires de stationnement de l'aviation commerciale et militaire, parc de matériel de la piste, toitures des bâtiments de l'aéroport, espaces enherbés situés entre la piste et ces bâtiments (bassin versant E)

Le principal point noir est le busage situé sous la voie d'accès SSI (Système de Sécurité Incendie) qui est saturé dès période de retour de 2 ans. Cette défaillance peut générer des débordements importants avec surverse sur cette voie mais également sur la piste.

Ce bassin versant intègre le bassin de rétention de l'aéroport. Ce bassin de rétention enherbé, muni d'un séparateur d'hydrocarbures, fonctionne par un phénomène d'infiltration lors des faibles pluies et via un système de surverse avec une évacuation des eaux en direction du lagon lors des épisodes pluvieux plus importants. Le volume maximum de stockage avant surverse est de 8300 m³.

Le paramètre le plus discriminant concernant le fonctionnement de ce bassin est son niveau de remplissage au démarrage de la pluie. Lorsqu'il est rempli à moitié, il est défaillant pour une pluie de période de retour de 5 ans, lorsqu'il est plein, il est saturé dès une pluie de retour de 2 ans. Cet ouvrage ne fournit donc pas le niveau de protection attendu qui est une absence de surverse sur la chaussée aéronautique pour une pluie de période de retour de 20 ans.

La mise en place d'une alarme de remplissage du séparateur à hydrocarbures couplée à un suivi régulier permettrait d'éviter les risques de surverse.

Extrémité Sud de la zone urbaine de Pamandzi, englobant le dépôt Total situé à l'Ouest de la RN4 (bassin versant F)

Une stagnation d'eau s'établit sur la chaussée au droit du carrefour devant le site de stockage d'hydrocarbure. Des travaux ont été entrepris via la réalisation d'un bassin d'infiltration, mais celui-ci est de dimensions largement insuffisantes en cas de forte pluie. La période de retour de défaillance du bassin varie entre 2 et 10 ans, selon le taux de remplissage initial du bassin et le niveau de la marée. En cas de défaillance, il y a surverse sur la piste.

En aval de la route RN4, les eaux pluviales pénètrent sur la zone aéroportuaire et s'accumulent dans une zone en cuvette, en amont de la piste. Cette zone de concentration des eaux pluviales a une capacité de stockage de 4000 m³. En l'absence d'exutoire vers le lagon, elle joue le rôle de bassin d'infiltration. En revanche, il y a risque de surverse sur la piste pour une pluie de période de retour de 2 ans et la piste peut être recouverte d'une lame d'eau de 5-10 cm pour une pluie décennale.

Pour éviter les problèmes de surverse sur la piste, des aménagements lourds sont nécessaires, comme la création de bassins de rétention et de nouveaux exutoires sous la piste.

Voiries et parkings de véhicules desservant les aérogares et le grand délaissé à l'Est de l'aire de stationnement des avions (bassin versant B)

Le diagnostic relève un sous dimensionnement du réseau sur la branche amont enterrée (eaux de ruissellement du grand délaissé). Ce sous dimensionnement peut générer des débordements dès la période de retour 2 ans, et entraîner l'inondation de l'aérogare d'arrivée et potentiellement une accumulation temporaire d'eau pluviale devant l'aérogare de départ.

Pour les périodes de retour de 5 ans et plus, les eaux ruissellent en direction de l'aérogare de départ et sur les voiries qui jouxtent.

Les eaux de pluies sont rejetées dans le lagon via des fossés de 3 m de hauteur par 4 m de largeur. Les exutoires des trois fossés donnent tous sur la plage de l'aéroport.

