



Desserte aérienne de Mayotte

Réalisation d'une piste longue adaptée aux vols long-courriers

Dossier d'Avant-Projet Phase 1 (AVP1)

Février 2011



Adresse : ADPi Architectes et Ingénieurs
Orly Zone Sud
91204 ATHIS MONS CEDEX
France
Tél : + 33 1 49 75 12 30
Fax : + 33 1 49 75 12 40
Site web : www.adp-i.com

REVISION	DESCRIPTION	APPROUVE PAR	DATE
-	-	-	-
E	Observations SNIA		17 MAI 2011
D	Observations SNIA		08 FÉV 2011
C	Observations SNIA		24 JAN 2011
B	-		19 NOV 2010
A	-		09 NOV 2010

	NAME	POSITION	SIGNATURE	DATE
Prepared by	Anton Kitanov-Doutreleau Osanne Paireau	ADPi Sogreah		08 FÉV 2011
Checked by	Emmanuel Helme-Guizon Osanne Paireau	ADPi Sogreah		08 FÉV 2011
Approved by	Emmanuel Helme-Guizon	ADPi		08 FÉV 2011

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4	5.2 Enjeux sanitaires.....	34
ÉTUDES FOURNIES PAR LE MAÎTRE D'OUVRAGE	5	5.3 Enjeux techniques	34
CHAPITRE 1 - OBJET DE L'OPÉRATION	6	5.3.1 Approvisionnement en matériaux.....	34
1.1 Principaux enjeux	6	5.3.2 Phasage des travaux.....	34
1.2 Études antérieures.....	6	CHAPITRE 6 - ESTIMATION DU COÛT DES TRAVAUX	35
1.3 Historique de l'avant-projet phase 1 (AVP1)	7	CHAPITRE 7 - ANALYSE COMPARATIVE DES VARIANTES (EN COURS DE CONSTRUCTION PAR ADPI/SOGREAH, ASCONIT ET LE SNIA).....	39
CHAPITRE 2 - ANALYSE DU BESOIN.....	10	ANNEXE 1 - DESCRIPTIF DE LA PROPOSITION D'OPTIMISATION DES VOLUMES DE REMBLAI (NON RETENUE AU STADE AVP1).....	40
2.1 Analyse de l'existant.....	10	ANNEXE 2 - NOTE DESCRIPTIVE DE L'ESTIMATION AVP1	41
2.2 Définition du besoin d'allongement de la piste actuelle (Variante 1 phase 1).....	11	ANNEXE 3 - LISTE DES PIÈCES DU DOSSIER.....	46
2.3 Définition du besoin pour la piste convergente (Variante 1 phase 2 et Variante 2).....	12	ANNEXE 4 - SIGLES, ABRÉVIATIONS ET DÉFINITIONS	47
2.4 Hypothèses générales	12		
2.5 Conditions maritimes du site.....	14		
2.5.1 Bathymétrie	14		
2.5.2 Niveaux d'eau (marée)	15		
2.5.3 Conditions de houle.....	15		
2.5.4 Niveaux d'eau extrêmes	15		
2.6 Fonctionnement actuel des réseaux d'évacuation des eaux pluviales.....	16		
2.6.1 État des lieux du réseau	16		
2.6.2 Diagnostic hydraulique	18		
CHAPITRE 4 - DESCRIPTION TECHNIQUE DES SOLUTIONS ÉTUDIÉES	20		
4.1 Variante 1 – Phase 1	20		
4.2 Variante 1 – Phase 2	26		
4.3 Variante 2	30		
CHAPITRE 5 - ENJEUX ET CONTRAINTES GÉNÉRALES DU PROJET	32		
5.1 Enjeux marins.....	32		

INTRODUCTION

Le présent dossier s'inscrit dans le cadre des études de l'opération « piste longue à Mayotte », adaptée aux vols long-courriers.

Il a pour objet de présenter la première partie de l'étude technique de conception (Avant-Projet Phase 1 ou encore AVP1) réalisée par le groupement ADPi/Sogreah. Il est rappelé que les études de conception feront l'objet de deux phases distinctes :

- La présente phase 1 qui a pour objet de définir les différentes variantes, de les décrire techniquement, d'évaluer leur faisabilité, leurs géométries, le pré-dimensionnement des protections, la méthode d'exécution des transports et des travaux, le coût
- La phase 2 de l'avant-Projet (AVP2), qui débutera une fois le choix d'une variante par le maître d'ouvrage et qui s'attachera à :
 - o Confirmer la faisabilité de la solution retenue compte-tenu d'études amont (Caractéristiques du sous-sol, profondeur du platier et possibilité de remblaiement ...)
 - o Vérifier la compatibilité de la solution retenue avec les contraintes du programme et du site et les différentes réglementations
 - o Préciser la solution retenue en définissant ses caractéristiques (Longueur de piste, calcul des volumes de matériaux de chaussées, ouvrages de protection contre la mer, réseaux de collecte des eaux pluviales, de balisage lumineux, ...)
 - o Estimer le coût des travaux (par partie d'ouvrage et nature de travaux)



Figure 1 – Vue satellite de Petite-Terre



Figure 2 – Vue aérienne de la piste actuelle (côté seuil 16)

ÉTUDES FOURNIES PAR LE MAÎTRE D'OUVRAGE

Étude opérationnelle Dzaoudzi – Pamandzi (janvier 2002). SFACT.

Étude des scénarios de réalisation d'une piste longue pour l'aéroport de Mayotte Schéma directeur à 20 ans – phases 1, 2 et 3 (janvier 2004). ADPI en association avec CETE Méditerranée et Sogreah.

Réalisation d'une piste longue pour l'aéroport de Mayotte – Recherche de sites d'extraction de matériaux et analyse de leur impact environnemental, rapport d'avancement (septembre 2009). BRGM.

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer – DGAC (janvier 2010). Dossier de saisine de la Commission nationale du débat public, Éléments techniques.

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer – DGAC / SNIA (avril 2010). Propositions d'aménagements de la piste actuelle de Mayotte pour des liaisons directes vers la métropole avec des avions de type B777-200LR.

Études opérationnelles 10-193 777-200LR - DZA et 10-193 777-200LR - DZA-landing (avril 2010). Air Austral.

Les statistiques d'utilisation des QFU en 2009 remises le 29 avril 2010 par le SNIA.

Compte-rendu n°Ens 2 de la réunion du 23 avril 2010 portant sur le lancement de l'étude AVP phase 1, (mai 2010).

Étude opérationnelle DZA (juin 2010). Corsairfly.

Note sur l'exploitation du B777-200LR à Mayotte pour la réalisation d'une ligne directe avec la métropole, du 4 juin 2010, remise à jour le 30 juin 2010 par la DSAC Océan Indien.

Compte-rendu n°Ens 3 de la réunion du 07 juillet 2010 portant sur le point d'étape de l'étude AVP phase 1, diffusé le 19 juillet 2010.

Compte-rendu n°Ens 4 de la réunion du 07 juillet 2010 portant sur le lancement de la phase production du dossier de débat public, diffusé le 19 juillet 2010.

Compte-rendu n°Ens 5 de la réunion du 28 septembre 2010 portant sur la présentation des variantes AVP1, diffusé le 08 novembre 2010.

Aménagements d'une piste adaptée aux vols long-courriers à Mayotte, complément au rapport d'avril 2010, DGAC/SNIA (septembre 2010).

CHAPITRE 1 - OBJET DE L'OPÉRATION

1.1 Principaux enjeux

Mayotte dispose actuellement d'un aéroport situé sur Petite-Terre, l'aéroport de Dzaoudzi-Pamandzi. La piste actuelle permet la venue de gros-porteurs comme le B777-200ER ou l'A330-200, toutefois la liaison directe avec la métropole est actuellement très limitée puisque seule la compagnie Corsairfly propose un vol direct Paris (Orly) – Dzaoudzi en A330 ; le trajet Dzaoudzi – métropole est quant à lui toujours effectué avec une escale technique, quelle que soit la compagnie, car la piste actuelle ne permet pas à ces avions de décoller avec assez de carburant pour effectuer le trajet long-courrier à des taux de remplissage de passagers intéressants pour les compagnies aériennes (voir l'analyse des études opérationnelles du chapitre 2). Ainsi, alors que la DGAC comptabilisait 47 000 passagers entre Mayotte et la métropole en 2008, le flux direct ne représentait que 6000 passagers (ceux effectuant le trajet Paris – Dzaoudzi avec la compagnie Corsairfly). A l'horizon 2011, la piste actuelle permettra la venue du B777-200LR sous certaines conditions météorologiques favorables et moyennant quelques aménagements de la piste actuelle.

Par ailleurs, l'étude de structure du trafic aérien de voyageurs montre que l'essentiel du trafic de 2007 se partageait entre résidents (environ 2/3 du total de passagers) et touristes (environ 1/3).

Au sein des résidents, on distingue :

- les métropolitains qui voyagent pour certains plusieurs fois par an (les enseignants par exemple) ;
- les Mahorais, dont la majeure partie est formée par les scolaires et étudiants ainsi que les élus et hommes d'affaires.

L'évolution, entre 2000 et 2007, de la structure du trafic aérien révèle aussi que c'est ce flux de résidents qui a tiré principalement la croissance du trafic de Mayotte.

Le trafic de touristes se partage quant à lui entre les visiteurs provenant :

- de La Réunion (45 %) ;
- de la métropole (38 %) ;
- d'autres pays que la France (17 %) ;

On aboutissait finalement à un total de près de 41 000 visiteurs en 2007.

Le projet de piste longue à Mayotte s'inscrit donc bien dans le cadre de la stratégie de développement du Ministère de l'Intérieur, de l'Outre-mer et des Collectivités territoriales (novembre 2008), principalement au regard des deux objectifs (parmi les cinq) énoncés à l'époque :

- ancrer le développement économique sur des secteurs stratégiques prioritaires propres à chaque territoire ;
- accélérer le désenclavement aérien [...] des territoires.

1.2 Études antérieures

Après une première extension, en 1995, qui fit passer l'ancienne piste de l'aéroport de Dzaoudzi – Pamandzi de 1350 m à la configuration actuelle offrant 1930 m, la Direction de l'équipement de Mayotte a lancé un appel d'offre en juin 2003 et ADPi s'est vu confié l'étude des scénarios de réalisation d'une piste longue à Mayotte. Cette étude s'est déroulée en trois phases :

- La phase 1 (octobre 2003) a permis la comparaison entre six sites d'implantation identifiés (deux sites sur Grande-Terre et quatre sur Petite-Terre) pour finalement retenir, en accord avec le Maître d'ouvrage et le Comité de pilotage, simplement trois scénarios de développement, tous situés sur le site de l'actuel aéroport. Les trois scénarios prévoyaient d'offrir une longueur de piste de 2600 m :
 - soit en prolongeant la piste existante de 670 m à partir de l'actuel seuil 34 (1930 m + 670 m) (figure 3) ;
 - soit en créant entièrement une nouvelle piste convergente à la piste existante en remblai sur le lagon ; le terre-plein étant gagné à la fois côté sud, sur le récif dans le prolongement de la piste existante et côté nord, sur le récif intérieur (figure 4) ;
 - soit en créant entièrement en remblai sur le lagon une nouvelle piste parallèle à l'existante.
- La phase 2 (décembre 2003) a permis la comparaison de ces trois scénarios sur des critères techniques, environnementaux et économiques. Le comité de pilotage local s'est finalement prononcé en faveur du scénario de construction de piste convergente à la piste actuelle, et longue de 2600 m.
- La phase 3 (janvier 2004) a décliné à un horizon de 20 ans le plan de développement de la solution retenue de piste convergente.



1.3 Historique de l'avant-projet phase 1 (AVP1)

En réponse à l'appel d'offre lancé par le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire – Direction Générale de l'Aviation civile et le Service National d'Ingénierie Aéroportuaire, le groupement ADPi/Sogreah a remis une offre le 22 janvier 2009. L'offre a été retenue et le contrat notifié le 13 mai 2009.

Le 27 mai 2009, les études de l'opération Piste longue à Mayotte sont lancées en présence de l'Administration et des bureaux d'études Ensemblier, Socio-économie et Environnement.

Le 23 avril 2010 a été lancée l'étude d'avant-projet phase 1 (AVP1). A l'issue de la phase 2 de l'étude de 2003-2004, le Comité de pilotage s'était prononcé en faveur du scénario de piste longue convergente à la piste actuelle permettant l'accueil d'une large gamme d'aéronefs de code E. Cette solution a ensuite été analysée de manière critique au regard notamment des contraintes environnementales et des performances des aéronefs à venir, actualisées pour la piste longue et, à la demande de la DGAC, le scénario de piste longue a été décliné en deux variantes distinctes à étudier et à comparer lors de l'AVP1.

- La variante 1 se décompose en deux phases :
 - Phase 1 : réalisation d'un allongement au sud de la piste 16-34 existante afin de permettre l'accueil du B777-200LR et de l'A330-200 pour des vols long-courriers directs entre Mayotte et la métropole en full pax (plein passagers) et sans limitations météorologiques importantes. On prévoit dès cette phase une amorce de piste convergente (au niveau du nouveau QFU 34) qui, en vue de la réalisation ultérieure de la phase 2, présenterait des avantages économiques et environnementaux. On considère un début des travaux de cette phase 1 en 2015.
 - Phase 2 : réalisation de la piste convergente 15-33 de 2600 m permettant l'accueil d'une plus large gamme d'appareils pouvant assurer la desserte aérienne directe vers, et depuis, la métropole. On considère que cette phase se situerait au-delà de l'horizon 2025.

Le choix d'une phase 1 et d'un allongement modéré par rapport à celui envisagé dans l'étude de 2003-2004 a été guidé par la volonté de permettre à court terme une desserte directe entre Mayotte et la métropole, par tout temps, avec la gamme d'avions utilisés par les compagnies aériennes, tout en essayant de limiter l'impact environnemental sur la zone à enjeux écologiques très élevés au sud de l'extrémité 34 actuelle.

L'exposition au bruit, priorité affirmée de la DGAC, sera moindre dans les deux cas de piste convergente. Les solutions de piste convergente offriront une exposition aux bruits moindre que la solution d'allongement de la piste actuelle (en particulier dans le cas de la variante 1 phase 2).



Figure 5 – Variante 1 Phase 1



Figure 6 – Variante 1 Phase 2

- La variante 2 consiste en la réalisation, à partir de 2015, de la piste convergente 15-33 de 2600 m, directement à partir de l'extrémité 34 existante. Ce scénario « ripé » vers le nord par rapport à la variante 1 est étudié dans l'optique de limiter davantage l'impact environnemental sur la zone à enjeux écologiques très élevés au sud de l'extrémité 34 actuelle.



Figure 7 – Variante 2

CHAPITRE 2 - ANALYSE DU BESOIN

2.1 Analyse de l'existant

L'actuel aéroport de Dzaoudzi-Pamandzi possède les caractéristiques suivantes :

Tableau 1 – Distances déclarées (source SIA)

RWY	TORA	TODA	ASDA	LDA
16	1930 m	1930 m	1930 m	1680 m
34	1815 m	1815 m	1915 m	1915 m

Concernant les TORA, TODA et ASDA de la piste 34, il faut cependant noter que les feux d'extrémité de piste au nord (du côté du seuil 16) sont situés 115 m au-delà des distances déclarées. Et concernant la LDA 34, seuls sont déclarés 1915 m à partir du seuil 34 (au lieu des 1930 m physiquement disponibles) car l'AIP mentionne un obstacle situé à 45 m de la fin de piste.



Figure 8 – Vue aérienne de la piste actuelle et du platier corallien

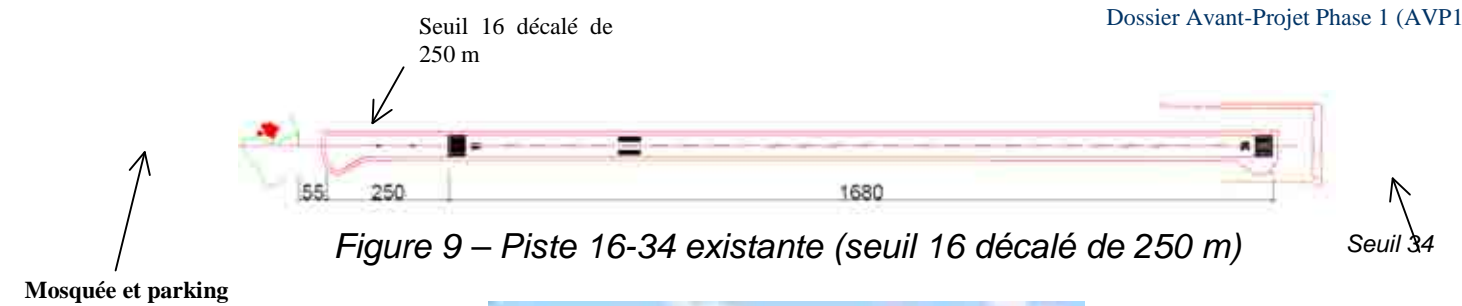


Figure 9 – Piste 16-34 existante (seuil 16 décalé de 250 m)



Figure 10 – Vue du seuil 34 actuel



Figure 11 – Extrait de l'AIP de la piste existante

Rappelons que l'exploitation de la piste 16-34 existante se fait sous plusieurs contraintes :

- Des obstacles percent les trouées d'atterrissage et de décollage au nord et des installations aéroportuaires existantes percent la surface latérale de dégagement ;
- La bande aménagée actuelle (confondue avec la bande dégagée) est large de 150 m. Ceci correspond à un critère de piste à vue bien que la piste soit munie d'un VOR et qu'une approche classique aux instruments soit permise.

