

METRO-FRANCE Distance Equateur - Position maximum d'intensité (en km)

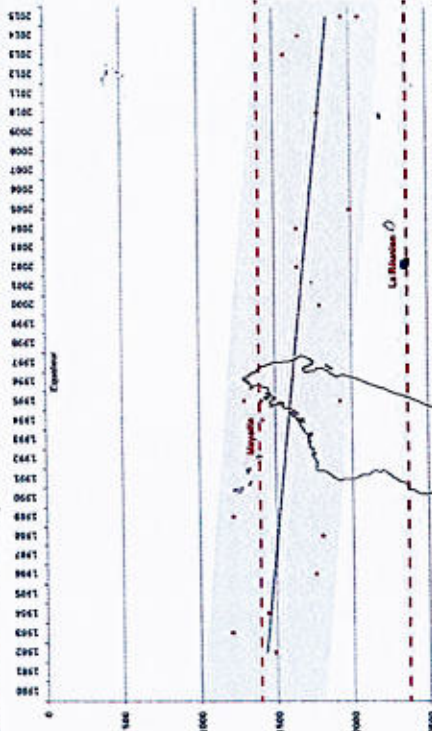


Figure 24 : Evolution de la migration des cyclones plus intenses au cours des 30 dernières années (2015)

Vents

Les vents dominants varient à Mayotte en fonction des saisons. Durant l'été austral, un vent de mousson, chaud et humide, souffle sur l'île. Les alizés, frais et secs, engendrés par l'anticyclone des Mascareignes prennent le relais durant l'hiver austral (Météo-France, 2015).

Niveau de la mer

Sur la période 1993 - 2011, les mesures altimétriques de Jouzel et al. ont mis en évidence une augmentation du niveau marin à Mayotte de l'ordre de 3 à 5 mm/an, soit 30 à 50 cm par siècle.

Cycles fondamentaux

L'Océan Indien est influencé par le phénomène El Niño/ la Niña (ENSO) mais possède aussi sa propre oscillation à travers un système appelé le Dipôle Océan Indien (ou IOO pour Indian Ocean Dipole). Ce dernier est une variabilité climatique liée aux interactions océan atmosphère et qui alterne événements positifs et événements négatifs : l'IOO est dit positif quand la température de l'Océan Indien augmente à l'ouest et baisse à l'est, et négatif dans le cas contraire. Des études récentes semblent montrer un lien fort entre ces deux systèmes qui permettrait à partir de l'IOO de prédire pour l'année suivante le phénomène ENSO.

Trait de côte

À Mayotte, les caractéristiques du trait de côte diffèrent depuis les années 1950. Certaines, basses et meubles ont dans le passé présenté des phases de reculs mais également d'avancées. Les falaises, elles, ne présentant logiquement que des phases de reculs.

D'après le porté à connaissance du PPRL (DEAL, 2018), l'évolution du trait de côte dépend des facteurs météorologiques (vent, pluviométrie), des facteurs hydrodynamiques (marée, houle), des facteurs continentaux (géologie) et des facteurs anthropiques (prélèvement, perméabilisation des sols, fixation du trait de côte...).

L'accélération de la hausse de niveau marin ainsi que la modification de nombreux processus physiques et biogéochimiques des environnements côtiers (acidification des océans, augmentation des températures de surface, modification de la circulation océanique, du régime des houles, du taux de

salinité) sont maintenant clairement établies (Cazenave et Llovel, 2010 ; Mori et al., 2010 ; Doney et al., 2009 ; Solomon et al., 2007 ; Church et White, 2006 ; Church et al., 2006).

L'augmentation régionale du niveau de la mer a été estimée à +4mm/an d'ici soit +20/22cm en 2050 (IPCC, 2001). Dans les Océans, des scientifiques ont estimé (en 2012) l'élévation, sur la période 1993-2011, de l'ordre de 3 à 5 mm/an. Cette élévation du niveau marin provoquera sans doute la submersion d'une partie des terres littorales à laquelle s'ajoutera une érosion côtière importante.

A terme, le recul du trait de côte pourrait entraîner la relocalisation d'une partie des populations littorales.

