

- Ayant pour objet d'apporter une contrepartie aux conséquences dommageables qui n'ont pu être évitées ou suffisamment réduites ;
- S'exerçant dans le même domaine ou dans un domaine voisin, que celui touché par le projet.

Les **mesures d'accompagnement** sont généralement destinées à optimiser un effet positif et à maîtriser les effets induits.

Toute installation perturbe le milieu. La prise en compte de la fragilité du milieu est indispensable dans la conception même de l'installation afin, soit :

- d'éliminer les impacts de l'aménagement du site ;
- de réduire les impacts ;
- de compenser les impacts dommageables de l'aménagement.

10.2 Air, climat, vulnérabilité du projet face au changement climatique

Le changement climatique est aujourd'hui au centre des questions scientifiques et sociétales, le grand public s'étant emparé du sujet. De nombreuses études ont été menées, notamment sur la thématique des effets prévisibles du réchauffement climatique.

Le réchauffement climatique n'impacte pas la planète de façon uniforme. Ainsi, l'hémisphère Nord est plus touché, particulièrement aux hautes latitudes. La zone Océan indien, quant à elle, n'a pas connu un réchauffement aussi rapide que beaucoup d'autres régions du globe.

Le 5^{ème} rapport du GIEC indique qu'au rythme des émissions actuelles, le réchauffement climatique atteindra 1,5°C entre 2030 et 2052, et pourrait atteindre 3°C d'ici 2100. Concernant l'outre-mer, le rapport précise que « les simulations du climat pour le XXI^{ème} siècle indiquent que les cyclones ne devraient pas être plus nombreux, mais plus intenses ».

Le réchauffement climatique peut également accroître le phénomène d'Ilot de Chaleur Urbain (ICU), phénomène d'élévation localisée de la température en zone urbaine, notamment liée à l'artificialisation des sols, aux activités humaines (industries, circulation motorisée, climatisation, transports, etc.).

10.2.1.1 En phase chantier

10.2.1.1.1 Effets du projet

- Vis-à-vis de la qualité de l'air et des rejets de gaz à effet de serre (GES)

Comme tout chantier, il nécessitera l'emploi d'engins motorisés de chantier et de matériaux, en partie importés, à Mayotte. Ces importations se feront par voie maritime exclusivement, engendrant des émissions de dioxyde de soufre, de dioxyde de carbone et de dioxyde d'azote, notamment.

De plus, au cours des travaux, les engins de chantier produiront également des gaz à effet de serre, responsables du réchauffement climatique.

Les quantités de GES émis au cours du chantier resteront cependant faibles à l'échelle de l'île.

- Vis-à-vis de la vulnérabilité au changement climatique

Le chantier est estimé à 22 mois ; sa vulnérabilité face au changement climatique est donc très limitée dans le temps, face à un phénomène qui s'inscrit dans le long terme. Néanmoins, la fréquence et l'intensité des phénomènes cycloniques est d'ores et déjà avérée. Le chantier pourra donc être soumis à des vents violents ainsi qu'à des pluies intenses caractéristiques des cyclones.

10.2.1.1.2 Mesures d'évitement et / ou de réduction des effets

- Vis-à-vis de la qualité de l'air et de l'effet de serre

Lors de la phase travaux les pistes seront arrosées pour limiter l'envol de poussières.

Au cours des travaux, les engins de chantiers devront respecter les normes en vigueur en termes d'émission de polluants. Le contrôle technique sera exigé pour tous les véhicules intervenant sur le chantier.

Les approvisionnements locaux ainsi que le réemploi des matériaux de déconstruction et de déblais seront privilégiés autant que possible pour les travaux. A défaut, les importations par voie maritime seront privilégiées au fret aérien, afin d'optimiser les volumes transportés par trajet et réduire l'empreinte carbone de ces importations.

- Vis-à-vis de la vulnérabilité au changement climatique

En cas d'alerte cyclonique, le chantier sera mis en sécurité afin d'éviter les accidents liés à la chute de matériel.

- Vis-à-vis du risque sismique

Le caractère imprévisible des séismes rend difficile l'anticipation d'un épisode sismique. Néanmoins, des mesures de bon sens seront appliquées au cours des travaux. Ainsi, dès les premières secousses, le chantier sera mis en sécurité afin de limiter les accidents en cas de chute de matériaux ou évacué immédiatement, selon l'intensité du phénomène. Le principe sera de garantir au plus vite la sécurité des ouvriers ainsi que des usagers de la plateforme (marché, usagers de la barge, etc.).

10.2.1.1.3 Effet résiduel

Les effets résiduels sont négligeables.

10.2.1.1.4 Mesures compensatoires

Aucune mesure de compensation n'est nécessaire.

10.2.1.2 En phase exploitation

10.2.1.2.1 Analyse des effets

- Concernant la qualité de l'air et les émissions des gaz à effet de serre

Le projet vise à améliorer l'intermodalité et à favoriser les déplacements en transport en commun et en modes doux à Mamoudzou d'une part, et sur territoire mahorais en général (meilleure liaison entre Grande Terre et Petite Terre). En phase d'exploitation la qualité de l'air reviendra à son état initial.

- Concernant la vulnérabilité au changement climatique

En cas d'intensification des phénomènes cycloniques, le PEM sera soumis à des vents violents (> 100 km/h) ainsi qu'à des pluies intenses, en saison humide. Un risque de surcote lié au vent fort peut amplifier le risque de submersion marine.

Les revêtements de voiries ainsi que le mobilier urbain pourront être dégradés : chaussées inondées et dégradées par la formation de nids de poule, chute de candélabres... L'infrastructure pourrait donc être temporairement impraticable, jusqu'à la résorption du phénomène climatique.

- Concernant le risque sismique

Pour rappel, depuis Mai 2018, Mayotte connaît une augmentation accrue du nombre de séisme en raison de la présence d'un essaim sismique localisé au large de la côte est. Cet essaim est attribué à la découverte récente d'un volcan sous-marin en activité.

Les expertises scientifiques et techniques à mener pour connaître l'ampleur de l'activité sismique lié à ce volcan sous-marin nouvellement découvert et les incidences à moyen et long terme sur le territoire mahorais ne sont pas suffisamment avancées.

En effet, à ce jour, les études sur ce phénomène en sont à leurs balbutiements, tant et si bien qu'aucun document à destination des maîtres d'ouvrage formulant des préconisations sur ce sujet n'a été diffusé.

- Concernant les ICU :

Le projet prévoit des espaces végétalisés aux abords des voiries. Les mobiliers urbains et aménagements paysagers sauront protéger les usagers du phénomène d'ICU.

10.2.1.2.2 Mesures d'évitement et de réduction

- Vis-à-vis de la vulnérabilité face au changement climatique

Le projet est conçu en tenant compte de l'aléa cyclonique auquel le secteur du projet est soumis. Le choix des matériaux et la conception des infrastructures permettra une résistance optimale aux phénomènes climatiques intenses tels que les vents violents et pluies diluviennes typiques des cyclones.

Les dispositifs actuels de gestion des eaux pluviales seront redimensionnés dans le cadre des travaux, et les exutoires pluviaux seront capables d'accepter les eaux de ruissellement pluvial des futures plates-formes pour un temps de retour 20 ans.

Les mesures concernant les eaux de surface apportent donc une réponse aux risques liés à l'intensification des événements pluvieux liés à l'aléa cyclonique.

Néanmoins, des travaux de réparation des chaussées ainsi que le remplacement de certains éléments de mobilier urbain devront être prévus en phase d'exploitation, suite au passage de cyclones d'intensité exceptionnelle.

- Vis-à-vis du risque sismique

La conception des projets tient compte des données portées à notre connaissance, notamment en ce qui concerne l'enfoncement de l'île. Ainsi, les bâtiments ont été réhaussés de 34 cm par rapport à leur conception initiale, afin d'anticiper l'enfoncement de l'île résultant de l'activité sismique sur l'île.

10.2.1.2.3 Effet résiduel

Les effets résiduels sont négligeables.

10.2.1.2.4 Mesures compensatoires

Aucune mesure de compensation n'est nécessaire.

10.3 Sol et sous-sol

10.3.1 Topographie

10.3.1.1 En phase chantier

10.3.1.1.1 Effets du projet

Au cours des travaux de terrassement, la topographie du site sera modifiée du fait des décaissements prévus pour l'aménagement du site :

- sur la partie terrestre, 7500m³ de déblais sont prévus ;

- l'extension de la plateforme sur l'espace marin marquera une évolution de la topographie du site et nécessitera, quant à elle, un remblaiement de l'ordre de 14500 m³.

10.3.1.1.2 Mesures d'évitement et / ou de réduction des effets

Les matériaux de remblais seront issus des carrières de Grande-Terre. Les déblais et les remblais seront réduits au strict nécessaire et s'adaptant au maximum à la topographie existante.

Ainsi, sur la partie terrestre 3600 m³ de matériaux issus des déblais seront réutilisés en remblais *in situ*.

10.3.1.1.3 Effet résiduel

Les effets résiduels sont négligeables sur la partie terrestre et faible sur la partie marine.

10.3.1.1.4 Mesures compensatoires

Aucune mesure compensatoire n'est à prévoir.

10.3.1.2 En phase exploitation

10.3.1.2.1 Effets du projet

La topographie du sol sera modifiée de façon permanente dû à l'extension du quai Colas sur le lagon. Le terrassement sera de 9000 m².

Par ailleurs, une réhausse des bâtiments est prévu de 34 cm pour pallier la submersion marine accentuée par la subsidence de l'île sous l'effet des séismes résultant de l'activité du volcan sous-marin nouvellement découvert. Le premier plancher sera ainsi situé à 4.24m NGM.

10.3.1.2.2 Mesures d'évitement et / ou de réduction des effets

Les matériaux de remblais seront issus des carrières de Grande-Terre. Les déblais et les remblais seront réduits au strict nécessaire et s'adaptant au maximum à la topographie existante.

Les décaissements sur le terre-plein existant permettront la réalisation des aménagements projetés (VRD, paysage) et l'incidence, *in fine*, sera imperceptible sur la topographie du site.

Sur la partie correspondant à l'extension du terre-plein sur la mer, la topographie projetée sera cohérente avec celle de l'état initial. En effet, l'extension sera réalisée dans la continuité de la plateforme existante. Il n'y aura donc pas de rupture de la topographie entre la partie existante et l'extension créée.

10.3.1.2.3 Effet résiduel

L'effet résiduel sur la topographie du sol sera permanent et faible.

10.3.1.2.4 Mesures compensatoires

Aucune mesure n'est à prévoir.

10.3.2 Géotechnique

10.3.2.1 Effets du projet

Les effets de la réalisation du PEM sur le sol et le sous-sol seront observés dès la phase de travaux, au cours des terrassements. Sur la plateforme existante, les terrassements seront réalisés de façon à rester au plus proche du terrain naturel. S'agissant d'une plateforme constituée de remblais polygénique, les travaux permettront de purger le sol et de le consolider.

Un impact important est attendu au droit de l'extension de la plateforme sur le milieu marin.

Par ailleurs, ce secteur apparaît comme particulièrement sensible à l'érosion en raison de son exposition à la houle et aux embruns puisqu'il n'est pas protégé par la mangrove.

○ Remblais sur plateforme existante

Le rapport géotechnique type G1+G2AVP réalisé en 2019 par SEGC développe les préconisations suivantes :

- ▷ purge de la totalité des déchets, des niveaux d'enrobés et/ou de graviers ;
- ▷ décaissement jusqu'à la cote +2,40 m NGM au sein du remblai actuel de manière à assurer un ancrage du remblai et d'avoir 0,60 m de GNT 0/80 sous fondation ;
- ▷ mise en œuvre d'un remblai technique de grave insensible à l'eau de type GNT 0/31.5, 0/80 ou 0/1000 (mise en place par couches successives bien compactées de 20 à 30 cm d'épaisseur) ;
- ▷ débord généralisé du remblai technique de 1,00 mètres tout autour du bâtiment par rapport au nu des semelles périphériques ;
- ▷ réglage et compactage du fond de forme ;
- ▷ mise en place d'un géotextile anti-contaminant en fond de forme afin de ne pas polluer le remblai technique par la remontée des fines.

○ Remblais sur le lagon

Il s'agit de remblais routiers réalisés en épaulement en gagnant un peu plus sur l'Océan. Les remblais routiers (3 à 4 m de hauteur) seront alors réalisés sur des plateformes aménagées avec redans d'accrochage respectant la proportion H/l <2/3. Ils seront montés au-delà de 4.0 m de hauteur avec des banquettes intermédiaires.

La protection de ces remblais contre l'érosion côtière sera assurée par :

- ▷ Un talus en enrochements avec une pente de 3B/2H (base/hauteur) calée vers 4.6 NGM (voir avec hydraulicien). Cette carapace sera composée d'enrochements de type 1-2 tonnes ou similaire (voir avec hydraulicien). La largeur de la crête sera composée de 3 enrochements et l'épaisseur de 2 à 3 enrochements (soit environ 2.00 à 2.50 m).
- ▷ Une sous couche de remblais en enrochements 200-400 kg ou similaire (voir avec hydraulicien) posée en 2 couches pour une épaisseur totale métrique
- ▷ Un géotextile anti-contaminant et anti-poinçonnant séparant la sous-couche et le TN
- ▷ Une butée de pied posée sur le à environ -1.8 NGM (voir avec hydraulicien) avec un principe de cavalier pour une longueur de 3.50 m minimum ;

○ Couches de forme des voiries lourdes

Selon le rapport géotechnique G2 AVP pour le projet global de la Ligne 1 du Caribus par LACQ BTP Services en novembre 2018, les couches de forme et structures de chaussées suivantes ont été définies :

« Sur les accotements, on procédera à un décapage et déblai des niveaux foisonnés afin de réaliser la couche de forme en GNT d'un minimum de 40 cm d'épaisseur. Ensuite, on procédera à la mise en œuvre d'une couche de fondation en GNT d'une épaisseur de 20 cm et d'une couche de base en EME2 0/14 de 12 cm et d'une couche de roulement en BBME3 0/10 de 6 cm.