L'analyse des études opérationnelles des compagnies aériennes Air Austral pour le B777-200LR et Corsairfly pour l'A330-200 (réception en mai – juin 2010) permet de dresser le bilan technique des infrastructures aéronautiques actuelles (piste de 1930 m).

Concernant le B777-200LR d'Air Austral, les possibilités offertes par la piste actuelle avec l'hypothèse de déclaration d'un prolongement dégagé sur la mer de 300 m sont les suivantes :

- Décollage :
 - Piste sèche :
 - QFU 16 : un vol direct full pax (plein passagers) vers la métropole est possible avec des conditions de vent arrière jusqu'à 2 kt (1 kt = 1 nœud = 1,85 km/h).
 - QFU 34 : le vol direct Dzaoudzi – Paris est possible par 32°C et vent du nord (4 kt) avec un taux de remplissage de 76 % (soit 276 passagers)¹. Selon l'étude opérationnelle d'Air Austral, un gain de 3,5 tonnes est attendu sur la masse au décollage avec une température plus favorable de 28 °C,
 - Piste mouillée :
Aucun vol sans escale vers Paris n'est possible.
- L'atterrissage à la masse maximale de structure (223 t) est compromis dans les cas suivants :
 - Piste sèche en QFU 16 avec vent arrière (du nord) supérieur à 2 kt ;
 - Piste mouillée :
 - au QFU 16,
 - au QFU 34 si le vent du sud est supérieur à 2 kt.

On en conclut que dans la situation actuelle, c'est essentiellement le décollage pendant l'été austral (et particulièrement en janvier, février et mars) qui est critique : forte limitation du nombre de vols plein passagers, problème de la pluie et problème du vent (environ 100 jours par an).

¹ Prendre une température de 32°C permet de couvrir quasiment tous les cas pénalisants. En effet, le nombre de jours de l'année très chauds (plus de 32°C) valait 24 en 2005, 23 en 2006, 14 en 2007 et 9 en 2008. Ces cas pénalisants ne dépassent pas donc pas 7 % des jours de l'année. De plus, sur la période de trente ans allant de 1971 à 2000, les températures maximales moyennes des deux mois les plus chauds (mars, avril) valent 30,5°C.

Concernant l'A330-200 de Corsairfly (hypothèse de déclaration d'un prolongement dégagé de 400 m) :

- le décollage en full pax pour un vol direct vers Paris est impossible quel que soit le seuil ;
- l'atterrissage est quant à lui possible en full pax sauf en QFU 16 si la piste est mouillée.

C'est donc là aussi le décollage qui est réellement pénalisant.

2.2 Définition du besoin d'allongement de la piste actuelle (Variante 1 phase 1)

En conséquence, les compagnies ont toutes deux réalisé des simulations pour définir le besoin en termes de longueur de piste afin de réaliser des vols directs entre Mayotte et la métropole avec les avions considérés précédemment en s'affranchissant des contraintes météorologiques usuelles, permettant ainsi une bonne régularité de l'exploitation.

Pour le B777-200LR :

- Décollage sur piste mouillée :
 - QFU 16 : une TORA/ASDA² supérieure à 2300 m est nécessaire pour avoir une MTOW (masse maximale au décollage) permettant le vol direct en cas de piste mouillée,
 - QFU 34 : une longueur de 2310 m est nécessaire pour un vol direct plein passagers en cas de piste mouillée (trouée de décollage courbe) ;
- Atterrissage :

Une LDA 34 de 1990 m permettrait un atterrissage sur piste mouillée jusqu'à 6 kt arrière à la MLW (masse maximale à l'atterrissage).

Mais l'étude d'Air Austral précise finalement qu'un « allongement de 100 m à l'extrémité sud permettrait un atterrissage à la limitation de structure (223 t) quelles que soient les conditions météorologiques ». Ce qui donne donc une LDA 34 de 2015 m.

Pour l'A330-200 :

- Décollage :
 - QFU 16 : 2270 m pour un vol full pax (soit 219 t < MTOW = 233 t) quelles que soient les conditions météorologiques ;

² Voir l'annexe 4 pour les sigles et abréviations

- QFU 34 : une TORA minimum de 4710 m est exigée ce qui n'est pas envisageable (sachant que le cas de trouée de décollage courbe n'a pas été étudié par la compagnie).
- Atterrissage sur piste mouillée : pour le QFU 16 comme pour le QFU 34,
 - un atterrissage à MLW (182 t) nécessite une LDA de 2005 m ;
 - un atterrissage avec charge maximale au départ d'Orly (176.3 t) nécessite 1944 m ;
 - un atterrissage full pax (167.1 t) nécessite 1900 m.

Synthèse des besoins pour chaque seuil :

A ce stade, il est important d'obtenir, pour pouvoir conclure quant aux besoins concrets en longueurs de piste, des précisions sur les objectifs d'exploitation à atteindre (masses à considérer pour les décollages et atterrissages, conditions météorologiques limites,...). En l'absence de telles précisions, l'on peut faire la synthèse suivante **sur la base de l'hypothèse d'utilisation de piste mouillée pour des vols full pax (température de 32 à 33°C) :**

- QFU 16 :
 - Décollage : > 2300 m et CWY de 400 m
 - Atterrissage : 1944 m pour charge maxi offerte en partant de Paris (2005 m pour MLW)
- QFU 34 :
 - Décollage : 2310 m
 - Atterrissage : 1990 m (ou bien 2005 m pour MLW)

Conclusion sur l'infrastructure à prévoir :

Il apparaît donc que c'est le décollage qui est déterminant et on obtient finalement les besoins globaux suivants :

- TORA de **2310 m** pour les deux QFU 16 et 34 ;
- LDA :
 - QFU 34 : **2310 m** ;
 - QFU 16 : On a besoin de 1944 m (2005 m envisageable en décalant de 150 m vers le sud l'actuel seuil 16), mais l'infrastructure déterminée par le décollage offre **2155 m**, si le seuil 16 reste à l'emplacement actuel.

2.3 Définition du besoin pour la piste convergente (Variante 1 phase 2 et Variante 2)

Pour atteindre l'objectif d'accueil d'une large gamme d'aéronefs de code E avec des performances encore meilleures, l'étude est menée avec une piste de **2600 m** (déterminée lors de la phase 1 de l'étude de faisabilité (octobre 2003).

A titre indicatif, le tableau suivant donne, à partir des données des constructeurs, les masses au décollage et de l'A330-200, du B777-200LR et du B777-300ER pour une longueur de piste de 2600 m à 28°C et 32°C en considérant un trajet DZA-CDG de 4336 NM (environ 8000 km).

Tableau 2 – Masses au décollage pour une température de 28°C

Appareil	Moteur	Masse au décollage (t)	% de la masse maximale au décollage
A330-200	PW4000	220,0	100,0
B777-200LR	GE90-110B1L	320,0	92,1
B777-300ER	GE90-115B1	322,7	91,8

Tableau 3 – Masses au décollage pour une température de 32°C

Appareil	Moteur	Masse au décollage (t)	% de la masse maximale au décollage
A330-200	PW4000	218,5	99,3
B777-200LR	GE90-110B1L	317,1	91,3
B777-300ER	GE90-115B1	319,0	90,7

On voit que dans ces conditions, les limitations de masse à emporter sont très faibles puisqu'on est très proche des 100 % de la masse maximale au décollage.

A titre de comparaison, rappelons également que l'aéroport Roland Garros de La Réunion disposait jusqu'en 1994 d'une unique piste offrant 2570 m au décollage et permettant entre autre au B747 de rejoindre directement la métropole.

L'angle entre la piste existante et les solutions de piste convergente proposées dans ce dossier pour la variante 1 phase 2 et pour la variante 2 vaut **10°**. Or lors de l'étude de 2003-2004, l'angle entre l'axe de la piste actuelle et celui de la piste convergente était de 7°. La raison principale de ce changement est qu'il permet un plus grand respect des surfaces de dégagement aéronautique au QFU 15 tout en restant à des profondeurs marines acceptables pour les remblais au nord. Il a été mentionné qu'une optimisation plus précise en vue d'arrêter un angle définitif devra être réalisée lors de l'AVP2.

2.4 Hypothèses générales

En plus de la détermination des distances déclarées effectuée précédemment, il faut tenir compte de **la réglementation de l'arrêté TAC** concernant toute création ou prolongement de piste sur un aérodrome pour les points suivants :

- la bande de piste ;
- la bande aménagée ;
- l'aire de sécurité d'extrémité de piste : les RESA créés auront une longueur de 90 m quelle que soit la variante considérée (CR réunion n° Ens 2). Il s'agit du minimum requis par l'arrêté TAC.

Une optimisation en termes de volume de remblai avait été proposée par ADPi lors de la réunion du 07 juillet 2010 (proposition avec « starter strip »)³, mais c'est pour le moment la solution « **sans starter strip** » qui est retenue par le maître d'ouvrage : les bandes et les RESA ne font pas multiple emploi.

La possibilité d'installer un EMAS (Engineered Material Arresting Systems, système capable de freiner un avion en cas de sortie de piste dans l'axe longitudinal de la piste) au seuil 16 fera également l'objet d'études spécifiques.

³ Voir l'annexe 1 pour un descriptif de la proposition d'optimisation en termes de volume de remblai.

2.5 Conditions maritimes du site

2.5.1 BATHYMETRIE

La zone d'étude pour la réalisation de la piste longue se situe au voisinage de la piste existante sur la zone du récif barrière et par des petites profondeurs d'eau allant de 0 à -8 m NGM. La zone côté est (coté océan) de l'aéroport actuel est caractérisée par une pente des fonds marins qui devient rapidement forte à mesure qu'on s'éloigne du récif barrière. La zone côté ouest (coté lagon) est caractérisée par une pente de fonds plus douce et régulière.



2.5.2 NIVEAUX D'EAU (MAREE)

Mayotte est soumise à des marées semi-diurnes dont l'amplitude moyenne (marnage) varie généralement entre 1 m et 3 m. Le tableau suivant récapitule les différents niveaux de marée à Dzaoudzi (SHOM 2008) :

Niveau	Cote m CM	Cote m NGM	Marnage
Pleine Mer de Vive-Eau Exceptionnelle (PMVEE)	+4,20	+2,42	4,20 m
Basse Mer de Vive-Eau Exceptionnelle (BMVEE)	+0,00	-1,78	
Pleine Mer de Vive-Eau Moyenne (PMVE)	+3,65	+1,87	3,25 m
Basse Mer de Vive-Eau Moyenne (BMVE)	+0,40	-1,38	
Pleine Mer de Morte-Eau Moyenne (PMME)	+2,70	+0,92	1,35 m
Basse Mer de Morte-Eau Moyenne (BMME)	+1,35	-0,43	
Niveau moyen	2,03	+0,25	
Zéro CM	0,00	-1,78	

Rappelons ici que le seuil 34 existant est au niveau +7,3 m NGM.

2.5.3 CONDITIONS DE HOULE

La propagation des états de mer du large en zone côtière a été réalisée dans une étude préalable (SOGREAH, 171 8077 NT4 mai 2010) sur la base de l'utilisation du modèle numérique de propagation SWAN et en prenant en compte la bathymétrie de la zone d'étude. On distingue au droit du site plusieurs populations d'agitations avec notamment :

- Les houles d'Alizés, venant de l'est (90° N), diffractent autour de la piste actuelle et parviennent atténuées à l'intérieur du lagon et au large de Pamandzi. La barrière corallienne atténue les agitations venant du large de l'ordre de 50 %. A l'intérieur du lagon, les agitations sont pour des conditions centennales de 0,60 à 1,20 m et de l'ordre de 2 m sur la zone sud ;
- Les houles australes, venant du SSW (200° N) se propagent en contournant Mayotte. Une partie de l'agitation pénètre à l'intérieur du lagon et se propage jusqu'à atteindre le site de l'étude. Pour les valeurs extrêmes des houles australes, les agitations résultantes restent limitées et de l'ordre de 0,60m à 1m au droit de la piste existante.
- Les clapots génèrent au droit du site des agitations résultantes se situant entre 1,30 et 1,50 m pour la période de retour centennale.
- Les houles d'origine cyclonique sont très largement atténuées par la barrière récifale quelque soit leur secteur d'origine (SE à SSW).

- L'agitation résiduelle maximale est toujours enregistrée au sud-est de la piste existante côté océan. Pour un cyclone avec hauteur de houle au large de 9m associé à un niveau d'eau extrême de 3 m (PMVEE + surcote), les hauteurs de houle Hmo peuvent atteindre :

- Hmo = 2,5 m au droit immédiat de l'extrémité sud-est de la piste existante ;
- Hmo = 1,5 m au droit de la piste existante côté lagon.

Pour un cyclone avec hauteur de houle au large de 9 m associé à un niveau d'eau extrême de 3,70 m (PMVEE + surcote cyclonique) (voir résultats propagation de houle ci-dessous), les hauteurs de houle Hmo peuvent atteindre :

- Hmo = 5,70 m (maximum) à 500 m de la piste existante côte large (océan) ;
- Hmo = 3,5 m à 4 m au droit immédiat de l'extrémité sud-est de la piste existante ;
- Hmo = 1,5 m à 2 m au droit de la piste existante côté lagon.

A ce stade de l'AVP Phase 1, ce sont ces hauteurs de houle les plus pénalisantes qui ont été considérées pour le pré-dimensionnement des protections du remblai. Au niveau des études d'AVP Phase 2, des critères de projet seront précisément établis afin de finaliser le dimensionnement des ouvrages de la solution retenue par le maître d'ouvrage.

2.5.4 NIVEAUX D'EAU EXTREMES

Les niveaux d'eau extrêmes (cf. rapport SOGREAH, 2010 NT2-Rev3) ont été estimés par analyse séparée des phénomènes physiques. Ces niveaux correspondent aux niveaux maximum des marées astronomiques augmentés des surcotes liées aux variations atmosphériques, à savoir :

- niveau à +2,4 m NGM : niveau de pleine mer de vive-eau exceptionnelle ;
- niveau à +2,6 m NGM : niveau de pleine mer de vive-eau exceptionnelle associée à une surcote atmosphérique (période de retour décennale ou centennale) hors période cyclonique ;
- niveau à +3,0 m NGM : niveau de pleine mer de vive-eau exceptionnelle associée à une houle cyclonique et un vent extrême pour un cyclone passant à proximité de Mayotte ;
- niveau à +3,7 m NGM : niveau de pleine mer de vive-eau exceptionnelle associée à une houle cyclonique importante au large et un vent extrême pour un cyclone passant sur Mayotte.

Pour les niveaux d'eau extrêmes, il ne sera pas tenu compte du cyclone pseudo-Hary car le dimensionnement est réalisé pour une durée de vie de 50 ans. Les données retenues sont supérieures aux plus fortes données connues ayant réellement touchées Mayotte, à savoir le niveau de pleine mer de vive-eau et la surcote maximale du cyclone Feliksa (1985) associées à la direction la plus pénalisante pour la piste (200° N).

De plus, outre le phénomène des surcotes, le niveau d'eau moyen est affecté par une remontée lente liée au réchauffement climatique. Pour ce projet, il est considéré suite aux discussions

avec le CETMEF une surélévation du niveau de la mer de 60 cm à l'horizon 2070 (dans 60 ans). Cette surélévation est à prendre en compte pour la détermination du niveau de plateforme de la future piste, selon la durée de vie de l'ouvrage.

2.6 Fonctionnement actuel des réseaux d'évacuation des eaux pluviales

Une étude des modalités de gestion des eaux pluviales à l'échelle de la commune de Pamandzi, réalisée pour le compte du Conseil Général, a été finalisée en octobre 2010 (étude SOGREAH n°4700614). Par ailleurs, le fonctionnement spécifique du réseau pluvial de l'aéroport a été étudié pour le compte de la DE/SLBA (étude SOGREAH n°4700684, décembre 2008).

Enfin la note technique 4700763NT3_Rev1, établie dans le cadre des études environnementales relatives au projet de piste longue rappelle les points essentiels des études citées plus haut intéressant le projet.

Les éléments issus de ces analyses et permettant la compréhension de l'interaction possible du projet avec le fonctionnement hydraulique des réseaux d'évacuation des eaux pluviales sont présentés ci-dessous.