V.1.2.3. Aléas climatiques tendanciels futurs

Température de l'air

Il est clairement établi que la température de l'air tend à augmenter. Si les valeurs divergent selon les scénarios climatiques envisagés, on peut estimer autour de 3°C l'augmentation de température à l'horizon 2080.

période de référence 1971-2000

(moyenne respectivement de 13 et 24 mois pour les scénarios rcp 6.0 et rcp 8.5)

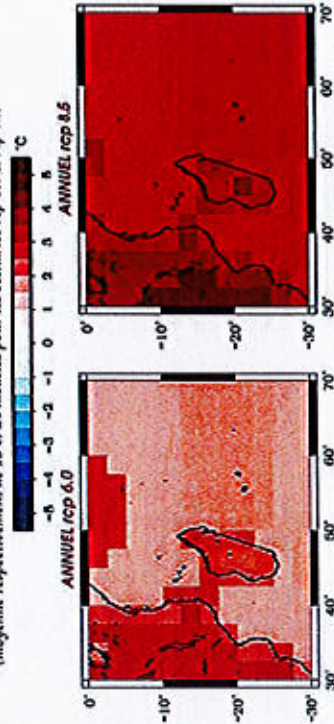


Figure 25 : Anomalies de température pour l'horizon 2080 (Météo-France, 2015)

Température de l'eau

Une augmentation progressive de la température de l'eau est à envisager avec tous les impacts que cela engendre (disparition des coraux, perturbation des courants, etc.).

Précipitations

L'étude du passé ne met pas en évidence une tendance nette à un assèchement global. Un maintien des taux annuels de pluviométrie est donc à envisager, avec un risque d'augmentation des contrastes saisonniers qui pourrait s'avérer problématique. C'est ce que tendent à indiquer les simulations réalisées avec les scénarios rcp 6.0 et rcp 8.5 du GIEC.

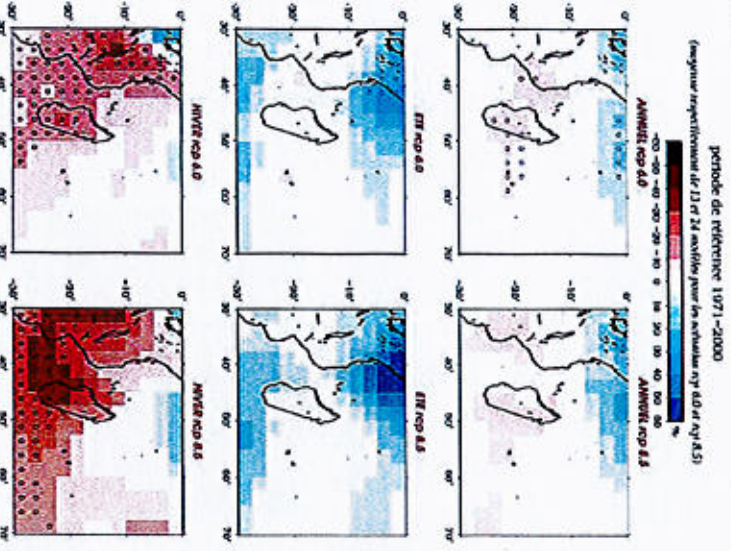


Figure 26. Anomalies de précipitations pour l'horizon 2080 (Météo-France, 2015)

La difficile prévisibilité des cyclones en termes de fréquence et de trajectoire engendre de nombreuses incertitudes quant à l'évolution de cet aléa sur le long terme. Au vu des dernières observations à l'échelle internationale, le GIEC juge toutefois probable que le nombre de cyclones n'augmente pas voir diminue à la fin du XIX^{ème} siècle. Leur intensité devrait être en moyenne plus forte, avec des vents de force plus importante et des pluies associées plus conséquentes.

• **Cyclones**

Le régime des alizés pendant l'hiver austral ne sera que peu impacté par le changement climatique. Les anomalies de pression qui apparaîtront à l'horizon 2080 selon les scénarios du GIEC font toutefois apparaître un renforcement des anticyclones au sud-est de Madagascar. Cela pourrait induire une légère accélération des alizés mais dans des proportions négligeables.

