Pacific Community
Communauté du Pacifique

INTEGRE

# Note d'expertise

## Dynamique sédimentaire littorale
## Ile Ouen (Province sud - Nouvelle-Calédonie)

Date : 10 juin 2017

Auteur : Professeur Michel ALLENBACH

UNIVERSITÉ DE NOUVELLE-CALÉDONIE

UNION EUROPÉENNE

**Le projet INTEGRE :**

« INTEGRE » ou « initiative des territoires pour la gestion régionale de l'environnement » est un projet de développement durable commun aux quatre Pays et Territoires d'Outre-Mer (PTOM) européens du Pacifique (Nouvelle-Calédonie, Polynésie française, Wallis-et-Futuna et Pitcairn). Financé par l'Union européenne, il a pour objectifs l'amélioration de la gestion et la valorisation durables de l'environnement au bénéfice des populations et le renforcement de la coopération régionale dans le domaine du développement durable. D'un budget total de 12 millions d'euros, sa période de mise en œuvre s'étend du 25 mars 2013 au 28 janvier 2018.

La Polynésie française, représentant les quatre PTOM, pilote le projet. La mise en œuvre a été confiée à la CPS, au sein du programme « durabilité environnementale et changement climatique », qui s'associe à de nombreux acteurs locaux et régionaux pour remplir cette mission.

Le projet INTEGRE est articulé en 2 composantes, fortement liées et s'alimentant l'une l'autre :

**Une composante régionale** pour favoriser le lien entre les sites du projet, permettre l'apport d'expertise régionale dans les territoires, insérer les PTOM dans les réseaux régionaux et valoriser les actions menées et les diffuser à l'échelle du Pacifique.

**Une composante locale** consistant en la mise en œuvre de projets de gestion intégrée des zones côtières sur 9 sites pilotes de la région. Pour chacun des sites-pilotes, des plans d'actions ont été élaborés et sont mis en œuvre en suivant une démarche participative. Ils sont complétés par des actions transversales à l'échelle des territoires.

## Résumé exécutif

La présente note d'expertise a vocation à s'insérer dans le rapport d'EMR (Environnement de la mine au récif). Elle constitue une réponse à la consultation lancée par la CPS (Commission du Pacifique Sud - Programme INTEGRE) pour des missions d'expertise sur des mesures de lutte contre l'érosion pouvant être prises sur 3 sites à enjeux en Nouvelle-Calédonie. Elle traite spécifiquement d'un site à enjeux de l'île Ouen (Province Sud) : Le site de la tribu d'Ouara. Rédigée par le Professeur Michel ALLENBACH (Université de la Nouvelle-Calédonie), son objet est de décrire la dynamique sédimentaire et la géomorphologie littorale du site à partir d'observations naturalistes et de proposer des préconisations techniques pour essayer de limiter l'érosion.

Le site de la baie d'Ouara est situé dans le secteur nord-est de l'île Ouen. La baie ouverte vers l'est est limitée au sud et au nord par deux platiers frangeants. Au droit de la côte, à environ 800m, se trouve le récif Ma, prolongé vers le sud-ouest par le récif Koué et toute une série de hauts fonds coralliens, tous orientés au sud-ouest/nord-est. La ligne de récifs constitue une barrière hydrodynamique relativement efficace à la mer levée de secteur est. Elle brise une partie de l'énergie translatée par les vagues sous des conditions météo-océanologiques « normales » (alizés). Il existe pourtant deux directions (N40 et N160) où le fetch du vent est beaucoup plus significatif. Lorsque le vent souffle depuis ces directions, le fetch est alors susceptible de lever des vagues d'amplitudes plus significatives qui contribuent aux transits sédimentaires littoraux des matériaux sablo-vaseux tapissant la partie centrale de la baie. En situation météo-océanologique beaucoup plus énergétique, telle que celle régnant au passage des dépressions tropicales et cyclones, la plaine littorale de la baie d'Ouara est susceptible d'être fortement impactée par la mer.

Deux segments côtiers situés de part et d'autre du wharf sont distingués : la plage « noire», à droite (nord) du ponton et la plage « blanche», à gauche de ce dernier (sud). Le profil de plage au niveau de La plage « blanche » est en équilibre, faiblement pentu vers le platier sur lequel il s'accroche. En haut de plage, le raccordement avec la dune végétalisée ne montre pas de trace d'érosion.

La situation de la plage « noire » est différente. Entre le wharf et l'exutoire du cours d'eau principal se jetant dans la baie, on note les traces d'une érosion ancienne partiellement cicatrisée par les apports terrigènes déplacés vers le sud par la dérive littorale nord sud et bloqués par la présence du wharf formant épi. Pour cette partie du linéaire côtier de la tribu, la présence du wharf dans sa configuration d'aujourd'hui est positive et contribue à la lutte contre l'érosion. Au-delà de l'exutoire du cours d'eau, vers le nord, l'érosion est plus affirmée et en partie limitée par la présence d'un cordon d'enrochement.

Si l'on se place de l'autre côté de l'ouvrage, sur sa face sous le vent de la dérive sédimentaire littorale nord-sud, on se trouve dans une situation différente. La plage « blanche » est privée des apports en provenance du nord et ce fait contribue à sa déflation. Il n'y a pratiquement pas de recharge sédimentaire possible en provenance du nord. Pour autant, les observations naturalistes de ce segment littoral ne sont pas alarmistes. Le profil de plage est en équilibre et caractéristique d'une zone « normale », certes faiblement alimentée en matériel sédimentaire biodétritique en provenance du platier frangeant, mais très clairement faiblement impactée par l'érosion. « L'épi » bloque la dérive sud-nord et permet l'accumulation du matériel. Cet apport est suffisant pour que ne se crée pas, en haut de plage, au contact de « l'épi » la classique érosion qui s'observe habituellement sous le vent d'un ouvrage contrariant une dérive sédimentaire. C'est l'ouverture hydrodynamique au nord 160 de cette petite zone de plage et sa protection par « l'épi » qui fait obstacle à l'hydrodynamisme nord 40 qui explique cette situation.

En regard des enjeux et notamment des risques sur les infrastructures, qui sont le fondement principal des demandes exprimées par les habitants de la tribu, c'est le secteur proche du trait de côte situé au sud du creek qui est le plus exposé du fait de la densité du bâti. Cette dernière est beaucoup plus faible dans le secteur nord.

La présence de « l'épi » que forme le wharf perturbe le fonctionnement naturel de la plage d'Ouara tel qu'il pouvait exister avant son édification, mais cette perturbation n'a pas d'impact majeur actuellement sur la « plage blanche » située au sud de l'ouvrage. Elle contribue au nord au rechargement de la plage par le développement d'une onde d'accrétion qui se propage vers l'embouchure du creek.

L'érosion existe, mais elle est modérée en baie d'Ouara, tout au moins en conditions normales d'agitation de la mer et de niveau marin. L'érosion n'est pas le principal problème du site. Elle est, certes, liée aux problèmes que connaissent les habitants de la tribu, mais au second degré principalement. Ces problèmes naissent des submersions marines qui affectent ponctuellement la zone. L'altimétrie de la plaine et de la dune littorale où se trouve implantée la tribu est très basse. Cette sujétion du site aux submersions marines n'est pas une tendance que l'on peut espérer voir se stabiliser ou s'annuler. Bien au contraire, la fréquence de ces épisodes devrait augmenter au cours des décennies prochaines. La lutte contre les submersions est, certes, possible momentanément au prix d'ouvrages couteux à réaliser, mais elle sera perdue à terme. Le conseil de l'expert est donc de se préparer face à cette échéance inéluctable et à la décision qui l'accompagne : le déplacement de la tribu et son repli sur d'autres espaces protégés de la montée de la mer. Si les financements existent, il est envisageable de mettre en place des aménagements qui vont permettre de reculer l'échéance annoncée. Le temps ainsi gagné devra être utilisé pour préparer au mieux un repli dans de bonnes conditions vers une zone non menacée, acceptable par tous.

Dans cet esprit, deux types d'aménagements complémentaires peuvent être envisagés dont les schémas constructifs sont explicités dans le corps de la note. Il s'agit, d'une part, de la canalisation des creeks dans leur partie aval afin que d'éventuels débordements en période de crue ne viennent pas inonder les infrastructures qui les jouxtent. Il s'agit, d'autre part, de la mise en place d'une défense parallèle au trait de côte formant digue pour limiter les franchissements d'une part et fixer, d'autre part, la position du haut de plage en évitant de nouvelles pertes de terrain de la dune au niveau de l'interface terre/mer. Deux options sont proposées pour cette défense parallèle à la côte : la pose d'un cordon d'enrochement et la construction d'un muret bétonné.

## Sommaire

I. Préambule ..... 8

II. La mission de terrain ..... 8

III. Le secteur littoral de la tribu d'Ouara ..... 8

III.1. Les données utiles consultées pour l'expertise ..... 8

III.2. Description de la baie d'Ouara en regard des problématiques de l'expertise. Le contexte général ..... 9

III.3. Observations naturalistes et commentaires sur le site de l'expertise au sens strict ..... 12

*III.3.1. Occupation de l'espace littoral et enjeux ..... 12*

*III.3.2. Le secteur sud de la baie de Ouara ..... 14*

III.3.2.1. La plage « blanche » au sud du ponton Description ..... 15

III.3.2.2. La plage « noire » au nord du ponton et au sud de l'exutoire hydrologique principal ..... 16

III.3.2.3. Analyse interprétative (dynamique sédimentaire) des observations du secteur sud de la baie d'Ouara ..... 21

*III.3.3. Le secteur nord de la baie d'Ouara ..... 26*

IV. Synthèse et préconisations ..... 32

## Table des figures


**Figure 1 : Photographie de groupe des participants à la journée « Trait de côte » du 05 mars 2016 ..... 9**

**Figure 2 : Le secteur littoral de la tribu d'Ouara ..... 10**

**Figure 3 : La Baie d'Ouara au nord-est de l'île Ouen ..... 10**

**Figure 4 : La Baie d'Ouara au nord-est de l'île Ouen (copie d'écran portail DTSI NC) ..... 11**

**Figure 5 : Fond cartographique simplifié extrait du portail géographique de la DTSI NC et ouvertures à la mer ..... 12**

**Figure 6 : L'exutoire chenalisé (cordons d'enrochement) de l'un des creeks débouchant dans la baie d'Ouara ..... 13**

**Figure 7 : Vue du littoral depuis l'extrémité du wharf ..... 14**

**Figure 8 : Vue de la plage « blanche » au sud du wharf ..... 15**

**Figure 9 : Vue du site (« plage blanche ») au siècle dernier (date inconnue) ..... 15**

**Figure 10 : Vue du site (« plage blanche ») en mars 2016 ..... 16**

**Figure 11 : Les « restes » effondrés de l'ancien muret vertical de protection du remblai de l'église ..... 16**

**Figure 12 : Le début de la « plage noire » - Segment 1 ..... 17**

**Figure 13 : Zone en accrétion de la « plage noire ». Défense en plage alvéolaire rudimentaire. Segment 1 ..... 18**

**Figure 14 : Zoom sur le « cordon » de pneus mis en place en haut de plage. Segment 1 ..... 18**

**Figure 15 : Le second segment en plage alvéolaire simplifiée ..... 19**

**Figure 16 : Zoom sur les traces (dalle d'un ancien bâtiment) d'une érosion importante de ce petit segment du linéaire côtier du site (Segment 2) ..... 20**