2.6.1 ÉTAT DES LIEUX DU RESEAU

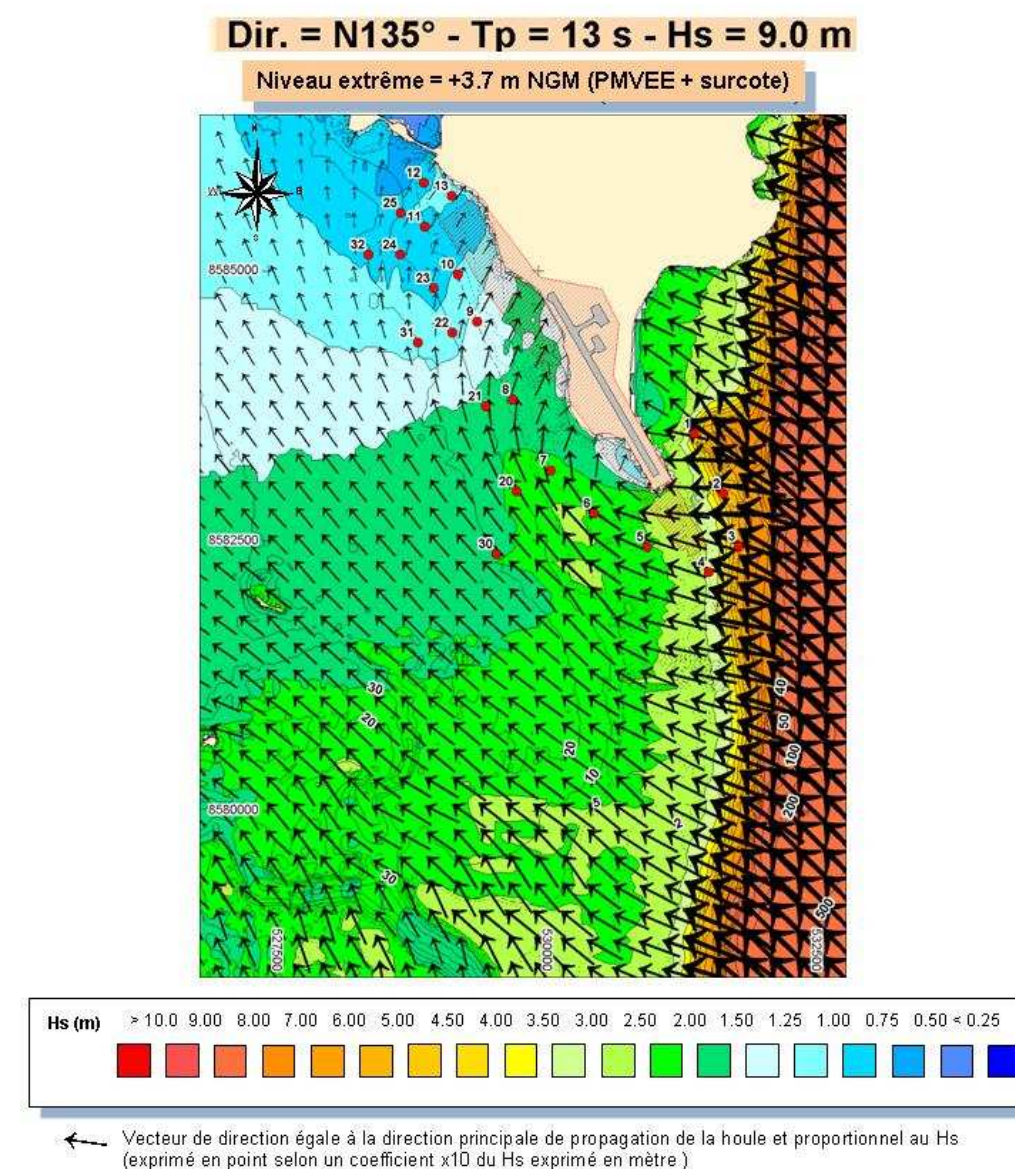
La figure 13 présente le contour des 6 entités hydrologiques (bassins versants) identifiées sur la zone aéroportuaire, notées A, B, C, D, E et F ; chaque bassin versant correspond à un exutoire donné vers le milieu récepteur. Et le fonctionnement du réseau est décrit pour les bassins versants D, E et F, potentiellement impactés par le projet.

BASSIN VERSANT D

Ce bassin versant de 15 ha ne se situe pas sur l'emprise de l'aéroport. Il est constitué de la partie sud-ouest de la zone urbanisée de Pamandzi.

Les eaux pluviales convergent suivant un axe est/ouest vers la RN4, puis transitent au sud de la mosquée par un caniveau couvert de 1 m par 1 m. Ce caniveau couvert, ainsi que le réseau de collecte des eaux pluviales du parking de la mosquée débouchent sur un grand radier situé au Nord de la raquette de retournement Nord de la piste.

Les eaux pluviales s'étalent sur ce secteur, puis rejoignent vers l'ouest l'exutoire constitué d'un caniveau puis d'un dalot de 1m par 1 m débouchant en mer à une cote estimée à 1,40 m NGM environ. On note, environ 20 m plus au Nord, l'existence d'un ancien exutoire pluvial (buse de diamètre 1000 mm) aujourd'hui obstrué, débouchant en mer à une cote estimée à 1,60 m NGM environ.



Remarque : D'un point de vue théorique, le bassin versant associé à cet exutoire devrait en outre intégrer une partie du centre-ville de Pamandzi, située en amont de la RN4 (secteur englobant la rue de l'AJP, la rue du stade ...), le réseau qui longe la RN étant censé acheminer les eaux issues de ce secteur vers l'exutoire D. En réalité, le diagnostic hydraulique réalisé dans le cadre de l'étude globale de la commune montre que compte tenu de l'insuffisance de capacité (et du colmatage par les coulées de boue) des réseaux pluviaux du centre-ville, en amont et en bordure de la RN4, la majeure partie des écoulements a lieu en surface (sur les voiries) pour les épisodes pluvieux importants. Les eaux pluviales transitant via la rue de l'AJP et la rue du stade tendent de ce fait à suivre la ligne de plus grande pente, pour rejoindre directement le lagon via les rues Hachiwawa et Bandrabasse. De ce fait, il s'opère une quasi déconnexion hydraulique entre le secteur du centre-ville et le bassin versant D, les apports supplémentaires vers l'exutoire D se limitant à la capacité des réseaux de la RN, soit de l'ordre de 1 m³/s.

BASSIN VERSANT E

Ce bassin versant de 14 ha draine les taxiways, les aires de stationnement de l'aviation commerciale et militaire, le parc de matériel de piste, les toitures des bâtiments de l'aéroport, ainsi que les espaces enherbés situés entre la piste et ces bâtiments.

Le parking de l'aviation commerciale est drainé par un double réseau pluvial (superficiel et enterré). Ces deux réseaux, en béton, convergent vers une buse de diamètre 800 mm, puis transitent par un séparateur à hydrocarbures avant de déboucher dans un bassin de rétention enherbé. Le reste du bassin versant est drainé par un fossé principal en terre, parallèle à la piste, débouchant également dans le bassin de rétention. Le bassin est prévu pour fonctionner par infiltration pour les petites pluies, puis par surverse dans un ouvrage de sortie vers le lagon pour des épisodes pluvieux plus importants. On distingue donc deux types de volumes :

- le volume mort, correspondant au volume disponible entre le fond du bassin et le niveau de surverse vers l'exutoire ;
- le volume de régulation, situé entre le niveau de surverse et la cote de débordement, servant à réguler le débit de rejet vers le lagon.

Les caractéristiques du bassin de rétention sont les suivantes :

- Cote du fond : voisine de 1 m NGM au point le plus bas, 1,20 m NGM en moyenne ;
- Cote de surverse vers les buses de sortie : 2,50 m NGM d'après les plans fournis ;
- Exutoires : en parallèle, une buse Ø 500 mm et une buse Ø 450 mm, calées à la cote 2,00 m NGM au droit de l'ouvrage de surverse, et à la cote 0,22 m NGM au droit de l'ouvrage de rejet dans le lagon ;
- Cote de débordement du bassin : 3,20 m NGM environ (cote à laquelle la piste commence à être inondée) ;
- Superficie du fond du bassin : 6400 m² environ ;
- Volume maximal disponible avant surverse (volume mort) : 8300 m³ environ ;
- Volume de régulation au dessus de la cote de surverse : 4500 m³ environ ;

BASSIN VERSANT F

Ce bassin versant, qui totalise 6 ha environ est constitué de l'extrémité sud de la zone urbaine de Pamandzi, située entre le bassin versant D et l'emprise de l'aéroport, englobant le dépôt total situé à l'ouest de la RN4.

La pente générale des terrains suivant un axe nord-est / sud-ouest, les eaux pluviales du quartier convergent en bordure de la RN4, puis traversent le dépôt Total, pour ensuite rejoindre l'emprise de l'aéroport et s'étaler dans les terrains enherbés délimités au sud par le taxiway de l'aviation commerciale et à l'ouest par la piste (terrains formant une dépression en amont de la piste).

En l'absence d'exutoire vers le lagon, cette zone enherbée, qui forme un point bas, joue le rôle d'un bassin de stockage/infiltration. En cas de forte pluie, les eaux sont amenées à traverser la piste par surverse pour rejoindre le lagon.

CAS DE LA PISTE ET DE SON VOISINAGE

La piste et son voisinage immédiat n'ont pas été identifiés comme un bassin versant à proprement parler car aucun réseau de drainage n'existe actuellement. Les eaux pluviales ruissellent directement, de façon diffuse, sur les terrains qui bordent la piste pour rejoindre le lagon.

2.6.2 DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE

BASSIN VERSANT D

Le réseau pluvial communal qui longe la mosquée (rue Zazavery, fossé 1 m par 1 m) et le réseau pluvial du parking de la mosquée (buse Ø 600 mm) débouchent conjointement, à travers des grilles, sur un radier situé à l'extrémité nord de la raquette de retournement des avions.

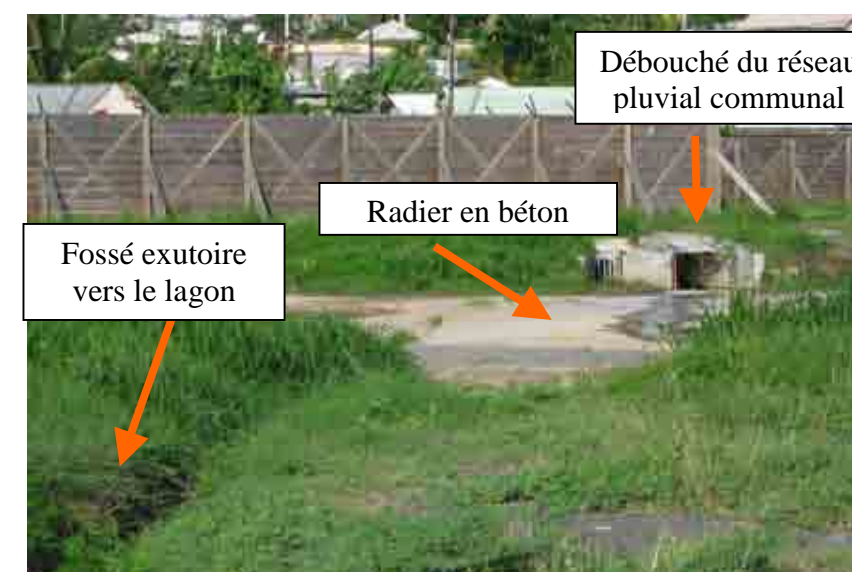


Figure 14 – Débouché du réseau pluvial à l'extrémité nord de la piste

Le principal problème signalé par l'exploitation est que lors des pluies importantes, de nombreux déchets véhiculés par le réseau communal viennent obstruer la grille, jusqu'à ce que la mise en charge entraîne la rupture de la grille et l'étalement des déchets à l'extrémité de la piste, nécessitant une intervention de nettoyage, et la restauration de la grille.

Un autre problème est l'étalement et la stagnation des eaux pluviales sur ce secteur, due à la configuration de la zone :

- pas de collecteur marqué entre le débouché des réseaux et l'exutoire vers la mer (contrainte liée à la proximité de la piste) ;
- topographie relativement plane favorisant l'étalement des eaux ;
- capacité d'écoulement de l'exutoire insuffisante au regard des débits à évacuer et zone soumise à l'influence de la marée : en cas de marée exceptionnelle, l'eau de mer envahit le radier et obstrue presque totalement l'exutoire, limitant fortement sa capacité d'évacuation des eaux pluviales. Un axe d'écoulement nord-est / sud-ouest s'établit alors du fait de la topographie du site, les eaux pluviales inondant ainsi la piste dans la zone du seuil 16 (extrémité nord de la piste).

BASSIN VERSANT E

Le fonctionnement des réseaux ne pose pas de problèmes majeurs. En ce qui concerne le bassin de rétention, l'analyse de son fonctionnement est plus complexe car elle dépend à la fois des conditions de remplissage initial (dû au niveau de la nappe, ou simplement à la pluviométrie antérieure) et du niveau de la marée lors de l'épisode pluvieux.

Notons que le niveau de marée n'influe pas en terme de remplissage du bassin par remontée de l'eau marine par les buses (le seuil de surverse est en effet calé plus haut que le niveau de marée de vive-eau exceptionnelle), mais par mise en charge par l'aval des buses exutoires, ayant pour effet une réduction de la capacité hydraulique de ces conduites.

Le tableau suivant présente les résultats des simulations correspondant aux différentes hypothèses retenues pour ces deux paramètres.

Condition initiale de remplissage	Niveau de marée considéré		
	1,02 m NGM	2,02 m NGM	2,42 m NGM
Bassin vide	Fonctionnement satisfaisant pour T = 5 ans Débordement pour T = 10 ans		Bassin saturé pour T = 5ans
Bassin rempli à moitié, soit jusqu'à la cote 1,75 m NGM	Fonctionnement satisfaisant pour T = 2 ans, Débordement pour T = 5 ans		
Bassin rempli jusqu'à la cote de surverse, soit 2,50 m NGM	Bassin saturé pour T = 2 ans		Débordement dès T = 2 ans

On constate que le paramètre le plus discriminant est le niveau de remplissage du bassin au démarrage de la pluie, le niveau marin influant relativement peu sur la période de retour de défaillance de l'ouvrage.

L'ouvrage actuel ne fournit donc pas le niveau de protection attendu (absence de surverse sur la chaussée aéronautique pour une occurrence vicennale), la période de retour de défaillance variant entre 2 et 10 ans selon les hypothèses considérées.

BASSIN VERSANT F

Au niveau de la RN4, plus exactement au droit du carrefour devant le site de stockage de carburant de Total, une stagnation d'eau s'établit sur la chaussée. Des travaux ont été entrepris avec réalisation d'un bassin d'infiltration mais les dimensions de ce dernier sont largement insuffisantes en cas de forte pluie.

En aval de la RN4, les eaux pluviales pénètrent sur la zone aéroportuaire, et s'accumulent dans une zone en cuvette en amont de la piste.

En l'absence d'exutoire vers le lagon, cette zone située à l'est de la piste et au nord du taxiway, point de concentration des eaux pluviales du bassin versant, joue le rôle de bassin d'infiltration. Pour de courtes averses, les eaux pluviales seront ainsi stockées en amont de la piste puis infiltrées progressivement (le volume disponible est estimé à 4 000 m³ environ).

Pour des épisodes pluvieux plus importants, on peut attendre une surverse sur la piste, comme ce fut le cas notamment lors de l'épisode pluvieux du 22 novembre 2008. L'étalement des eaux étant important, la lame d'eau restera cependant assez faible. À titre d'exemple, en considérant la cuvette vide avant la pluie et en négligeant la capacité d'infiltration, on peut s'attendre à une surverse sur la piste dès la période de retour 2 ans, et à une lame d'eau de l'ordre de 5 à 10 cm pour une pluie décennale.

L'objectif de protection attendu pour une chaussée aéronautique (période de retour 20 ans) n'est pas atteint ici.

CHAPITRE 3 -

CHAPITRE 4 - DESCRIPTION TECHNIQUE DES SOLUTIONS ÉTUDIÉES

4.1 Variante 1 – Phase 1



34	2310 m	2310 m	2310 m	2310 m
----	--------	--------	--------	--------

a) Hypothèses spécifiques

L'étude est menée en considérant les besoins et règlements d'une piste à vue de catégorie E⁴ et de chiffre de code 4.

Les contraintes et adaptations (perçement des surfaces de dégagement et bande de 150 m) de la plateforme rappelées dans l'analyse de l'existant sont conservées par la DGAC dans le cadre de cette étude.

Il n'est en effet pas demandé d'étudier l'adaptation de la piste actuelle en vue d'une exploitation avec approche de précision (CR réunion n° Ens 2 du 23 avril 2010). La piste 16-34, après allongement, devra donc respecter les règles décrites dans l'ITAC, l'arrêté TAC et la CHEA correspondant à une piste à vue de code E. Il est rappelé qu'il s'agit d'une dérogation, la piste étant en réalité équipée pour effectuer des approches classiques aux instruments (VOR/DME, NDB, VDF situés sur le terre-plein à l'ouest de la piste actuelle).

Dans cette phase 1 de l'avant-projet, l'étude a été menée en considérant que la mosquée ne serait pas déplacée (CR réunion n° Ens 3 et réunion à la DGAC du 28/09/2010).

A ce stade, la barrière anti-souffle située à l'extrémité 16 est considérée comme adaptée par la DGAC, il n'est donc pas tenu compte de contraintes de souffle dans cette étude.

Le prolongement à effectuer lors cette première phase doit prévoir une amorce de piste en vue de la réalisation ultérieure de la piste convergente lors de la phase 2. Il a également été souligné un critère déterminant dans la conception de cette amorce : la continuité de l'exploitation de la piste 16-34 pendant les travaux de réalisation de la piste convergente 15-33.

b) Géométrie

En conséquence de l'analyse des besoins, des hypothèses effectuées jusqu'à présent ainsi que des règlements et recommandations en vigueur, la géométrie suivante est proposé pour la variante 1 phase 1 :

Piste

- Profil longitudinal : les distances déclarées proposées pour la piste allongée sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 4 – Distances déclarées proposées

RWY	TORA	TODA	ASDA	LDA
16	2310 m	2710 m	2310 m	2155 m ⁵

⁴ La lettre du code de référence de l'aérodrome est liée à l'envergure et la largeur hors-tout du train principal (c'est-à-dire la distance entre les bords extérieurs des roues du train d'atterrissage principal) de l'avion le plus contraignant qui sera amené à l'emprunter. Dans notre cas, l'avion le plus contraignant est le B777-200LR avec une envergure de 64,8 m (contre 60,3 m pour l'A330-200) et une largeur hors-tout de 10,97 m (contre 10,7 m pour l'A330-200). La lettre de code est donc le E (envergure comprise entre 52 m et 65 m exclus, largeur hors-tout comprise entre 9 m et 14 m exclus).