Sur la structure existante on fera un reprofilage en EME2 0/14 (11 cm en section courante et 12 cm au droit du renforcement du giratoire) et une couche de roulement en BBME3 0/10 de 6 cm. »

Ces dimensions ont été calculées selon une hypothèse de trafic de 200 Poids lourds/Jour/Sens de circulation (TC₄₀ avec un taux de croissance géométrique de 0.04 par an).

10.3.2.2 Mesures d'évitement et / ou de réduction des effets

○ Remblais sur plateforme existante

Compte tenu de la sensibilité à l'eau des matériaux en place, il conviendra de ne pas réaliser les terrassements en saison des pluies.

- Remblais sur le lagon

Ces remblais seront protégés contre la houle et l'érosion avec une carapace d'enrochements. L'augmentation du niveau moyen de l'Océan lié au réchauffement climatique a été pris en compte dans le dimensionnement et la conception de ces remblais.

Les travaux devront être réalisés en saison sèche, en période d'étiage (fin juillet début Août).

10.3.2.3 Effet résiduel

Le projet aura un effet modéré sur la géotechnique au droit de l'extension de plateforme sur le milieu marin.

10.3.2.4 Mesures compensatoires

Afin de limiter les effets résiduels du projet des sondages seront implantés au droit de l'ouvrage afin d'affiner les estimations de tassement afin de proposer un phasage de chargement qui permettrait de limiter les effets de tassements au moment de réaliser les infrastructures superficielles.

10.4 Eau

10.4.1 Eaux superficielles / eaux côtières

10.4.1.1 En phase chantier

10.4.1.1.1 Analyse des effets

Tout au long de la vie du chantier, mais particulièrement durant les travaux de terrassement et de construction, ces derniers peuvent générer principalement :

- des déversements accidentels de produits polluants (rupture de canalisations hydrauliques, pertes d'hydrocarbures des véhicules, déversement accidentel de produits polluant...),
- la libération de matières en suspension (MES) lors des travaux de terrassement,
- l'apport de déchets emportés par les pluies vers les cours d'eau puis le lagon

Les ruissellements des eaux polluées peuvent atteindre le lagon. La circulation des polluants peut être accélérée par l'effet des pluies tropicales.

Le lagon est particulièrement sensible aux pollutions et notamment l'apport en MES qui se dépose sous forme de boue sur le littoral mais également les déchets, qui peuvent constituer des dangers pour la faune aquatique.

10.4.1.1.2 Mesures d'évitement et de réduction

En période de chantier, les risques de pollution restent difficilement quantifiables, mais il est possible de s'en prémunir moyennant des mesures éprouvées sur de nombreux chantiers :

- le respect des clauses du volet environnement du PAQ établi par les entreprises de travaux
- préalablement au chantier, il sera organisé une réunion de sensibilisation aux méthodes préventives et curatives en cas de pollution ; cette réunion pourrait avoir lieu avec le SDIS et la police des eaux,
- les aires de chantier seront strictement délimitées,
- les déchets du chantier seront collectés et gérés par des filières adaptées afin d'éviter tout emports vers les cours d'eau et le lagon
- Les huiles et autres liquides polluants seront stockés sur des rétentions adaptées

- les huiles usées et les liquides hydrauliques seront récupérés et stockés dans des réservoirs étanches et évacués par un professionnel agréé,
- le ravitaillement des engins de chantier sera effectué soit hors chantier, soit sur des zones planes. Dans ce dernier cas, le ravitaillement se fera à l'aide de pompes à arrêt automatique et des matériaux absorbant seront à disposition. Dans tous les cas, elles seront éloignées des réseaux de collecte d'eaux pluviales, des cours d'eau,
- les engins seront entretenus régulièrement et les opérations de maintenance seront réalisées préférentiellement au sein des ateliers. Dans le cas contraire, l'entretien des engins (notamment les petites réparations) sera réalisé à une distance respectable des réseaux d'eaux pluviales, des cours d'eau, sur une aire étanche avec un système de récupération des effluents liquides et résiduels,
- les engins seront lavés dans les ateliers des entreprises,
- en cas de besoin, il sera mis en place des bassins de confinement provisoires étanches au droit des zones à risques où des déversements accidentels de produits toxiques existent,
- au droit des zones de terrassement, en cas de besoin, il sera mis en œuvre des bassins de rétention provisoires équipés de filtres,
- les déchets générés sur place seront stockés dans des réservoirs étanches, puis récupérés et redistribués par des professionnels agréés vers les filières de collecte de déchets spécifiques,
- lors des travaux proches des cours d'eau, des mesures spécifiques seront mises en place afin de limiter les impacts sur les eaux (chute de matériaux et de matières en suspension, pollution accidentelle...),
- les plus gros travaux de terrassement ainsi que la mise en œuvre des matériaux bitumeux se feront en période climatologique favorable, c'est à dire en dehors des périodes pluvieuses,
- les regards des réseaux d'eaux pluviales et d'eaux usées seront clairement différenciés pour éviter toute erreur de branchement,
- la durée des travaux sera optimisée, afin de limiter la durée des différents chantiers,
- les chantiers seront équipés en matériel (ex : matériaux absorbants) permettant de faire face à un accident ou un incident (fuite d'huile),
- pendant toute la période du chantier, au niveau des bases de vie, les équipements générant des eaux usées (sanitaires, douches, réfectoire, WC) seront raccordés au réseau d'assainissement de la ville ; ponctuellement quelques toilettes isolées (à vidanger) seront installées sur les zones éloignées des bases de vie,
- en cas de risque de soulèvement de poussières, les entreprises arroseront régulièrement les surfaces sensibles,
- en fin de travaux, toutes les installations de chantier, déblais résiduels, matériels de chantier seront évacués, et le terrain sera laissé propre,
- tout incident susceptible d'avoir des effets sur le milieu sera immédiatement porté à la connaissance du service chargé de la police de l'eau qui pourra demander l'arrêt du chantier et solliciter une analyse des moyens et des méthodes pour éviter que cela ne se reproduise,
- chaque entreprise sera équipée d'un kit anti-pollution.
- Le lavage des toupies à béton sera réalisé sur des zones spécifiques (fosses spécifiques, ...) cette zone sera nettoyée après usage et les bétons résiduels seront extraits et envoyés vers une filière adaptée (revalorisation, déchet inerte, ...)
- des mesures seront prises pour maîtriser la dispersion de laitance de béton dans l'eau (isolement des zones de bétonnage, pas de bétonnage directe en eau, pas de lavage de toupie à proximité des cours d'eau),...

Les mesures précédemment citées seront imposées aux entreprises intervenant sur le chantier.

Les visites régulières de chantier permettront de vérifier la bonne application par les entreprises, des mesures de réduction de nuisances (énumérées ci-dessus).

Enfin, le Maître d'Ouvrage s'engage à employer des mesures correctives en cas de dégradation lors des travaux.

○ Vis-à-vis des eaux côtières

Afin de limiter les risques de pollution liés aux matériaux de remblai, l'entreprise sélectionnée à l'issue du marché de travaux se verra dans l'obligation de justifier de la bonne qualité chimique des matériaux.

Le maître d'ouvrage se réservera le droit de demander des analyses complémentaires en cas de doute sur l'innocuité des déblais proposés. Il pourra également effectuer de sa propre initiative des contrôles supplémentaires sur la qualité chimique et géotechnique de ces matériaux d'apport.

Afin de limiter les départs de matériaux de remblai dans le milieu, la méthode d'extension de la plateforme sur le lagon permettra de limiter les départs de matériaux dans le milieu à l'aide du confinement offert par l'édification de la digue périphérique, sorte de système d'isolement du chantier, mis en place préalablement à la phase de remblaiement.

Des contrôles journaliers de turbidité seront réalisés en amont, au niveau et en aval de la zone de chantier lors des différentes tranches de travaux nécessitant des opérations de démolition, de mise en place de la digue périphérique, de remblaiement et de dépose des systèmes d'amarrage (chaînes mère, chaînes filles, pendilles et manilles), des chaînes d'ancrage du ponton des croisiéristes et des corps-morts.

10.4.1.1.3 Impacts résiduels

L'impact résiduel est considéré comme faible.

10.4.1.1.4 Mesures de compensation

Aucune mesure de compensation n'est nécessaire.

10.4.1.2 En phase exploitation

10.4.1.2.1 Analyse des effets

Les effets de l'aménagement sur les eaux superficielles peuvent être de trois types :

- effets sur le caractère inondable de la zone d'étude et de la transparence hydraulique;
- effets sur les volumes des eaux de ruissellement ;
- effets sur la qualité des eaux.

En phase d'exploitation les risques les plus forts concernent :

- la dégradation de la qualité des masses d'eau, notamment de la masse d'eau côtière, en raison du déversement des eaux de ruissellement de la plateforme directement dans le lagon ;
- l'abandon des déchets par les visiteurs. En effet, une pollution très présente à Mayotte est constituée par les déchets qui sont jetés à même le sol par les usagers. Ces déchets sont entraînés vers les réseaux pluviaux lors des pluies et se retrouvent dans les ravines et cours d'eau et/ou dans le lagon.

10.4.1.2.2 Mesures d'évitement et / ou de réduction des effets

- Vis-à-vis du remblaiement sur le milieu marin

Afin de vérifier la correcte appréciation des effets défavorables et le caractère adéquat des mesures prises des moyens de surveillance pourront être mis en place en phase exploitation.

Afin de s'assurer de l'absence de départ de matériaux d'apport et de démolition aux abords de la zone de travaux d'une part et de suivre l'impact du projet sur la qualité chimique d'autre part, des prélèvements sédimentaires seront mis en œuvre le long du futur remblai. A des fins de comparaison, les stations échantillonnées lors de la caractérisation de l'état initial, pourraient servir de points de référence.

Les analyses, à réaliser en phase travaux puis en début d'exploitation, porteront sur la composition granulométrique et la qualité chimique des matériaux.

○ Vis-à-vis de l'abandon de déchets

Une sensibilisation des usagers du site sera menée via des panneaux incitant à jeter les déchets dans les poubelles prévues sur les espaces publics ou à les ramener avec soi afin de limiter le nombre de déchets abandonnés qui finissent leur course dans les réseaux d'eaux pluviales, voire dans le lagon.

○ Vis-à-vis des volumes de ruissellement et de la qualité de l'eau

L'ensemble des eaux de ruissellement de la plate-forme routière de la RN1 et de la voie de TCSP sera géré par un réseaux pluviale spécifique qui se rejettera soit dans le milieu naturel, soit dans les réseaux pluviaux existants.

Le dimensionnement de ces réseaux a été effectué selon les principes définis dans les guides suivants :

- Guide méthodologique de Gestion des Eaux Pluviales de la DEAL Mayotte (fév.2016) ;
- Schéma directeur de gestion des eaux pluviales de la commune de Mamoudzou (Egis, 2016-2017)

L'intensité de la pluie pour chacun des bassins versants est définie à partir de la pluie $p(f)$ et de la durée t de la pluie.

Le guide méthodologique de la DEAL donne la formule suivante :

$$I = (P_j(f) \times \alpha \times t^\beta) / t$$

Avec :

- I l'intensité pluviométrique en mm/h,
- $P_j(f)$ la pluie journalière de fréquence f exprimée en mm
- α et β des coefficients adimensionnels

La pluie journalière est obtenue à partir du tableau suivant, le secteur de l'étude se situe en région 1.

Tableau 15 : Tableau de détermination de la valeur de la pluie journalière pour les différentes Régions de Mayotte – SOURCE : Guide méthodologique de gestion des eaux pluviales – DEAL Mayotte

Pluie journalière (mm)	Période de retour ou fréquence (année)					
	2	5	10	20	50	100
Région 1	100	145	170	200	235	260
Région 2	125	175	210	245	290	320
Région 3	150	210	250	290	340	380

Durée	Coefficients adimensionnels	
	α	β
t < 1 h	0,52	0,6828
t ≥ 1 h	0,54	0,257

Les débits de pointe sont calculés par la méthode rationnelle :

$$Q = C \times I \times A / 360$$

Avec :

- Q : le débit de pointe à l'exutoire du bassin versant en m³/s,
- C : le coefficient d'imperméabilisation du bassin versant [0 ; 1],
- I : L'intensité en mm/h,
- A : la surface du bassin versant en ha,

La plateforme est découpée en 10 bassins versants.

Le tableau suivant présente les débits de pointe pour une pluie de période de retour T = 20 ans de chaque bassin versant de la plateforme.