**Figure 17 : La partie nord du second segment littoral à l'approche de l'exutoire du creek principal se jetant dans la baie ..... 20**

**Figure 18 : L'exutoire du creek principal se jetant dans la baie ..... 22**

**Figure 19 : La zone sud de la baie d'Ouara (copie d'écran portail DTSI NC) ..... 22**

**Figure 20. Le banc de sables vaseux terrigènes découvert à marée basse** ..... 22

**Figure 21 : Vue aérienne (copie d'écran image Google Map) montrant l'impact de la présence de « l'épi » que forme le remblai** ..... 23

**Figure 22 : Le réseau de buses en partie ennoyé par les sédiments terrigènes qui s'accumulent contre l'ouvrage au vent de la dérive sédimentaire nord/sud** ..... 24

**Figure 23. La zone des petits fonds colonisés par la mangrove au droit du remblai de l'église et au sud de la plage « blanche »** ..... 25

**Figure 24. La mangrove présente le long du littoral au sud-ouest de la plage « blanche »** .... 26

**Figure 25 : La rive gauche du creek à son embouchure. Profil de plage normal** ..... 27

**Figure 26 : Le pro-delta construit à l'embouchure du creek (copie d'écran portail DTSI NC)** ..... 27

**Figure 27 : Le raccord du haut de plage en équilibre avec la plaine alluviale (cocoteraie)** ..... 28

**Figure 28 : Le cordon d'enrochement du second secteur** ..... 28

**Figure 29 : Suite vers le nord du cordon d'enrochement du second secteur** ..... 29

**Figure 30 : Le platier induré privé de recouvrement sédimentaire** ..... 29

**Figure 31 : L'inflexion du trait de côte au-delà et vers le nord du cordon d'enrochement de la parte médiane du secteur nord de l'île Ouen** ..... 30

**Figure 32 : La plage sableuse au nord du cordon. Profil surbaissé se raccordant à la dune végétalisée** ..... 31

**Figure 33 : Haut de plage se raccordant sans microfalaise à la dune végétalisée. Léger déchaussement des racines des arbres de la dune côtière** ..... 31

**Figure 34. La partie terminale nord de la zone expertisée. Platier portant au contact de la dune végétalisée un faible placage de matériaux sableux. Au second plan, début du linéaire colonisé par la mangrove** ..... 32

**Figure 35 : Schéma constructif sommaire du cordon d'enrochement parallèle à la côte** ..... 36

**Figure 36 : Exemple de muret en béton lors de sa mise en place au niveau de la plage de Magenta** ..... 36

**Figure 37 : Exemple de design de muret en béton** ..... 37

# I. Préambule

La présente note d'expertise a été rédigée dans le cadre d'une consultation lancée par la CPS (Programme INTEGRE) pour des missions d'expertise sur les mesures de lutte contre l'érosion pouvant être prises sur 3 sites à enjeu en Nouvelle-Calédonie. La consultation a permis de sélectionner le bureau d'études EMR (Environnement de la mine au récif) qui a rédigé une réponse intégrant l'expertise du Professeur Michel ALLENBACH, enseignant-chercheur au sein de de l'EA (Équipe d'accueil) 4243 de l'UNC (Université de la Nouvelle-Calédonie). Elle correspond à l'expertise de dynamique sédimentaire et géomorphologie littorale du site de la tribu d'Ouara sur l'île Ouen (Province sud) réalisée par le Professeur Michel ALLENBACH.

# II. La mission de terrain.

Celle-ci a été organisée par EMR et elle a été réalisée le jeudi 10 novembre 2016. Elle a consisté pour l'expert UNC, accompagné par M. Sébastien Sarramegna d'EMR, en l'observation naturaliste de l'ensemble du site (plage, avant-plage et arrière plage) entre ses deux limites naturelles que sont la zone de mangroves au nord-est et l'inflexion de la côte au sud.

.

# III. Le secteur littoral de la tribu d'Ouara

## III.1. Les données utiles consultées pour l'expertise

Un premier groupe de sources bibliographiques concerne des documents produits par des services nationaux spécialisés. Dans ce groupe, il a été consulté :

a) Les données de Météo-France Nouvelle-Calédonie des stations de Nouméa et de l'île des Pins, les plus proches du site, qui permettent d'avoir une estimation des conditions de vent, elles-mêmes en relation avec une partie de l'hydrodynamisme ambiant.
b) La carte bathymétrique 6827 – édition n°3 2015 du SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine) et les données de marée produites par ce même organisme.
c) Le rapport du BRGM (Bureau de recherches Géologiques et Minières) intitulé *« Observatoire du littoral de Nouvelle-Calédonie. Rapport préliminaire : observations, état des lieux et constats »* BRGM/RP-63235-FR, Février 2014. Dans ce document[1], qui est le fruit d'une collaboration entre le SGNC (Service Géologique de la Nouvelle-Calédonie) et le BRGM, le site de la baie de Ouara objet de l'expertise fait partie des sites témoins d'un programme coordonné par l'OBLIC (Observatoire du littoral de Nouvelle-Calédonie). Dans ce rapport, on trouve des observations géomorphologiques pertinentes dont certaines seront reprises dans ce texte.

Un second groupe de données bibliographiques est constitué par :

a) Des commentaires recueillis par l'expert auprès des habitants de la tribu lors d'une visite de site réalisée lors de la journée « trait de côte » organisée par la DENV (Direction de l'Environnement de la Province sud) en la personne de M. Paul Sauboua, coordinateur des dossiers patrimoniaux du Grand sud, en partenariat avec le programme INTEGRE (initiative des territoires pour la gestion régionale de l'environnement) financé par les fonds européens. Lors de cette journée (le 5 mars 2016), une présentation a été faite par la DENV à la maison commune des résultats de l'étude diachronique d'évolution du trait de côte effectuée dans le cadre du programme OBLIC cité plus avant. Il a été également réalisé une séquence d'échanges « sur le

[1] https://dimenc.gouv.nc/sites/default/files/brgm_rp_63235_fr.pdf

terrain » entre l'expert UNC et les habitants sur les dynamiques géomorphologiques du littoral au droit de la tribu, séquence nettement orientée par les habitants sur les éventuelles solutions à apporter pour lutter contre les effets de l'érosion marine et des inondations subies par la tribu. Ces moments d'échanges ont permis de constituer une photothèque du littoral adossée à des prises de notes sur les observations et commentaires des habitants sur différents secteurs intéressants de la zone expertisée. On trouvera à la figure 1 une photographie du groupe ayant participé à cette séquence d'échanges et à l'ensemble des travaux de cette journée « trait de côte ».

b) Les résultats de l'analyse diachronique faite dans le cadre du programme OBLIC (Observatoire du littoral de Nouvelle-Calédonie) présentés lors de cette même journée « trait de côte du 05 mars 2016. Le travail de la DIMENC et du BRGM présenté par M. Paul Sauboua a consisté en une comparaison des limites de végétation permanente sur des photos aériennes prises entre 1954 et 2013.

c) Les souvenirs de l'expert qui était intervenu à la demande de la Direction de l'Équipement de la Province Sud (M. Nabonne) lors de la réfection du wharf, il y a de nombreuses années. Il n'a pas pu être retrouvé les documents papiers relatifs à cette intervention, mais les conclusions sur les préconisations constructives restent vivaces.

**Figure 1 : Photographie de groupe des participants à la journée « Trait de côte » du 05 mars 2016**

## III.2. Description de la baie d'Ouara en regard des problématiques de l'expertise. Le contexte général.

La figure 2, extrait d'une copie d'écran modifiée de l'imagerie disponible sur le géoportail de la DTSI permet de visualiser les limites (zone cerclée de rouge) du terrain faisant l'objet de l'expertise. Il s'agit de la zone littorale présente devant la tribu d'Ouara, elle-même située dans la baie du même nom. La zone se positionne au nord-est de l'ile Ouen (Figure 3).

**Figure 2 : Le secteur littoral de la tribu de Ouara (copie d'écran portail DTSI NC)**

**Figure 3 : La Baie de Ouara au nord-est de l'île Ouen (copie d'écran portail DTSI NC)**

La baie est délimitée au sud et au nord (Figure 4) par deux platiers frangeants (flèches rouges). Au droit de la côte à environ 800m se trouve le récif Ma, prolongé vers le sud-ouest par le récif Koué et toute une série de hauts fonds coralliens, tous orientés au sud-ouest/nord-est. Cette orientation sensiblement parallèle à la cote de l'ile Ouen délimite entre cette ligne de récifs et l'île une chenalisation (tirets orange) qui s'ouvre au nord vers le canal Woodin et vers le sud sur la zone de l'anse Kembe et de Port Koube.