Concernant les pentes longitudinales : recommandations de l'ITAC.

- Profil transversal : largeur de piste de 45 m dotée d'accotements de 7.5 m de part et d'autre pour porter la largeur totale à 60 m conformément aux recommandations de l'ITAC
- Pentes transversales : recommandations de l'ITAC.

Bande de piste et bande aménagée

- Longueur : la bande s'étend sur toute la longueur de la piste et s'étend sur 60 m au-delà de chacune des extrémités de piste ;
- Largeur : 150 m.

La bande aménagée qui s'étend sur toute la longueur de la bande de piste et d'une largeur d'au moins 150 m est donc ici confondue avec la bande de piste.

Aire de sécurité d'extrémité de piste (RESA)

- Longueur modifiée par rapport à l'étude de 2003 et fixée à 90 m au-delà de la bande de piste ;
- Largeur égale à deux fois celle de la piste correspondante, c'est-à-dire 90 m.

Synthèse des caractéristiques géométriques :



Figure 16 – Récapitulatif des distances déclarées de la Variante 1 Phase 1

Les principaux travaux correspondant à cette solution sont donc :

- un prolongement en remblai sur la mer au sud de 550 m de long ;
- une structure de piste de 475 m à revêtir ;
- pas d'élargissement de la bande par rapport à l'existant.

⁵ LDA 16 = 2155 m avec l'hypothèse, à ce stade, que le seuil décalé 16 est maintenu à son emplacement actuel.

c) Structure de chaussée

La structure de chaussée proposée en première approche pour l'allongement est présentée dans le tableau 3 ; celle-ci sera dimensionnée plus précisément lors de l'étude AVP2.

Tableau 5 – Structure de chaussée

Couche de chaussée	Type de granulats	Épaisseur (cm)	
		Piste	Accotements
Roulement	BB 0/14 mm	6	6
Base	GB 0/20 mm	13	-
Fondation	GNT 0/31,5 mm	45	25
Forme	GNT 0/63 mm	40	-

d) Altimétrie

Sur la base des résultats de houle obtenus, SOGREAH a réalisé quelques calculs de run-up, défini comme l'élévation maximale du niveau d'eau sous l'action de la houle, pour différentes situations de tempêtes. En considérant plusieurs valeurs de houles cycloniques et niveaux d'eau, les cotes de non-franchissement suivantes ont été obtenues:

	Cote atteinte par la mer (mNGM)
Pente d'ouvrage de protection (4/3)	Extrémité sud-est de la piste longue (côté océan) Profondeur approx 0m NGM
Houle Alizés décennale (Hs = 0,6 m (lagon), Hs = 2 m (sud-est), Tp = 10 s) Niveau d'eau +2,6 m NGM	5 m
Houle Alizés centennale (Hs = 0,75 m (lagon), Hs = 2,5 m (sud-est), Tp = 10 s) Niveau d'eau +2,6 m NGM	6,5 m
Houle cyclonique (Hs = 1,5 m (lagon), Hs = 2,5 m (sud-est), Tp = 10 s) Niveau d'eau +3m NGM	7 m

On constate que les valeurs de run-up peuvent atteindre des cotes supérieures pour des houles cycloniques avec niveau d'eau extrêmes ce qui se traduira par des franchissements des protections. A ce stade du projet (AVP1), il a été considéré que des cotes de non-franchissement de la piste devaient être atteintes pour des conditions de houles usuelles ou centennales.

Compte tenu de la durée de l'ouvrage maritime (25ans), des zones de réserves situées de part et d'autre de la piste, il semble donc pertinent de maintenir une plateforme de piste à +7,3 m ZH sur la zone sud compte tenu des actions directes des houles. Cette valeur de +7,3 m ZH

correspondant à la cote extrême +7 m à laquelle on ajoute la valeur de la surélévation du niveau moyen associée à la durée de vie de l'ouvrage.

Par conséquent, ADPi propose que la totalité du prolongement de piste soit globalement à la même altitude que l'extrémité sud de la piste actuelle, soit à **+7,3 m NGM**, et que le prolongement soit ainsi effectué avec une pente globale nulle.

e) Protections maritimes

Le terre-plein qui sera gagné sur la mer dans le prolongement de la piste existante doit être protégé par un ouvrage de protection. Il est proposé de continuer la protection de remblai quasi à l'identique dans la mesure où la protection existante s'est avérée stable depuis sa mise en place en 1993.

Pour le linéaire de protection situé sur la face sud-est, sud et sud-ouest cette protection correspond à une carapace de protection en blocs artificiels en béton ACCROPODE™ de 2,5 m³.



Figure 17 – Photo de blocs ACCROPODE™

Les résultats de l'étude de houle conduite récemment montrent que la propagation des houles du large les plus sévères (houles cycloniques avec niveau d'eau extrême) donnent des hauteurs de houle de l'ordre de Hmo = 3,5 m à 4 m au droit immédiat de l'extrémité sud-est de la piste existante. Pour ce type de conditions de houle, une protection composée en enrochements

uniquement nécessiterait de mettre en carapace (couche extérieure) des blocs de poids moyen d'environ 8 t. Ce type d'enrochements n'étant pas disponible sur Mayotte, la mise en place de blocs artificiels en béton se justifie.

De manière générale, la structure de la protection proposée pour l'**extension sud-est** du terre-plein côté sud serait la suivante (figure 19) :

- La protection en blocs artificiels en béton ACCROPODE™ sera disposée selon une pente à talus 4/3 et arasée à la cote +7,3 m NGM avec une butée de pied constituée d'une rangée de blocs ACCROPODE™ consolidée par une butée en enrochements (butée dite « renforcée »). Ce type de butée est envisagé afin de bien caler les blocs du pied de carapace qui seront disposés à même le platier ;
- Une sous-couche en enrochement 0,3-1 t de 1,4 m d'épaisseur sera placée sous la carapace en blocs artificiels toujours à la pente 4/3 ;
- Les conditions de filtre seront assurées par un géotextile placé au contact direct du remblai en terre réglé à la pente 4/3 et pour une couche de petits enrochements (60-300kg par exemple).

Il est à noter qu'il faudra démonter une partie de la carapace actuelle en blocs ACCROPODE™ et éventuellement sous-couche (linéaire sud) afin de poursuivre le remblai. Il faudra déterminer si ces blocs pourront être stockés sur le bord de la piste pour être ensuite re-disposés sur le nouveau linéaire de protection.

Pour le linéaire de protection situé sur **la face ouest**, côté lagon (figure 20), la protection du remblai pourra correspondre à une carapace de protection en enrochements uniquement dans la mesure où les hauteurs de houle sont beaucoup plus atténuées côté lagon. Typiquement, les hauteurs de houle côté lagon associées à un cyclone de 9m au large associé (niveau d'eau à +3m NGM) sont $H_{mo} = 1,5$ m.

A ce stade d'AVP Phase 1, la protection proposée pour la partie intérieure du lagon est une protection en enrochements disposée selon une pente à talus 3/2 avec des blocs de catégories 250 kg-750 kg (voire enrochements 0,3 à 1 t car catégorie de la sous-couche des blocs ACCROPODE™).

En appliquant la formule de stabilité de Hudson qui considère jusqu'à 5 % de dommages pour les enrochements, on obtient pour des blocs de ces 2 catégories ($P_{moy} = 500$ kg et $P_{moy} = 650$ kg respectivement) une stabilité jusqu'à $H_s = 1,6-1,8$ m. Ce dimensionnement sera à ajuster en fonction de la qualité des enrochements potentiellement disponibles pour le chantier.

Concernant l'impact des conditions de houle, Il est à noter que la Variante 1 Phase 1 se prolongeant plus vers le sud, ce prolongement de la piste aérienne aura tendance à réduire

l'agitation à l'intérieur du lagon au droit immédiat de la piste car les houles diffracteront plus au sud. En revanche, ce prolongement de l'extrémité sud sera sollicité directement par la houle.

Figure 18 – Plan des protections maritimes (Variante 1 Phase 1)

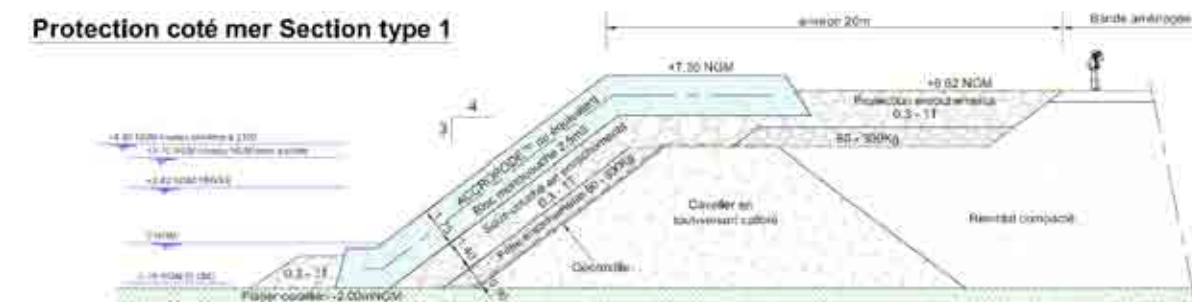


Figure 19 – Section de protection maritime de type 1 (blocs ACCROPODE™)

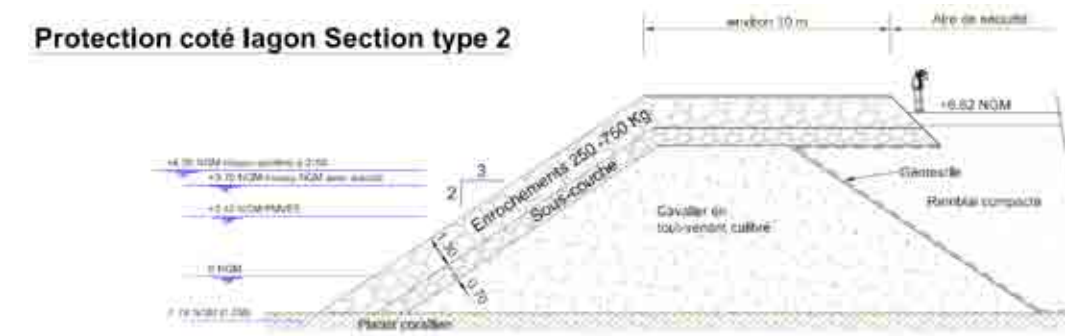


Figure 20 – Section de protection maritime de type 2 (enrochements)

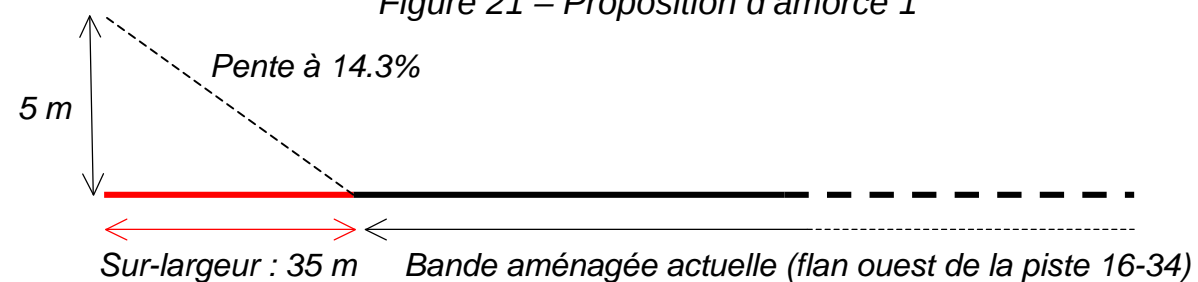
f) Amorce de piste convergente

Comme cela a été mentionné au paragraphe 1.3, une amorce de piste convergente a été intégrée à l'étude de la phase 1 dans l'optique de la réalisation de la piste convergente en phase 2.

- Une **première forme d'amorce** a été proposée par ADPi (réunion du 28 septembre 2010). Dans l'optique d'une continuité de l'exploitation durant les travaux de la phase 2, il a été proposé d'effectuer, dès la phase 1, une sur-largeur de 35 m par rapport au bord ouest de la bande de piste existante (voir ci-dessous et la figure 21). Cette sur-largeur permettrait de tenir compte de la pente à 14.3% de la surface latérale de dégagement et il serait ainsi possible de travailler au-delà de cette sur-largeur lors de la phase 2, avec des engins d'une hauteur de l'ordre de 5 m.



Figure 21 – Proposition d'amorce 1



Toutefois, cette solution impose, pour la phase 1, le démontage des protections maritimes existantes sur le bord ouest de la piste actuelle (environ 515 m) ainsi que l'exécution de travaux dans une zone perturbant l'exploitation de la piste.

- Pour éviter cela, la DGAC/SNIA a proposé une deuxième forme d'amorce. C'est cette forme qu'ADPi a représentée sur les plans de présentation des variantes, et c'est également avec celle-ci qu'ADPi propose le calcul de terrassement qui suit (délimitée en

orange sur la figure 22). Cette proposition trouve deux justifications importantes dès lors qu'on est certain de réaliser ultérieurement la phase 2.

La première est économique et technique. D'une part, lors de la phase 1, on conserve les protections maritimes existantes du flanc ouest. Ensuite, le coût supplémentaire que représente une telle amorce par rapport à la simple prolongation de la piste existante est de l'ordre de 7,2 millions d'euros⁶, soit environ 7,4 % du coût des travaux de la phase 1 (voir l'estimation du coût des travaux au chapitre 6). D'autre part, lors de la phase 2, seule une proportion relativement réduite, environ 10 %, des nouvelles protections installées en phase 1 seraient à démonter pour réaliser la piste convergente alors qu'il faudrait démonter environ 40 % de ces protections maritimes si on n'effectue pas cette amorce. De fait, cette amorce permettrait aussi de diminuer la durée de chantier de la variante 1 phase 2 tout en améliorant légèrement les conditions d'exploitation, lors de travaux de la phase 2, de la piste prolongée auparavant.

La seconde justification est environnementale. En vue de la réalisation de la piste convergente en phase 2, réaliser une telle amorce dès la phase 1 permettrait d'effectuer, en une seule fois, tous les travaux dans la zone où les enjeux écologiques marins sont les plus élevés pour la zone de projet concernée. Il n'y aurait donc pas à besoin de revenir dans cette zone lors de la phase 2. Étant donné la faible résilience de l'écosystème affecté par les travaux de la phase 1, une intervention ultérieure sur ce milieu, par exemple 10 ans après, aurait un effet néfaste sur un milieu non encore totalement régénéré (en considérant le seul impact des travaux et en admettant qu'aucune détérioration durable du milieu n'aura été causée).

Toutefois, cette proposition n'est pas optimale vis-à-vis de la continuité de l'exploitation de la piste 16-34 pendant les travaux de la phase 2.



Figure 22 – Propositions d'amorce 2 (contour orange) et amorce 3 (hachurée en rouge)

- A titre d'information, une **troisième forme d'amorce** a été proposée pour ne pas avoir à revenir effectuer de travaux dans la zone sensible au sud à enjeux marins élevés. Il s'agit de la partie hachurée en rouge sur la figure 22. L'objectif serait de diminuer les probabilités de risques de dispersion de fines sur des zones sensibles au moment de la construction de la Phase 2. Toutefois, d'après la carte des enjeux marins, les zones

⁶ On peut évaluer le besoin supplémentaire en matériaux à 8000 m³ de tout-venant calibré, 150 000 m³ de remblai compacté et 5000 m³ d'engrèvements.

avec habitats sensibles (herbiers) sont situées au sud donc le remblai et prolongement de la piste au sud (Variante 1 Phase 1), quelque soit l'amorce, est proportionnellement plus impactant d'un point de vue condamnation de la zone benthique⁷ que la Phase 2. Les zones situées au nord sont a priori moins sensibles que celles du sud.

g) Terrassements

En fonction des points précédents l'on obtient une nouvelle estimation des volumes de matériaux pour le chantier. Il faut bien garder à l'esprit les deux points suivants :

- ce calcul **ne comprend pas** les terrassements à effectuer pour respecter les surfaces aéronautiques (déblais sur les collines au nord) ;
- ce calcul est réalisé à partir de la **deuxième forme d'amorce** (contour orange sur les plans) :

Détail variante 1	Phase 1
Remblai compacté (m ³)	994 900
Tout-venant calibré (m ³)	119 331
Enrochements (m ³)	85 685
Blocs ACCROPODE™ (m ³)	36 312
Granulats routiers (m ³)	27 029
Total (m³)	1 263 257

En ce qui concerne la **troisième forme d'amorce**, une première estimation très sommaire donne les **volumes supplémentaires** de matériaux nécessaires à sa réalisation :

Détail troisième forme d'amorce	Volume supplémentaire (m ³)
Remblai compacté (m ³)	1 080 000
Tout-venant calibré (m ³)	63 700
Enrochements (m ³)	34 340
Total (m³)	1 178 040

L'étude a été menée jusqu'à ce stade en considérant une digue « pleine » en remblai sur la mer. Toutefois, le Maître d'Ouvrage va étudier⁸ les écoulements ouest-est sous la digue en simulant l'implantation de dalots à travers les remblais pour pouvoir visualiser leur effet sur l'hydrodynamique. Une telle solution a pour finalité de maintenir, au sud de la future piste, les écoulements entre le lagon et le large, d'éviter la destruction des biotopes du déversoir actuel et

⁷ Il s'agit de la zone constituée des 20 premiers centimètres au-dessus des fonds marins. Les herbiers se trouvent dans cette zone.