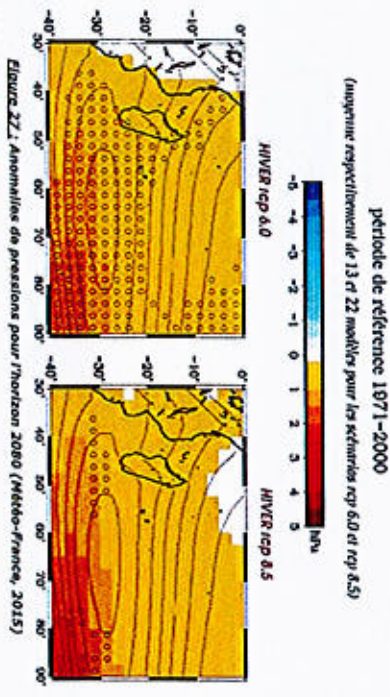


Figure 27. Anomalies de pressions pour l'horizon 2080 (Météo-France, 2015)

• **Niveau de la mer**
Avec l'expansion thermique des océans et la fonte des glaciers (Jouzel, 2015), il est logique de supposer une augmentation du niveau de la mer à l'avent au moins au même taux d'accroissement que celui observé jusqu'à présent.

• **Cyclés fondamentaux**

Le changement climatique pourrait avoir des conséquences importantes sur ces deux systèmes et ainsi sur la multitude des phénomènes et des comportements qui leur sont liés sans pour autant qu'il soit possible de les prévoir aujourd'hui (COI, 2017). Il s'agit d'un phénomène difficile à modéliser.

• **Trait de côte**

Le PRPL de Mayotte estime à l'horizon 2100 l'évolution du trait de côte, à partir des évolutions mesurées passées. Le recul du trait de côte est plus ou moins important selon l'orientation et les caractéristiques de la côte (urbanisation, géologie, etc.). Pour toutes les villes à proximité directe du littoral, un rapprochement conséquent de la côte est à prévoir.

A noter que l'INFD a élaboré pour les Outre-Mer deux indicateurs :

- Un indicateur de Vulnérabilité Economique (IVE) ;
 - Un indicateur de Vulnérabilité Physique au Changement Climatique (IVPCC).
- L'IVE n'est pas pertinent pour Mayotte car trop de données sont manquantes. En revanche, l'IVPCC a été estimé à 34 pour Mayotte (Wallis & Futuna semble être le moins exposé avec un indice de 26, et La Guadeloupe et Saint-Martin semblent les plus vulnérables avec un indice estimé respectivement à 50 et 52) (cf. Figure 28).

V.1.3 Etude des sols

V.1.3.1. Topographie

Source : Etude de faisabilité de l'aménagement urbain de Longoni, Décembre 2018

• A l'échelle de Mayotte

La morphologie de Mayotte est complexe : la côte est fortement découpée et comprend de nombreuses baies, presqu'îles et pointes, et l'intérieur des terres ne présente pas un relief élevé. Cependant, la majorité des pentes sont très abruptes (supérieures à 15%).

D'une superficie totale de 374 km², Mayotte est formée d'une île principale, Grande-Terre (qui culmine à 660m au mont Bénara), où réside l'essentiel de la population. Elle est entourée de nombreux îlots dont le plus important est Petite-Terre (12 km²) qui accueille l'aéroport et qui culmine au lieu-dit « La Vigie » à 203 d'altitude.

Grande-Terre est entourée à plusieurs kilomètres au large par une barrière corallienne de 160 km de long, échantonnée par plusieurs passes, isolant un vaste lagon d'environ 1 100 km².

D'origine volcanique, le relief de Mayotte est principalement un relief de pentes mais qui a été adouci par l'érosion, 63% de la surface de Grande-Terre est constituée de pentes supérieures à 15% et se situent à une altitude supérieure à 300 m.

Grande-Terre est marquée par quatre grandes barrières montagneuses :

1. Les crêtes du Nord qui culminent avec le Mont Dziambi Bolé ;
2. Le massif du centre depuis le Mont Mitsapéré jusqu'au Mont Kombani ;
3. Le massif du Bénara et le Mont Choungui au Sud. Le plus haut sommet est le Mont Bénara (660 m d'altitude) ;
4. Le plus remarquable est le Mont Choungui (594 m), dont l'aiguille domine toute la presqu'île Sud. Le relief Sud de l'île se distingue par des pentes moins marquées.

• A l'échelle du site d'étude

A 550 m au Sud du périmètre immédiat, se trouve le mont Ngoumbali d'une hauteur de 280m et à environ 3,5 km au Sud-Ouest se trouve le mont Choungui, un des points culminants de Mayotte situé à une altitude de 594 m.

Le périmètre immédiat se situe sur les pentes Sud de la chaîne du Milma Chronqui qui s'étendent de 250 m NGM jusqu'à la mer (Anse Mouryambani à environ 1 km à l'est du périmètre immédiat).