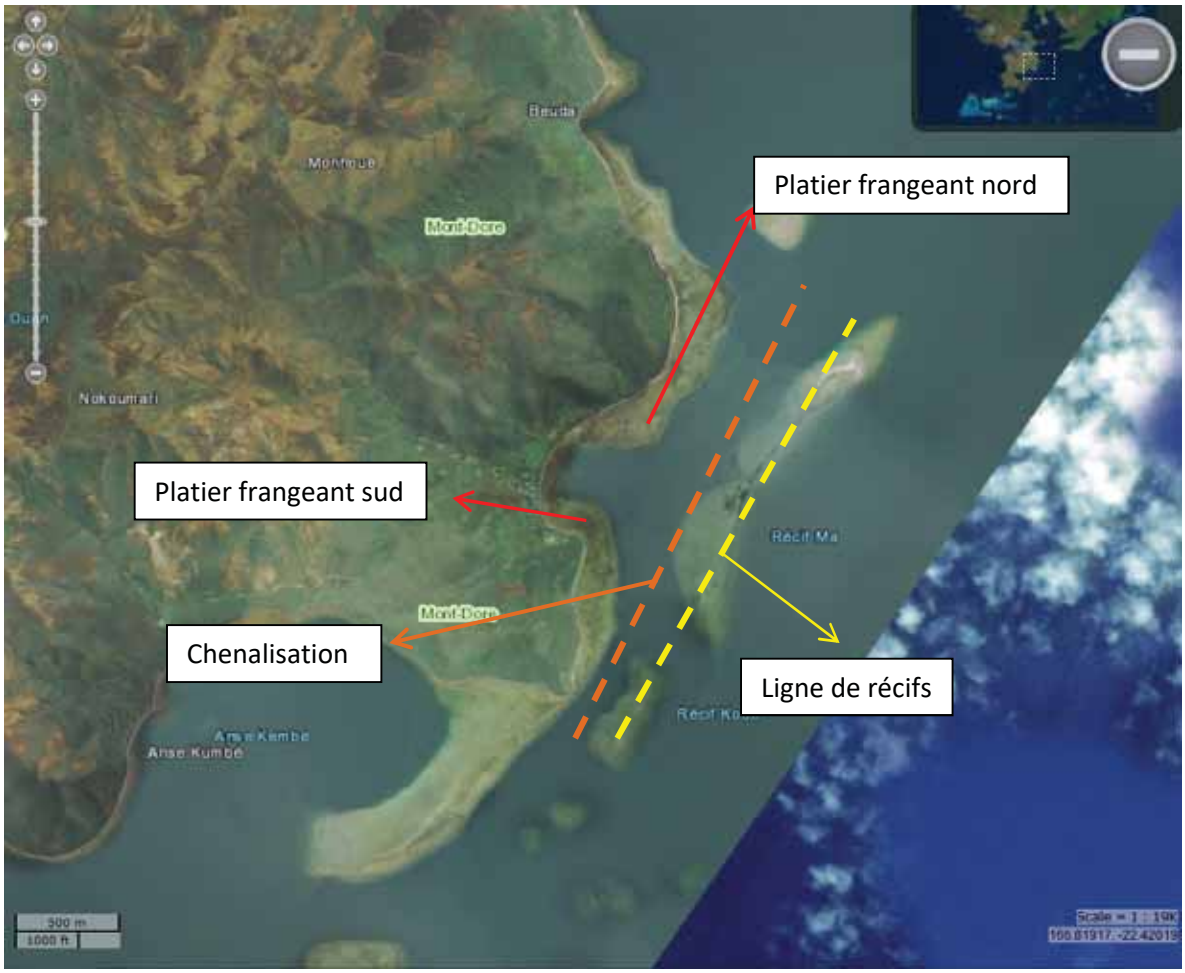


**Figure 4 : La Baie d'Ouara au nord-est de l'île Ouen (copie d'écran portail DTSI NC)**

La ligne de récifs (tirets jaunes) constitue une barrière hydrodynamique à la mer levée de secteur est. Elle n'est pas aussi efficace que pourraient l'être des ilots émergés, mais elle brise une partie de l'énergie translatée par les vagues sous des conditions météo-océanologiques « normales » (alizés).

En arrière de cette ligne de récifs, le fetch du vent est alors le plus souvent réduit. Il ne permet pas de faire « lever » la mer de façon importante pour l'essentiel des secteurs angulaires d'où peut venir le vent d'est classique. Il existe pourtant deux directions (N40 et N160) où le fetch est plus significatif (6 kilomètres environ). Ces deux directions sont visualisables sur la figure 5 qui est un extrait des couches de données (fonds cartographique simplifié) du portail géographique de la DTSI. Lorsque le vent souffle depuis ces directions, le fetch plus important est alors susceptible de lever des vagues d'amplitudes plus significatives, vagues qui diffractent alors sur les tombants des récifs frangeants pour pénétrer dans la baie. Si le régime des alizés et les vagues qu'il induit ne sont pas de nature à impacter brutalement la zone littorale sur laquelle se trouve implantée la tribu, ils contribuent de manière significative aux transits sédimentaires littoraux des matériaux sableux-vaseux qui tapissent la partie centrale de la baie (*cf.* figure 26 à venir et commentaires associés)

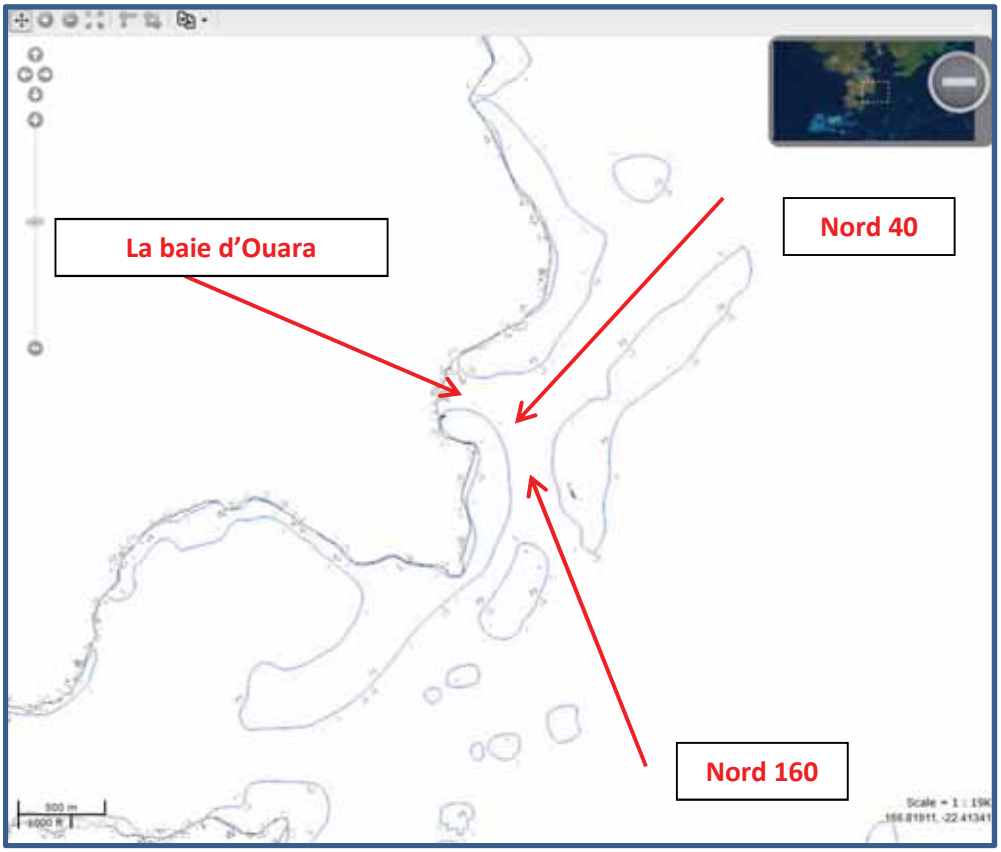


**Figure 5 : Fond cartographique simplifié extrait du portail géographique de la DTSI NC et ouvertures à la mer**

Ces commentaires ne s'appliquent plus dès lors l'on considère des situations météo-océanologiques beaucoup plus énergétiques, telles que celles régnant au passage des dépressions tropicales et cyclones, surtout si ce passage est synchrone de marées de pleine mer. C'est à ce moment-là que la plaine littorale de la baie d'Ouara est susceptible d'être fortement impactée par la mer. Cette analyse sur carte est confirmée par les propos recueillis auprès des habitants du site. L'érosion se produit lors de ces évènements selon une rythmicité cyclique faisant alterner de longues périodes calmes et des temps brefs d'intense énergie qui déstructurent le littoral. En moyenne, entre 1972 et 2012, la Nouvelle-Calédonie a été touchée Météo-France) par 3,2 phénomènes baptisés par an, dont 2 atteignant le stade de cyclone (qui correspond, sur ce bassin, à des vents moyens dépassant 119 km/h). Le plus fort cyclone des 40 dernières années s'est déroulé du 4 au 16 mars 2003 (Erica) et il a fortement impacté le sud du Pays. À son apogée, le 13 mars 2003, Erica a atteint 915 ou 920 hPa (la donnée diffère selon les sources), des vents moyens estimés à 215 km/h et des rafales estimées à 320 km/h. Les records de vent de Nouméa (144 km/h en vent moyen et 202 km/h en rafale) datent du passage d'Erica, une rafale à 227 km/h étant même mesurée à la Montagne des Sources qui est relativement proche de la zone expertisée. Les habitants de l'île interrogés sur l'impact d'Erica lors de la visite de site et en ayant un souvenir ont parlé d'un fort impact sur le littoral et sur les infrastructures. Le toit arraché de l'église est un souvenir prégnant de l'évènement.

## III.3. Observations naturalistes et commentaires sur le site de l'expertise au sens strict.

### *III.3.1. Occupation de l'espace littoral et enjeux*

La figure 6, extraite de l'imagerie Google Map permet d'aborder la discussion sur les enjeux. La baie de Ouara au sens strict se présente sous la forme d'un croissant d'un peu moins d'un km de long environ,

ouvert vers l'est et légèrement dissymétrique. Sa partie centrale qui permet l'accès par la mer à la tribu est formée d'un recouvrement sédimentaire meuble sablo-vaseux. Ce dernier est encadré par les deux platiers frangeants déjà cités qui sont des défenses naturelles de la côte contre l'hydrodynamisme marin. En arrière du trait de côte se trouve une petite plaine littorale de très basse altitude sur laquelle se trouve implantée la tribu. La superficie réduite de cet espace littoral fait de la sauvegarde de ces terrains un enjeu primordial pour les membres de la tribu, enjeu renforcé par la prégnance de la terre dans la société mélanésienne. On distingue deux espaces aux fonctions différentes à l'observation de l'usage des terres. La partie sud, depuis le cap sud jusqu'à l'exutoire du vecteur hydrologique principal se jetant dans la partie centrale de la baie, possède une densité bâtie forte avec des habitations construites à proximité immédiate du trait de côte. À l'inverse, ce bâti littoral est réduit au nord du débouché à la mer du creek principal. À l'exception d'un petit nombre de constructions positionnées près de la mer, dans la partie médiane de cet espace, le bâti est soit plus en retrait par rapport au trait de côte, soit absent, avec une vocation agricole de l'espace.

**Figure 6 : l'occupation du sol en zone littorale dans la baie de Ouara**

Le questionnement principal posé à l'expert étant de proposer des pistes pour protéger la tribu de l'érosion et des submersions marines, c'est le secteur sud qui fera l'objet de l'analyse principale de l'expert car il est celui où se trouvent les enjeux immédiats les plus forts. Dans un contexte où l'érosion est présente sur la quasi-totalité des littoraux meubles mondiaux, il est illusoire et vain de chercher à protéger l'ensemble des linéaires côtiers menacés. Le conseil de l'expert est de le faire uniquement sur les zones ayant un intérêt stratégique fort tout en sachant que les solutions proposées ne seront que temporaires. Elles permettront de gagner du temps, mais devront être nécessairement accompagnées par une réflexion sur l'avenir plus ou moins proche (fin du siècle ou même avant) où les effets de la transgression marine en cours posera la question du repli de la tribu vers d'autres espaces. Compte tenu de ce qui précède, les analyses orientées génie civil côtier sur la partie nord de la baie seront réduites. Ce secteur, naturel ou anthropisé à des fins essentiellement agricoles et qui risque d'être impacté par l'intrusion d'eau salé dans les zones cultivées, sera commenté par le docteur Sébastien Sarramegna, spécialiste de la biologie des espaces littoraux néo-calédoniens.