⁸ Il apparaît prématuré à ce stade de proposer un chiffrage de ces solutions car la sensibilité aux hypothèses prises serait trop importante : taille minimale critique de la section pour avoir un véritable effet sur l'écoulement, profondeur à laquelle on place l'ouvrage, travaux de mise en œuvre. Les propositions techniques et chiffrages associés seront intégrés ultérieurement quand les simulations hydrodynamiques auront permis de préciser les hypothèses.

d'assurer au nord de la future piste (pour la phase 2) le renouvellement des eaux de part et d'autre du remblai.

h) Électricité et balisage

Le prolongement de piste nécessitera la pose de 65 feux et 20 kVA de puissance supplémentaire (voir si la centrale existante le supporte) par rapport à l'existant.

i) Drainage

Pour cette phase 1 de la variante 1, l'incidence du projet sur les exutoires pluviaux est minimale. Il sera cependant nécessaire d'étudier, en phase AVP2, les points suivants :

- Exutoire noté « 1 », correspondant aux 2 buses de régulation en sortie de bassin de rétention. Le bassin ne permet pas actuellement de garantir l'absence de surverse jusqu'à l'occurrence vicennale. Une reprise de l'ouvrage de sortie du bassin est à prévoir ;
- Point de convergence des eaux pluviales à l'ouest du taxiway (noté « 2 » sur la figure 23). Les eaux pluviales du BV F (quartier sud-est de Pamandzi) se concentrent en ce point et sont susceptibles de verser sur la piste pour des occurrences très inférieures à 20 ans. Un nouvel exutoire est à prévoir pour supprimer cet aléa dans le cadre du projet.
- Exutoire noté « 3 », correspondant à un point de débouché des eaux pluviales issues d'un quartier de Pamandzi, en bout de raquette de retournement. Un aménagement de cet exutoire est nécessaire dans le cadre du projet pour supprimer les problématiques de submersion et de déversement de déchets en bout de raquette ;
- l'exutoire pluvial noté « 4 » n'est, a priori, pas impacté.



Figure 23 – Incidence de la Variante 1 Phase 1 sur l'évacuation des eaux de pluie

4.2 Variante 1 – Phase 2



Figure 24 – Plan de la Variante 1 Phase 2

a) Hypothèses spécifiques

Comme nous l'avons vu, la piste 15-33 prendra appui sur l'amorce réalisée lors de la phase 1.

L'étude est menée en considérant les besoins et règlements d'une piste de catégorie E et de chiffre de code 4.

Conformément à ce qui a été prévu lors de la réunion du 07 juillet 2010, « il n'est pas demandé de considérer de sur-longueur de plateforme pour mise en place d'un ILS, puisqu'il est considéré que les approches de précision ne se feront pas avant la mise en place d'un système GNSS (Global Navigation Satellite System). »

A ce stade de l'étude, il sera retenu comme hypothèse que la piste 16-34 deviendra un taxiway, et par conséquent ne sera plus utilisée en tant que piste, une fois la piste convergente en service.

b) Géométrie

En conséquence de l'analyse des besoins, des hypothèses effectuées jusqu'à présent ainsi que des règlements et recommandations en vigueur, il est proposé la géométrie suivante pour la variante 1 phase 2 :

Piste

- Profil longitudinal :

Les distances déclarées proposées pour la piste allongée sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 6 – Distances déclarées proposées

RWY	TORA	TODA	ASDA	LDA
15	2600 m	TORA + PD	2600 m	2600 m
33	2600 m	TORA + PD	2600 m	2600 m

Concernant les pentes longitudinales : recommandations de l'ITAC

- Profil transversal :

Largeur de piste de 45 m dotée d'accotements de 7,5 m de part et d'autre pour porter la largeur totale à 60 m

Pentes transversales : recommandations de l'ITAC

Bande de piste et bande aménagée

- Longueur : s'étend sur toute la longueur de la piste et s'étend sur 60 m au-delà de chacune des extrémités de piste.
- Largeur : La bande dégagée mesure 300 m de large, dont 210 m sont réalisés en remblais pour constituer la bande aménagée. La piste 15-33 étant une piste de chiffre de code 4 et devant être compatible avec la mise en service d'approches de précision, sa bande aménagée fait l'objet de dispositions particulières conformément au paragraphe IV.2.2.2 du CHEA :

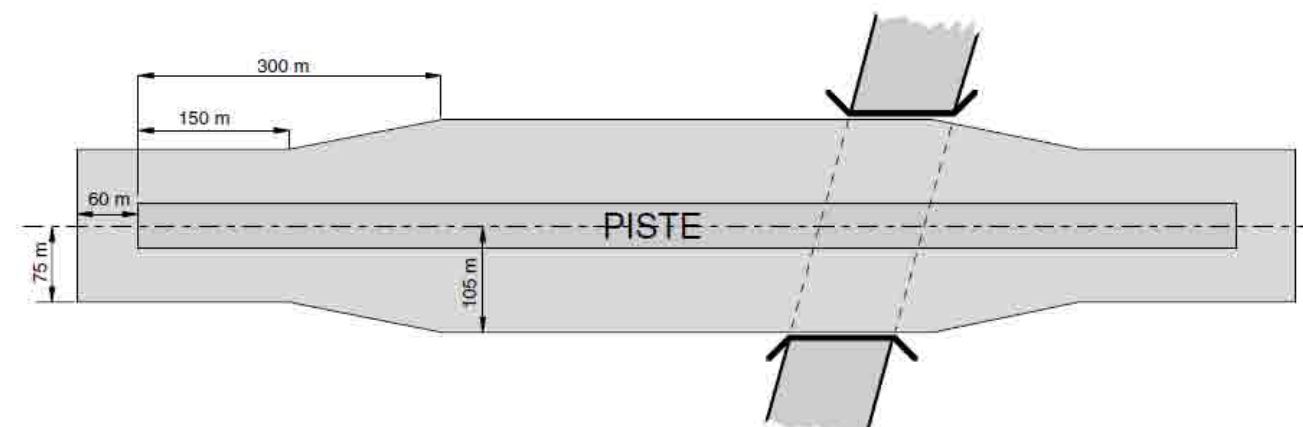


Figure 25 – Dispositions particulières pour la bande de piste et la bande aménagée

Aire de sécurité d'extrémité de piste (RESA)

- Longueur modifiée par rapport à l'étude de 2003 et fixée à 90 m au-delà de la bande de piste ;
- Largeur égale à deux fois celle de la piste correspondante, c'est-à-dire 90 m.

Synthèse :

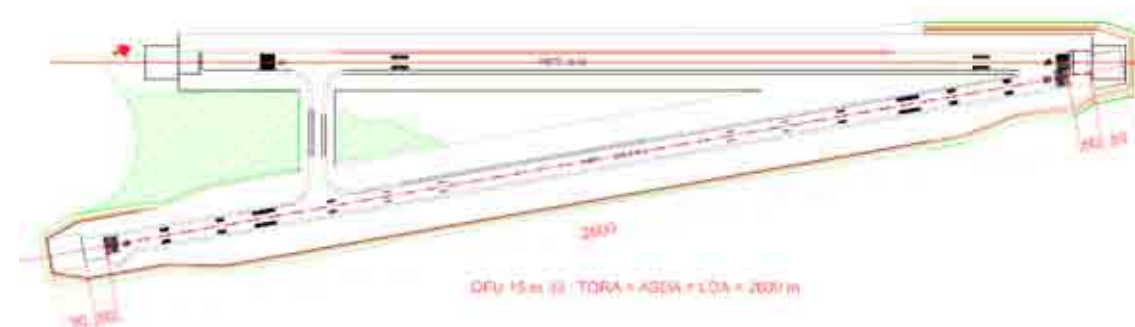


Figure 26 – Synthèse des distances déclarées de la Variante 1 Phase 2

c) **Structure de chaussée**

Structure identique à celle de la phase 1.

d) **Altimétrie**

Sur la base des résultats de houle obtenus, SOGREAH a réalisé quelques calculs de run-up défini comme l'élévation maximale du niveau d'eau sous l'action de la houle pour différentes situations de tempêtes. En considérant plusieurs valeurs de houles cycloniques et niveau d'eau, il a été obtenu les cotes de non-franchissement suivantes :

	Cote atteinte par la mer (m NGM)
Pente d'ouvrage de protection (3/2)	Zone nord de la piste longue (intérieur lagon) Profondeur approx -5 m NGM
Houle Alizés décennale (Hs = 0,6m (lagon), Hs = 2 m (sud-est), Tp = 10 s) Niveau d'eau +2,6 m NGM	4,2 m
Houle Alizés centennale (Hs = 0,75 m (lagon), Hs = 2,5 m (sud-est), Tp = 10 s) Niveau d'eau +2,6 m NGM	4,5 m
Houle cyclonique (Hs = 1,5 m (lagon), Hs = 2,5 m (sud-est), Tp = 10 s) Niveau d'eau +3 m NGM	5,2 m

Ces valeurs n'excèdent pas l'arase (+5,5 m ZH) pour des tempêtes centennales ou cycloniques à l'intérieur du lagon pour des niveaux d'eau pris entre +2,6 m et +3 m NGM.

En revanche, les valeurs de run-up peuvent atteindre des cotes supérieures pour des houles cycloniques avec niveau d'eau extrêmes ce qui se traduira par des franchissements des protections. A ce stade du projet (AVP1), il a été considéré que des cotes de non-franchissement de la piste devaient être atteintes pour des conditions de houles usuelles ou centennales.

Compte tenu de la durée de l'ouvrage maritime (25 ans), des zones de réserves situées de part et d'autre de la piste, il semble donc pertinent de proposer une arase de la piste à +5,5 m sur la zone située au nord compte tenu de l'atténuation des houles dans cette zone quelque soit la population des houles.

Par souci de limitation des volumes de remblai et compte tenu de l'altitude de l'extrémité 16 de la piste existante (+3,3 m), on se placera à cette altitude minimale déterminée par Sogreah si aucune contrainte supplémentaire ne s'y oppose. Il faut noter que le positionnement exact du

taxiway entre la piste existante et la piste convergente entrainera peut-être des contraintes supplémentaires à déterminer plus précisément lors de l'AVP2.

e) **Protections maritimes**

Pour cette Phase 2, il conviendra de poursuivre la protection du linéaire situé sur la face ouest (côté lagon). Il est donc envisagé de continuer la protection en enrochements de catégorie 250 kg-750 kg (voire enrochement 0,3-1 t) représentée en figure 20. En effet, les résultats de l'étude de houle montrent que les hauteurs de houle tendent à diminuer plus on se dirige vers le nord.

De même, ce dimensionnement sera à ajuster en fonction de la qualité des enrochements potentiellement disponibles pour le chantier en cette Phase 2 (le volume d'enrochements étant conséquent).

Figure 27 – Plan des protections maritimes de la Variante 1 Phase 2



f) **Terrassements**

En fonction des points précédents l'on obtient une nouvelle estimation des volumes de terrassements à effectuer pour cette phase de la variante 1 (on a fait également figurer le détail de la phase 1) :

Détail variante 1	Variante 1-1	Variante 1-2
Remblai compacté (m ³)	994 900	2 429 075
Tout-venant calibré (m ³)	119 331	173 604
Enrochements (m ³)	85 685	97 927
Blocs ACCROPODE™ (m ³)	36 312	-
Granulats routiers (m ³)	27 029	83 872
Sous-total (m³)	1 263 257	2 784 478
Remblai lagune (m ³)	-	630 000
Total (m³)	1 263 257	3 414 478

Comme pour la phase 1, l'étude a été menée jusqu'à ce stade en considérant une digue « pleine » en remblai sur la mer. Toutefois, le Maître d'Ouvrage va étudier les écoulements ouest-est sous la digue en simulant l'implantation de dalots à travers les remblais permettant d'assurer au nord de la future piste le renouvellement des eaux de part et d'autre du remblai.

g) **Électricité et balisage**

La création de la piste 15-33 nécessitera la pose de 180 feux et 47 kVA de puissance seront nécessaires (voir si la centrale existante le supporte).

h) **Drainage**

Exutoires 1 à 3

En supposant que les aménagements des exutoires 1 à 3 auront été réalisés en phase 1, il apparaît clairement que l'incidence du projet sur le fonctionnement hydraulique de ces exutoires dépendra directement du remblaiement de la zone d'eau stagnante située entre la cote actuelle et la nouvelle piste (en hachuré vert sur la figure 28).

- Un remblaiement total de cette emprise serait, sur le plan hydraulique, très défavorable. Cela nécessiterait la création de collecteurs de pente quasiment nulle (larges fossés à ciel ouvert par exemple), dont le colmatage régulier par les apports boueux que charrient les eaux pluviales de Pamandzi fait peu de doute. Citons à titre d'exemple la création des terre-pleins de Mamoudzou entre l'ancienne cote et les déviations de Passamainty et de Mtsapéré, qui posent des problèmes importants et très délicats à résoudre en termes de fonctionnement hydraulique et de colmatage récurrent des exutoires ;
- En cas de non-remblaiement de cette zone, l'incidence du projet resterait relativement faible en termes de gestion des eaux pluviales, voire positive moyennant les aménagements qui devraient être intégrés en phase 1. Se pose alors la question sanitaire avec le risque de stagnation des eaux. Des solutions techniques visant à assurer une circulation minimale des eaux dans la zone située entre la cote et la nouvelle piste seraient à étudier en AVP2 et dans le cadre de modélisations hydrodynamiques 3D (mise en place de dallots dans le cas d'un prolongement de piste et évaluation des impacts de la lagune ainsi créée).

Notons que la logique visant à remblayer les zones de stagnation potentielle des eaux marines pour éviter toute prolifération des moustiques peut poser des problèmes de gestion des eaux de pluie : en cas de remblaiement, il sera incontournable de créer des drains assurant l'évacuation au lagon des eaux pluviales provenant de l'amont. Mais compte tenu

- du niveau d'eau au bord du remblai (environ -1m NGM) ;
- de la hauteur de remblai (environ 3.3m NGM) ;
- des diamètres des tuyaux ;

la pente possible pour les canalisations risque d'être très faible et le risque de stagnation des eaux dans les drains resterait important.

Exutoires 4 et 5

Ils sont, a priori, non impactés par le projet, sauf en cas de remblaiement complet entre la piste et la cote actuelle, qui semble à proscrire pour les raisons évoquées ci-dessus.

Exutoire 6

La création de la piste convergente nécessitera très probablement la création d'un ou plusieurs exutoires permettant l'évacuation vers le lagon des eaux de ruissellement issues des pistes et du remblai situé entre les pistes. Ce point ne soulève pas de problème technique particulier, a priori.

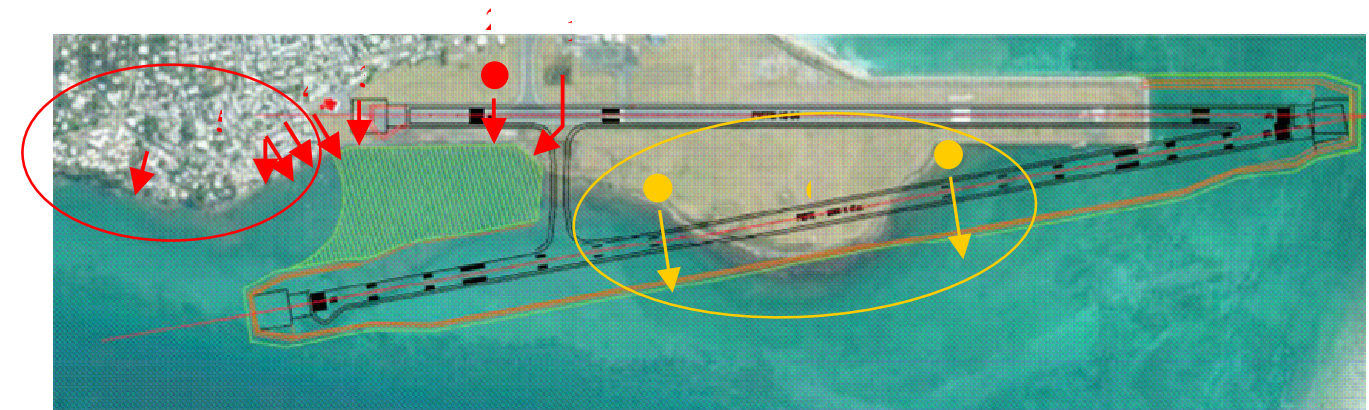


Figure 28 – Incidence de la Variante 1 Phase 2 sur l'évacuation des eaux de pluie

4.3 Variante 2



a) **Hypothèses spécifiques**

Pour cette variante 2, on propose de construire la piste convergente 15-33 en prenant directement appui sur l'extrémité 34 existante (sans effectuer aucun prolongement de la piste 16-34). Les autres hypothèses spécifiques sont identiques à celles de la variante 1 phase 2.

Concernant les trois points b), c) et d) suivants, il n'y a aucun changement par rapport à la description de la piste convergente de la variante 1 phase 2 :

- b) **Géométrie**
- c) **Structure de chaussée**
- d) **Altimétrie**

e) **Protections maritimes**

Il est envisagé que la protection du linéaire situé sur la face ouest (côté lagon) soit composée par des enrochements de catégorie 250 kg-750 kg. En effet, les résultats de l'étude de houle montrent que les hauteurs de houle tendent à diminuer plus on se dirige vers le nord.