↳ Fossé d'évacuation des eaux pluviales vers la plage de l'aéroport



Prise en compte du risque de pollution

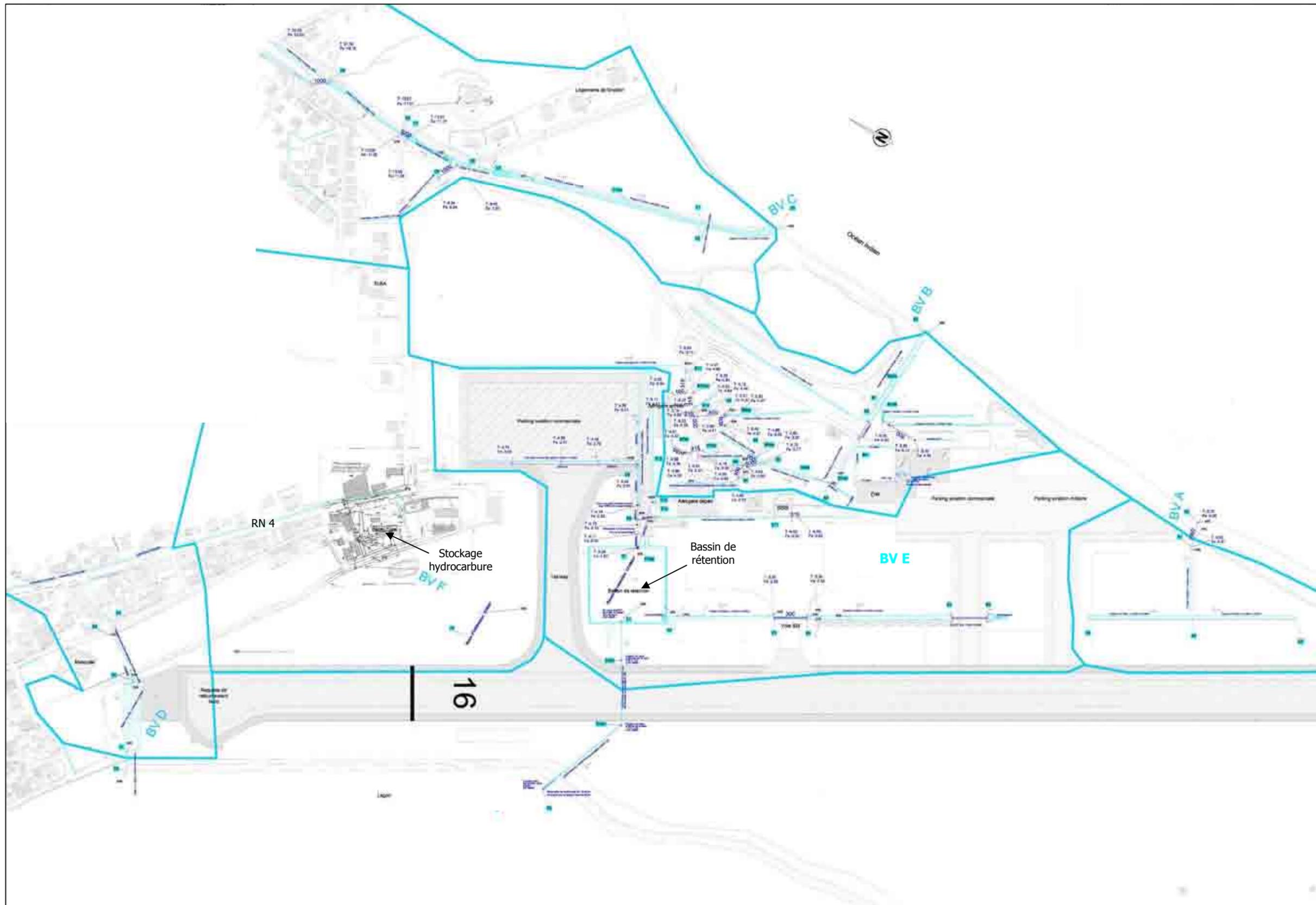
Les pollutions susceptibles de se mêler aux eaux pluviales sont de nature diverses, selon les bassins versants :

- Apports terrigènes (érosion des terrains)
- Déchets (zones urbaines)
- Eaux usées : à Mayotte, de nombreuses habitations n'ont pas de système d'assainissement et les eaux usées sont présentes en quantité importante dans les réseaux pluviaux (zones urbaines)
- Hydrocarbures, gommes des pneus déposées sur la piste à l'atterrissage (aires de manœuvre des avions et véhicules de service)

La problématique des déchets charriés par le réseau pluvial est très présente et rendue évidente par les difficultés d'exploitation qu'elle entraîne sur la zone aéroportuaire (mise en charge puis rupture des grilles anti intrusion, étalement des déchets et des boues à l'extrémité Nord de la piste).

En l'absence de mesures spécifiques sur la zone aéroportuaire, et sur les zones urbanisées, il est difficile de quantifier l'importance des pollutions chroniques rejetées dans le milieu récepteur (lagon). En revanche, le diagnostic décrit les modalités de prise en compte du risque de pollution, au niveau du réseau pluvial.

Figure 26 : présentation des bassins versants « eau pluviale » (Sogreah, 2009)



Bassins versants urbains et zone de vie de l'aéroport

Les dispositifs actuels visant à limiter les rejets de polluants vers le lagon se limitent à des dégrilleurs, qui piègent une partie des déchets flottants.