### *III.3.2. Le secteur sud de la baie de Ouara*

L'accès depuis la mer à la tribu se fait par le secteur sud de la baie d'Ouara. Lorsque l'on accoste au wharf, le panorama (Figure 7) permet de distinguer deux segments côtiers de part et d'autre de l'ouvrage : la plage « noire» à droite (nord) du ponton et la plage « blanche» à gauche de ce dernier (sud). Ces noms sont ceux donnés par les habitants de la tribu. Ils sont directement associés à la nature des matériaux sédimentaires constitutifs.

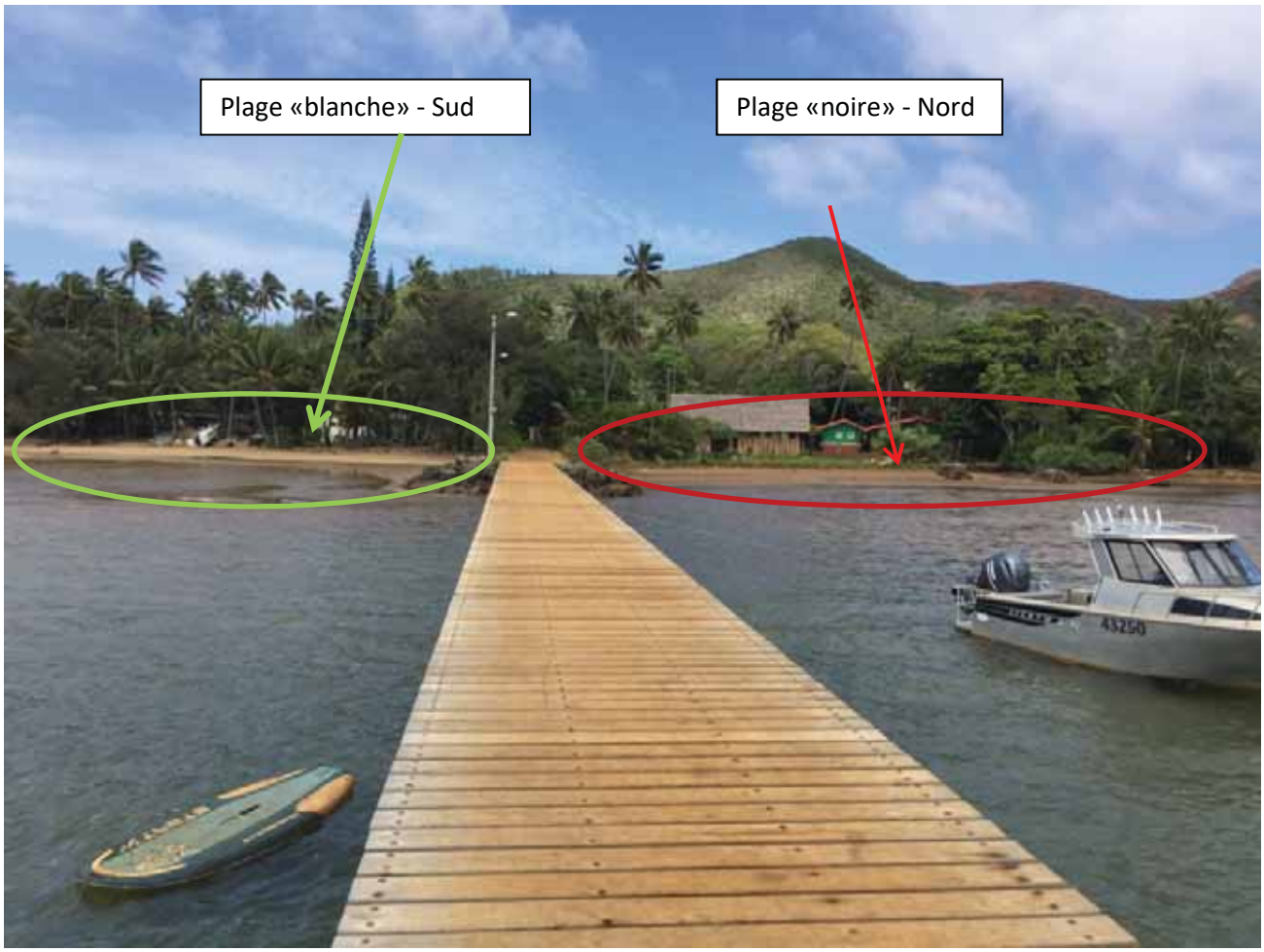


**Figure 7 : Vue du littoral depuis l'extrémité du wharf**

Il s'agit pour l'essentiel :

- dans la partie sud de la baie, d'une majorité de sables bioclastiques provenant de l'abrasion par la mer des coraux du platier frangeant situé devant la plage « blanche » (cerclée de vert) ;

- dans la partie nord de la baie, d'une majorité de sables vaseux détritiques terrigènes issus des bassins versants situés au droit de la plaine littorale, sables vaseux associés à une phase bioclastique minoritaire d'origine marine en provenance du platier frangeant, devant la plage « noire » (cerclée de rouge).

### III.3.2.1. La plage « blanche » au sud du ponton. Description.

La figure 8 concerne la plage « blanche » qui s'accroche au sud sur la zone de mangrove visible à l'arrière-plan de la photographie devant l'église de la tribu et au nord sur le remblai basal du wharf. Le profil de plage apparait en équilibre, faiblement pentu vers le platier auquel il se raccorde. En haut de plage, la limite avec la dune végétalisée ne montre pas de trace d'érosion. Il n'a pas été observé de microfalaise active à ce niveau.

**Figure 8 : Vue de la plage « blanche » au sud du wharf.**

Les pieds des cocotiers, pourtant plantés à quelques mètres seulement du trait de côte, ne sont pas déchaussés comme c'est généralement le cas dans ce type de situation. On notera l'absence de dénivelé marqué entre le haut de plage et la plaine littorale qui lui fait suite vers l'intérieur des terres. Au vu des observations précédentes, il apparait que ce secteur littoral ne subit pas actuellement d'érosion significative. La zone de mangrove qui marque la limite sud de la plage « blanche » est bien développée et elle stabilise le littoral là où elle est implantée. Ce « patch » de palétuviers n'a pas toujours été respecté dans le passé comme on peut le voir sur la figure 9 qui montre la zone peu de temps après la construction de l'église de la tribu et de l'esplanade en remblai qui a été édifiée devant elle. On remarquera la présence d'un muret parallèle au trait de côte édifié par les Anciens pour protéger le terrain des submersions associées à la très faible altimétrie du site.

**Figure 9 : Vue du site (« plage blanche ») au siècle dernier (date inconnue)**

La figure 10 permet la comparaison avec la situation actuelle. Aujourd'hui, le muret a été détruit, vraisemblablement au cours d'une tempête et par défaut constructif (face à la mer trop verticale et pierres sèches non cimentées comme le montre l'observation des pierres effondrées (Figure 12).

**Figure 10 : Vue du site (« plage blanche ») en mars 2016**

**Figure 11 : Les « restes » effondrés de l'ancien muret vertical de protection du remblai de l'église**

### III.3.2.2. La plage « noire » au nord du ponton et au sud de l'exutoire hydrologique principal

La figure 12 concerne le segment de la plage « noire » située immédiatement au nord du ponton. On notera, au premier plan, le croissant de plage (long d'une trentaine de mètres) qui s'accroche

vers le sud sur l'enrochement du wharf à mi-longueur de ce dernier et au nord, sur l'épi bordant l'exutoire d'un premier ruisseau se jetant dans la baie, le raccord dépourvu de microfalaise érosive du haut de plage avec la dune végétalisée qui lui fait suite vers l'intérieur des terres, le très faible dénivelé séparant le niveau de la mer (photographie prise à mi-marée) de celui des terrains sur lesquels sont construites les habitations. Au second plan, on peut voir les collines de péridotites érodées qui forment les bassins versants des ruisseaux qui se jettent à la mer au niveau de la « plage noire » en y transportant les particules détritiques terrigènes arrachées aux sols.

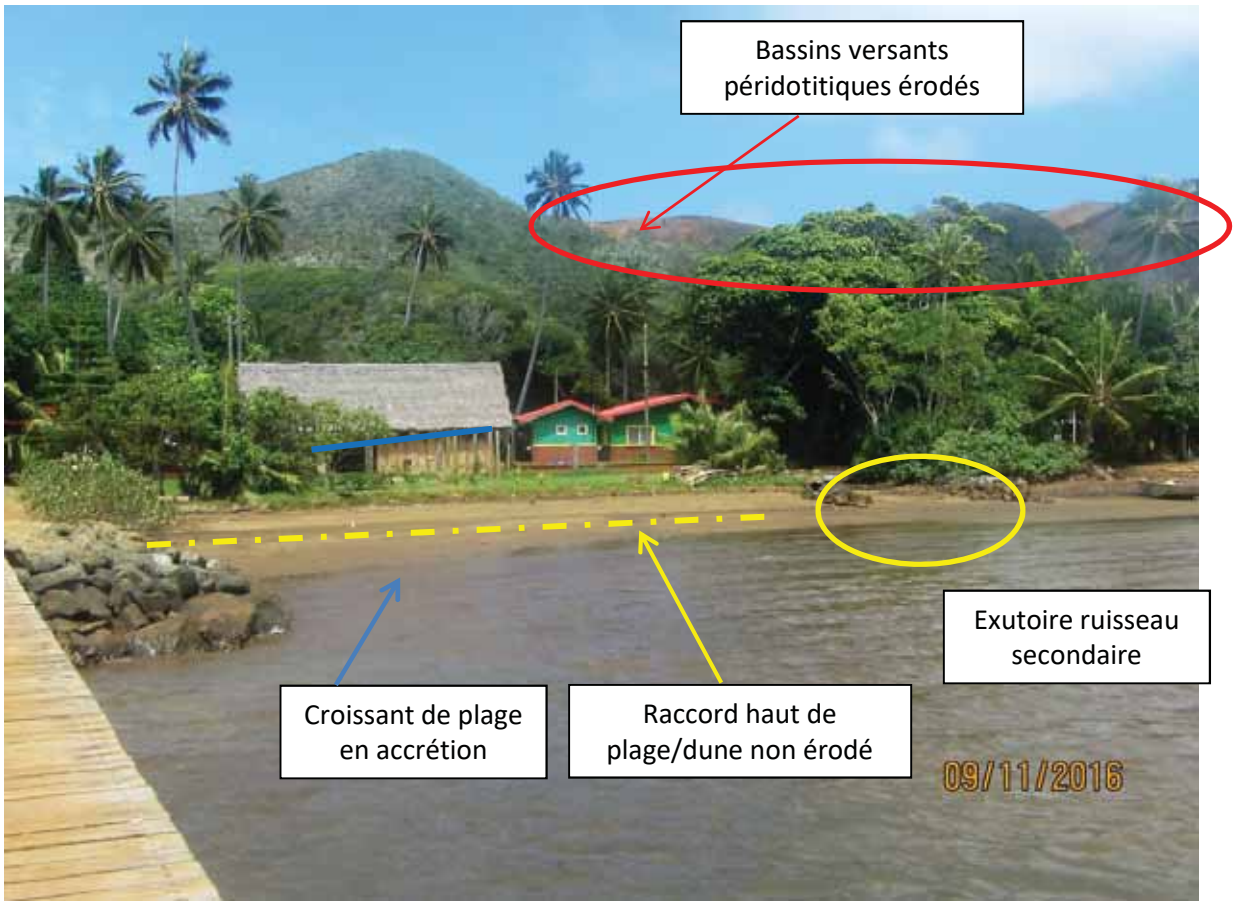


**Figure 12 : Le début de la « plage noire » - Segment 1**

En s'éloignant du ponton vers le nord-est, il est possible de voir successivement :