Toutefois, la mise en place de cette protection sur la face ouest nécessitera de démonter les protections actuelles existantes du flanc ouest de la piste afin de poursuivre le remblai de cette piste convergente. Là encore, il faudra voir quelles sont les possibilités de stockage des enrochements issus de ce démontage en attente de la repose ultérieure.

f) **Terrassements**

En fonction des points précédents l'on obtient une nouvelle estimation (tableau ci-contre) des volumes de terrassements à effectuer pour cette phase de la variante 2.

g) **Électricité et balisage**

Idem variante 1 phase 2

h) **Drainage**

Les contraintes techniques liées à la gestion des eaux pluviales sont, pour la variante 2, relativement proches de celles évoquées pour la variante 1, en phase 2. Dans cette configuration, il est également préférable, du point de vue de la gestion quantitative des eaux pluviales, d'éviter le remblaiement pour permettre une évacuation satisfaisante. La problématique de stagnation des eaux entre la cote actuelle et la nouvelle piste est cependant plus sensible que pour la variante 1, du fait de l'étendue plus importante de la nouvelle piste vers le nord ouest et de l'étroitesse du bras de mer ainsi formé, limitant fortement les possibilités de circulation naturelle des eaux marines. La mise en place de systèmes de recirculation des eaux marines (par exemple par systèmes de cadres sous la piste, voire de pompes) semble d'autant plus nécessaire à étudier en AVP2.

Les aménagements envisagés sur les exutoires 1 à 3 pour la variante 1 restent applicables, afin d'améliorer l'existant. Une prolongation de l'exutoire noté « 1 » est à prévoir, pour franchir le

taxiway projeté. Il sera également probablement nécessaire de prévoir un exutoire « 6 » pour la zone en remblai entre les deux pistes.



Figure 30 – Plan des protections maritimes (Variante 2)

Cubatures	Variante 1	Variante 2
Remblai compacté (m ³)	3 423 975	2 599 891
Tout-venant calibré (m ³)	292 935	223 358
Enrochements (m ³)	183 612	115 423
Blocs ACCROPODE™ (m ³)	36 312	-
Granulats routiers (m ³)	110 901	88 255
Sous-total (m³)	4 047 735	3 026 927
Remblai lagune (m ³)	630 000	440 000
Total (m³)	4 677 735	3 466 927

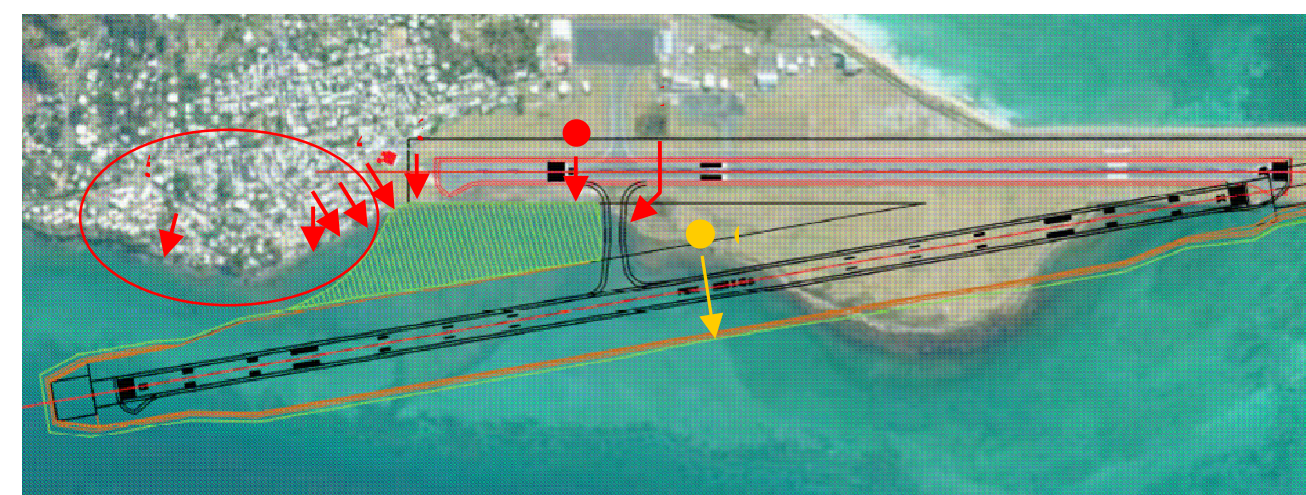


Figure 31 – Incidence de la Variante 2 sur l'évacuation des eaux de pluie

CHAPITRE 5 - ENJEUX ET CONTRAINTES GÉNÉRALES DU PROJET

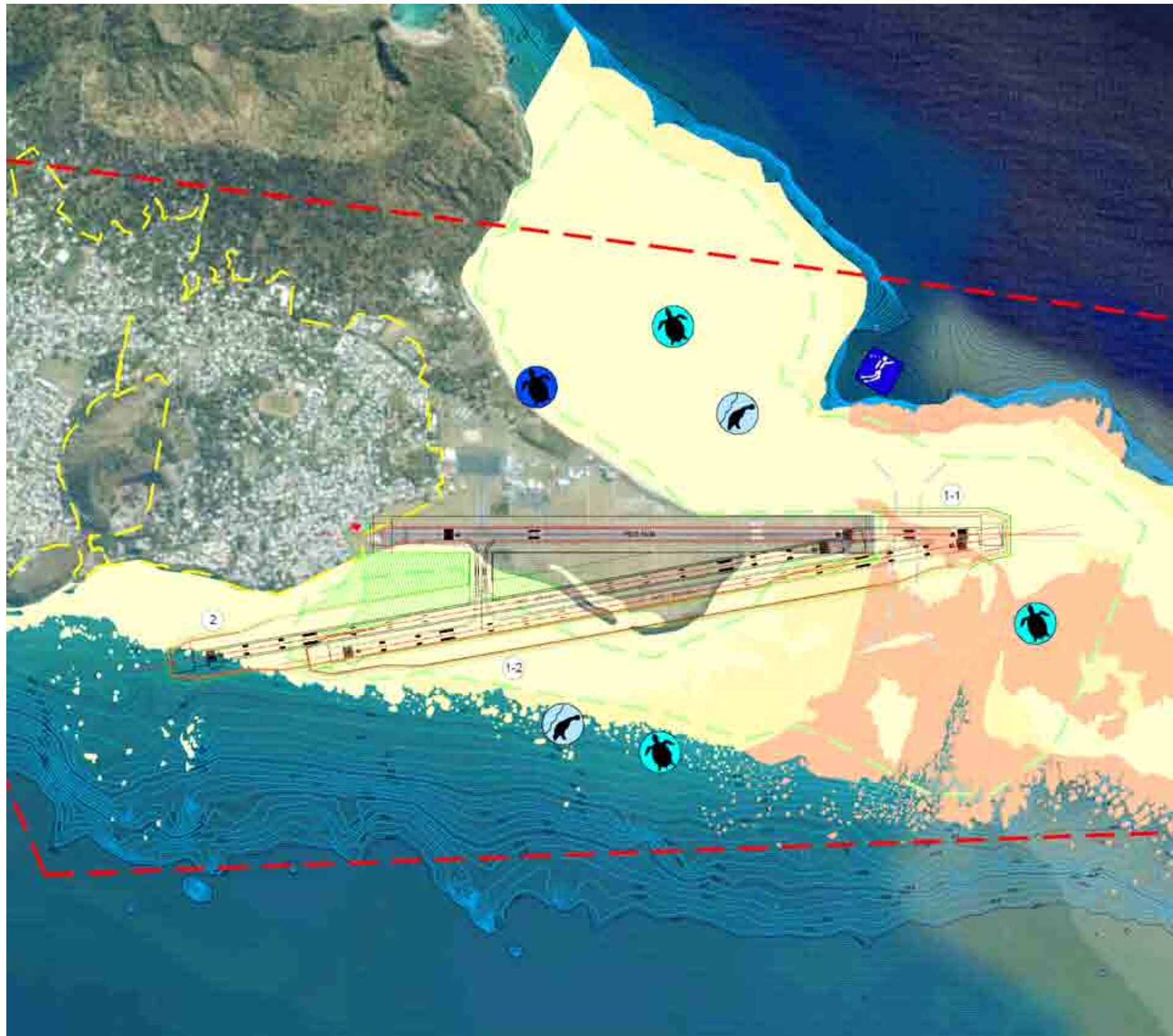
5.1 Enjeux marins

Il est à noter la présence de zones sensibles sur le milieu marin qui représentent donc des contraintes dont il faudra tenir compte pour l'établissement du projet et dans le choix du scénario à retenir. La zone d'étude prend en compte pour les enjeux marins le platier corallien situé autour de l'aéroport avec globalement les habitats sensibles suivants :

- les herbiers de phanérogames, qui présentent une sensibilité moyenne à forte selon leur densité et leur proximité au rivage ;
- les pâtés coralliens de pente interne de récif frangeant de barrière ou de pente externe de récif barrière qui présentent une sensibilité moyenne à forte selon leur couverture corallienne ;
- la pente externe de récif barrière et de barrière avec frangeant qui présente une couverture corallienne moyenne à très forte selon l'horizon concerné.

Les habitats, moyennement sensibles, fortement sensibles et très fortement sensibles représentent respectivement (fonds lagonaires non compris) : 10 %, 9 % et 16 % de la zone d'étude, soit un total de 35 %. Les espèces emblématiques fréquentant la zone d'étude sont les tortues et les dugongs. La synthèse des enjeux marins est résumée sur la carte ci-dessous.

En attendant les dispositions environnementales particulières qui pourront être spécifiées dans l'étude d'impact (à venir) et les dossiers réglementaires, il est important de prendre en compte dès à présent ces contraintes environnementales notamment en anticipant les précautions à prendre pendant la période des travaux visant à assurer tant que possible la protection des herbiers.












 **REMBLAI DE LA LAGUNE D'EAU STAGNANTE**

 **VARIANTE 1 PHASE 1**

 **VARIANTE 1 PHASE 2**

 **VARIANTE 2**

Légende des enjeux marins

- Enjeux**
-  Très fort
 -  Fort
 -  Récifs coraliens
-  Présence de dugongs
 -  Présence importante de tortues marines
 -  Site de ponte pour les tortues marines
 -  Site de plongée remarquable
 -  Principale zone de pêche à pied
 -  Fausse passe
 -  Zone urbaine
 -  Zone d'étude

5.2 Enjeux sanitaires

La réalisation de la piste convergente entrainera la création d'une lagune d'eau stagnante entre la piste existante et la piste convergente. Ceci constituerait un habitat propice au développement des moustiques et par conséquent un risque sanitaire important.

Une solution pour essayer de remédier à ce problème d'eau stagnante serait de remblayer la zone en question. Une première estimation des volumes de remblai pour atteindre le niveau minimal +3,3 m a été effectuée. Il est important de noter qu'à ce stade, la vision représentée sur les plans de ce dossier (hachurée en vert à chaque fois) n'est qu'une idée de principe et que la délimitation de la zone à combler n'a pas fait l'objet d'une étude précise. En tout cas, étant donnée la bathymétrie et l'actuelle délimitation, on obtient les volumes de remblai suivants :

- Variante 1 : 0,63 Mm³ soit 18.5 % du total de remblai compacté de la variante 1 (tout-venant calibré exclu) ;
- Variante 2 : 0,44 Mm³ soit 17 % du total de remblai compacté de la variante 2 (tout-venant calibré exclu).

Précisons qu'une étude précise de la recirculation d'eau est nécessaire pour déterminer la superficie de la zone à combler et par conséquent les volumes de remblais. Toutefois, on peut d'ores et déjà voir que ceci constitue un enjeu important en termes d'approvisionnement en matériaux et de travaux.

Il paraît donc nécessaire d'étudier d'autres solutions à associer au comblement partiel de la zone, afin de limiter les volumes de remblais. Un système de recirculation artificiel de l'eau avec pompage pourrait par exemple être étudié.

5.3 Enjeux techniques

5.3.1 APPROVISIONNEMENT EN MATERIAUX

Étant donné les volumes de matériaux estimés pour le chantier, la question de l'approvisionnement des matériaux est essentielle. L'enjeu principal est ici lié à l'articulation entre le choix de la zone d'extraction et le mode de transport des matériaux. De l'étude réalisée par le BRGM, il ressort que les collines du Four-à-Chaux et de Labattoir situées sur Petite-Terre peuvent subvenir à la totalité des besoins en matériaux de remblai pour chacune des variantes. En revanche, l'hypothèse retenue à l'heure actuelle est que tous les autres matériaux ne pourront être prélevés qu'en dehors de Petite-Terre. Il sera important de vérifier la validité de l'hypothèse selon laquelle la qualité du tout-venant calibré de Petite-Terre serait insuffisante et qu'il faudrait alors rechercher ce matériau depuis Grande-Terre. La question du transport a en partie été abordée lors de l'estimation économique des chantiers des deux variantes⁹, on peut

⁹ Voir le chapitre 6

se référer à la note d'hypothèses correspondante¹⁰. Sont présentées dans cette note des simulations simplifiées de transport des matériaux de remblai depuis les collines concernées de Petite-Terre : il est nécessaire d'insister de nouveau sur le caractère déterminant du problème de l'acheminement par voie routière envisagé. Pour la réalisation de la piste convergente, l'hypothèse faite à ce stade est que les travaux seront effectués du sud-est au nord-ouest, c'est-à-dire en partant de l'extrémité 33 pour progresser jusqu'à l'extrémité 15. On pourrait toutefois imaginer la construction de la piste convergente dans le sens opposé, à partir de l'extrémité 15, en aménageant temporairement une liaison entre la colline du Four-à-Chaux et la future extrémité 15. Il serait intéressant d'évaluer les avantages et inconvénients ainsi que la faisabilité d'une telle proposition lors de l'AVP2.

D'autre part, signalons que la difficulté de la mise en place des protections tient dans l'approvisionnement en matériaux de carrière et leur acheminement jusqu'au site dans les volumes actuellement envisagés. Les recherches géologiques menées jusqu'à présent ne garantissent pas que les matériaux disponibles sur Petite-Terre soient de qualité suffisante, il faut donc envisager un transport de matériaux depuis Grande-Terre. En effet, l'expérience des travaux effectués en 1995 a montré que le premier problème avait été la faible qualité des sous-couches : les enrochements trop fragiles cassaient sous l'action d'une pose un peu trop dynamique.

5.3.2 PHASAGE DES TRAVAUX

Les contraintes principales du phasage du chantier seront relatives au maintien des opérations et exploitations de la piste aérienne (site du projet).

Compte tenu du site, le phasage et cadence des travaux devront tenir compte des contraintes opérationnelles de l'aéroport avec par exemple :

- tracé des accès chantier et routes d'acheminement pour l'amenée des matériaux qui devront tenir compte de l'exploitation de la piste actuelle ;
- planification des travaux en fonction des mouvements d'avions.

Pour ce qui concerne la fabrication des blocs artificiels en béton, il faudra examiner la possibilité de stockage dans l'emprise de l'aéroport. Il sera aussi important de rebondir sur le retour d'expérience des travaux passés. Il faudra notamment veiller à l'humidité ambiante pour les matériels (groupes, centrale à béton) et aux pluies tropicales lors du coulage des blocs (teneur en eau des agrégats, délavage de la partie supérieure des blocs, coffrages remplis d'eau...).