Tableau 16 : Résultats des calculs hydrauliques

BV	Surface (ha)	Q 20 ans (m3/s)
S1	0.36	0.19
S2	0.52	0.29
E1	0.21	0.35
E2	0.62	0.34
E3	0.56	0.32
N1	0.26	0.20
N2	0.29	0.19
N3	0.14	0.18
N4	0.19	0.18
N5	0.33	0.14
Exutoire Sud	14.28	5.06
Exutoire Est 1	0.21	0.35
Exutoire Est 2	0.62	0.34
Exutoire Est 3	0.56	0.32
Exutoire Nord	1.20	0.49

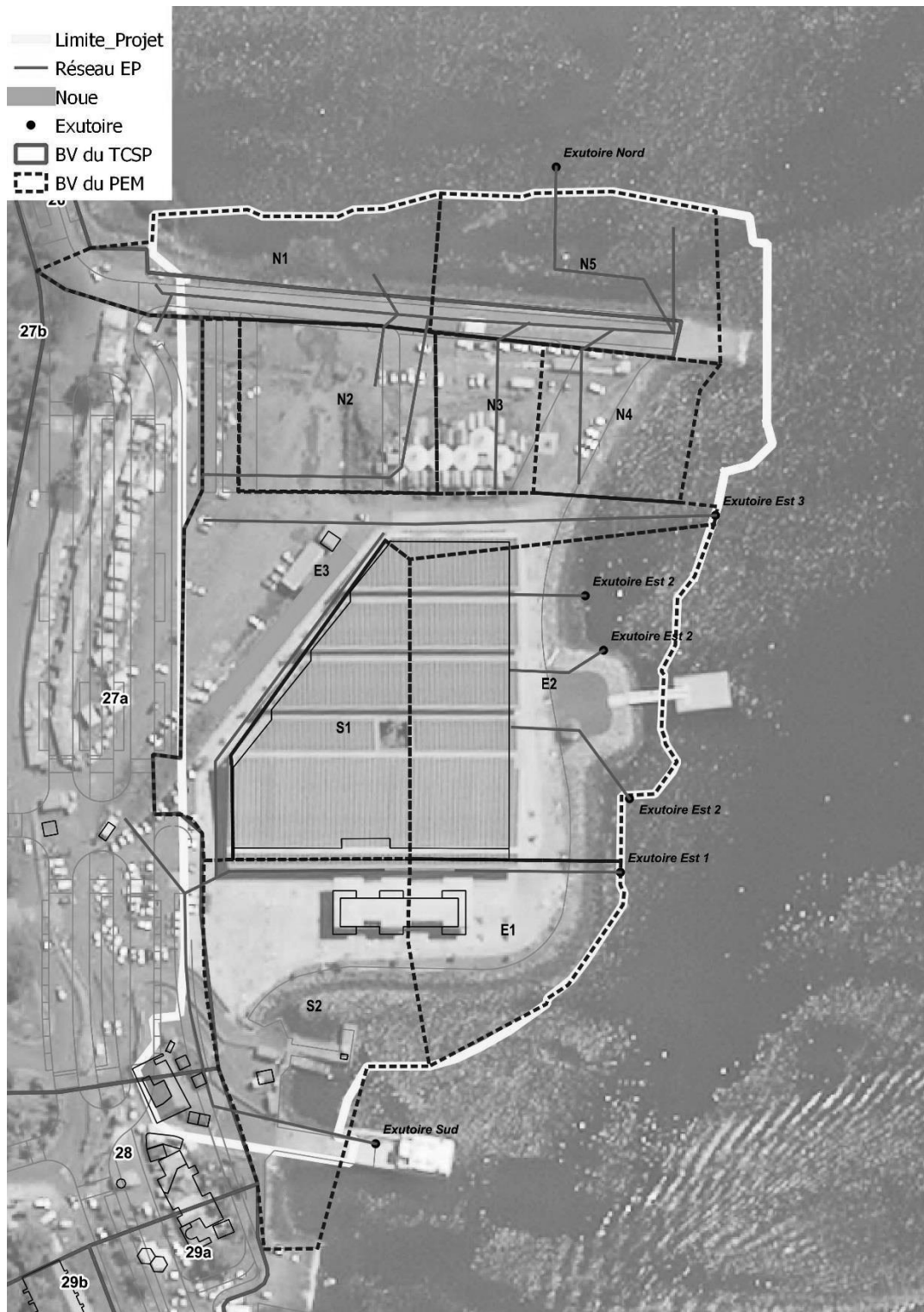


Figure 73 : Identification des bassins versants et des exutoires sur le secteur d'étude

Dans le cadre du projet il est prévu de démolir et reconstruire les exutoires existants.

Exutoire SUD :

Les eaux pluviales de la partie sud ainsi que les descentes EP de la partie Ouest du marché couvert sont acheminées vers le lagon au sud du projet. On note également que ce réseau récupère les eaux pluviales du TCSP (BV27) :

- Débit de pointe totale : 5.06 m³/s,
- Dimensionnement du réseau du BV S1 (marché couvert) : DN 500
- Dimensionnement du réseau : Dalot 1.5 x 1.75

Exutoire Est 1 :

- Débit du BV E1 : 0.35 m³/s,
- Dimensionnement du réseau : DN400

Exutoires Est 2 :

Les descentes de EP du marché couvert sont reprises et les eaux pluviales sont évacuées vers le lagon via plusieurs exutoires existants :

- Débit de pointe : 0.34 m/s
- Dimensionnement du réseau : 3xDN300

Exutoire Est 3 :

Les eaux du BV E3 sont évacuées vers le lagon via une noue paysagère le long du marché couvert ainsi qu'une noue à l'ouest du parking STM/commerçants.

Les dimensions respectives des noues projetées sont les suivantes :

Noue marché :

- Largeur : 7 m
- Longueur : 75 m
- Profondeur : 1 m
- Volume total : 320 m³

Noue parking :

- Largeur : 5 m
- Longueur : 40 m
- Profondeur : 0.60 m
- Volume total : 60 m³

- Débit de pointe à évacuer : 0.32 m³/s
- Volume d'eau à stocker pour la pluie de projet : 30 m³
- Réseau exutoire : DN 800

Exutoire Nord :

- Débit de pointe totale : 0.49 m³/s,
- Dimensionnement du réseau :
 - BV N1 : DN 400
 - BV N2 : DN 500
 - BV N3 : DN 400
 - BV N4 : DN 400
 - BV N5 : DN 600

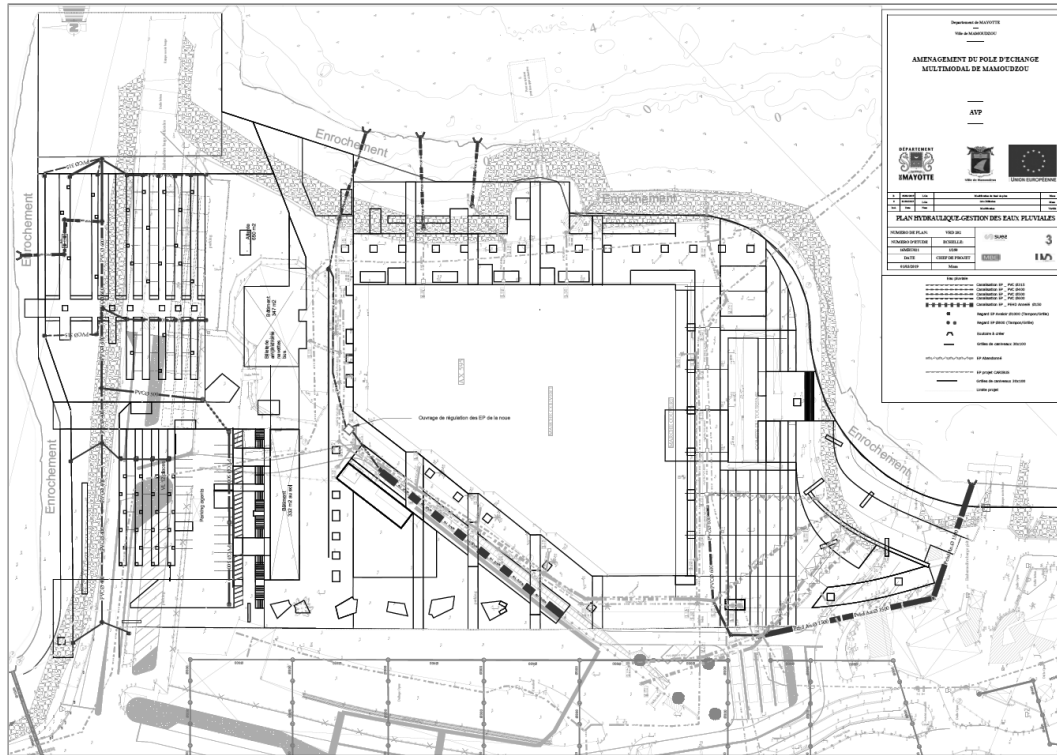


Figure 74 : Plan de gestion des eaux pluviales projetées (AVP, mars 2019)

Des dégrilleurs et séparateurs à hydrocarbures sont positionnés en aval des réseaux, avant rejet en mer, pour prétraiter les eaux pluviales provenant des voiries du pôle d'échanges multimodal ainsi que celles provenant de la RN1 et à terme des futures voies du CARIBUS.

○ Vis-à-vis de la gestion des eaux de toitures

Le PEM de Mamoudzou intègre la création d'une surface de toiture importante s'élevant à 3380 m². Les eaux pluviales des toitures créées, non chargées sont récupérées pour être rejetées directement dans le lagon.

Les réseaux récupérant les eaux de toitures du marché sont quant à eux uniquement prolongés pour permettre leur rejet direct dans le lagon.

○ Vis-à-vis de la gestion des eaux des espaces publics circulés

Les eaux pluviales issues des espaces circulés seront recueillies par des avaloirs et acheminés par des canalisations enterrées jusqu'à un séparateur d'hydrocarbure avant rejet dans le lagon.

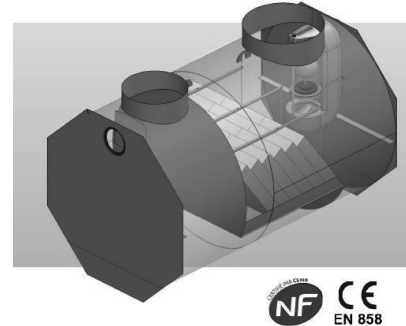


Figure 75 : Exemple de séparateur d'hydrocarbure

Des dégrilleurs réguliers seront mis en place pour éviter l'obstruction et fixer les flottants, notamment en sortie des noues et au niveau des points d'absorption.

Les regards à grilles d'absorption seront également réalisés avec une sur profondeur afin de permettre leur dessablage.

Le débourbeur/déshuileur existant situé sur la place de la République sera conservé.

Les multiples exutoires situés au sud de la place de la République seront supprimés et mutualisés en un seul exutoire. Ceci permettra de faciliter l'entretien.



○ Vis-à-vis de la gestion des eaux de ruissellement des espaces piétons

Afin de réduire le taux d'imperméabilisation et le phénomène de ruissellement du site au maximum pour assurer un principe de gestion durable des eaux pluviales et un confort des déplacements piétons, l'assainissement pluvial des espaces publics piétons sera mis en place sur la base de techniques alternatives.

Ces techniques permettent d'éviter la concentration des eaux en favorisant une gestion diffuse des eaux pluviales et leur filtration naturelle dans des dispositifs de stockage au fil de l'eau.

Compte-tenu de la position du site en bord de mer et de la présence d'une nappe d'eau souterraine à partir de 1.8 m de profondeur par rapport au TN, la gestion des eaux pluviales par infiltration n'est pas réalisable.

L'acheminement des eaux pluviales sera donc réalisé par des noues de stockage et de transport recueillant les eaux de ruissellement des espaces publics non circulés autour du marché pour être rejetées ensuite dans le lagon par des exutoires existants repris.

Les ouvrages de collecte et de stockage des eaux pluviales fonctionneront gravitairement.

La places des grands arbres est prévue en un revêtement stabilisé, perméable.

2 noues paysagères plantées sont créées sur le site, l'une est située le long de la façade ouest du marché et la seconde entre le trottoir de la RN et le parking STM/commerçants.

Les fosses de plantations seront en sous bassement pour permettre lors des périodes de fortes pluies de récupérer les eaux pluviales.



Figure 76 : Perspective de la place des grands arbres (source : AVP)

Le service en charge des eaux pluviales devra entretenir régulièrement et surveiller les équipements hydrauliques.

Avec un entretien régulier, l'ensemble de ces installations et équipements permettra de réduire considérablement le rejet en mer des macrodéchets et MES.

10.4.1.2.3 Effets résiduels

Les effets résiduels seront faibles.

10.4.1.2.4 Mesures compensatoires

Aucune mesure compensatoire n'est à prévoir.

10.4.2 Eaux souterraines

Le projet ne prévoit pas l'injection d'eau dans les nappes souterraines. Le projet ne s'inscrit dans aucun périmètre de protection de captage d'eau potable.

Le risque le plus élevé réside en un déversement « accidentel » résultant d'une collision accidentelle ou d'une erreur humaine. Le risque est donc faible en phase exploitation puisque la circulation de véhicules motorisés sera limitée à une vitesse de 20 km/h et que le nombre de véhicules sera faible en-dehors des files dédiées à l'embarquement / débarquement de la barge et des amphidromes.

10.4.2.1 En phase chantier

10.4.2.1.1 Analyse des effets

Tout au long de la vie du chantier, mais particulièrement durant les travaux de terrassement et de construction, ces derniers peuvent générer principalement :

- des déversements accidentels de produits polluants (rupture de canalisations hydrauliques, pertes d'hydrocarbures des véhicules, déversement accidentel de produits polluant....),
- la libération de matières en suspension (MES) lors des travaux de terrassement.

Les flux polluants générés par le projet peuvent s'infiltrer dans le sol et atteindre la nappe sous-jacente. Il convient cependant de noter que le projet ne prévoit pas de travaux nécessitant des tranchées profondes.

Il n'y pas de captage AEP en aval du projet. En période de travaux, aucune incidence n'est à craindre vis-à-vis des captages d'eau potable.

Le projet étant situé sur le littoral, les nappes présence sont principalement sous l'influence du milieu marin.