Le site d'étude se situe à une altitude moyenne de 70 m NGM. Le site a été exploité dans le cadre de la carrière de M'Tsamoudou et donc en partie artificialisé. Ainsi, il présente une topographie en terrasse (cf. Figure 25). L'Ouest du site est délimité par une falaise laissant apparaître des paddas et le Sud-Ouest du site par la présence d'un plan d'eau. A l'Est, en contrebas, le site est délimité par le Départementale 4.

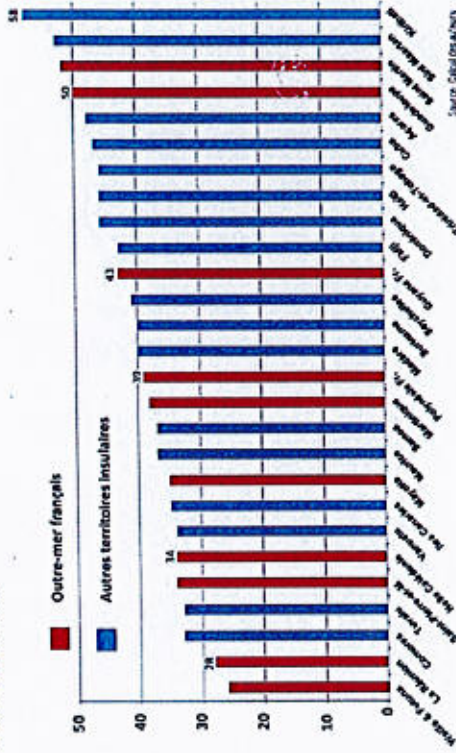


Figure 28 : Indice de vulnérabilité physique au changement climatique (moyenne quadratique) (Source : AFD, 2015)

Bien que Mayotte puisse compter sur la protection naturelle que représente sa barrière corallienne, cette « petite île » subira probablement des phénomènes singuliers issus du changement climatique.

Les petites îles tropicales sont en effet particulièrement sujettes à interrogation quant à leur devenir d'autant plus que le degré de confiance dans les scénarii les plus négatifs est très élevé. L'articulation des phénomènes attendus demeure inconnue, mais assurément il sera question d'inondations, d'ondes de tempête, d'érosion des plages, de blanchissement des coraux, etc. (Legoff, 2010).

Enfin, dans le contexte de changements climatiques, Mayotte a surtout à craindre que les phénomènes cycloniques n'occupent une place de plus en plus prépondérante. Du fait de l'exposition des établissements humains sur des littoraux peu propices à des situations d'abri et largement saturés, les risques sont inévitables.

L'île de Mayotte, comme tout petit territoire insulaire, est particulièrement sensible aux effets du changement climatique.

Bien que les conséquences du réchauffement climatique ne soient pas encore bien connues à l'échelle de Mayotte, il est certain que l'île subira de plein fouet ses impacts : augmentation de l'intensité des cyclones, submersion marine, rareté de la ressource en eau, etc.

L'adaptation n'est donc pas un choix mais une nécessité dans l'aménagement futur du territoire. De la même manière, en ce qui concerne l'atténuation, le potentiel solaire est important et doit être valorisé par la mise en œuvre de centrales photovoltaïques sur des sites préférentiellement dégradés, comme l'ancienne carrière de M'Tsamoudou.



Photovisibilité 1 : Falaise « à nue » et pannes à l'Ouest du site d'étude (en haut) et topographie « en terrasse » (en bas) (Source : Visite de site, Janvier 2020)

Le périmètre immédiat se situe sur les pentes Sud de la chaîne du Milima Chirongui qui s'étend de 250 m NGM jusqu'à la mer (Anse Mounyambani à environ 1 km à l'est du périmètre immédiat). Il se situe à une altitude moyenne de 70 m NGM et a été exploité dans le cadre de l'extraction de roches basaltiques de la carrière de M'Tramoudou, il a donc été artificialisé et présente maintenant une topographie en terrasse.