Aire de stationnement de l'aviation commerciale

Le réseau de collecte des eaux pluviales de l'aire de stationnement de l'aviation commerciale transite via un séparateur à hydrocarbures qui permet le traitement des pollutions chroniques et accidentelles.

Ce séparateur, muni d'un by-pass (ou circuit d'évitement), présente un débit de 150 litres par seconde. Pour un débit inférieur à 150 l/s, la totalité des eaux provenant de l'aire de stationnement de l'aviation commerciale sont traitées. Lorsque le débit est supérieur, une partie du débit est automatiquement dérivée, elle n'est donc pas traitée. Des débordements sont alors possibles, en amont du séparateur.

Ce dispositif en place est, sur le plan du traitement de la pollution chronique, adapté au type de pollution à traiter et à la superficie raccordée. Il ne permet cependant pas un traitement de la totalité des effluents que pour les pluies courantes (pluies de période de retour d'un mois environ). Le fonctionnement hydraulique du dispositif reste satisfaisant (mais le traitement partiel) jusqu'à l'occurrence biennale. Au delà d'une période de retour de deux ans, les débordements du réseau en amont du séparateur sont possibles.

Pour lutter contre les pollutions accidentelles, comme un déversement d'hydrocarbures sur l'aire de stationnement, le séparateur est muni d'un obturateur automatique, permettant d'isoler le dispositif de traitement lorsque sa capacité de stockage des liquides légers est atteinte. Les eaux transitent alors par le by-pass.

En conclusion, le dispositif en place fournit, sous réserve d'un entretien adapté, une protection passive satisfaisante contre les déversements accidentels les plus courants (quelques litres à quelques dizaines de litres). En cas de déversement très important (plusieurs mètres cube) la capacité d'interception peut être augmentée, sur intervention humaine.

Aires de manœuvre et taxiways

Les eaux pluviales issues de la piste rejoignent le lagon par écoulement gravitaire, depuis la surface des terrains enherbés qui bordent la piste. Aucun élément spécifique contre la pollution chronique, ni dispositif d'interception de pollution accidentelle n'existe actuellement.

En ce qui concerne le taxiway, les eaux pluviales s'écoulent en partie vers la cuvette enherbée située au Nord (évacuation par infiltration) et pour le reste vers le bassin de rétention avant rejet au lagon. Ces eaux ne subissent donc pas de traitement qualitatif spécifique (hormis la décantation des matières en suspension dans le bassin de rétention), et il n'existe pas de dispositif spécifique permettant le confinement des eaux en cas de pollution accidentelle.

Parc de matériel de piste

Les eaux issues de cette zone transitent uniquement par le bassin de rétention. Excepté l'effet décanteur de cet ouvrage, les eaux ne subissent donc pas de traitement qualitatif, et il n'est pas prévu de dispositif permettant le confinement des eaux en cas de pollution accidentelle.

A noter que ce bassin fait l'objet d'un traitement anti-moustique régulier assuré par les agents de la DASS (Direction des Affaires Sanitaires et Sociales) de Mayotte afin d'éviter les proliférations des larves et ainsi limiter certaines maladies vectorielles telles le paludisme.

Le réseau pluvial de Pamandzi

Trois des principales branches du réseau traversent la zone aéroportuaire pour rejoindre le lagon abouti: elles correspondent aux bassins versants C, D et F, décrits précédemment. Les autres branches du réseau traversent la ville de Pamandzi selon un axe Nord-Est/Sud-Ouest et débouchent dans le lagon en 5 exutoires distincts. La majeure partie des branches principales du réseau est de type caniveau couvert par une dalle ou une grille.

Coulées de boues

Pamandzi (et Labattoir) présente des bassins versants péri-urbains étendus et fortement pentus en particulier le versant de la Vigie et la colline de Labattoir. Ces bassins versants sont drainés par des ravines secondaires, plus ou moins marquées et les eaux pluviales ont tendance à s'écouler de façon désordonnée dans les zones d'habitat récent, se chargeant de boue sur les parcelles de terre battue et finissant dans les branches terminales des réseaux, qui débordent. Les coulées de boues ruissellent ensuite sur la chaussée, occasionnant des coupures de voiries et des dépôts boueux importants.

Insalubrité

Une autre problématique de taille est l'insalubrité du réseau pluvial, liée à la présence d'eaux usées domestiques et de détritiques.

Le premier point s'explique par l'absence de réseau de collecte des eaux usées dans certains quartiers. Les eaux usées des habitations qui ne disposent pas d'assainissement autonome sont ainsi rejetées directement dans le réseau pluvial. L'ensemble s'écoule dans des caniveaux ou des rivières le long desquels des captages « sauvages » sont effectués par une partie de la population. En résulte une importante pollution microbiologique des eaux de Mayotte, qui, conjuguée à de mauvaises pratiques d'hygiène, favorise le péril fécal¹.