10.4.2.1.2 Mesures d'évitement et de réduction

Pendant toute la durée des travaux, une attention particulière sera portée aux dispositions de protection nécessaires afin de limiter les impacts éventuels sur les eaux souterraines.

Les mesures explicitées dans le paragraphe vis-à-vis des eaux superficielles permettront également de limiter les impacts sur les eaux souterraines.

10.4.2.1.3 Impacts résiduels

L'impact résiduel est considéré comme faible.

10.4.2.1.4 Mesures de compensation

Aucune mesure de compensation n'est nécessaire.

10.4.2.2 En phase exploitation

10.4.2.2.1 Analyse des effets

L'impact sur les eaux souterraines sera faible étant données les mesures prise pour la gestion des eaux pluviales.

10.4.2.2.2 Mesures d'évitement et de réduction

Aucune mesure complémentaire autres que celle prises pour les eaux superficielles ne sera nécessaire.

10.4.2.2.3 Impacts résiduels

L'impact résiduel est considéré comme faible.

10.4.2.2.4 Mesures de compensation

Aucune mesure de compensation n'est nécessaire.

10.4.2.3 Effet résiduel

Aucun effet résiduel n'est attendu

10.4.2.4 Mesures compensatoires

Aucune mesure compensatoire n'est à prévoir.

10.5 Paysage

Cette partie a été traitée en phase AVP par le bureau d'étude UniVert Durable. Les données présentées ci-après sont directement issues de l'AVP d'août 2019.

10.5.1 En phase chantier

10.5.1.1 Analyse des effets

Un chantier d'aménagement est par définition temporaire. Les effets sur le paysage ou dans une zone de protection liée au patrimoine sont donc non permanents et généralement peu importants.

Les travaux entraîneront une dégradation du paysage, notamment au cours des opérations de démolition du bâti existant ainsi que des terrassements. En effet, les opérations de décaissement entraîneront une modification importante du site, visible à la fois depuis la mer (arrivée par barge) et les mi-pentes de la ville. Les déblais entraîneront du stockage de matériaux sur la plateforme jusqu'à leur réemploi ou leur évacuation.

Cette gêne sera particulièrement ressentie par les usagers réguliers de la plateforme actuelle : personnel du service de transport maritime, commerçants du marché, employés du comité de tourisme...

10.5.1.2 Mesures d'évitement et / ou de réduction des effets

Les matériaux et engins seront stockés proprement sur des plateformes dédiées à cet effet et dont l'emplacement respectera celui du Plan d'Installation du Chantier (PIC) qui devra être validé par le MOE au cours de la période de préparation.

Dès la phase de préparation, des bennes pour le tri des déchets seront installées (conformément au PIC) et les entreprises devront effectuer quotidiennement un nettoyage de leur zone d'intervention afin d'éviter l'accumulation de découpes de matériaux ou de déchets sur l'emprise des travaux.

A la fin du chantier, les zones d'installations du chantier ainsi que les emprises qui auront été décapées seront remises en état : replantation, évacuation des déchets, nettoyage des pistes et accès.

10.5.1.3 Mesures d'évitement et / ou de réduction des effets

Les matériaux et engins seront stockés proprement sur des plateformes dédiées à cet effet et dont l'emplacement respectera celui du Plan d'Installation du Chantier (PIC) qui devra être validé par le MOE au cours de la période de préparation.

Dès la phase de préparation, des bennes pour le tri des déchets seront installées (conformément au PIC) et les entreprises devront effectuer quotidiennement un nettoyage de leur zone d'intervention afin d'éviter l'accumulation de découpes de matériaux ou de déchets sur l'emprise des travaux.

A la fin du chantier, les zones d'installations du chantier ainsi que les emprises qui auront été décapées seront remises en état : replantation, évacuation des déchets, nettoyage des pistes et accès.

10.5.1.4 Effet résiduel

Malgré les précautions prises, les travaux entraineront une modification du paysage sur le périmètre du projet. Cet impact est évalué comme faible et temporaire.

10.5.1.5 Mesures compensatoires

Aucune mesure compensatoire n'est à prévoir

10.5.2 En phase exploitation

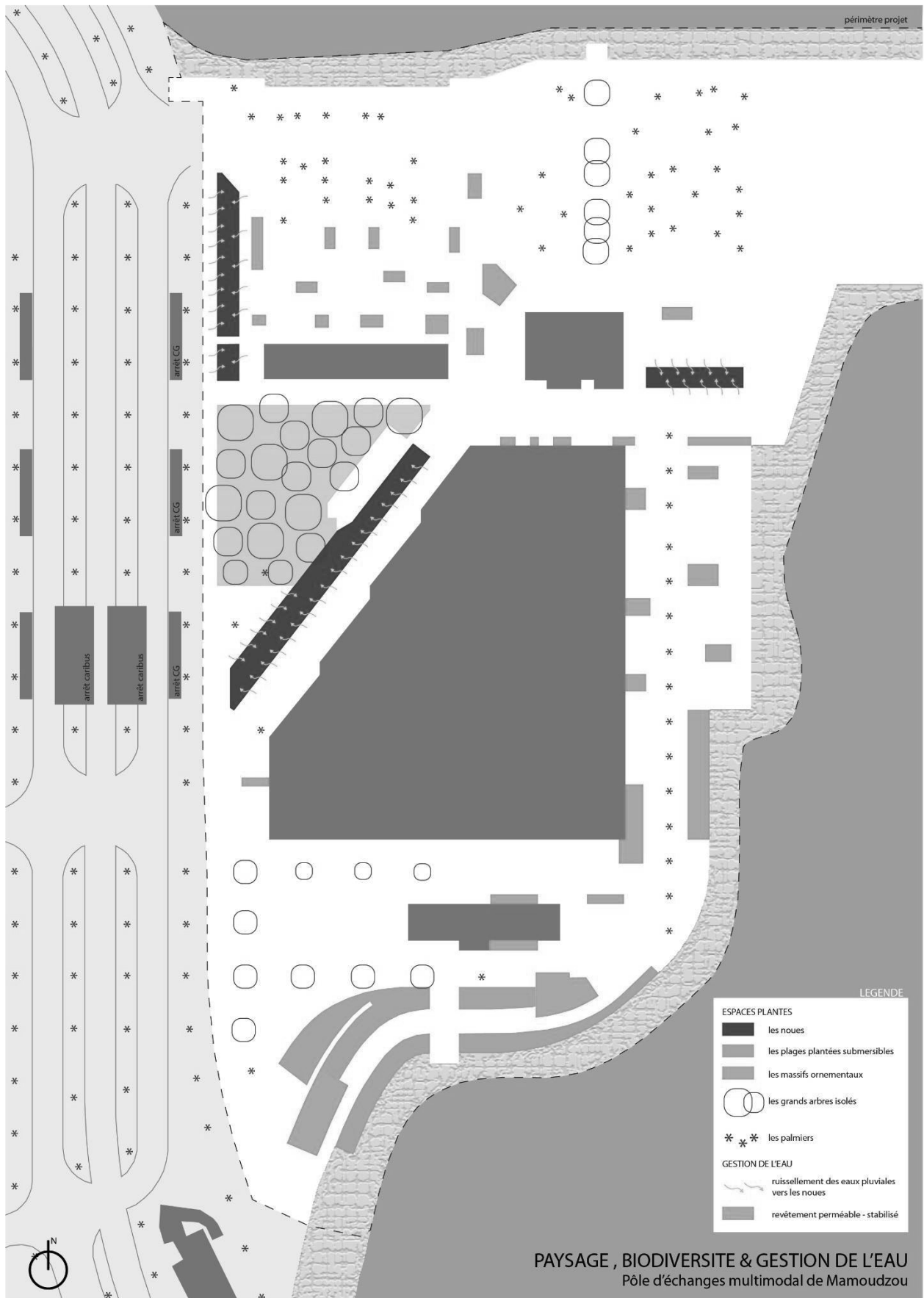
10.5.2.1 Analyse des effets

Le paysage sera grandement amélioré grâce à la réalisation du projet. En effet, un aménagement paysager a été conçu pour apporter une vraie plus-value à la plateforme actuelle, artificialisée et minérale.

La conception paysagère permettra une transition plus douce entre les deux grands ensembles paysagers sur lesquels s'ouvre Mamoudzou : les montagnes et le lagon.

Le choix des ambiances paysagères du site est donc marqué par la volonté d'offrir aux usagers des lieux confortables. La désartificialisation du site est nécessaire pour apporter du confort climatique, gérer les eaux de ruissellement et offrir un cadre de vie plus agréable. Des cheminements ombragés seront notamment créés grâce à une végétalisation importante du site.

L'aménagement paysager retenu est conforme à la stratégie départementale de lutte contre les espèces exotiques envahissantes. Les espèces végétales retenues sont indigènes et adaptées au climat du secteur.



Le choix dans la composition des espaces plantés participe de l'ambiance de chacune des entités. Tantôt les alignements de palmiers marquent un grand chemin, tantôt les massifs referment les espaces, les grands arbres apportent l'ombrage nécessaire.

Les jardins en creux forment les noues et temporisent la gestion des eaux pluviales. L'équilibre entre les systèmes de plantation permet de créer des milieux de biodiversité.

La végétalisation du site nécessitera un entretien soigneux et régulier : arrosage, élagage, remplacement de certains individus... Les modalités d'entretien seront définies en phase PRO.

10.5.2.2 Mesures d'évitement et / ou de réduction des effets

Les effets du projet sont positifs sur le paysage. La seule contrainte de l'aménagement paysager projeté concerne l'entretien des végétaux. Pour cela, une stratégie végétale a été définie.

Les essences retenues ont été choisies en fonction de la résistance au climat et à l'emplacement (espace urbanisé, proximité immédiate du lagon) afin de limiter les besoins en arrosage (et donc la consommation d'eau) et de minimiser les besoins de remplacements d'espèces.

□ Strate arborée

La strate arborée sera composée de plusieurs types d'arbres structurant et accompagnant le projet :

- ▷ **Des arbres de grand développement** d'origine indigène sélectionnés pour leur port remarquable et leur capacité d'adaptation au contexte littoral (vent, embruns...). Ils seront plantés en isolé et deviendront à terme des éléments identitaires du projet.



Nom latin : *Calophyllum inophyllum*

Nom vernaculaire : Takamaka

Caractéristiques : Espèce indigène du littoral à la floraison blanche parfumée – hauteur 20 - 30 mètres.



Nom latin : *Terminalia catappa*

Nom vernaculaire : Badamier

Caractéristiques : Espèce indigène commune sur le littoral, feuillage persistant ; arbre d'ombrage – hauteur 20 - 25 mètres.

- ▷ **Des arbres de moyen et petit développement** sélectionnés pour leur caractère ornemental (floraison, port...) et leur capacité d'adaptation au contexte littoral (vent, embruns...). La majorité des espèces choisies sont indigènes ou endémiques. Ils seront plantés par petits groupes et permettront d'apporter à la fois ombrage et touches de couleurs.



Nom latin : *Delonix regia*

Nom vernaculaire : *Flamboyant*

Caractéristiques : Arbre majestueux au port évoquant un parasol - floraison rouge remarquable – hauteur 15 - 18m



Nom latin : *Barringtonia asiatica*

Nom vernaculaire : *Bonnet d'évêque*

Caractéristiques : Espèce indigène commune sur le littoral, floraison colorée – hauteur 6 -15 m

- ▷ **Des arbres et des palmiers d'alignement** sélectionnés pour leur port adapté à la plantation en alignement et leur capacité d'adaptation au contexte littoral (vent, embruns...).



Nom latin : *Terminalia mantaly*

Nom vernaculaire : *Badamier de Madagascar*

Caractéristiques : Arbre d'ombrage et d'alignement au port remarquable – hauteur 10-20m



Nom latin : *Rostonea olearacea*

Nom vernaculaire : *Palmier colonne*

Caractéristiques : Grand et majestueux palmier d'alignement – hauteur 10 - 40 m

- **Strate arbustive et herbacée**

La trame minérale du projet sera entrelacée d'une trame végétale composée d'arbustes et de couvre-sols. Elle aura différentes fonctions : accompagner et valoriser les bâtiments, gérer les pleins et les vides, diminuer les îlots de chaleur, contraster l'aspect minéral et géométrique par un jeu de texture, de formes et de couleurs et aider à l'infiltration des eaux pluviales.

L'ensemble des végétaux sélectionnés sont des végétaux à la fois peu exigeants et robustes, capables de s'adapter au contexte littoral du projet, à la qualité de sol médiocre, au déficit hydrique périodique du climat mahorais et aux sollicitations de l'espace public.

Certains sont indigènes ou endémiques. Ils sont classés en trois types de modules de plantation :

- ▷ Arbustes et couvre-sols – milieu sec et plein soleil



Nom latin : *Caesalpinia pulcherrima*
Nom vernaculaire : *Petit flamboyant*
Caractéristiques : Arbuste à floraison remarquable – hauteur 2 à 4m.



Nom latin : *Cordyline fruticosa*
Nom vernaculaire : *Roseau des Indes*
Caractéristiques : Arbuste graphique au feuillage coloré – hauteur 1 à 5m.



Nom latin : *Sansevieria mettalica*
Nom vernaculaire : *Langue de belle-mère*
Caractéristiques : Plante succulente à l'aspect graphique – hauteur 30 à 80cm



Nom latin : *Dypsis lanceolata*
Nom vernaculaire : *Palmier des Comores* ●
Caractéristiques : Palmier multi-troncs au port érigé et touffu – hauteur 3 à 6m.