V.1.3.2. Pédologie

Source : *OMF Orientations forestières du département de Mayotte* valant Directive régionale d'aménagement, 2015 ; BRGM, *Caractérisation hydrogéologique du potentiel en eau souterraine de Mayotte-Secteur Centre et Sud, 2013*

Selon l'hypothèse la plus répandue, l'île de Mayotte a été formée par un point chaud il y a 15 millions d'années. Les formations géologiques qui constituent l'île sont, par conséquent, de nature volcanique. Les roches sont d'origine exclusivement volcanique et la quasi-totalité de l'île a été ferraltisée avant le volcanisme « récent » (~ 0,5 MA). Sur les cendres issues de ce dernier volcanisme, les andosols ont évolué vers un début de ferraltisation en raison notamment du contexte climatique d'alors et de la finesse du matériau pour former des andosols ferraltiques. Ces derniers, ainsi que les sols ferraltiques (réunis sous la dénomination « sols rouges ») ont été souvent remaniés. On distingue également des sols « bruns » (évoqués ou peu évoqués, à tendance vertique ou non), formés à partir des allèges en place des sols ferraltiques tronqués lors des décapages et mouvements de terrain qui ont marqué les interglaciaires du quaternaire.

On retrouve ainsi au-dessus de la roche exploitée de la carrière, une couche d'allégères rougeâtres épaisses de 4 à 5m qui témoignent d'une altération poussée et où les minéraux et les structures originelles ne sont plus visibles.

Le climat tropical humide de Mayotte entraîne une altération prononcée de ces roches à laquelle s'ajoutent la disparition du couvert végétal et l'urbanisation croissante qui accentuent ce phénomène. Les falaises en résultant sont très friables, ayant perdu leur caractéristiques géo-mécaniques, ces roches sont alors propices à des instabilités. Il est ainsi indispensable pour apprécier le risque mouvement de terrain, de connaître la géologie du site.

Les formations géologiques sont de nature volcanique. Le climat tropical humide de Mayotte entraîne une altération prononcée de ces roches, les roches sont alors propices à des instabilités. Sur les cendres issues du volcanisme récent, des sols de type andosols ferraltiques se sont développés et ont évolué vers des sols bruns et des sols rouges (riches en oxydes de fer).

Sur le périmètre immédiat, la couche de sol superficielle a été décapée : la roche mère est donc directement visible.

V.1.3.3. Géologie

Source : *Carte géologique de Mayotte/ Notice de la carte géologique, BRGM, 2013*

Au niveau du site d'étude, sont présentes des formations volcaniques de type formation lavique, et notamment des phonolites sur l'AL1 (en jaune sur la carte ci-dessous) et des basaltes (s1) au sein de l'ACE (en bleu sur la carte ci-dessous) ainsi que des traînées de formations superficielles alluvionnaires de type alluvionnaire (Fz) (cf. Daurat, 2010).

La phonolite est une lave visqueuse, très riche en silice, qui a subi un long phénomène de différenciation au sein d'un réservoir magmatique. Lorsque la lave arrive en surface, elle peine à s'étaler et a tendance à former de larges amas directement au-dessus du point d'émission (dômes, dômes coulés). Ces laves sont les plus différenciées du massif volcanique. Elles sont présentes sur l'ensemble de l'île et se reconnaissent aisément à leur teinte généralement gris-vertâtre, leur cassure esquilleuse et la sonorité cristalline caractéristique qu'elles produisent lors d'une percussion, ainsi qu'à la présence fréquente d'une patine d'altération superficielle blanchâtre en pourtour des blocs.

La majeure partie de Mayotte est constituée par des emplacements généralement finement stratifiés de basaltes, avec des coulées atteignant rarement plus de 3m d'épaisseur. Ces laves, plus ou moins

ECO-STRATEGIE RESUMION

altérées, constituent l'essentiel du massif émergé de l'île, au sein duquel les laves différenciées s'interstratifient.

Le système alluvionnaire représenté sur la carte géologique comprend à la fois la zone d'emprunt des matériaux (situé en amont), leur zone de transport et leur zone de dépôt (située dans les partis avales du système). Ainsi, dans les zones en amont et/ou au niveau de padzaz, le système alluvionnaire est très réduit ou inexistant et les ravins peuvent couler directement sur le substratum.

D'un point de vue lithologique, le système alluvionnaire est constitué de deux d'alluvions : les alluvions torrentielles à blocs pouvant être de très grande taille et les alluvions fines (limons bruns, argileux fertiles et donc très recherchées pour l'implantation des cultures).

Du fait de la superposition des alluvions fines sur les alluvions torrentielles sableuses à conglomératiques dans le fond des vallées et le passage progressif aux cônes de déjection et aux alluvions torrentielles en zone de pente, il n'a pas été possible de différencier de manière cartographique les différentes lithologies. Elles sont donc dites « alluvions indifférenciées - F2 ».