1) Sur la figure 13, un premier segment de plage long d'une quarantaine de mètres environ, compris entre deux petits épis perpendiculaires au rivage spontanément mis en place par les habitants de la tribu. Ces épis forment une mini plage alvéolaire rudimentaire au niveau de laquelle on note une accrétion significative soulignée par un raccord très progressif du haut de plage avec la dune végétalisée. Il n'y a pas de microfalaise érosive présente à ce niveau et l'on remarquera par contre, à ce même niveau, l'existence d'une série de pneus usagés quasi remplis de sable. Ils témoignent d'un système de défense de la côte mis en place par les riverains du site pour lutter contre une érosion active, aujourd'hui annulée sur ce petit segment de côte. La méthode est classiquement utilisée par les populations riveraines de zones côtières érodées sur de nombreux segments de littoraux et l'on retiendra de cette observation que de petits moyens (les pneus jouant le rôle de cordon de défense parallèle au trait de côte) associés à la pose de petits épis perpendiculaires à la plage ont permis une recharge efficace d'une zone qui, dans un passé récent, était fragilisée par l'érosion qui s'attaquait au haut de plage. La figure 14 est un zoom sur la défense « ennoyée » par le sable que constitue la série de pneus mise en place par les riverains de ce segment côtier.

**Figure 13 : Zone en accrétion de la « plage noire ». Défense en plage alvéolaire rudimentaire. Segment 1.**

**Figure 14 : Zoom sur le « cordon » de pneus mis en place en haut de plage. Segment 1.**

2) un second segment littoral long de 80m environ, se situant au-delà de l'épi présent au second plan de la photographie 13 et se prolongeant jusqu'à l'exutoire du creek principal débouchant dans la baie. Son évolution est voisine, mais tout de même différenciée de celle du précédent secteur. Ce segment est également compris entre deux petits épis perpendiculaires au rivage spontanément mis en place par les habitants de la tribu selon le même principe que celui décrit immédiatement au sud. Il n'a pas été identifié de cordon de pneus en haut de plage. La figure 15 permet de visualiser ce second secteur de « plage alvéolaire » simplifiée.

**Figure 15 : Le second segment en plage alvéolaire simplifiée.**

Dans ce second segment, on note les traces nettes d'une érosion significative en haut de plage. Elle se manifeste par la présence d'une microfalaise érosive dans la dune et par les restes des fondations d'un ancien bâtiment aujourd'hui détruit et dont il ne subsiste que la dalle sous cavitée par la mer et partiellement effondrée (Figure 16).

Le profil de plage est sensiblement abaissé par rapport à celui du précédent compartiment, démontrant ainsi un déficit certain de matériel sédimentaire par rapport à ce qui se passe immédiatement plus au sud. La sous cavitation de la dalle a conduit à l'affaissement d'une partie de celle-ci. Les matériaux forment aujourd'hui un point de résistance à l'érosion marine. Ce point de résistance au profil vertical face à la mer n'est pas favorable à l'accrétion de matériel meuble en pied du béton détruit. Il se comporte comme un point concentrateur d'énergie à marée haute et lors des épisodes hydrodynamiquement énergétiques.

Pour autant, l'observation attentive révèle les prémices d'une inversion des tendances sur ce second secteur en plage alvéolaire simplifiée. En s'éloignant du point dur formé par les restes de la dalle, la microfalaise apparait partiellement cicatrisée et s'amortit nettement vers le nord du secteur à l'approche de l'épi proche de l'exutoire du creek principal (Figure 17).

Le profil de plage se redresse, démontrant une capacité certaine au stockage du sédiment terrigène issu du creek dont le transit se trouve partiellement bloqué par les épis perpendiculaires au rivage encadrant la plage alvéolaire. On notera que la recharge sédimentaire sur ce second secteur est plus faible que celle observée sur le premier segment.

**Figure 16 : Zoom sur les traces (dalle d'un ancien bâtiment) d'une érosion importante de ce petit segment du linéaire côtier du site (Segment 2).**

**Figure 17 : La partie nord du second segment littoral à l'approche de l'exutoire du creek principal se jetant dans la baie**

3) L'exutoire du creek principal drainant les bassins versants en amont du site de la tribu (Figure 18). Ce cours d'eau est un vecteur important de sédiments détritiques terrigènes arrachés aux sols latéritiques du bassin versant. Ces sédiments sont la source principale des matériaux intégrés dans la dynamique sédimentaire littorale du site et ils contribuent à la couleur «noire» de la plage. Ce qualificatif est donné à ce segment de plage par certains habitants de la tribu. La couleur est en fait rouge rouille et l'expression de plage « noire » doit s'entendre par rapport à celle de plage « blanche » associé à la présence d'une composante biodétritique coralligène importante dans les sédiments constitutifs de la plage située au sud du ponton.

**Figure 18 : L'exutoire du creek principal se jetant dans la baie**

### III.3.2.3. Analyse interprétative (dynamique sédimentaire) des observations du secteur sud de la baie d'Ouara

Les éléments de description naturaliste des segments de plage décrits dans les paragraphes précédents peuvent utilement tout d'abord être analysés au plan de la dynamique sédimentaire littorale, en regard des informations fournies par les images aériennes du site.

La figure 19 est un extrait de l'imagerie Google Map qui permet de visualiser les secteurs précédemment commentés. Au nord du ponton, on distingue dans l'axe des deux exutoires de creek les chenalisations (flèches rouges) des écoulements de l'eau douce issue des bassins versants. On reconnaît également (zone cerclée de jaune) les dépôts sablo vaseux (tâche marron) du mini appareil deltaïque constitué par les apports terrigènes issus du bassin versant et déversés dans la baie au niveau du creek principal. On notera le fait que le dépôt deltaïque est dissymétrique de part et d'autre de l'embouchure. La partie nord est relativement réduite. Elle disparait au-delà d'une cinquantaine de mètres alors qu'elle s'étire vers le sud jusqu'au ponton. Une telle forme est synonyme de dérive sédimentaire littorale résultante orientée vers le sud au nord du ponton.

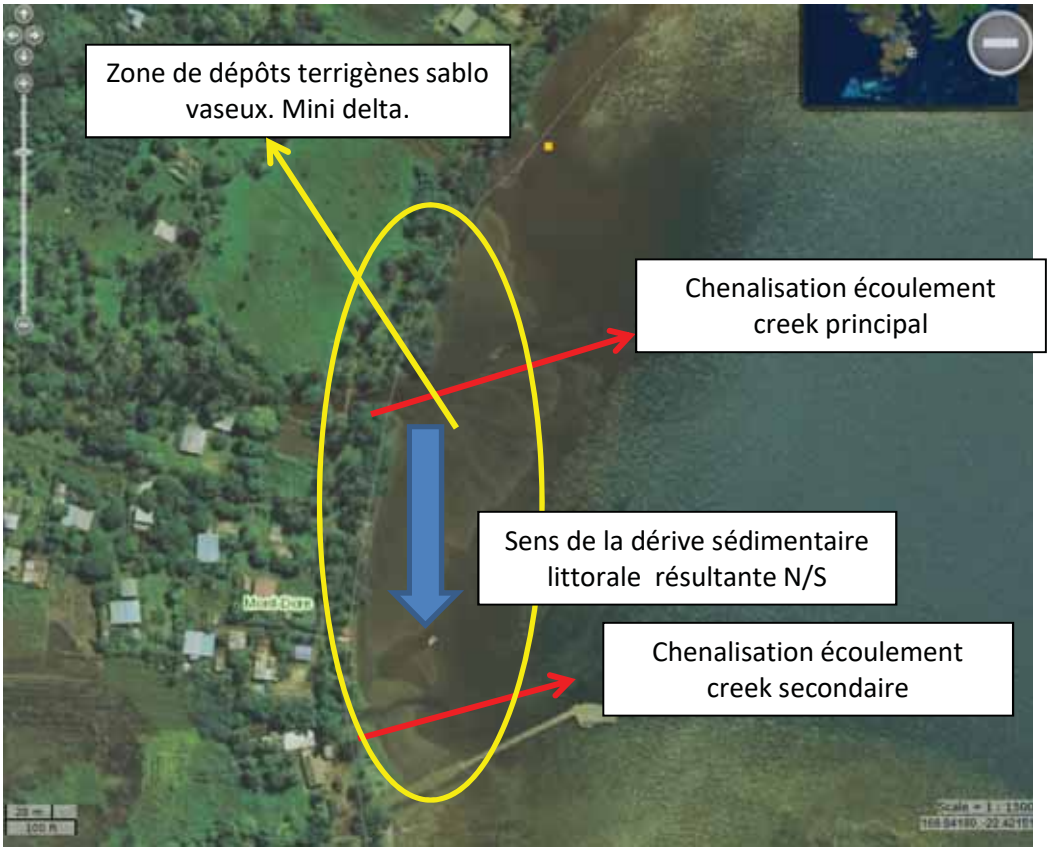


**Figure 19 : La zone sud de la baie d'Ouara (copie d'écran portail DTSI NC)**

Les dépôts sédimentaires sablo vaseux terrigènes évoqués à l'alinéa précédent sont nettement visibles (Figure 20) à marée basse, dans la zone intertidale du site, où ils forment un banc de grande dimension. Ce banc est posé sur le platier corallien induré qui lui sert de substratum. Dans la zone sud de la baie d'Ouara, ce dernier est ennoyé sous les sédiments, alors qu'il est affleurant plus au nord (*cf*. figure 30 à venir et commentaires associés).