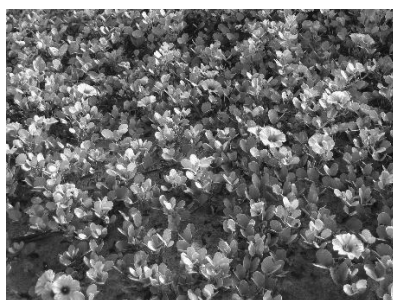


Nom latin : *Catharantus roseus*
Nom vernaculaire : *Pervenche de Madagascar*
Caractéristiques : Herbacée persistante à la floraison colorée – hauteur 50 à 100cm



Nom latin : *Dicranopteris linearis* ●
Nom vernaculaire : *Fougère fourchue*
Caractéristiques : Fougère à rhizome rampant – hauteur 30 à 100cm

▷ Pelouses et tapis – milieu sec et plein soleil



Nom latin : *Ipomea pes-caprae* ●
Nom vernaculaire : *Patate à Durand*
Caractéristiques : Liane rampante à floraison pourpre – hauteur 10 à 20cm



Nom latin : *Panicum umbellatum* ●
Nom vernaculaire : *Panic en ombelle*
Caractéristiques : Herbe gazonnante et stolonifère, pionnière sur sol nu.

● = plante indigène ou endémique de Mayotte

10.5.2.3 Effet résiduel

L'effet résiduel sera positif.

10.5.2.4 Mesures compensatoires

Aucune mesure compensatoire n'est à prévoir.

10.6 Milieu naturel marin

Les perturbations prévisibles du projet concernent principalement les travaux maritimes nécessaires à la construction de l'aménagement. Il est également nécessaire de considérer la perte d'habitat causée par l'agrandissement du terre-plein actuel (extension sur 9000 m²) et la construction du talus en enrochement.

10.6.1 Effet en phase chantier

Les principaux effets attendus en phase chantier sur le milieu naturel marin sont listés dans le tableau ci-dessous, puis détaillés par paragraphes dans ce chapitre.

Tableau 17 : Liste de effets potentiels identifiés sur le milieu marin dans le cadre du projet d'aménagement. Les types d'impacts sont d'ordre spatial (direct ou indirect) et temporel (temporaire ou permanent)

Effets	Types d'impacts	Pressions à l'origine de l'effet	Groupes biologiques et espèces potentiellement concernés
Destruction des communautés benthiques et habitats par recouvrement direct	Indirect/Temporaire	Augmentation de la turbidité (matières en suspension) en phase travaux ; Modification potentielle du fonctionnement hydrosédimentaire en phase d'exploitation	Pour les peuplements benthiques et ichtyologiques des substrats durs, les espèces du groupe des anthozoaires (particulièrement les scléactiniaires) et de poissons des pâtés et massifs coralliens à proximité. Pour les peuplements benthiques de substrats meubles, les espèces constituant la faune endogée et les holothuries. Mangrove et mégafaune marine
Dérangement sonore de la mégafaune marine lors des travaux	Direct/Temporaire	Ensemble des émissions sonores considérées comme perturbatrices pour la faune (travaux bruyants, trafic maritime...)	Faune sensible aux émissions sonores sous-marines, principalement les mammifères marins et potentiellement les autres espèces (tortues, poissons...) Espèce principalement concernée : Grand dauphin de l'Indo-Pacifique (espèce très côtière et présentant la fréquence d'observation la plus importante dans la zone)
Risques de collisions de la mégafaune marine avec les	Direct/Temporaire	Trafic maritime généré pour la construction de l'aménagement	Faune sensible faisant surface pour respirer, telle que les cétacés ou les tortues marines

embarcations durant le chantier			
Risques de pollution accidentelle du milieu marin	Direct/Temporaire	Risques de pollution accidentelle lors des travaux (fuite d'huile, opération d'avitaillement...), dissémination de déchets de chantier par le vent	Ensemble des espèces marines fréquentant la frange littorale, dans la zone d'influence du projet (peuplements benthiques, poissons, mégafaune marine)
Impact sur la fonctionnalité écologique locale	Indirect/Temporaire et Permanent	Altération des habitats côtiers, susceptible de modifier les continuités et le fonctionnement écologique pour la faune marine. Altération possible du transit sédimentaire.	Peuplements benthiques et ichtyologiques des formations de substrats durs (pâtés et massifs coralliens), Mégafaune marine, principalement Grand dauphin de l'Indopacifique (habitat côtier, zone de transit entre potentielles zones d'alimentation) et potentiellement tortues marines Palétuviers et faune associées au niveau du front de mangrove

10.6.1.1 Communautés benthiques

Le projet prévoit une extension sur le lagon. Les communautés se trouvant à cet endroit seront détruites. La turbidité de la colonne d'eau peut donc affecter le développement de la vie marine (cas des coraux, affectés au niveau des processus de photosynthèse). De plus, cela peut entraîner des dépôts sédimentaires sur le fond ou les peuplements benthiques (holothuries, gorgones, coraux mous, ...), participant à la dégradation de ces habitats.

10.6.1.2 Habitats marins et espèces par altération de la qualité de l'eau

Durant les travaux, un risque d'altération de la qualité de l'eau existe, en lien avec la diffusion de panaches turbides dans le milieu marin. En effet, lors du chantier, certains travaux peuvent entraîner un relargage important de matières en suspension. Cela s'observe notamment lors des travaux de dragage, de clapage et de remblaiement pour l'agrandissement du terre-plein et la construction du talus. L'augmentation de la turbidité peut aussi s'observer au niveau des installations annexes du chantier (pistes, installations de chantiers, zones de stockage...), avec des rejets importants d'apports terrigènes lors des forts épisodes pluvieux.

De manière générale, cette augmentation de la turbidité de la colonne d'eau peut donc affecter le développement de la vie marine (cas des coraux, affectés au niveau des processus de photosynthèse). De plus, cela peut aussi entraîner des dépôts sédimentaires sur le fond ou les peuplements benthiques (holothuries, gorgones, coraux mous, ...), participant à la dégradation de ces habitats.

10.6.1.3 Habitats pour la mégafaune marine

Lors de la phase travaux les habitats seront perturbés par la diminution de sa surface, l'augmentation de la turbidité par relargage important de matières en suspension, l'augmentation du bruit et le risque de pollution de l'eau.

10.6.1.4 Dérangement sonore des cétacés lors des travaux

Les cétacés présentent une physiologie et un comportement particulièrement dépendants de l'acoustique sous-marine, puisqu'ils utilisent le son dans tous les aspects de leur vie : reproduction, alimentation (chasse...), déplacements, communication ou orientation. En milieu marin, la vue n'est utile que jusqu'à quelques dizaines de mètres alors que le son peut se propager sur des centaines voire des milliers de kilomètres. Les mysticètes (baleines) en

particulier peuvent ainsi communiquer entre eux alors que les individus sont séparés de plusieurs centaines de kilomètres.

Les effets induits par les bruits sous-marins sur les cétacés sont généralement classés en 4 catégories :

- Le dérangement ou changement de comportement, pouvant induire un évitement de la zone malgré son intérêt écologique pour l'individu ou l'espèce, l'affaiblissement par la surconsommation d'énergie consacré à un déplacement relativement long, en particulier pour les jeunes, etc. ;
- Le masquage des informations de l'environnement qui peut empêcher l'accomplissement de fonctions vitales, telles que la chasse ou la socialisation ;
- La perte temporaire d'audition (Temporary Threshold Shift ou TTS) pouvant empêcher temporairement l'accomplissement de fonctions vitales telles que la chasse ou la socialisation ;
- La perte permanente d'audition (Permanent Threshold Shift ou PTS). De très fortes expositions peuvent affecter d'autres organes et causer la mort de l'animal.

Ces réponses comportementales témoignent d'un effet immédiat du bruit sous-marin lié à l'exposition aux bruits, mais elles peuvent être à l'origine de conséquences à plus long terme pour l'individu ou la population. Pour tous les niveaux d'effet, l'impossibilité d'accéder à une zone fonctionnelle comme une zone d'alimentation ou de reproduction peut affecter les réserves énergétiques d'un animal et par conséquent sa survie ou sa fertilité.

L'évaluation des conséquences du dérangement acoustique pour les populations de mammifères marins représente un enjeu de recherche important et complexe. Harwood et al., 2014 ont développé un modèle (Interim Population Consequences of Disturbance, IPCoD) permettant de quantifier l'impact démographique d'un chantier éolien à long terme.

On peut distinguer deux principales sources d'interrogations concernant les impacts physiologiques et comportementaux des émissions sonores sur les individus et les populations :

- L'impact à court terme d'émissions de forte intensité (par exemple les travaux en mer) ;
- L'impact à long terme d'émission de plus faible intensité (par exemple le fonctionnement d'une éolienne).

Même si à l'heure actuelle les conséquences biologiques de l'augmentation des émissions sonores sont encore peu connues, plusieurs études suggèrent qu'elles peuvent affecter les mammifères marins, notamment par des processus de masquage acoustique, réduisant le rayon de perception acoustique de l'environnement (Richardson et al., 1995).

Au regard des travaux visés, les risques vis-à-vis des mammifères marins sont considérés comme faibles à modérés, et concernent particulièrement le Grand dauphin de l'Indo-Pacifique (présence la plus avérée dans la zone).

10.6.1.5 Risques de collisions de la mégafaune marine avec les embarcations durant le chantier

Les travaux nécessaires au chantier sont susceptibles d'engendrer des risques de collision entre la mégafaune marine et les navires circulant quotidiennement dans la zone. Ces accidents sont à l'origine de blessures (choc avec la coque, blessures causées par les hélices) pouvant également causer la mort. Les tortues marines et les mammifères marins sont potentiellement concernés.

Dans la zone, le risque est déjà fortement présent, avec la circulation régulière des barges, amphidromes, navires de plaisance, opérateurs whale-watching ou plongée, induisant un trafic maritime intense dans la zone. Le REMMAT (Réseau d'échouage des Mammifères Marins et Tortues marines) signale plusieurs cas de tortues marines dans le lagon présentant des blessures par hélice (mortelles ou non). Le risque est donc présent dans cette zone à fort trafic. Cependant,

dans le cadre du chantier, le risque reste faible, de par la faible fréquentation par la mégafaune marine dans cette zone et par un trafic ajouté peu important par rapport à celui déjà existant.

10.6.1.6 Risques de pollution du milieu marin

Lors des travaux pour la construction du projet, des risques de pollution du milieu marin existent, et peuvent affecter la faune et la flore marine, que ce soit les peuplements benthiques et ichtyologiques ou la mégafaune marine (cétacés et tortues marines). Ce type de pollution se traduit sous la forme d'une diffusion accidentelle d'hydrocarbures (ou tout autre rejet polluant, cas de la laitance de béton par exemple) ou par le rejet de déchets dans le milieu marin (débris plastiques, cartonnés ...).

La pollution par les hydrocarbures peut donc affecter l'ensemble de la vie marine, créant des dommages physiologiques si celle-ci est importante et récurrente. Dans le cas des chantiers, des dispositifs d'assainissement sont mis en place, et doivent permettre de traiter cette pollution diffuse et chronique, au niveau du milieu terrestre. En mer, le cas de fuites des bateaux peut aussi exister, bien que ce risque soit limité. De manière générale, ce risque de pollution accidentelle est à prendre en compte dans le déroulement du chantier.

Les déchets solides, communément appelés micro et macro-déchets, constituent une source de pollution importante à l'échelle mondiale, entraînant de nombreuses incidences négatives. De manière générale, ces déchets sont constitués de 40 à 80 % de débris plastiques, se dégradant difficilement dans le milieu marin. Dans le cadre des chantiers, ces déchets sont principalement constitués d'emballages et sacs plastiques ou cartonnés, sensibles au vent, et pouvant ensuite se retrouver en mer. L'ingestion de ces résidus peut provoquer différents types de dysfonctionnement physiologique (étouffement, occlusion intestinale...), affectant principalement les tortues et les cétacés.

10.6.1.7 Effets sur la fonctionnalité écologique locale

○ Cas des peuplements benthiques et ichtyologiques de substrat dur

Les formations coralliennes à proximité du projet (pâtés et massifs), et plus largement les peuplements benthiques des substrats durs (avec faune associée), bien que très isolés, s'inscrivent dans un fonctionnement écologique global, selon une continuité écologique longitudinal entre les différentes zones côtières à proximité (platier, autres pâtés et massifs). Il est également possible qu'une continuité écologique transversale existe vers les habitats coralliens plus éloignés dans le lagon et au niveau de la barrière corallienne. Ces continuités permettent des déplacements et échanges trophiques dans la zone.

En phase travaux, le chantier peut localement affecter l'état des peuplements marins (panaches turbides, pollutions accidentelles...). En considérant des travaux maritimes peu étalés dans le temps et de faible envergure, ces incidences devraient toutefois être localisées et limitées sur un milieu qui plus est déjà dégradé. Sur cette base, il apparaît que les incidences des travaux sur la fonctionnalité écologique semblent faibles.

○ Cas de la mégafaune marine

Durant les travaux, les travaux maritimes bruyants ou l'altération de la qualité de l'eau (augmentation de la turbidité) peuvent altérer l'habitat de certaines espèces côtières de manière ponctuelle, et créant de ce fait une fragmentation localisée de l'habitat. Cependant, au vu de la configuration du projet (faible emprise maritime, absence de travaux bruyants) et d'une empreinte acoustique limitée, il semble que cette fragmentation semble toutefois limitée durant les travaux.

○ Cas de la mangrove de Kaweni

La fonctionnalité écologique de la mangrove de Kaweni, située à proximité du projet, peut être potentiellement affectée. L'interface entre la mangrove et le lagon pourraient être perturbés (échanges trophiques...).