Figure 29 : Coupe schématique des formations géologiques typiques de Mayotte (Source : *Geolithe Océan Indien d'après BRGM*)

Le site d'étude est majoritairement situé sur des formations volcaniques lavique de type phonolite. L'AEF accueille des formations basaltiques qui sont d'ailleurs exploitées au sein de la carrière de M'Tsamoudou.

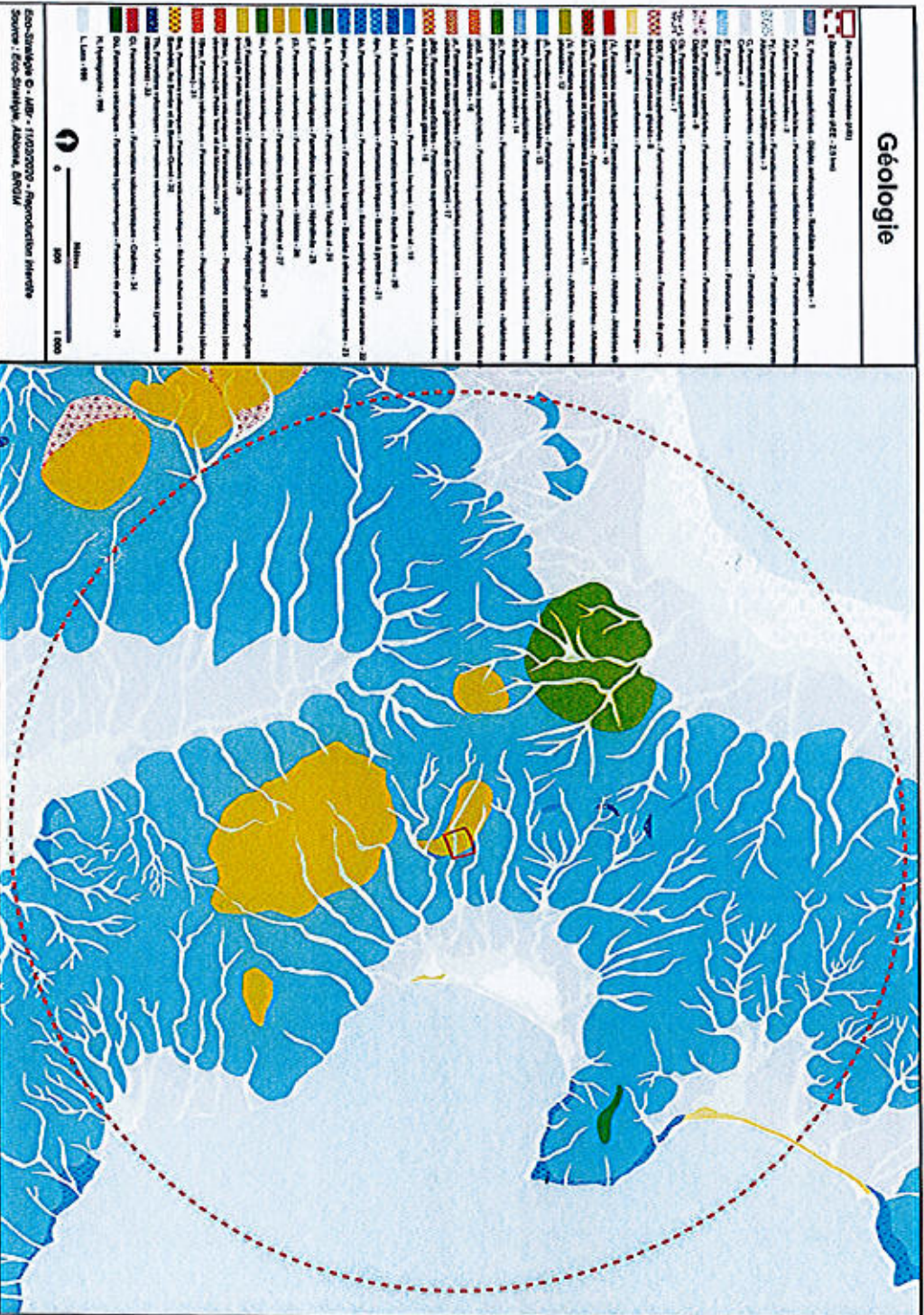


Figure 30: Contexte géologique sur le secteur d'étude (Source : Eco-Stratégie, 2020)

V.1.3.4. Exploitation du sous-sol

Sources : Rapport final du Schéma Départemental des Carrières, Octobre 2015, BRGM/PP-64991-FR, Avis délibéré de l'As sur le SDC de Mayotte (976) n°2016-97 adopté lors de la séance du 21/12/16, Inventaire des sites et objets géologiques remarquables de Mayotte, BRGM 2001 ; Schéma des Carrières de Mayotte, 2002 ; Notice de la carte géologique de Mayotte, 2013 ; Infoterre - carrières et matériaux ; BRGM, Approche géologique et hydrogéologique des ensembles volcaniques de Grande Terre, RP-52193-FR, 2002.