¹⁰ Voir l'annexe 2

CHAPITRE 6 - ESTIMATION DU COÛT DES TRAVAUX

	Variante 1-1	Variante 1-2	VARIANTE 1	VARIANTE 2
	Total en (€ HT) ⁽¹⁾	Total en (€ HT) Actualisé	Total en (€ HT) Actualisé	Total en (€ HT) ⁽¹⁾
FRAIS				
Maîtrise d'ouvrage - Maîtrise d'œuvre - acquisition foncière et de carrière, indemnisation, communication... (15% environ)⁽²⁾	12 000 000	14 285 518	26 285 518	27 000 000
TRAVAUX PRÉPARATOIRES	7 770 000	4 053 385	11 823 385	6 000 000
Installations de chantier	3 000 000	2 026 693	5 026 693	3 000 000
Création embarcadère/débarcadère	1 500 000	0	1 500 000	0
Aménagement du parcours routier	2 000 000	1 351 128	3 351 128	2 000 000
Acquisition matériel spécifique au chantier : installation fixe sur l'embarcadère de Grande-Terre pour transvasement vers la barge	270 000	0	270 000	0
Étude de sols et prestations externes	1 000 000	675 564	1 675 564	1 000 000
TERRASSEMENTS-TRAVAUX MARITIMES⁽³⁾	61 413 730	81 776 381	143 190 111	133 626 000
Démontage protection existante	70 000	138 491	208 491	156 000
Remblai compacté	40 000 000	65 639 841	105 639 841	104 000 000
Tout-venant calibré	9 546 480	9 382 451	18 928 931	17 920 000
Enrochements	8 568 500	6 615 597	15 184 097	11 550 000
Blocs ACCROPODE™	3 228 750	0	3 228 750	0
CHAUSSÉES	2 052 000	8 222 859	10 274 859	11 944 000
Piste et voie de circulation	1 710 000	6 733 483	8 443 483	9 820 000
Accotements	342 000	1 489 376	1 831 376	2 124 000
ASSAINISSEMENT	87 000	317 515	404 515	520 000
Fossé et canalisation	87 000	317 515	404 515	520 000
BALISAGE	300 000	472 895	772 895	700 000
Équipement électriques	150 000	236 447	386 447	350 000
Génie civil balisage	150 000	236 447	386 447	350 000
production d'énergie pour le balisage	pm	pm	pm	pm
MARQUAGE	50 000	67 556	376 196	100 000
ÉQUIPEMENTS DIVERS	210 000	326 196	536 196	586 500
Clôtures	210 000	326 196	536 196	586 500
Équipements de radio navigation (exple VOR DME) ⁽⁴⁾	pm	pm	pm	pm
SOUS-TOTAL	83 882 730	109 522 305	193 405 035	180 476 500
ALÉAS (15%)	12 582 410	16 428 346	29 010 755	27 071 475
TOTAL⁽⁵⁾	96 465 140	125 950 651	222 415 791	207 547 975
Plus-value dans l'hypothèse d'un remblaiement de la lagune d'eau stagnante	0	17 024 217	17 024 217	17 600 000

⁽¹⁾ Valeurs 2010

⁽²⁾ Hors terrassement pour le respect des servitudes (collines)

⁽³⁾ Hors remblai de la lagune d'eau stagnante

⁽⁴⁾ Hypothèse de financement par la DSNA

⁽⁵⁾ Hors plus-value liée au remblaiement de la lagune d'eau stagnante

VARIANTE 1 PHASE 1				
	Unité	Quantité (arrondie)	Prix unitaire (en € HT)	Total (en € HT) ⁽¹⁾
FRAIS				
Maîtrise d'ouvrage - Maîtrise d'œuvre - acquisition foncière et de carrière, indemnisation, communication... (15% environ) ⁽²⁾				12 000 000
TRAVAUX PRÉPARATOIRES				7 770 000
Installations de chantier	Ft	1	3 000 000	3 000 000
Création embarcadère/débarcadère	Ft	2	750 000	1 500 000
Aménagement du parcours routier	Ft	1	2 000 000	2 000 000
Acquisition matériel spécifique au chantier : installation fixe sur l'embarcadère de Grande-Terre pour transvasement vers la barge	Ft	1	270 000	270 000
Étude de sols et prestations externes	Ft	1	1 000 000	1 000 000
TERRASSEMENTS-TRAVAUX MARITIMES				61 413 730
Démontage protection existante	m3	1 400	50	70 000
Remblai compacté	m3	1 000 000	40	40 000 000
Tout-venant calibré	m3	119 331	80	9 546 480
Enrochements	m3	85 685	100	8 568 500
Blocs ACCROPODE™	unité	7 175	450	3 228 750
CHAUSSÉES				2 052 000
Piste	m ²	21 375	80	1 710 000
Accotements	m ²	7 125	48	342 000
ASSAINISSEMENT				87 000
Fossé et canalisation	ml	870	100	87 000
BALISAGE				300 000
Équipement électriques	Ft	1	150 000	150 000
Génie civil balisage	Ft	1	150 000	150 000
production d'énergie pour le balisage	Ft	pm		
MARQUAGE				50 000
	Ft	1	50 000	50 000
ÉQUIPEMENTS DIVERS				210 000
Clôtures	ml	1 400	150	210 000
SOUS-TOTAL				83 882 730
ALÉAS (15%)				12 582 410
TOTAL				96 465 140

⁽¹⁾ Valeurs 2010

⁽²⁾ Hors terrassement pour le respect des servitudes (collines)

VARIANTE 1 PHASE 2					
	Unité	Quantité (arrondie)	Prix unitaire (en € HT)	Total (en € HT) ⁽¹⁾	Actualisation à 4% sur 10 ans
					4%
FRAIS					
Maîtrise d'oeuvre – Maîtrise d'ouvrage (acquisition foncière et de carrière, indemnisation, communication...) (15% environ) ⁽²⁾				25 000 000	14 285 518
TRAVAUX PRÉPARATOIRES				6 000 000	4 053 385
Installations de chantier	Ft	1	3 000 000	3 000 000	2 026 693
Création embarcadère/débarcadère	Ft	0	750 000	0	0
Aménagement du parcours routier	Ft	1	2 000 000	2 000 000	1 351 128
Acquisition matériel spécifique au chantier : installation fixe sur l'embarcadère de Grande-Terre pour transvasement vers la barge	Ft	0	270 000	0	0
Étude de sols et prestations externes	Ft	1	1 000 000	1 000 000	675 564
TERRASSEMENTS-TRAVAUX MARITIMES⁽³⁾				121 049 020	81 776 381
Démontage protection existante	m3	4 100	50	205 000	138 491
Remblai compacté	m3	2 429 075	40	97 163 000	65 639 841
Tout-venant calibré	m3	173 604	80	13 888 320	9 382 451
Enrochements	m3	97 927	100	9 792 700	6 615 597
Blocs ACCROPODE™	unité	0	450	0	0
CHAUSSÉES				12 171 840	8 222 859
Piste et voie de circulation	m ²	124 590	80	9 967 200	6 733 483
Accotements	m ²	45 930	48	2 204 640	1 489 376
ASSAINISSEMENT				470 000	317 515
Fossé et canalisation	ml	4 700	100	470 000	317 515
BALISAGE				700 000	472 895
Équipement électriques	Ft	1	350 000	350 000	236 447
Génie civil balisage	Ft	1	350 000	350 000	236 447
production d'énergie pour le balisage	Ft	pm			
MARQUAGE				100 000	67 556
	Ft	1	100 000	100 000	67 556
ÉQUIPEMENTS DIVERS				482 850	326 196
Clôtures	ml	3 219	150	482 850	326 196
Équipements de radio navigation (exple VOR DME) ⁽⁴⁾	Ft	pm			
SOUS-TOTAL				165 973 710	109 522 305
ALÉAS (15%)				24 896 057	16 428 346
TOTAL⁽⁵⁾				190 869 767	125 950 651
Plus-value dans l'hypothèse d'un remblaiement de la lagune d'eau stagnante	m3	630 000	40	25 200 000	17 024 217

⁽¹⁾ Valeurs 2010

⁽²⁾ Hors terrassement pour le respect des servitudes (collines)

⁽³⁾ Hors remblai de la lagune d'eau stagnante

⁽⁴⁾ Hypothèse de financement par la DSNA

⁽⁵⁾ Hors plus-value liée au remblaiement de la lagune d'eau stagnante

VARIANTE 2				
	Unité	Quantité (arrondie)	Prix unitaire (en € HT)	Total (en € HT) ⁽¹⁾
FRAIS				
Maîtrise d'ouvrage - Maîtrise d'œuvre - acquisition foncière et de carrière, indemnisation, communication... (15% environ)⁽²⁾				27 000 000
TRAVAUX PRÉPARATOIRES				6 000 000
Installations de chantier	Ft	1	3 000 000	3 000 000
Création embarcadère/débarcadère	Ft	0	750 000	0
Aménagement du parcours routier	Ft	1	2 000 000	2 000 000
Acquisition matériel spécifique au chantier : installation fixe sur l'embarcadère de Grande-Terre pour transvasement vers la barge	Ft	0	270 000	0
Acquisition de carrière	Ft	1	PM	
Étude de sols et prestations externes	Ft	1	1 000 000	1 000 000
TERRASSEMENTS-TRAVAUX MARITIMES⁽³⁾				133 626 000
Démontage protection existante	m3	3 120	50	156 000
Remblai compacté ⁽⁴⁾	m3	2 600 000	40	104 000 000
Tout-venant calibré	m3	224 000	80	17 920 000
Enrochements	m3	115 500	100	11 550 000
Blocs ACCROPODE™	unité	0	450	0
CHAUSSÉES				11 944 000
Piste et voie de circulation	m ²	122 750	80	9 820 000
Accotements	m ²	44 250	48	2 124 000
ASSAINISSEMENT				520 000
Fossé et canalisation	ml	5 200	100	520 000
BALISAGE				700 000
Équipement électriques	Ft	1	350 000	350 000
Génie civil balisage	Ft	1	350 000	350 000
production d'énergie pour le balisage	Ft	pm		
MARQUAGE	Ft	1	100 000	100 000
ÉQUIPEMENTS DIVERS				586 500
Clôtures	ml	3 910	150	586 500
Équipements de radio navigation (exple VOR DME) ⁽⁴⁾	Ft	pm		
SOUS-TOTAL				180 476 500
ALÉAS (15%)				27 071 475
TOTAL⁽⁵⁾				207 547 975
Plus-value dans l'hypothèse d'un remblaiement de la lagune d'eau stagnante	m3	440 000	40	17 600 000

⁽¹⁾ Valeurs 2010

⁽²⁾ Hors terrassement pour le respect des servitudes (collines)

⁽³⁾ Hors remblai de la lagune d'eau stagnante

⁽⁴⁾ Hypothèse de financement par la DSNA

⁽⁵⁾ Hors plus-value liée au remblaiement de la lagune d'eau stagnante

L'estimation proposée ci-dessus s'inscrit dans le cadre de l'évaluation économique du projet de piste longue à Mayotte et a pour but d'aider à la détermination des principaux indicateurs du bilan socio-économique du projet. C'est plus précisément le coût initial de l'investissement en termes de travaux qui est estimé ici. Les trois autres composantes du bénéfice actualisé (avantages nets sur toute la période de service, investissements lourds d'entretien ou de renouvellement, valeur résiduelle de l'infrastructure calculée en fin de période) ne sont pas estimées ici.

Une actualisation a été effectuée afin de pouvoir estimer et comparer des variantes dont la réalisation s'échelonne dans le temps. La réalisation de la phase 2 de la variante 1 se situerait en effet au-delà d'un horizon de 10 ans après la réalisation de la variante 1 phase 1 ou bien de la variante 2 (la valeur future de la dépense liée à la phase 2 est ainsi ramenée à une valeur qu'elle aurait si on l'effectuait dès l'époque de réalisation de la phase 1). Ce « prix du temps » pour l'État est matérialisé par le taux d'actualisation public, fixé à 4 % par la mise à jour du 27 mai 2005 de l'instruction cadre du 25 mars 2004. Rappelons quelques caractéristiques de ce taux citées par le Rapport du groupe d'experts sur la révision du taux d'actualisation des investissements publics datant du 21 janvier 2005. Le taux d'actualisation public :

- est unique et s'applique de manière uniforme à tous les projets d'investissements publics et à tous les secteurs d'activité ; il est actuellement fixé à une valeur de 4 % ;
- est calculé hors prime de risque (risque qui concerne principalement les prévisions de quantités et les prévisions de prix, et dépend par conséquent du projet évalué) ;
- doit être utilisé dans des calculs effectués en monnaie constante (hors inflation).

A titre d'exemple, on peut comprendre un des impacts de l'actualisation sur les valeurs des dépenses futures à l'aide du tableau suivant où l'on voit la valorisation, aujourd'hui, des 191 millions d'euros du futurs associés à la phase 2, pour plusieurs horizons de réalisation de cette phase : 10 ans, 20 ans et 30 ans.

	10 ans	20 ans	30 ans
Valeurs actualisées de 191 millions d'euros à différentes dates avec un taux d'actualisation de 4%	126 millions	85 millions	58 millions
Coût de la variante 1 complète en valeur actuelle	223 millions	182 millions	155 millions

On voit que plus on considère des coûts éloignés dans le futur, plus leur valorisation est faible.

CHAPITRE 7 - ANALYSE COMPARATIVE DES VARIANTES (EN COURS DE CONSTRUCTION PAR ADPI/SOGREAH, ASCONIT ET LE SNIA)

Critère	VARIANTE 1				VARIANTE 2	
	PHASE 1		PHASE 2		+	-
	+	-	+	-		
Demande en matériaux	Besoin relativement limité (1,26Mm3) et mise à profit des déblais pour améliorer la sécurité			Besoin relativement élevé (3,41Mm3)		Besoin relativement élevé (3,46Mm3)
Démontage et stockage des protections maritimes [1]		150m : linéaire sud (blocs ACCROPODE™)		715m : 515m linéaire ouest + 200m une partie de l'amorce de la phase 1 (enrochements naturels)		515m : linéaire ouest uniquement
Mise en place des protections [1]	Réutilisation des 150m déplacés précédemment (16% des 915m à poser en phase 1)		Réutilisation des 715m déplacés précédemment (25% des 2830m à poser en phase 2)		Réutilisation des 515m déplacés précédemment (16% des 3270m à poser)	
Déplacement/Remplacement des équipements radioélectriques	Pas de déplacement			Déplacement nécessaire		Déplacement nécessaire
Sécurité et obstacles		Déblais très importants (collines de Petite-Terre) – 8Mm3 pour l'amélioration des surfaces de dégagement aéronautiques dans l'hypothèse d'un maintien du seuil 16 à son emplacement actuel	Pas ou peu de déblais nécessaires		Pas ou peu de déblais nécessaires	
Enjeux marins en phase d'exploitation		Emprise sur zone à forte sensibilité : herbiers phanérogames	Emprise sur zone à moyenne et faible sensibilité		Pas d'emprise sur la zone à forte sensibilité	
Enjeux marins en phase de travaux	Risque moins important de dispersion de fines			Risque accru de dispersion de fines		Risque accru de dispersion de fines
Enjeu sanitaire				Risque de formation d'une zone d'eau stagnante (0,63Mm3) propice au développement de moustiques		Risque de formation d'une zone d'eau stagnante (0,44Mm3) propice au développement de moustiques
Nuisances sonores		Accroissement des nuisances a priori (à confirmer par des modélisations acoustiques)	Zone urbaine de pollution sonore limitée		Zone urbaine de pollution sonore limitée	
Échéance pour la desserte directe vers la métropole	Court terme	Gamme limitée à deux appareils + Limitation : pas de décollage possible en QFU 34 avec l'A330-200	Large gamme d'avions de code E	Long terme	Large gamme d'avions de code E	Moyen terme
Coût						

Notes et remarques :

[1]

Avec la forme d'amorce 2 proposée sur les plans

ANNEXE 1 - DESCRIPTIF DE LA PROPOSITION D'OPTIMISATION DES VOLUMES DE REMBLAI (NON RETENUE AU STADE AVP1)

Lors de la réunion du 07 juillet 2010, une proposition d'optimisation des volumes de remblai avait été proposée. L'étude avait porté sur la disposition de la bande de piste et de la RESA (aire d'extrémité de piste) ainsi que sur la longueur de la RESA, dans le but de diminuer la longueur totale de remblai à effectuer.

La proposition s'appuyait sur les définitions suivantes de l'annexe technique n°1 de l'arrêté TAC du 10 juillet 2006 :

- « Bande de piste (ou bande dégagée) : Aire comprenant la piste et, lorsqu'il(s) existe(nt) le(s) prolongement(s) d'arrêt, destinée à réduire les risques de dommages matériels en cas de sortie de piste d'un aéronef et à assurer la protection des aéronefs qui survolent cette aire au cours des opérations de décollage ou d'atterrissage. »
- « Bande aménagée : Aire comprise dans la bande de piste et nivelée à l'intention des aéronefs auxquels la piste est destinée, pour le cas où un aéronef sortirait de la piste. »
- « Aire de sécurité d'extrémité de piste (RESA) : Aire rectangulaire, adjacente à l'extrémité de la bande de piste, symétrique par rapport au prolongement de l'axe de la piste, et principalement destinée à réduire les risques de dommages matériels au cas où un aéronef atterrirait trop court ou dépasserait l'extrémité de piste en fin d'atterrissage ou lors du décollage. »

ADPi avait interprété ces définitions comme le fait que ni les bandes ni la RESA n'étaient nécessaires à l'arrière d'un aéronef au décollage, et proposait donc les géométries des figures 33, 34, 35 et 36. Cette configuration de la piste 16-34 aboutissait à un remblai en mer de 460 m au sud de l'extrémité 34 actuelle (pour comparaison, la variante 1 phase 1 développée au paragraphe 4.1 de ce rapport prévoit un remblai à réaliser de 550 m de long).

Habituellement les RESA ne sont pas revêtues. Dans notre cas, la logique la proposition était différente car revêtir les RESA permettait de les utiliser pour le décollage et diminuer ainsi la quantité de remblais à effectuer, tout en ménageant les 60 m de bande (conformément à la réglementation) avant l'extrémité depuis laquelle on décolle (bande anti-souffle de 60 m des figures 34 et 36).