En phase travaux, le chantier peut localement dégrader la qualité de l'eau et affecter l'état des palétuviers présents en front de mangrove (panaches turbides, pollutions accidentelles...). En considérant des travaux maritimes peu étalés dans le temps et de faible envergure, ces

incidences devraient toutefois être localisées et limitées. Il est cependant important d'y veiller. Les incidences des travaux sur la fonctionnalité écologique semblent faibles mais doivent être surveillés.

10.6.1.8 Effet résiduel en phase chantier

Les effets du projet sont réévalués à la lumière des différentes mesures d'évitement et de réduction proposées. Les impacts résiduels de niveau « moyen », ou supérieurs, sont considérés comme « notables » au sens de l'article R122-5 alinéa 7° du code de l'environnement, c'est-à-dire de nature à déclencher une démarche de compensation. Pour rappel, le niveau « moyen » d'impact résiduel correspond à un impact dont la portée est supra-locale.

Dans le cadre du projet, **les impacts résiduels identifiés sont nuls, négligeables ou faibles sur les habitats naturels, sur les tortues marines et sur les mammifères marins**, grâce aux mesures proposées, et notamment :

- L'optimisation de l'emprise du projet et une écoconception des ouvrages côtiers permettant de limiter les impacts sur les habitats concernés,
- Une gestion et un contrôle de la qualité de l'eau, favorable à l'ensemble des habitats, peuplements marins, à la faune et à la flore marine,
- Une réduction des émissions sonores des travaux maritimes bruyants et un contrôle régulier du bruit sonore sous-marin, limitant les incidences acoustiques des travaux sous-marins bruyants sur la mégafaune marine.

10.6.1.9 Mesures d'évitement et de réduction en phase chantier

Afin d'éviter ou réduire les effets du projet sur les habitats et espèces patrimoniales et/ou protégées, certaines mesures d'atténuation peuvent être adoptées lors de la phase de conception (phase PRO du projet), ou seront mises en place ultérieurement dans le cadre de la conception du projet.

- La logique d'évitement/réduction retenue dans ce cadre a été dictée par le croisement de plusieurs paramètres :
- La protection des espèces, l'objectif du Maître d'Ouvrage étant de respecter strictement la réglementation concernant les espèces protégées ;
- La sensibilité générale des habitats et espèces (ou du groupe d'espèces) au projet concerné ou au dérangement, en considérant les habitats et espèces patrimoniaux, au-delà du statut de protection des espèces ;
- Les éléments propres au site : abondance locale de l'espèce sur site, fonctionnalité écologique des milieux, ...

Les mesures d'évitement et de réduction des effets ont ainsi été calibrées pour les habitats, espèces et groupes d'espèces présentant les plus forts enjeux et/ou la plus forte sensibilité vis-à-vis du projet.

La stratégie d'atténuation des impacts s'articule ainsi autour de deux axes forts :

- Axe 1 : la priorité à l'évitement des enjeux de biodiversité via un important travail de recherche d'optimisation du périmètre d'exploitation, afin de préserver au maximum les communautés biologiques patrimoniales du secteur étudié ;
- Axe 2 : la définition d'un panel de mesures visant à réduire au maximum les impacts écologiques subsistant après cette démarche majeure d'évitement, en tenant compte également des effets indirects vis-à-vis des communautés biologiques évitées mais proches du périmètre optimisé.

Les mesures sont détaillées sous forme de fiches dans le dossier de Biotope présentées en annexe.

Tableau 18 : Mesures d'évitement et de réduction (Biotope, 2019)

Code de la mesure	Intitulé de la mesure
E01	Optimisation de la conception du terre-plein et du talus
R01	Maîtrise de la qualité des eaux et écosystèmes marins durant les travaux
R02	Contrôle renforcé de la qualité de l'eau durant les travaux
R03	Gestion des travaux en lien avec la problématique mégafaune marine
R04	Gestion optimale des déchets durant le chantier
R05	Mise en place d'une gestion environnementale optimale du projet (phase exploitation)
R06	Accompagnement environnementale du projet

10.6.1.10 Mesures compensatoires et d'accompagnement en phase chantier

10.6.1.10.1 Mesures compensatoires

Dans le cadre de ce projet, les impacts résiduels étant évalués comme faibles à nul, aucune mesure de compensation n'est prévue.

10.6.1.10.2 Mesures d'accompagnement

Le processus ERC a été mis en place de façon stricte dans le cadre du projet, en maximisant les démarches d'évitement et de réduction. In fine, l'intensité et la nature des impacts résiduels, après ces deux étapes, ne justifient pas la définition de mesure de compensation. En revanche, il peut être proposé des mesures d'accompagnement.

Tableau 19 : Mesures d'accompagnement du projet sur les milieux naturels marins (Biotope 2019)

Code de la mesure	Intitulé de la mesure
A01	Suivi des biocénoses marines et littorales durant les travaux
A02	Suivi de la mégafaune marine durant les travaux

Ces mesures sont détaillées sous formes de fiche dans le dossier de biotope se trouvant en annexe.

10.6.2 Effet en phase d'exploitation

Les principaux effets attendus en phase exploitation sur le milieu naturel marin sont listés dans le tableau ci-dessous, puis détaillés par paragraphes dans ce chapitre.

Tableau 20 : Liste de effets potentiels identifiés sur le milieu marin dans le cadre du projet d'aménagement. Les types d'impacts sont d'ordre spatial (direct ou indirect) et temporel (temporaire ou permanent)

Effets	Types d'impacts	Pressions à l'origine de l'effet	Groupes biologiques et espèces potentiellement concernés
Perte d'habitats pour la mégafaune marine en lien avec l'emprise directe du projet	Direct/Permanent	Extension du terre-plein actuel (9000 m ²) et talus d'enrochement	Pour les mammifères marins et tortues marines. La zone semble cependant très peu fréquentée par les mammifères marins. L'emprise directe en mer est très faible.
Impact sur la fonctionnalité écologique locale	Indirect/Temporaire et Permanent	Altération des habitats côtiers, susceptible de modifier les continuités et le fonctionnement écologique pour la faune marine. Altération possible du transit sédimentaire.	Peuplements benthiques et ichthyologiques des formations de substrats durs (pâtés et massifs coralliens), Mégafaune marine, principalement Grand dauphin de l'Indopacifique (habitat côtier, zone de transit entre potentielles zones d'alimentation) et potentiellement tortues marines Palétuviers et faune associées au niveau du front de mangrove

10.6.2.1 Communautés benthiques

L'aménagement du front de mer de Mamoudzou dans la zone du marché couvert prévoit une extension du terre-plein actuelle (9000 m²) avec un recouvrement direct sur le milieu marin estimé à environ 4300 m² et donc la disparition totale des communautés benthiques associée.

Comme évoqué dans le diagnostic écologique, les zones concernées par le recouvrement directe sont :

- des zones de substrat dur (platier dégradée, environ 850 m², présentant très peu voire pas de faune benthique sessile),
- des zones à substrats meubles de type sablo-vaseux (environ 3100m²) et vaseux (environ 320 m²) ainsi qu'une partie de mangrove isolée (environ 11 m²).

Peuplements benthiques des substrats durs	Enjeux	Surface impactée par le projet (m ²)
Platier dégradé	Nul à faible	850
Substrat meuble sablo-vaseux	Nul à faible	3100
Substrat meuble vaseux	Nul à faible	320
Mangrove	Faible	11
Total		4281

Cet impact est donc à relativiser par rapport à la typologie des habitats considérés (recouvrement corallien nul à très faible, substrats meubles pauvres en endofaune). Il reste faible, hormis pour la mangrove qui représente un enjeu fort.

10.6.2.2 Habitats marine et espèces par altération de la qualité de l'eau

L'aménagement du front de mer prévoit la disparition totale d'un espace estimé à environ 4300m², dans la bande bathymétrique des 0-5 m de profondeur.

Le diagnostic écologique a montré que ce secteur est potentiellement fréquenté par les mammifères marins et tortues marines. Cette fréquentation reste cependant très faible, et concerne principalement le Grand dauphin de l'Indo-Pacifique dont l'habitat préférentiel est très côtier.

La surface d'habitat perdue reste donc très faible. Si l'on considère que le lagon de Mayotte dans son intégralité est un habitat potentiel pour cette espèce (150 km²), la surface perdue correspond à 0,003%. Cette zone est par ailleurs peu fréquentée par ces espèces.

10.6.2.3 Habitats par la mégafaune marine

En phase exploitation, la modification du fonctionnement hydrosédimentaire est susceptible de modifier les propriétés des eaux côtières de la frange littorale rapprochée. En se référant à l'état actuel de la colonne d'eau, il apparaît d'ores et déjà une turbidité marquée ainsi qu'un dépôt sédimentaire vaseux important ce qui limite le développement des formations coralliennes (scléactiniaires) et favorise le développement des coraux mous et gorgones.

La nouvelle configuration du front de mer doit donc faire l'objet d'une modélisation hydrosédimentaire permettant d'évaluer les risques d'altération de la qualité de l'eau (turbidité) et de la granulométrie des substrats meubles, affectant la faune marine (peuplements benthiques et ichtyologiques, tortues marines et cétacés). L'impact reste cependant faible, puisque cette zone est déjà soumise à une forte turbidité et à un substrat vaseux.

10.6.2.4 Dérangement sonore des cétacés lors de travaux

Le projet prévoit à terme l'augmentation du nombre de ligne maritime et donc l'augmentation des nuisances sonore.

10.6.2.5 Risques de pollution du milieu marin

En phase d'exploitation, le projet doit permettre la mise en place de dispositifs garantissant des rejets non pollués en mer. Pour les déchets solides, l'aménagement du projet doit offrir la possibilité de limiter les déchets volants (pose de poubelles...), et garantir la propreté urbaine.

10.6.2.6 Effets sur la fonctionnalité écologique local

- Cas des peuplements benthiques et ichtyologiques de substrat dur

Au regard de l'emprise maritime du projet et sans modélisation du fonctionnement hydrosédimentaire, il reste difficile d'évaluer les conséquences réelles du projet sur l'état de conservation des peuplements benthiques et ichtyologiques des substrats durs.

- Cas de la mégafaune marine

L'impact semble nul à faible, correspondant à l'état actuel du front de mer.

- Cas de la mangrove de Kaweni

Durant la phase exploitation, au regard de l'emprise maritime du projet et sans modélisation du fonctionnement hydrosédimentaire, il reste difficile d'évaluer les conséquences réelles du projet sur l'état de conservation du front de mangrove. Un risque d'altération existe, en lien avec de possibles modifications du fonctionnement hydro-sédimentaire de la zone, en lien avec la modification du trait de côte.

10.6.2.7 Mesures d'évitement et/ou de réduction en phase d'exploitation

Au vu des effets négligeables du projet une fois les travaux terminés, aucune mesure d'évitement ou de réduction sont prévues.

10.6.2.8 Effet résiduel en phase exploitation

Les effets résiduels sont négligeables.

10.6.2.9 Mesures compensatoires et d'accompagnement en phase exploitation

Aucune mesure compensatoire ni d'accompagnements ne sont à prévoir.

10.7 Environnement humain

10.7.1 L'emploi

10.7.1.1 Effets du projet

Les travaux seront susceptibles de générer de l'emploi dans le secteur du bâtiment, sur un large éventail de métiers (chauffeurs d'engins / poids lourds, maçons, ouvriers VRD, essentiellement).

En phase exploitation, le pôle d'échange aura vocation à créer de l'emploi (service clients pour la billetterie, l'entretien des espaces publics, des réseaux). Les commerces qui s'implanteront seront également des sources d'emploi (restauration et artisanat, notamment).

Enfin, l'amélioration des déplacements et échanges entre Grande Terre et Petite Terre, d'une part, et de Mamoudzou, d'autre part, seront bénéfique pour le développement économique de Mayotte. Cet effet induit, permanent et sur le long terme constituera un levier pour le développement de l'emploi sur le territoire.

10.7.1.2 Mesures d'évitement et / ou de réduction des effets

Au vu de l'aspect positif du projet d'un point de vu de l'accessibilité au site et de son économie aucune mesure n'est à prévoir.

10.7.1.3 Effet résiduel

L'effet résiduel attendu est positif.

10.7.1.4 Mesures compensatoires

Au vu de l'aspect positif du projet, aucune mesure n'est à prévoir.

10.7.2 Mobilité et déplacements

10.7.2.1 Effets du projet

10.7.2.1.1 En phase travaux

La circulation sera perturbée pendant la durée des travaux, sur l'ensemble du périmètre de travaux. Par conséquent, les déplacements s'en trouveront modifiés durant toute la durée du chantier (estimée à 22 mois).

10.7.2.1.2 En phase exploitation

La création du PEM aura un impact positif fort sur la mobilité et les déplacements à l'échelle de l'île puisqu'il viendra renforcer et faciliter l'intermodalité sur le chef-lieu mahorais.

Le projet a été conçu en tenant compte des différents modes de transports actuellement présents aux abords du futur PEM. Ainsi, un plan de circulation a été élaboré en tenant compte des voyageurs empruntant les barges, les véhicules individuels personnels ainsi que les taxis collectifs, transportant aujourd'hui une large part de la population véhiculée autour de

Mamoudzou. Ce plan de circulation assurera la sécurisation des déplacements puisque des itinéraires spécifiques et balisés seront créés : voie de circulation pour véhicules motorisés, cheminements piétons, piste cyclable...

Afin d'inscrire ce projet dans les besoins futurs de la population et de proposer un projet cohérent avec les orientations à venir de mobilité, les projets connexes en cours de conception ont également été pris en compte dans ce plan de circulation. Cela a notamment permis d'intégrer des voies de circulation piétonnes connectées au futur BHNS.