Le Schéma Départemental des Carrières a été élaboré en Octobre 2015.

A Mayotte, l'extraction des matériaux était uniquement régie par l'arrêté de mai 1993 dit « de Madagascar » où les carrières étaient soumises à un régime déclaratif. Devenue DROM (Département et Région d'Océan-Inde) depuis le 31 mars 2011, Mayotte est soumise à ce titre à la réglementation française, c'est-à-dire à la prescription d'un schéma des carrières et à l'application de la loi n° 93-3 du 4 janvier 1993.

Les carrières répondent uniquement aux besoins économiques des filières du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP), il n'y a pas de filières industrielles sur Mayotte. Les matériaux issus des carrières de Mayotte constituent une matière première indispensable pour ce secteur.

Avec trois carrières (Koungou et M'Tsamoudou pour ETPC et Miangani pour I05), les deux exploitants de Mayotte disposent chacun d'une centrale d'arrabé et d'une centrale à béton proche de leur grosse carrière (Koungou et Miangani) mais la majorité (80%) des granulats parte directement de la carrière chez le particulier.

L'approvisionnement de l'industrie du BTP est assuré par la production de roche massive concassée. D'autres substances ont été exploitées par le passé, telles que les pouzzolanes ou les argiles. Il n'y a pas d'extraction alluvionnaire. Il n'y a pas non plus de matériaux de substitution à Mayotte et de plate-forme de retraitement des produits de démolition.

La principale consommation concerne le marché du logement. Les roches massives sont consommées à raison de :

- 80% pour la vente au particulier de granulats bruts ;
- 17% pour les centrales à béton ;
- 3% pour les centrales d'arrabés.

L'évolution de ces consommations apparaît difficile à appréhender, compte tenu des nombreuses incertitudes concernant l'évolution de la démographie ou la réalisation de plusieurs projets importants. La production de granulats oscille ces dix dernières années entre 646 000 tonnes (en 2011) et 850 000 tonnes (en 2006) sur ces dix dernières années. La production est estimée à 750 000 tonnes pour 2016. A ce jour, elle provient principalement de trois carrières : Koungou, Miangani et M'Tsamoudou sur Grande Terre, la carrière qui était exploitée à Petite Terre est aujourd'hui arrêtée.

Comme les volumes importés et exportés sont nuls, la production égale la consommation. Elle est de l'ordre de 752 000 tonnes par an si l'on prend la moyenne annuelle sur les 10 dernières années pour 212 600 habitants (chiffre INSEE de 2012), la consommation moyenne mahoraise est de 3,5 tonnes/an/habitant (soit deux fois moins qu'en Métropole). Cependant, au regard de l'augmentation de la population et des besoins en logements, une augmentation de cette moyenne est possible.

Le Sud de Mayotte accueille une unique carrière située à M'Tsamoudou où ne s'y approvisionne que des particuliers venant du Sud, voire du centre de l'île. Selon le SdC (2015), la fermeture de cette carrière est imminente (3 à 5 ans). La carrière de M'Tsamoudou est autorisée par arrêté préfectoral n°10-1159 portant autorisation carrière à ciel ouvert de roches basaltiques sur la commune de Bandrélé.

Selon le SdC datant de 2002, la carrière de M'Tsamoudou exploite de la trachyte (roche magmatique de teinte claire), qui présente la particularité de renfermer de nombreux petits cristaux noirs de pyroxène. Cette roche massive et très résistante permet de produire des granulats de bonne qualité selon ce document. Cette carrière est exploitée par l'Entreprise de Travaux Publics et de Concassage (ETPC) uniquement sur une partie du site.

D'après la notice de la carte géologique de Mayotte (BRGM, Janvier 2013) la carrière de M'Tsamoudou est exploitée à l'aide d'explosifs et d'engins de concassage, afin d'obtenir des graviers et du sable, utilisés pour les couches de base et de roulement des routes et la confection de bétons.