D'une façon générale, le réseau d'eau pluviale de Pamandzi est sous-dimensionné.

Outre la prolifération bactérienne, le sous-dimensionnement du réseau d'eau pluviale, peut générer des stagnations d'eau et ainsi favoriser la prolifération des larves de moustiques. Les moustiques vecteurs de maladies comme la dengue, le chikungunya, ou le paludisme sont présents à Mayotte, d'où la mise en place d'une surveillance sanitaire de l'environnement et d'une lutte vectorielle réalisée par les agents de la DASS (traitements anti-larvaire et démoustication).

Il n'y a pas de cours d'eau pérenne sur Petite Terre et il n'existe pas de suivi de la qualité des eaux de surface. Une nappe souterraine a été identifiée mais elle n'est pas exploitable pour la production d'eau potable. Elle fait malgré tout l'objet d'un suivi, notamment au niveau de l'aéroport (piézomètres), pour s'assurer qu'il n'y a pas de risque de pollution.

Le réseau pluvial de Pamandzi est globalement sous dimensionné et les phénomènes d'inondation par ruissellement des eaux sont fréquents. L'eau de pluie, à laquelle se mêle aussi une partie des eaux usées et les boues provenant des reliefs ruisselle directement dans le lagon. Elle peut également déborder au niveau de la zone aéroportuaire.

L'amélioration de l'assainissement fait partie des priorités mises en avant dans le PADD. La mise en place d'un réseau d'assainissement collectif et d'une station d'épuration sur Petite Terre font partie de ces priorités.

¹ Maladies infectieuses dues à des agents pathogènes déposés dans le milieu extérieur par les excréments

2.5 SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LE MILIEU PHYSIQUE

Cette synthèse a pour objectif de mettre en évidence les enjeux liés au milieu physique les plus déterminants rencontrés au sein de la zone d'étude.

Une grille thématique des enjeux intrinsèques, présentée dans la partie de synthèse générale, a été élaborée à partir d'avis d'experts. Elle se base, pour chaque thématique abordée, sur une quantification systématique des enjeux selon quatre niveaux : enjeux faible, moyen, fort et très fort.

Cette quantification des enjeux, qui prend en compte l'organisation et la vie du territoire, se base également sur les potentiels d'insertion d'une nouvelle piste dans l'environnement affecté par le projet. En fonction des spécificités du contexte local la qualification des enjeux pourra être adaptée à partir de la grille de hiérarchisation systématique.

Tableau 11 : Tableau de synthèse des enjeux sur le milieu physique

Domaine	Enjeux	Faible	Moyen	Fort	Très fort
MILIEU PHYSIQUE					
	Topographie				Collines de Labattoir et du Four à Chaux dans l'axe de la piste → <u>Contrainte technique</u> Assure une protection climatique pour la commune de Labattoir (protection contre les vents en hiver austral) → <u>Valeur d'usage</u>
	Géologie		Zone de glissement de terrain dans la partie urbanisée de Pamandzi → <u>Valeur réglementaire</u>	Présence d'une carrière sur Petite Terre, au niveau de la colline de Labattoir, gisement potentiellement utilisable pour le remblai de la piste → <u>Contrainte technique</u> Zone de glissement de terrain : plage à l'est de l'aéroport, la Vigie et colline de Labattoir → <u>Valeur réglementaire</u>	
	Phénomènes maritimes		Zone de submersion cyclonique (aléa moyen) dans le centre ville de Pamandzi, des installations aéroportuaires (aérogares, etc...) → <u>Valeur réglementaire</u>	Zone de submersion cyclonique (aléa fort) : piste actuelle, quartier en façade maritime de Pamandzi → <u>Valeur réglementaire</u>	
	Hydrologie	Il n'y a pas de cours d'eau pérennes sur Petite Terre, uniquement des ravines qui se remplissent lors des fortes pluies → <u>Valeur réglementaire</u>			Réseau d'eau pluviale sous dimensionné au niveau de Pamandzi : risques d'inondation par ruissellement urbain dans les parties basses de Pamandzi (littoral) → <u>Valeur réglementaire / usage</u>
	Hydrogéologie – Eau potable	Une seule nappe, qui ne peut être utilisée pour l'AEP → <u>Valeur d'usage</u>		Usine de dessalement : la piste actuelle se situe dans l'aire d'alimentation de la prise d'eau en mer → <u>Valeur d'usage</u> (aucun périmètre de protection de captage)	