**Figure 20. Le banc de sables vaseux terrigènes découvert à marée basse**

Le matériel sédimentaire déplacé par la dérive littorale résultante nord/sud se trouve bloqué dans son transit par la présence du remblai basal du wharf fonctionnant en épi et il est à l'origine de l'accrétion sédimentaire constaté en ce lieu et qui se matérialise par un croissant de plage accroché sur le wharf bien visible sur l'imagerie Google Map récente (2017) présentée à la figure 21. L'image est prise à marée haute, mais le croissant (zone cerclée de rouge) est émergé, démontrant la réalité d'une surélévation des fonds dans cette zone. On remarquera la position avancée vers la mer de la laisse des eaux de marée haute au nord du ponton (tireté jaune), nettement décalée par rapport à celle présente au sud (tireté blanc) en partie masquée par la végétation. La présence de ce croissant d'accrétion sédimentaire a déjà été évoquée rapidement à l'occasion des commentaires descriptifs associés à la figure 12. Il s'agit là d'une réponse très classique de la nature en réaction à la présence d'un ouvrage de génie civil « étanche » perpendiculaire au littoral bloquant la dérive sédimentaire. Il y a alors accrétion au vent de l'ouvrage (face nord dans le cas de la baie d'Ouara) et érosion sous le vent de l'ouvrage (face sud). C'est le cas pour « l'épi » que forme la partie remblayée sur la mer du wharf de l'île Ouen.

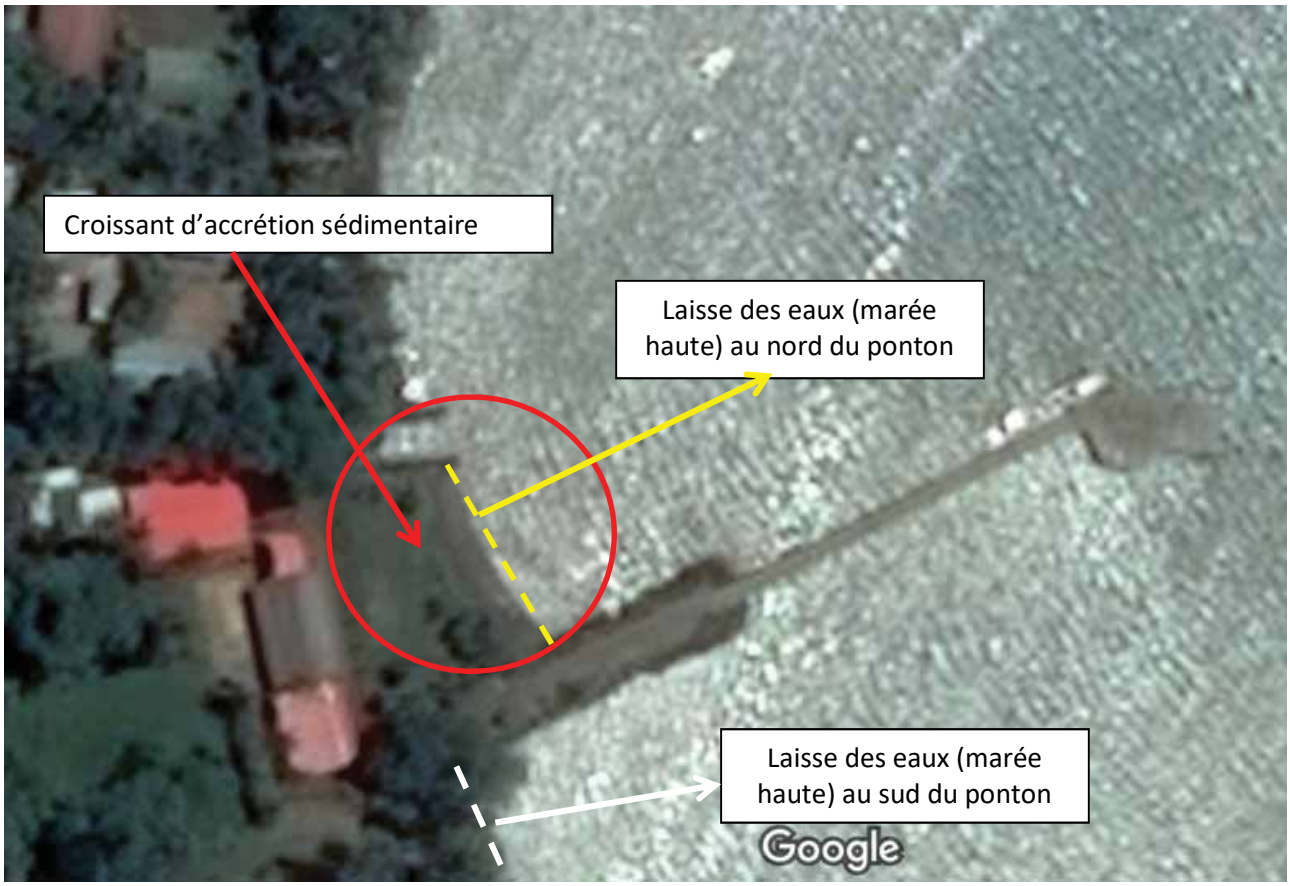


**Figure 21 : Vue aérienne (copie d'écran image Google Map) montrant l'impact de la présence de « l'épi » que forme le remblai.**

Pour preuve de l'accrétion sédimentaire qui s'effectue au vent de l'ouvrage sur sa face nord, outre la morphologie tres caractéristique (« d'école ») visible sur l'imagerie aérienne présentée à la figure 21, on signalera également l'élévation du fond marin dans cette zone. On en trouve la preuve dans l'observation du réseau de buses qui a été posé lors de la réfection du wharf, il y a de cela une vingtaine d'années. Ces buses avaient été posées pour permettre un minimum de transit d'un côté à l'autre de l'ouvrage. L'impact des dérives et de l'accrétion que l'on constate aujourd'hui avaient alors été clairement identifiés et les buses posées pour essayer de minimiser l'effet attendu. La variante wharf « tout pilotis » avait été envisagée mais n'avait pas été retenue. Ces buses ont naturellement été posées sur le fond marin de l'époque, ce qui permet aujourd'hui d'avoir une donnée quantifiée indirecte de l'élévation de ce dernier. Ces buses ont joué leur rôle dans un premier temps, rôle qui s'est amenuisé avec le temps au fur et à mesure que la zone « au vent » se remplissait de sédiments.

La figure 22 montre la situation actuelle au niveau du réseau de buses.

**Figure 22 : Le réseau de buses en partie ennoyé par les sédiments terrigènes qui s'accumulent contre l'ouvrage au vent de la dérive sédimentaire nord/sud.**

On constate que l'élévation du fond contre l'ouvrage « au vent » de la dérive atteint la mi-buse, soit une hauteur d'un demi-mètre environ par rapport à la situation initiale lorsque les buses ont été posées. Le passage potentiel des sédiments est d'autant réduit et ne peut plus désormais s'effectuer qu'à marée haute à travers des surfaces réduites rendant l'ouvrage de plus en plus « étanche » aux transits sédimentaires. Les matériaux qui s'accumulent permettent au croissant de sédiments de s'agrandir vers le large, mais également vers le nord où l'on observe un remplissage des compartiments formés par les épis mis en place par les riverains. Une onde d'accrétion se développe dans cette direction, comme cela a été observé, illustré (Figures 13 à 17) et décrit dans les commentaires accompagnant ces photographies.

On retiendra, en regard des objectifs de la note d'expertise, que le constat actuel sur ce segment littoral est que l'ouvrage, dans sa forme actuelle, joue un rôle d'épi qui bloque la dérive sédimentaire nord/sud et favorise l'engraissement progressif de la plage « noire ». Cet engraissement qui se propage vers le nord « cicatrise » peu à peu les impacts d'une érosion ancienne dont les traces sont encore visibles par place mais tendent à s'estomper. Pour cette partie du linéaire côtier de la tribu, la présence du wharf dans sa configuration d'aujourd'hui est positive et contribue à la lutte contre l'érosion.

Si l'on se place de l'autre côté de l'ouvrage, sur sa face sous le vent de la dérive sédimentaire littorale nord-sud, on se trouve dans une situation différente. La plage « blanche » est privée des apports en provenance du nord et ce fait contribue à sa déflation. Il n'y a pratiquement pas de recharge sédimentaire possible en provenance du nord à travers les buses en grande partie colmatées et ce déficit contribue à fragiliser la plage contre l'érosion.

Pour autant, les observations naturalistes de ce segment littoral ne sont pas alarmistes. L'érosion est présente comme sur tous les littoraux meubles. Les épisodes hydrodynamiques énergétiques

forts sont susceptibles d'entrainer la création de bermes de tempêtes, voire ponctuellement de microfalaises érosives en haut de plage, mais le profil de plage illustré par les photographies présentées aux figures 8 et 10 est correct. Il est caractéristique d'une zone « normale », certes faiblement alimentée en matériel sédimentaire biodétritique en provenance du platier frangeant, mais très clairement faiblement impactée par l'érosion. Cette situation est, là aussi, dépendante de la présence de « l'épi ». Ce dernier bloque la dérive sud-nord et permet l'accumulation de ce matériel qui se serait mélangé aux apports détritiques terrigènes en provenance du nord si ceux-ci n'étaient pas arrêtés au nord de l'ouvrage. Cet apport est suffisant pour que ne se crée pas en haut de plage au contact de « l'épi » la classique érosion qui s'observe habituellement « sous le vent » d'un ouvrage contrariant une dérive sédimentaire. C'est l'ouverture hydrodynamique au nord 160 de cette petite zone de plage et sa protection par « l'épi » qui fait obstacle à l'hydrodynamisme nord 40 qui explique cette situation.

Plus au sud, au droit de l'église, le déficit de sédiment est visible (Figure 11). La plage naturelle visible immédiatement au nord a disparu sous le remblai édifié autrefois et n'a aujourd'hui aucune chance de se reconstituer naturellement au pied du muret détruit. Pour autant, en regard de l'érosion, les risques sont minimes. La mangrove qui est présente en ce point stabilise le trait de côte et ne semble pas souffrir d'un déficit en sédiments comme le montre les figures 23 et 24. Si la densité des palétuviers est relativement faible à proximité de la zone de raccord avec la plage présente immédiatement au nord (figure23), on notera que cette densité augmente de même que la taille des individus lorsque l'on s'éloigne vers le sud ouest en longeant le trait de côte (Figure 24). Le descriptif spécifique des palétuviers présents n'émarge pas aux objectifs de cette note. Il sera précisé dans la contribution d'EMR. Il est essentiel de sauvegarder les palétuviers de cette zone dans le contexte d'une lutte contre l'érosion marine de la partie sud de la plaine littorale d'Ouara.

**Figure 23. La zone des petits fonds colonisés par la mangrove au droit du remblai de l'église et au sud de la plage « blanche »**

**Figure 24. La mangrove présente le long du littoral au sud-ouest de la plage « blanche ».**

On retiendra en regard des objectifs de la note d'expertise que l'érosion de la zone située au sud du ponton est relativement faible même si des épisodes hydrodynamiques forts sont susceptibles de faire reculer ponctuellement le sol végétalisé sur lequel se trouvent implantées plusieurs habitations trop près de la laisse des eaux. On retiendra également que la mangrove qui s'est développée au sud est un élément protecteur du littoral dont la sauvegarde est essentielle car sa présence fixe le point d'accroche sud de la plage « blanche ».