Cette carrière fait partie de l'inventaire des sites géologiques remarquables de Mayotte (BRGM, 2001).

Le site d'étude est situé sur la carrière toujours en activité de M'Tsamoudou qui extrait des roches basaltiques. La fermeture de cette carrière est imminente selon le Schéma des Carrières de 2015. Cette carrière fait partie de l'inventaire des sites géologiques remarquables de Mayotte (BRGM, 2001).

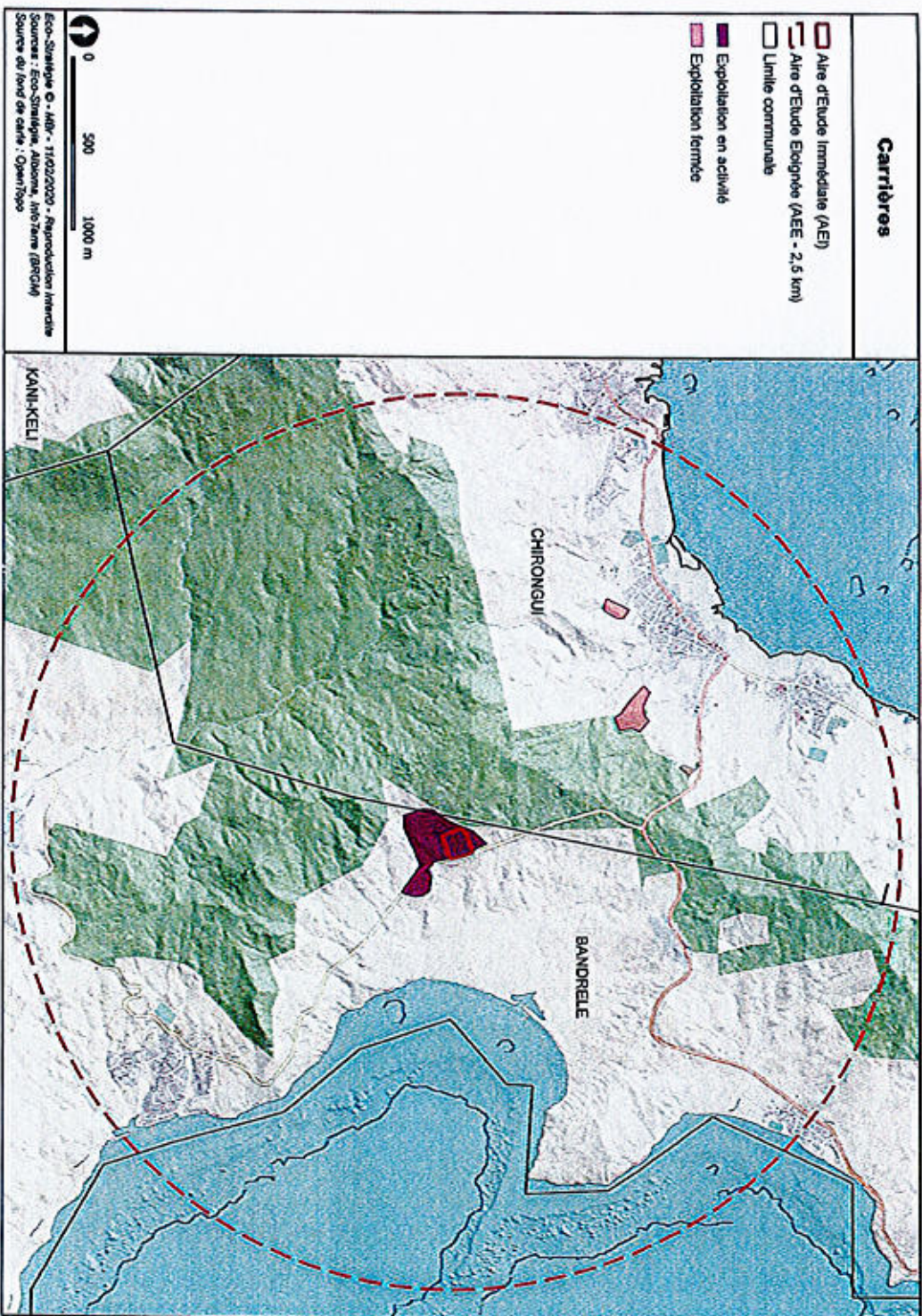


Figure 21 : Localisation des carrières fermées et en activité (Source : Eco-Stratégie, 2020)