L'aménagement prévu permettra donc de canaliser les flux de véhicules et de voyageurs à l'arrivée sur le PEM, selon le mode de transport emprunté et la direction suivie :

- ▷ Des flux piétons principaux se dessinent pour relier les grandes entités urbaines. Les parcours entre la ville, le BHNS et la gare maritime marquent les flux principaux. Le mail du marché accueille une grande partie de ces flux, toutefois la connexion directe est-ouest qui longe la gare maritime devrait prendre le dessus (interface BHNS à développer avec traversée piétonne).
- ▷ Des balades secondaires irriguent le site : du quai longeant le BHNS et reliant Kaweni au front de mer, de la promenade le long de la côte aux traversantes du marché couvert.
- ▷ La circulation des vélos est favorisée sur le quai longeant le BHNS avec l'aménagement d'une piste cyclable. Des arceaux à vélos sont positionnés sur la Place des Grands Arbres. Cet usage étant peu courant à ce jour, le projet laisse la possibilité d'installer plus d'arceaux une fois la pratique développée.
- ▷ Les parcours des deux roues motorisées sont quant à eux confinés en partie haute du site avec l'aménagement d'un espace de stationnement dédié dans l'enceinte de la gare maritime. Ainsi, il existe un unique croisement entre flux piétons et motos.
- ▷ L'organisation des flux pour l'accès et la sortie de barge se veut très organisée afin de faciliter l'usage du site et d'optimiser les temps d'attente. Le dépôt minute fonctionne en boucle, les lignes d'attente de véhicules se répartissent entre poids lourds, VL et deux roues.
- ▷ Autour du marché couvert, une voie servant aux livraisons, au ramassage des déchets et aux pompiers est libre de tout obstacle. L'organisation des livraisons et du ramassage des ordures sera planifiée à des heures ne perturbant pas le fonctionnement du site

Concernant le stationnement, en concertation avec la mairie de Mamoudzou, il a été choisi de supprimer le grand parking actuel. Aucun stationnement n'est prévu sur le PEM pour les usagers, l'objectif étant de les inciter à se reporter sur les transports collectifs. Cet effet peut entraîner des difficultés pour les usagers dès le début des travaux et jusqu'à la mise en service du BHNS.

10.7.2.2 Mesures d'évitement et / ou de réduction des effets

10.7.2.2.1 En phase travaux

Des plans de circulation garantissant la sécurité des usagers se déplaçant sur le périmètre des travaux seront élaborés et régulièrement actualisés en fonction de l'avancement des travaux.

La circulation des engins de chantier se fera sur des voies balisées et à vitesse réduite pour assurer la sécurité des piétons et cyclistes empruntant la plateforme (usagers des barges, clients et commerçants du marché, etc.).

10.7.2.2.2 En phase exploitation

- ▷ Il est prévu de canaliser les flux « tous véhicules » au nord du site, avec des circulations différenciées pour les 2 roues, les véhicules légers, les poids lourds et les transports de matières dangereuses ;
- ▷ Un parking de 34 places sera créé et réservé au personnel du service de transport maritime et aux commerçants de proximité ;
- ▷ Un parking 2 roues est créé le long du bâtiment de service ;
- ▷ Un dépose minute et taxis est implanté à l'entrée du site permettant la dépose rapide sans gêner la circulation et l'accès aux barges ;
- ▷ La circulation des piétons au sein du PEM et l'accès piéton aux barges sont organisées et canalisées ;
- ▷ Les abords du marché ne sont accessibles qu'aux piétons : une voie à sens unique de 4 m de large est conservée pour l'accès aux véhicules de services (livraison, transports de fonds) et de secours ;
- ▷ Les traversées piétonnes de la RN1 et du futur projet CARIBUS sont multipliées sur le site pour fluidifier les déplacements multimodaux ;
- ▷ La circulation piétonne le long du front de mer est retrouvée.

Le plan ci-après représente les différentes circulations du site projeté. Ce plan de gestion des flux et des circulations, servira de base pour la réalisation du plan de signalisations horizontales et verticales, en phase ultérieure.

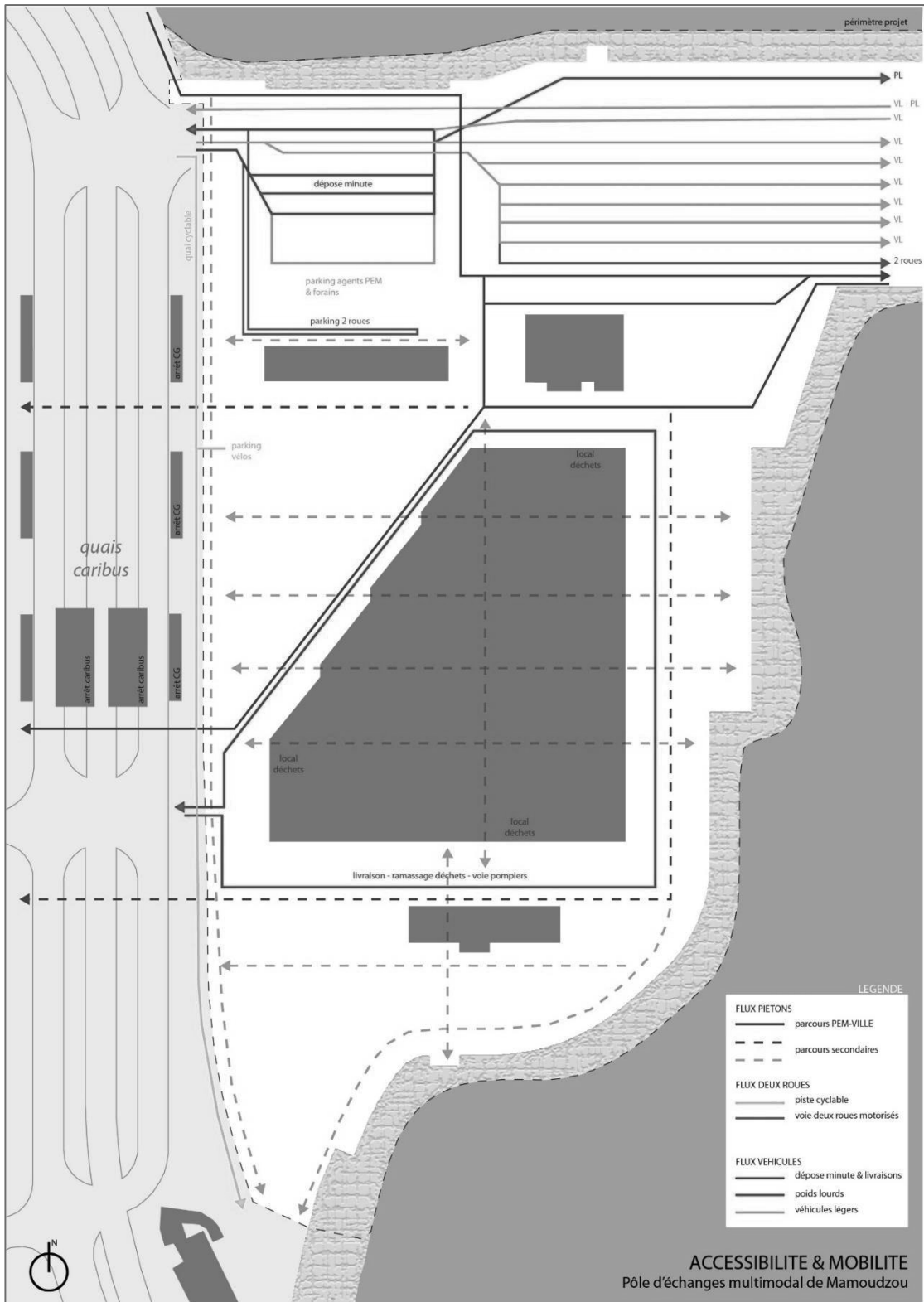


Figure 77 : Plan de circulation en phase exploitation (UniVert Durable, d'après un plan élaboré par Suez Mobilité, 2019)

10.7.2.3 Effet résiduel

L'effet résiduel est positif pour les déplacements. Il est néanmoins négatif pour les stationnements des usagers. Cependant, cet effet est temporaire puisque à terme, le BHNS permettra un report modal pour accéder au PEM (voiture individuel / taxi \Rightarrow transport collectif).

10.7.2.4 Mesures compensatoires

Aucune mesure compensatoire n'est à prévoir.

10.7.3 Nuisance sonore

Le projet PEM Mamoudzou est modélisé avec la création des voies de stationnement et files d'attente des véhicules sur le quai maritime. Ensuite la prédiction des expositions sonores est faite avec le TCSP. Les impacts sont évalués pour l'horizon mise en service.

10.7.3.1 Analyse des effets

10.7.3.1.1 Analyse des effets en phase chantier

Les chantiers sont, par nature, une activité bruyante et sont soumis aux éventuels arrêtés préfectoraux ou municipaux qui réglementent leurs horaires de fonctionnement. Toutefois, quand la nécessité de poursuivre des travaux est avérée et sur demande spécifique, des dérogations peuvent être accordées aux entreprises.

10.7.3.1.2 Analyse des effets en phase exploitation

○ Trafic maritime :

L'objectif à terme du STM est d'augmenter la fréquence des amphidromes de plus grande capacité (33VL) à 4 par heure.

Le nombre de places destinées aux véhicules embarquant sur les amphidromes a été dimensionné sur la base :

- en fourchette basse, de la capacité maximale des nouveaux amphidromes soit 33 places ;
- en fourchette haute, sur un dimensionnement de 1,5 fois la capacité d'un amphidrome soit une cinquantaine d'emplacements.

Une file spécifique est dédiée au transport de marchandises.

○ Fonctionnement du PEM et de la gare maritime :

L'aménagement du projet avec les constructions comprend donc :

- Un espace d'attente piéton couvert d'une capacité de 600 personnes (600 m²) annexé à la gare maritime
- 1 file d'attente dédiée au 2R de 2m de large
- 4 files d'attentes dédiées au VL avec chacune 11 places, soit une capacité de 44 VL
- 2 files d'attente PL de 4 places soit une capacité de 8 PL
- 1 file d'attente de 3 à 4 places réservées au transport de matière dangereuses.
- 2 voies de sortie vers la RN.

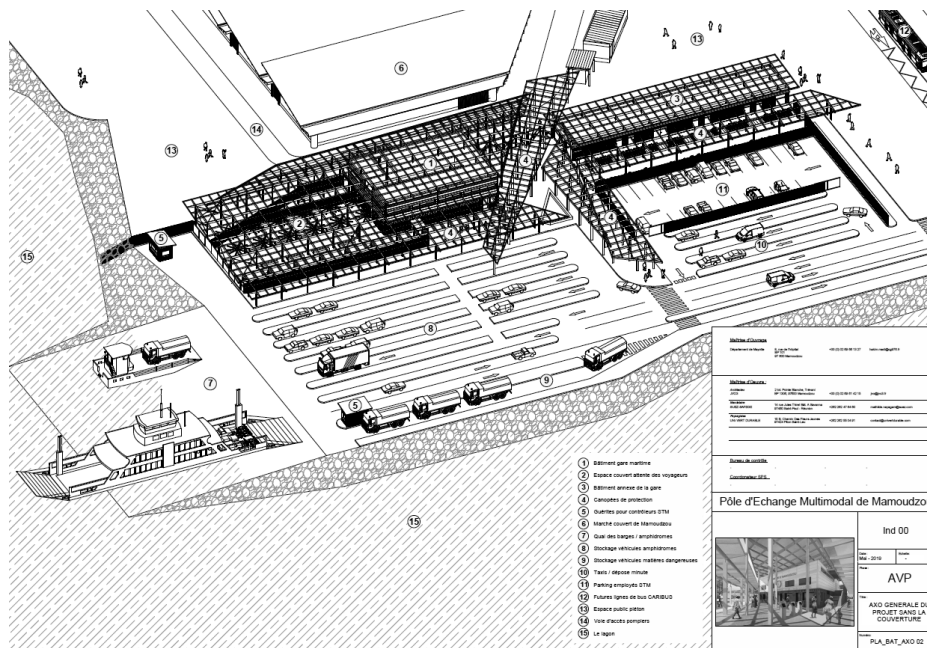


Figure 78 : extrait du dossier AVP relatif au fonctionnement du PEM

Le marché couvert et la Gare Maritime viennent cadrer un espace public majeur qui s'ouvre sur le projet Caribus et s'inscrit en prolongement de la Ville.

- TCSP :
 - Le TCSP est modélisé selon un équivalent acoustique classique : 1 bus = 5 véhicules légers.
 - Il est prévu par sens 67 bus par jour (cf. CARIBUS - Données trafics Bus NARENDRE - 07-08-2019 (2)) répartis en 64 bus sur la période 6h-22h et 3 bus sur la période 22h-6h. Vu le nombre très faible de bus la nuit, il n'y a pas d'enjeu sur cette période
- Présentation des résultats de la situation projet

Les expositions sonores du projet sont présentées sur la cartographie suivante pour le PEM seul.