### *III.3.3. Le secteur nord de la baie d'Ouara*

Comme cela a été indiqué en introduction du paragraphe III.3.1., le questionnement principal posé à l'expert étant de proposer des pistes pour protéger la tribu de l'érosion et des submersions marines, c'est le secteur sud qui fait l'objet de l'analyse principale de cette note. Il est, en effet, celui où se trouvent les enjeux immédiats les plus forts. Les analyses orientées dynamique sédimentaire et génie civil côtier sur la partie nord de la baie qui vont être présentées ci-après seront volontairement réduites. Elles seront complétées, du fait de la vocation plutôt naturelle et agricole de ce secteur de la baie, par l'analyse du Docteur Sébastien Sarramegna, spécialiste de biologie des espaces littoraux.

Au-delà du débouché à la mer du creek principal illustré par la photographie présentée à la figure 18, on peut différencier plusieurs zones dont les réponses en termes de géomorphologie et de dynamique sédimentaire sont suffisamment tranchées pour être distinguées.

La première se situe immédiatement au nord de l'embouchure du creek (Figure 25). La zone est sous l'influence des apports détritiques terrigènes du creek qui sont suffisamment importants volumétriquement pour que s'édifie le pro-delta visible sur la figure 26. Le profil de plage de ce

secteur visible sur les photographies présentées aux figures 25 et 27 est en équilibre au plan sédimentaire avec un raccord très progressif du haut de plage à la plaine alluviale végétalisée (cocoteraie). Il n'y a pas de trace (microfalaise) d'érosion active à ce niveau mais l'on notera le très faible dénivelé altimétrique existant entre le niveau de l'eau dans le chenal du creek et le sol de la cocoteraie.

**Figure 25 : La rive gauche du creek à son embouchure. Profil de plage normal.**

**Figure 26 : Le pro-delta construit à l'embouchure du creek (copie d'écran portail DTSI NC)**

**Figure 27 : Le raccord du haut de plage en équilibre avec la plaine alluviale (cocoteraie)**

Un second secteur se différencie dès que l'on sort de la zone de dépôt primaire des apports du creek (le pro-delta). Celle-ci s'annule à moins d'une centaine de mètres au nord de l'embouchure du creek puisque la dérive sédimentaire résultante est orientée vers le sud dans ce secteur de la baie. Privée de l'essentiel des apports terrigènes qui sont déplacés par la mer vers le ponton, cette zone fait l'objet d'une érosion contre laquelle les habitants du site (il y a 4 habitations implantées relativement près du trait de côte dans ce secteur) se sont protégés par la mise en place d'un cordon d'enrochement sommairement (figure 28) édifié mais qui stabilise le raccord avec le sol de la plaine alluviale.

**Figure 28 : Le cordon d'enrochement du second secteur**

Le dénivelé de l'ordre de 50cm à 1m qui sépare ce dernier de l'avant plage marine montre le déficit en recouvrement sédimentaire de ce secteur par rapport à la zone située plus au sud. Cette tendance s'accentue au fur et à mesure que l'on se déplace vers le nord (Figure 29).

**Figure 29 : Suite vers le nord du cordon d'enrochement du second secteur.**

Il n'y a pratiquement pas de plage au pied du cordon et le recouvrement sédimentaire meuble est quasi inexistant au-dessus du platier induré qui affleure dans les petits fonds littoraux (Figure 30).

**Figure 30 : Le platier induré privé de recouvrement sédimentaire.**

Encore plus au nord, après le cordon d'enrochement s'amorce une inflexion du trait de côte qui s'oriente au nord-est (Figure 31) en même temps que vient progressivement se biseauter sur lui la plaine alluviale qui va progressivement disparaître au nord.

**Figure 31 : L'inflexion du trait de côte au-delà et vers le nord du cordon d'enrochement de la parte médiane du secteur nord de l'île Ouen**

En même temps que se marque l'inflexion, on constate un changement de la granularité des matériaux constitutifs des petits fonds proches de la laisse des eaux de marée moyenne, comme le montre la photographie présentée.

Au sud de l'inflexion, la plage étroite que l'on observe au pied du cordon est formée par des graviers et des petits galets de péridotites. Les particules plus fines (sables) ne sont pas en capacité de se sédimenter sur ce domaine. Il faut y voir l'effet d'un plus fort hydrodynamisme local lié à la diffraction des vagues sur la bordure du platier frangeant et l'impact de l'agitation des vagues en pied d'ouvrage qui n'est pas favorable au dépôt des fines.

À la fin du cordon et s'accrochant sur lui, on note l'existence d'un fin placage de matériaux sableux de couleur beaucoup plus claire que celle des matériaux terrigènes sablo-vaseux présents au niveau du pro-delta décrit plus avant. Ce petit placage forme une plage de quelques mètres de largeur. Elle est formée pour l'essentiel par du sable l'origine biodétritique provenant de la fragmentation du corail sur le tombant externe du platier qui borde la côte. La largeur de ce dernier augmente par rapport à ce qu'elle est plus au sud, ce qui est favorable à la sédimentation des sables au niveau de la laisse des eaux. Le profil de plage est peu redressé. Il se raccorde à sa base au sédiment induré constitutif du platier et dans sa partie haute au sol végétalisé de la dune. Il n'y a pas de microfalaise érosive active présente à ce niveau. On note parfois un petit déchaussement des arbres qui bordent la plage, mais en aucun cas on n'observe le triste spectacle des arbres déchaussés et abattus que l'on peut voir sur des sites du même type attaqués par une forte érosion marine. Les figures 32 et 33 illustrent ces commentaires.

**Figure 32 : La plage sableuse au nord du cordon. Profil surbaissé se raccordant à la dune végétalisée.**

**Figure 33 : Haut de plage se raccordant sans microfalaise à la dune végétalisée. Léger déchaussement des racines des arbres de la dune côtière.**

La zone expertisée se termine vers le nord au niveau de la mangrove qui colonise le linéaire côtier et la zone intertidale proximale. La photographie (Figure 34) montre, au premier plan, une partie du platier parsemé de graviers et de petits galets de péridotites et le mince placage de matériaux sableux qui assure le raccord à la dune végétalisée selon un schéma identique à celui décrit à l'alinéa précédent. On notera encore une fois le tres faible dénivelé existant entre le niveau de la mer (pourtant à marée basse) et le sol de la dune. Il n'y a pas de trace significative d'érosion active mais la faible quantité de matériel sur la plage est un facteur de fragilité vis à vis des risques érosifs en cas d'évènement hydrodynamique fort. La présence de la mangrove sur laquelle s'accroche le placage sableux littoral au second plan est, à l'inverse, un facteur de protection. Le descriptif des palétuviers dont la préservation est essentielle est à lire dans le volet EMR de l'expertise.

**Figure 34 : La partie terminale nord de la zone expertisée.**
**Platier portant au contact de la dune végétalisée un faible placage de matériaux sableux.**
**Au second plan, début du linéaire colonisé par la mangrove.**

## III.4. Synthèse et préconisations.

Deux grands secteurs ont été distingués dans le cadre de cette note d'expertise sur le littoral de la baie d'Ouara de part et d'autre du creek principal se jetant dans la baie. En regard des enjeux et notamment des risques sur les infrastructures qui sont le fondement principal des demandes exprimées par les habitants de la tribu, c'est le secteur proche du trait de côte situé au sud du creek qui est le plus exposé du fait de la densité du bâti. Celle-ci est beaucoup plus faible dans le secteur nord.

Protégée par la présence du récif Ma, la baie ouverte à la mer vers l'est, bénéficie d'un environnement hydrodynamique calme à modéré pour l'essentiel du temps. Il en découle des risques érosifs faibles à modérés sauf lors des épisodes énergétiques forts de la mer associés au passage des tempêtes tropicales. Deux dérives sédimentaires littorales antagonistes sont actives dans les petits fonds de la baie. Elles sont sous l'influence des vagues de secteur nord-est et sud-est qui se lèvent et se propagent dans les étroites chenalisations ouvertes dans les directions N40 et N160.

Les apports sédimentaires au littoral intégrés dans les dérives sédimentaires littorales sont de deux types. Il y a, d'une part, les apports terrigènes sablo vaseux en provenance des bassins versants situés en amont du trait de côte. Ces apports sont suffisamment importants pour permettre la création d'un pro-delta volumétriquement significatif à l'embouchure du vecteur hydrologique principal. Il y a, d'autre part, les produits bio-détritiques issus de l'abrasion par la mer des constructions coralliennes présentes au niveau des platiers frangeants qui encadrent la baie.

Le fonctionnement hydrosédimentaire naturel des dérives littorales dans les petits fonds de la baie a été sensiblement modifié lors de la réfection, il y a une vingtaine d'années de cela, du ponton donnant accès par la mer à la tribu. Le ponton sur pilotis d'aujourd'hui est ancré au rivage par l'intermédiaire d'un remblai protégé par des enrochements formant épi. Cet épi, selon un schéma classique pour les praticiens du génie civil côtier perturbe les dérives. Il entraine une accrétion contre l'ouvrage au vent de la dérive résultante majeure (la face nord) et une érosion sous le vent (la face sud). Celle-ci se trouve minimisée dans le cas particulier de la baie d'Ouara du fait de l'existence d'une seconde dérive de sens opposée qui vient compenser, en grande partie, le déficit de matière dans l'ombre sud de l'épi. La superficie des espaces concernés est suffisamment petite pour que ces tendances de sens opposé puissent s'exprimer et permettent le rechargement des plages de part et d'autre du ponton et à proximité de celui-ci. La présence de l'épi perturbe le fonctionnement naturel de la plage d'Ouara tel qu'il pouvait exister avant son édification mais cette perturbation n'a pas d'impact majeur actuellement sur la « plage blanche » située au sud de l'ouvrage. Elle contribue au nord au rechargement de la plage par le développement d'une onde d'accrétion qui se propage vers l'embouchure du creek.

La plage, ou plutôt les plages, car le fonctionnement est désormais différent d'un segment à l'autre du linéaire côtier de la baie d'Ouara, sont le siège d'une érosion que les observations naturalistes réalisées lors des visites de site commentées plus avant dans la note permettent de qualifier de modérée. On constate, par place, les traces d'une érosion qui a pu s'exprimer de façon importante (*cf*. figure 32 et commentaires associés) mais ces traces sont en voie de cicatrisation et les profils de plage paraissent en équilibre ou en voie de l'être.