Figure 33 – Atterrissage au QFU 16 (proposition de juillet 2010 non retenue à ce stade)

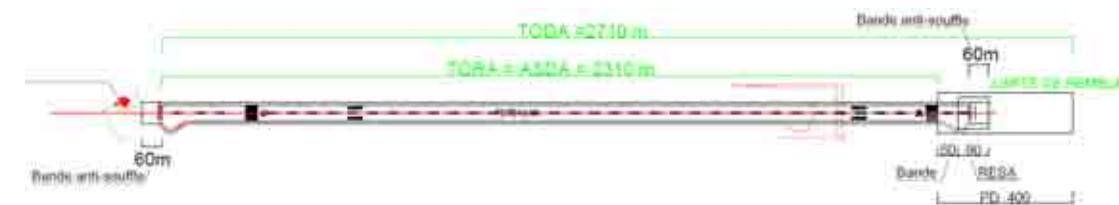


Figure 34 – Décollage au QFU 16 (proposition de juillet 2010 non retenue à ce stade)



Figure 35 – Atterrissage au QFU 34 (proposition de juillet 2010 non retenue à ce stade)



Figure 36 – Décollage au QFU 34 (proposition de juillet 2010 non retenue à ce stade)

ANNEXE 2 - NOTE DESCRIPTIVE DE L'ESTIMATION AVP1

Aéroport de Dzaouzi Pamandzi – Mayotte Projet de liaison directe vers Paris - Métropole

Note descriptive de l'estimation AVP1

Projet No. **4810912**
Phase **AVP1**
Entité **Aéroport de Dzaouzi Pamandzi - Mayotte**
Discipline **Infrastructures – Navigation aérienne**

Date **9 Octobre 2010**
Document No. **AVP1**
Révision **B**
Statut **Version révisée**

Feuille de référence

À: DGAC
Adresse: ADPI architectes et ingénieurs
Orly Zone Sud
91204 ATHIS MONS CEDEX
FRANCE
Tél.: + 33 1 49 75 12 30
Fax: + 33 1 49 75 12 40
Site internet: www.adp-i.com
Contact: emmanuel.helme-guizon@adp-i.com

RÉVISION	DESCRIPTION	APPROUVÉ PAR	DATE
B	Version révisée	E. Helme-Guizon	9 nov 2010

	NOM	POSTE	SIGNATURE	DATE
Préparé par	A. Kitanov-Doutreleau	Ing. Infrastructure ADPi		
	O. Paireau	Sogreah		
Vérifié par	E. Helme-Guizon	Chef de projet		
Approuvé par	E. Helme-Guizon	Chef de projet		

Sommaire

FEUILLE DE REFERENCE 41

SOMMAIRE 42

OBJET DE LA NOTE 42

HYPOTHESES ET MODES DE CALCULS RETENUS 43

- 1. Travaux préparatoires 43**
 - 1.1 Installations de chantier 43
 - 1.2 Ports, réfections de route, acquisition de carrières 43
 - 1.3 Étude de sols et prestations externes 43
- 2. Terrassements – travaux maritimes 43**
 - 2.1 Démontage/déplacement des protections 43
 - 2.2 Remblai compacté 43
 - 2.3 Tout-venant calibré 44
 - 2.4 Enrochements 44
 - 2.5 Accropodes 44
- 3. Chaussées : piste et accotements 44**
- 4. Assainissement 44**
- 5. Balisage 45**
 - 5.1 Équipement électriques 45
 - 5.2 Génie civil balisage 45
- 6. Marquage 45**
- 7. Équipements divers 45**
 - 7.1 Barrières anti-souffles 45
 - 7.2 Clôtures 45
 - 7.3 Équipements de radio navigation (exple VOR DME) 45
- 8. Aléas 45**

ANNEXE 45

Objet de la note

Cette note explicative s'inscrit dans le cadre de l'AVP1 du projet de desserte de Mayotte – réalisation d'une piste longue adaptée aux vols long courriers.

L'objectif est de décrire les hypothèses de bases retenues pour réaliser l'estimation sommaire AVP1 de l'opération pour la variante 1 phases 1 et 2 et la variante 2.

Hypothèses et modes de calculs retenus

Précisons que tous les prix unitaires figurant dans l'estimation sont en euros hors-tax (€ HT). Or actuellement, la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) n'est pas applicable dans la collectivité territoriale d'outre-mer de Mayotte, ce qui rend la mention HT superflue. Toutefois, Mayotte deviendra département d'outre-mer à partir de 2011, et sera soumise à la fiscalité de droit commun à partir de 2014 ce qui impliquera l'instauration, entre autres, de la TVA¹¹ avant le début des travaux prévu pour 2015 (quelle que soit la variante choisie).

1. Travaux préparatoires

1.1 INSTALLATIONS DE CHANTIER

Estimées à environ **15% du montant des travaux hors aléas**. Elles comprennent :

- Installations de l'entrepreneur (bureaux, matériel classique)
- Centrale d'enrobé sur chantier
- Centrale à béton sur place

1.2 PORTS, REFECTIONS DE ROUTE, ACQUISITION DE CARRIERES

Sont prévues ici les installations permettant le transport des matériaux, c'est-à-dire :

- Création d'un embarcadère (quai de barge) sur Grande-Terre et d'un débarcadère sur Petite-Terre : $2 * 750\ 000€ = 1.5M€$
- Acquisition de matériel spécifique au chantier : pour le chargement sur Grande-Terre : installation fixe avec trémie qui reçoit les matériaux et assure le transvasement vers la barge avec tapis orientable : **270 000€**
- Réfection de route sur Petite-Terre : **2M€** (4.5km * 10 m * 45 €)

D'autre part, pour cette estimation la solution de convoyeur à bande a été écartée. Et aucun prix d'acquisition foncière n'a été pris en compte : on considère que la carrière de matériaux sera mise à disposition de l'entrepreneur par le maître d'ouvrage.

1.3 ÉTUDE DE SOLS ET PRESTATIONS EXTERNES

Elles comprennent les contrôles externes, communication, mesures de prévention environnementales.

¹¹ A titre d'information, dans les départements de la Guadeloupe, de la Martinique et de la Réunion, le taux normal est actuellement fixé à 8.50 % (et le taux réduit à 2.10 %).

2. Terrassements – travaux maritimes

Le choix de la solution d'approvisionnement en matériaux représente l'un des enjeux majeurs de ce projet, sur les plans économique, social et environnemental. Ce choix est conditionné par :

- le choix du lieu d'extraction ;
- le choix du moyen de transport.

2.1 DEMONTAGE/DEPLACEMENT DES PROTECTIONS

- Variante 1 Phase 1 : On prend en compte le démontage/déplacement/repose des blocs artificiels à l'extrémité de piste pour effectuer le prolongement de piste et créer l'amorce de piste convergente.
- Variante 1 Phase 2 : On prend en compte le démontage des protections côté ouest de la piste existante ainsi que de celles d'une partie de l'amorce.
- Variante 2 : On prend uniquement en compte le démontage des protections côté ouest de la piste existante.

2.2 REMLAI COMPACTE

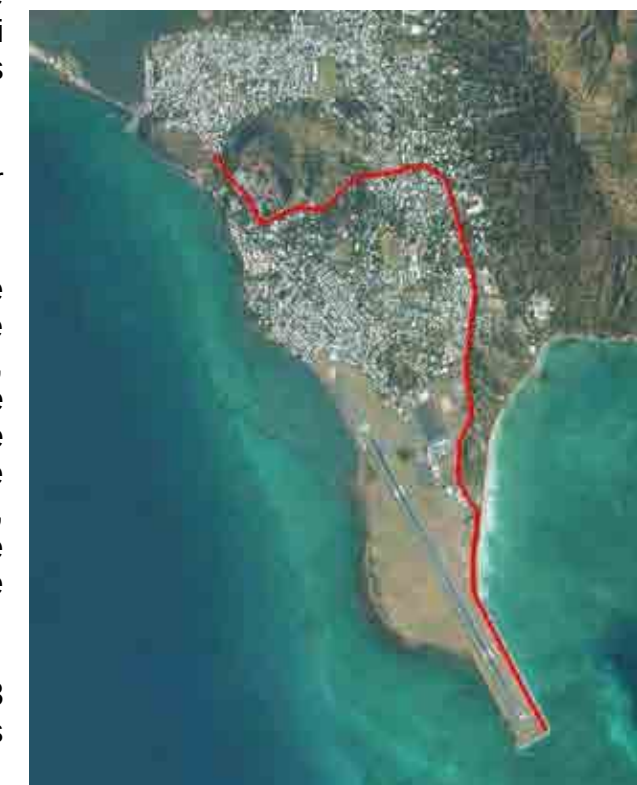
Par hypothèse, le coût du remblai ne prend en compte aucun procédé particulier d'amélioration de la qualité du support.

Concernant le lieu d'extraction, il sera pris comme hypothèse que la totalité des matériaux de remblai (tout-venant calibré exclu) sera extraite des collines du Four-à-chaux et de Labattoir.

D'autre part, on considère que le transport sur Petite-Terre se fait uniquement par route.

On fait l'hypothèse de contournement de la zone fortement urbanisée, en empruntant une voie ouverte lors de la récente extension de piste, passant par l'est de l'île et connue sous le nom de « la piste des chantiers ». Il sera pris une distance à parcourir de 9 km pour un cycle complet de chargement en carrière, trajet aller de 4.5 km, déchargement sur chantier, trajet retour de 4.5 km. Actuellement la voie ne peut accueillir que des camions.

Pour la variante 1-1, nécessitant 994 900 m³ arrondi à **1 Mm³** de remblai, on a effectué les simulations suivantes.



A partir d'hypothèses sur les temps de chargement des véhicules, la première simulation donne la durée en mois, du chantier de la variante 1-1, en supposant que les pelles sont utilisées en continu. On regarde les cas de chantiers de 8h/j et de 16h/j ainsi que les semaines de 5 jours ou 6 jours :

	transport par camion (6m3)			transport par tombereau (16m3)	
	5jrs/sem	6jrs/sem		5jrs/sem	6jrs/sem
8h/jr	39 mois	32 mois	8h/jr	25 mois	21 mois
16h/jr	19 mois	16 mois	16h/jr	13 mois	11 mois

Inversement, si l'on fixe le nombre de jours de chantier (travaillés), on peut avoir une idée de la cadence de véhicules qui sera nécessaire :

	nb de camions par heure			nb de tombereaux par heure	
	400 jours	450 jours		350 jours	400 jours
8h/jr	52/h	46/h	8h/jr	22/h	20/h
16h/jr	26/h	23/h	16h/jr	11/h	10/h

Ceci permet déjà de constater qu'une durée de chantier de 400 jours pour la variante 1-1 paraît difficilement réalisable si le transport se fait uniquement par camion. Pour un transport par tombereau, il faudrait prévoir un aménagement de la route dans ce but puisqu'elle n'est actuellement pas dimensionnée pour permettre le passage de ce type de véhicule.

2.3 TOUT-VENANT CALIBRE

Concernant le lieu d'extraction, on suppose qu'il faudra chercher le tout-venant calibré sur Grande-Terre.

En supposant la création d'un embarcadère sur Grande-Terre et d'un débarcadère sur Petite-Terre comme évoqué au paragraphe 1.2, on peut envisager l'utilisation de barge de 300t de charge utile pour transborder les matériaux et c'est cette traversée par barge qui devient alors le facteur limitant de la mise en œuvre du chantier (achat des barges non chiffré).

Pour le tout-venant calibré constituant le cavalier central de protection maritime sur lequel viennent s'appuyer le remblai (côté interne) et les enrochements (côté externe), on peut proposer l'estimation suivante :

Coût du transport par barge de 300 t de CU à 10€/t :

- Variante 1 :
 - Phase 1 : 2 400 000 € pour 120 000 m³ ;
 - Phase 2 : 3 500 000 € pour 175 000 m³ ;
- Variante 2 : 4 500 000 € pour 225 000 m³.

On peut envisager un cycle chargement/aller/déchargement/retour de 2h30 par barge et 5

voyages possibles par jour : on transborde donc 750m³/j. On en déduit le nombre de jours nécessaires au transbordement du tout-venant calibré :

- Variante 1
 - Phase 1 : 160 jours ;
 - Phase 2 : 230 jours ;
- Variante 2 : 300 jours.

2.4 ENROCHEMENTS

Les enrochements seront également amenés depuis Grande-Terre.

2.5 BLOCS ACCROPODE™

Les blocs artificiels de protection ACCROPODE™ pourront être fabriqués sur le lieu du chantier à partir de granulats béton amenés par barge depuis Grande-Terre.

3. Chaussées : piste et accotements

Epaisseurs chaussées	type de granulat	piste		accotements et voie de service	
		épaisseur (cm)		épaisseur (cm)	
couche de roulement	BB 0/14 mm	6		6	
couche de base	GB /20 mm	13			
couche de fondation	GNT 0/31,5 mm	45		25	
TOTAL		64		31	
couche de forme	GNT 0/63 mm	40			
TOTAL		104			

Pour les superficies de chaussées à revêtir, on a considéré la piste et les accotements et on a ajouté l'estimation de la voie de circulation reliant la piste actuelle à la piste convergente de la variante 1-2 et de la variante 2.

4. Assainissement

On considère que l'évacuation de l'eau des pistes se fera à l'aide de canalisations le long des pistes, et non par simple infiltration à travers le remblai.

- Variante 1 Phase 1 : on suppose qu'on ne mettra pas de bassin de rétention des eaux pluviales, rejet diffus dans la mer (à confirmer par DGAC)
- Variante 1 Phase 2 et Variante 2 : Prix forfaitaire retenu 100 000 €HT pour un bassin de rétention étanche.

5. Balisage

5.1 ÉQUIPEMENT ELECTRIQUES

Fourniture et travaux :

- Variante 1 Phase 1 : 65 feux à 1,8 k€, soit 117 k€ ; arrondi à **150 k€**

Il faudra prévoir 20 kVA de puissance supplémentaire (voir si la centrale existante le supporte) par rapport à l'existant.

- Variante 1 Phase 2 et Variante 2 (Piste 15-33) : 180 feux à 1,8 k€, soit 324 k€ ; arrondi à **350 k€**
47 kVA de puissance nécessaire (voir si la centrale existante le supporte).

Ces prix, sont toutefois des données continentales, il faudra ajouter le surplus « logistique + éloignement » si nécessaire.

5.2 GENIE CIVIL BALISAGE

- Variante 1 Phase 1 (Piste 16-34) : **150k€**
- Variante 1 Phase 2 et Variante 2 (Piste 15-33) : **350k€**

6. Marquage

- Variante 1 Phase 1 : Forfait de **30 000 €HT**
- Variante 1 Phase 2 et Variante 2 : Forfait de **100 000 €HT**

7. Équipements divers

7.1 5.1 BARRIERES ANTI-SOUFFLES

Barrières existantes conservée à la demande de la DGAC.

7.2 CLOTURES

Hypothèse de pose de clôture sur les enrochements.

7.3 ÉQUIPEMENTS DE RADIO NAVIGATION (EXPLE VOR DME)

Hors estimation

Pour mémoire, le déplacement des VOR-DME –VDF et NDB seront nécessaires pour la variante 1-2 et la variante 2.

8. Aléas

15% du montant de l'estimation explicitée ci-dessus.

Annexe

Hypothèses servant à la simulation du paragraphe 2.2 :

Hypothèses sur les temps de chargement des véhicules (qui sont fonctions de la pelle utilisée) :

- Camions de 6 m3 de charge utile : chargement en 4min
- Tombereaux de 16 m3 de charge utile : chargement en 7min

Hypothèse sur les temps de cycle des véhicules :

- Cycle camion : chargement+aller+déchargement+retour = 4min+8min+4min+7min = 23min
- Cycle tombereau : chargement+aller+déchargement+retour = 6min+8min+6min+7min = 27min

Et on considère que l'on dispose de 2 pelles en chargement et 2 pelles en déchargement.

ANNEXE 3 - LISTE DES PIÈCES DU DOSSIER

Titre 1	Titre 2	Titre 3	Titre 4	Etude	Variante et phase	Discipline	Type de plan	Numéro	Révision	Echelle	Date
Desserte aérienne de Mayotte - Réalisation d'une piste longue adaptée aux vols long-courriers	Dossier Avant-Projet Phase 1 (AVP1)			AVP1	-	C	-	-	A		04/10/2010
Desserte aérienne de Mayotte - Réalisation d'une piste longue adaptée aux vols long-courriers	AVP1	Superposition des variantes 1 et 2		AVP1	-	C	A2	001	A	1/7500	04/10/2010
Desserte aérienne de Mayotte - Réalisation d'une piste longue adaptée aux vols long-courriers	AVP1	Plan de Masse	Variante 1 - phase 1	AVP1	011	C	A1	002	A	1/7500	04/10/2010
Desserte aérienne de Mayotte - Réalisation d'une piste longue adaptée aux vols long-courriers	AVP1	Plan de Masse	Variante 1 - phase 2	AVP1	012	C	A1	003	A	1/7500	04/10/2010
Desserte aérienne de Mayotte - Réalisation d'une piste longue adaptée aux vols long-courriers	AVP1	Plan de Masse	Variante 2	AVP1	020	C	A1	004	A	1/7500	04/10/2010
Desserte aérienne de Mayotte - Réalisation d'une piste longue adaptée aux vols long-courriers	AVP1	Localisation des ouvrages de protection	Variante 1 - phase 1	AVP1	011	C	D3	008	A	1/7500	04/10/2010
Desserte aérienne de Mayotte - Réalisation d'une piste longue adaptée aux vols long-courriers	AVP1	Localisation des ouvrages de protection	Variante 1 - phase 2	AVP1	012	C	D3	009	A	1/7500	04/10/2010
Desserte aérienne de Mayotte - Réalisation d'une piste longue adaptée aux vols long-courriers	AVP1	Localisation des ouvrages de protection	Variante 2	AVP1	020	C	D3	010	A	1/7500	04/10/2010
Desserte aérienne de Mayotte - Réalisation d'une piste longue adaptée aux vols long-courriers	AVP1	Carte des enjeux marins	Variante 1 - phase 1	AVP1	011	C	G10	011	A	1/7500	04/10/2010
Desserte aérienne de Mayotte - Réalisation d'une piste longue adaptée aux vols long-courriers	AVP1	Carte des enjeux marins	Variante 1 - phase 2	AVP1	012	C	G10	012	A	1/7500	04/10/2010
Desserte aérienne de Mayotte - Réalisation d'une piste longue adaptée aux vols long-courriers	AVP1	Carte des enjeux marins	Variante 2	AVP1	020	C	G10	013	A	1/7500	04/10/2010

ANNEXE 4 - SIGLES, ABRÉVIATIONS ET DÉFINITIONS

ASDA	Distance utilisable pour l'accélération-arrêt
CWY	Prolongement dégagé
ILS	Système d'approche aux instruments utilisé pour les aéronefs qui exécutent des approches finales de précision
LDA	Distance utilisable à l'atterrissage
MLW	Masse maximale à l'atterrissage
MTOW	Masse maximale au décollage
NGM	Niveau Général de Mayotte
RESA	Aire de sécurité d'extrémité de piste
Run-up	Élévation maximale du niveau d'eau sous l'action de la houle
TODA	Distance utilisable au décollage, qui ajoute à la TORA la longueur du prolongement dégagé
TORA	Distance de roulement utilisable au décollage
Vol full pax	Vol plein passagers