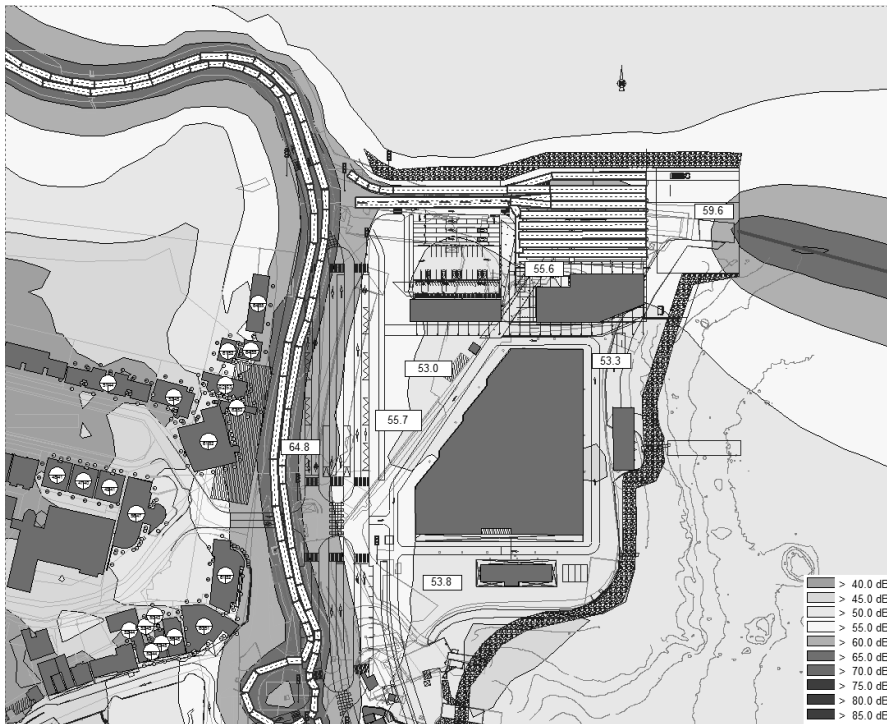


Figure 79 : carte Leq6h22h état initial + PEM (Accouphen , 2019)

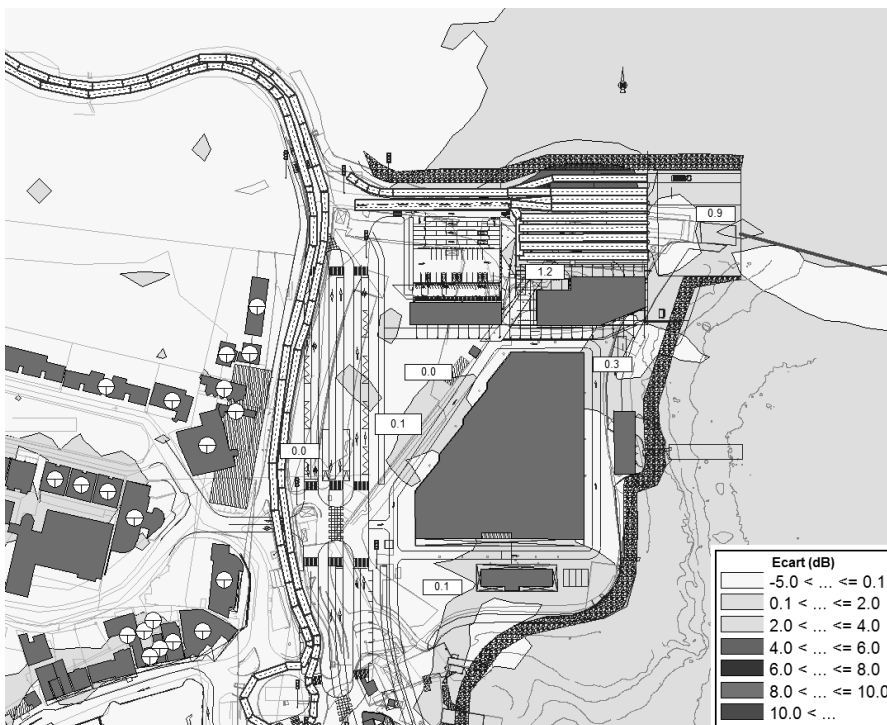


Figure 80 : carte des écarts de bruit (avec PEM-sans PEM) en dB(A) (Accouphen , 2019)

Les expositions sonores du projet global sont présentées sur la cartographie suivante pour le PEM avec le TCSP.

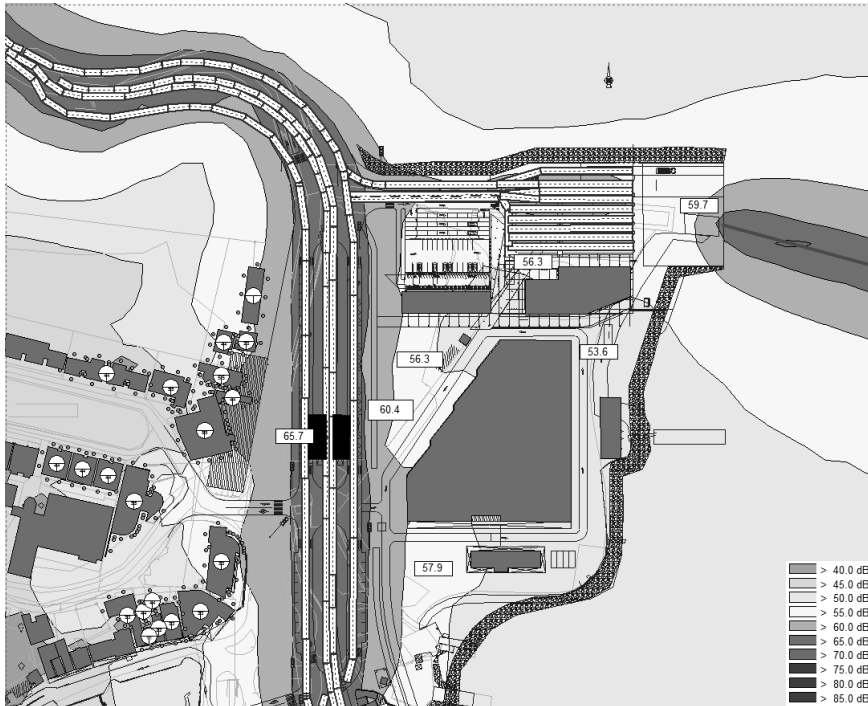


Figure 81 : Carte de bruit en situation projet à 4 mètres du sol pour l'indicateur LAeq(6h-22h) routier, TCSP et maritime (Accouphen, 2019)

La carte suivante présente la différence entre les deux calculs (initial et projet PEM + TCSP) afin d'apprécier les impacts.

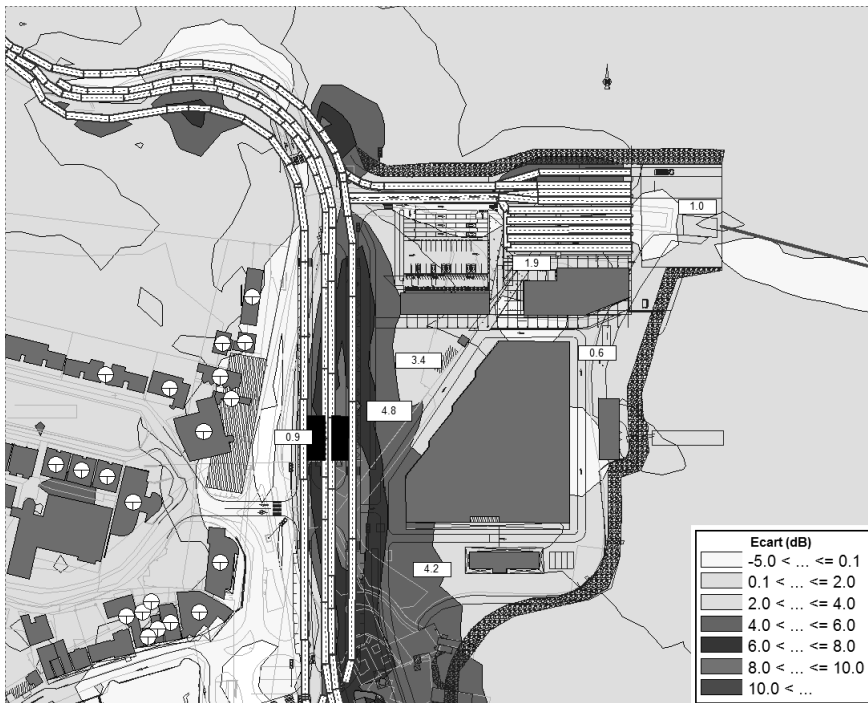


Figure 82 : cartographie des écarts entre état projet et état initial en dB(A) (Accouphen, 2019)

L'impact acoustique du projet PEM est insignifiant vis-à-vis de l'état initial. L'augmentation de l'ambiance sonore sur les quais et plages sera de l'ordre de 2 dB(A) mais pour autant les niveaux restent inférieurs à 50 dB(A).

Avec l'arrivée du TCSP les expositions sonores s'élèvent de 3 à 4 dB(A) sur le parvis et la place du marché mais les niveaux restent inférieurs à 60 dB(A) hors activité du marché. On estime son ambiance sonore comprise entre 65 et 70 dB(A).

L'opération d'aménagement du PEM de Mamoudzou avec la gestion des stationnements et accès VL et livraisons ainsi que la construction de bâtiments nouveaux n'engendre pas d'émissions sonores supplémentaires vis-à-vis de la situation initiale.

L'impact sonore de cette opération relevant d'un aménagement urbain ne peut être déconnecté de celui du projet TCSP. En effet, l'ensemble de ces opérations s'accompagne d'une réorganisation du plan de circulation avec le développement des transports en commun pour assurer l'accès voyageurs.

Là aussi le cumul des projets ne montre pas de dégradation significative de l'environnement sonore sur le secteur du PEM, tout juste une légère augmentation au niveau du mail piéton qui longe le marché vers la Gare Maritime ainsi que sur les plages urbaines

10.7.3.2 Mesures d'évitements et de réductions

10.7.3.2.1 Mesures en phase chantier

En matière de traitement des plaintes contre les bruits émis dans l'environnement autres que les bruits dus aux infrastructures de transports terrestres et aux installations industrielles classées, on se référera au texte relatif aux "bruits de voisinage" pour évaluer la gêne liée à l'émergence sonore du chantier, sans pour autant fixer des seuils limites d'admissibilité.

Il s'agira de :

- respecter les conditions d'utilisation et d'exploitation de matériels ou d'équipements fixées par les autorités compétentes,
- prendre les précautions appropriées pour limiter de bruit dans l'espace et dans le temps (soirée, nuit , petit matin) , autant que ce peut,
- faire preuve d'un comportement respectueux du voisinage.

On prendra en compte la sensibilité de la zone habitée et de loisirs en particulier dans **les plages horaires des travaux et dans les circuits d'approvisionnement du chantier.**

L'expérience en termes de nuisances sonores des chantiers montre qu'une **information** préalable des collectivités et des riverains associés à une **communication** durant tout le déroulement du chantier permet une meilleure acceptation des nuisances sonores engendrées.

10.7.3.2.2 Mesures en phase d'exploitation

L'impact acoustique du projet PEM est insignifiant vis-à-vis de l'état initial, ainsi aucune mesure d'évitement et de réduction n'est à mettre en place.

10.7.3.3 Impact résiduel

L'impact résiduel est négligeable

10.7.3.4 Mesures compensatoires

Pas de mesure compensatoire à prévoir.

10.8 Risques naturels et technologiques

10.8.1 Risques naturels

10.8.1.1 Effets du projet

- Vis-à-vis du risque inondation

Le projet aura pour effet d'augmenter la surface imperméabilisée puisqu'une extension de l'actuelle plateforme est prévue. Néanmoins, le projet entraîne peu d'imperméabilisation supplémentaire.

De plus, le risque inondation est absent sur la quasi-totalité du site. En effet, un risque inondation modéré est identifié au droit d'un talweg situé au sud de la plateforme.

Une étude hydraulique a été réalisée dans le cadre des études d'avant-projet afin de caractériser les problèmes de gestion des eaux pluviales sur le secteur ainsi que d'apporter des solutions. Les reprises de réseau ont donc pour objectif d'améliorer la gestion des eaux pluviales du site. Celui-ci étant situé à l'aval de la ville, sur le littoral, au contact du milieu marin, le risque inondation ne sera pas aggravé par la réalisation du projet

- Vis-à-vis des risques littoraux

Le projet permettra d'améliorer la situation vis-à-vis des risques littoraux (recul du trait de côte et submersion marine) puisque l'aménagement sur la partie marine a été conçu en tenant compte de ces risques. La carapace d'enrochements viendra protéger la plateforme et son extension du risque de submersion mais aussi du risque d'érosion côtière.

10.8.1.2 Mesures d'évitement et / ou de réduction des effets

10.8.1.2.1 En phase travaux :

- Vis-à-vis des risques littoraux de submersion marine et de recul du trait de côte

Les travaux seront réalisés pour la majorité en dehors de la période cyclonique, cependant en cas de période de forte pluie les travaux seront interrompus.

Le phasage des travaux de l'extension sur le milieu marin garantira une continuité de protection contre le risque de submersion et de recul du trait de côte (cf. Chapitre 5- Phasage des travaux, p. 56).

10.8.1.2.2 En phase d'exploitation :

Les études de conception du PEM de Mamoudzou ont tenu compte des risques naturels auxquels est exposé le site : submersion marine, recul du trait de côte, séismes, inondation.

- Vis-à-vis des risques littoraux de submersion marine et de recul du trait de côte

Une fois les travaux terminés, une carapace d'enrochement sera installée afin de limiter le risque de submersion marine et ainsi limiter le recul du trait de côté.

- Vis-à-vis du risque inondation

Une étude hydraulique a été réalisée au cours de la conception du projet. Elle a permis de définir les besoins en réseaux de gestion des eaux pluviales sur le périmètre du projet. Ces éléments ont été présentés dans la section dédiée à la préservation de la qualité de l'eau. La gestion des eaux de ruissellement permettra également de garantir la non-aggravation du risque inondation à l'amont et sur le périmètre du PEM.

10.8.1.3 Effet résiduel

L'effet résiduel du projet est positif.