Le rétablissement des transits naturels est envisageable en détruisant l'épi quasi « étanche » que constitue aujourd'hui la base du wharf. Ce faisant une rectification géomorphologique du trait de côte va s'effectuer qui permettra un rechargement significatif du linéaire côtier au sud du ponton. La dérive nord-sud jouant à nouveau, la rectification se produira alors par redistribution du matériel détritique terrigène sablo vaseux, aujourd'hui bloqué dans son cheminement vers le sud par la présence de l'épi. Le corollaire de cette évolution qui peut être tres rapide sera la déflation du croissant de plage aujourd'hui constitué au nord de l'épi (zone ensablée décrite par les photographies 12 à 14). Le trait de côte va reculer vers la terre, mais il semble possible de maitriser le recul par la consolidation et la mise en place de mini épis perpendiculaires au littoral sur le principe de ceux édifiés par les riverains du site dans ce même secteur et la construction d'une défense parallèle au trait de côte dont l'édification sera conseillée dans la suite de ce texte. L'option d'un wharf « tous pilotis » est une variante d'aménagement possible du site pour ce qui est de la lutte contre l'érosion. Elle s'appuie sur le retour aux conditions naturelles qui est souvent prôné et recherché en matière d'aménagement littoral.

Pour autant et toujours en regard des problèmes érosifs de la baie d'Ouara, force est de constater au vu des observations naturalistes commentées plus avant qu'au droit du secteur le plus urbanisé de la tribu, la présence de l'ouvrage actuel n'induit pas de dysfonctionnements sérieux. On ne relève pas de signes d'érosion accélérée (arbres déchaussés, microfalaise érosive active) des sols de la dune littorale en arrière de la plage « blanche » et le croissant d'accrétion qui s'est créé et se développe au nord de l'ouvrage est favorable à la stabilité de cette zone. Il induit, certes, un déficit de matériel plus au sud mais l'évolution de ce secteur n'apparait pas alarmiste. L'option consistant à laisser l'ouvrage en l'état, voire à le consolider sur la partie remblayée sur la mer est une autre variante d'aménagement possible. C'est alors la fonction d'épi favorable au rechargement sur le moyen à long terme de la plage noire jusqu'à l'exutoire du creek qui vient justifier la variante. Elle devra, là aussi, être accompagnée par la consolidation et la mise en place de mini

épis perpendiculaires au littoral sur le principe de ceux édifiés par les riverains du site dans ce même secteur et la construction d'une défense parallèle au trait de côte dont l'édification sera conseillée dans la suite de ce texte

Les deux options ont des avantages et des défauts au plan de la dynamique sédimentaire sans qu'il soit aisé de dire que l'une est largement plus favorable à l'autre sur ce seul paramètre. Il convient d'ajouter à la discussion le volet financier. La destruction de l'épi et sa transformation en ouvrage « tout pilotis » est une opération coûteuse et il convient aux yeux de l'expert d'engager à de meilleures fins les crédits qui pourraient être attribués à cette opération.

En effet, l'érosion existe, mais elle est modérée en baie d'Ouara, tout au moins en conditions normales d'agitation de la mer et de niveau marin. L'érosion n'est pas le principal problème du site. Elle est, certes, liée aux problèmes que connaissent les habitants de la tribu, mais au second degré principalement. Ces problèmes naissent des submersions marines qui affectent ponctuellement la zone. L'altimétrie de la plaine et de la dune littorale où se trouve implantée la tribu est très basse. Le différentiel d'altitude entre la mer à marée haute et le sol est très faible, comme cela a été souligné à plusieurs reprises dans cette note. Ce différentiel est encore plus faible à l'occasion des marées de grandes vives eaux et la conjonction de celles-ci avec des périodes d'agitation forte de la mer, lorsque ces événements sont synchrones, génère des submersions marines. Celles-ci peuvent encore être amplifiées par des débordements des eaux des creeks en période de précipitation intense. Ce sont ces épisodes qui sont à craindre et qui viennent amplifier ponctuellement l'érosion modérée de la zone en temps normal.

Cette sujétion du site aux submersions marines n'est pas une tendance que l'on peut espérer voir se stabiliser ou s'annuler. Bien au contraire, la fréquence de ces épisodes devrait augmenter au cours des décennies prochaines, corrélativement à la hausse du niveau moyen des mers qu'annonce les études menées par le GIEC (groupe international d'experts sut le climat). Les chiffres de la transgression marine en cours varient selon les scénarios plus ou moins optimistes que l'on peut envisager aujourd'hui en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Dans l'hypothèse la plus favorable, on s'attend à une élévation minimale de 60cm du niveau moyen des mers d'ici la fin du siècle. Transposé au cas de la plaine littorale et de la dune d'Ouara, cette hausse induira une submersion permanente de l'essentiel de la zone concernée. La fin du siècle n'est pas tant éloignée que cela dans le temps que l'on ne puisse pas se projeter à ce moment-là. Les effets négatifs de la transgression et de l'amplification de la fréquence des submersions vont se faire sentir fortement bien avant cette échéance et il convient aux habitants de la tribu d'y réfléchir dès à présent. La lutte contre les submersions est, certes, possible momentanément au prix d'ouvrages couteux à réaliser, mais elle sera perdue à terme.

Le conseil de l'expert est donc de se préparer face à cette échéance inéluctable et à la décision qui l'accompagne : le déplacement de la tribu et son repli sur d'autres espaces protégés de la montée de la mer. L'action est difficilement admissible à froid pour les gens qui vivent sur le site et ne pourra pas se faire à court terme, mais il apparaît essentiel aux yeux de l'expert que la délocalisation soit au cœur de la réflexion, dès à présent, au sein de la tribu. Compte tenu de l'attachement à la terre de la population, des règles coutumières à respecter, de l'inadéquation des solutions qui sont mises en œuvre au plan national, la réflexion à mener sera certainement complexe à trouver, mais les exemples existent de déplacement de tribus volontairement décidés et réalisés en très peu de temps dès lors que des raisons l'imposaient. Ce type de réflexion à mener n'est pas propre à la tribu d'Ouara. Il concerne nombre d'autres tribus vivant sur le bord de mer. L'exemple des tribus du nord d'Ouvéa (Saint-Joseph/Takedji) traité parallèlement à la zone d'Ouara dans le cadre de cette expertise financée par le programme INTEGRE le montre. Le problème est similaire et la discussion est d'ores et déjà lancée à Ouvéa.

Si les financements existent, il est envisageable de mettre en place des aménagements qui vont permettre de reculer l'échéance annoncée. Le temps ainsi gagné devra être utilisé pour préparer au mieux un repli dans de bonnes conditions vers une zone non menacée, acceptable par tous.

Deux types d'aménagements complémentaires peuvent être envisagés.

Il s'agit, d'une part, de la canalisation des creeks dans leur partie aval, afin que d'éventuels débordements en période crue ne viennent pas inonder les infrastructures qui les jouxtent. Cela passe par d'éventuelles rectifications des lits pour augmenter, si possible, le gradient hydraulique, par la consolidation et hausse des berges à l'intérieur des terres et l'aménagement des embouchures.

Il s'agit, d'autre part, de la mise en place d'une défense parallèle au trait de côte formant digue pour limiter les franchissements d'une part et fixer, d'autre part, la position du haut de plage en évitant de nouvelles pertes de terrain de la dune au niveau de l'interface terre/mer. Dans l'hypothèse de la mise en place d'une telle défense, il faut se poser une première question sur l'étendue du linéaire côtier de la tribu à protéger. Si les moyens financiers sont disponibles, il n'est pas inenvisageable de l'édifier sur la totalité du linéaire décrit. Il est également possible, en cas de contrainte budgétaire, de compartimenter l'espace sur la base des enjeux du bâti ou de tout autre critère que pourraient choisir les membres de la tribu pour prioriser la zone à défendre. Ce compartimentage pourrait s'appuyer à l'intérieur des terres sur les berges à surélever des creeks de façon à isoler les espaces ceinturés ainsi créés.

Le positionnement en plan à donner à ces digues intérieures et à la ceinture à poser au niveau du trait de côte est dépendant d'un levé topographique détaillé du site. La cote altimétrique du couronnement des aménagements est un choix de maitrise d'ouvrage en regard des risques de submersion contre lesquels on veut se protéger. Il conviendra de se caler sur les niveaux de marée les plus élevés (de l'ordre de +1,70m Hydro.), auxquels il conviendra d'ajouter la valeur de la surcote barométrique et d'agitation de la mer correspondant au niveau de submersion à endiguer. Compte tenu des enjeux, une surcote de l'ordre de +0,5m à +0,8m semble satisfaisante pour le moment, ce qui amène le couronnement à des niveaux de +2,20 m à + +2,5 m Hydro.

Il est utile ici de rappeler que l'impact paysager sur le littoral de tels aménagements est loin d'être négligeable et l'on peut en avoir une idée en regardant la photographie présentée à la figure 29. L'ouvrage de ceinture devra être réalisé avec une pente à la mer de 45° minimum, soit 1H/1V pour espérer minimiser le départ des matériaux meubles qui pourraient se déposer en pied de pente. Il faut s'attendre à n'avoir qu'un mince liseré de plage présent à ce niveau sur le secteur nord de la baie, si l'ouvrage intègre cette portion du littoral. En effet, les apports sédimentaires à cette zone sont minimes et intégrés à la dérive nord/sud. Plus au sud, en se rapprochant de l'embouchure du creek principal, les apports terrigènes de ce dernier (*cf.* photographie 26 du pro-delta) contribueront au maintien d'une plage plus large telle que l'on peut déjà l'observer sur ce segment littoral (Figure 28). Encore plus au sud, au-delà de l'embouchure du creek, l'édification d'une défense parallèle à la côte ne devrait pas avoir d'impact majeur sur la morphologie de la plage alimentée en matériaux meubles par les apports en provenance du bassin versant, dans l'hypothèse d'un maintien de l'épi que forme le point d'ancrage à la côte du wharf. L'onde d'accrétion en cours de développement vers le nord dans ce secteur et qui permet le rechargement « naturel » de ce segment littoral devrait continuer à s'agrandir.

Au sud de l'épi, au niveau du petit linéaire côtier que représente la plage « blanche », la pose d'une défense parallèle à la cote ne pose pas de problème particulier. Il conviendra de caler l'ouvrage en haut de plage en évitant (comme au nord, d'ailleurs) la tentation de la poldérisation si l'on veut conserver la plage. La pose en arrière de la mangrove à l'extrémité sud du site devra être réalisée en prenant soin de ne pas détruire les palétuviers.

Deux options sont possibles pour la réalisation de cette défense parallèle à la côte :

- La première est la pose d'un cordon d'enrochement voisin de celui déjà mis en place dans le nord de la baie, mais plus respectueux des règles de l'art en la matière. Cette option est intéressante si des rochers de blocométrie satisfaisante sont disponibles en volume suffisant sur l'île à proximité du site. Le schéma constructif sommaire présenté à la figure 36 présente les principales caractéristiques d'un ouvrage de ce type.

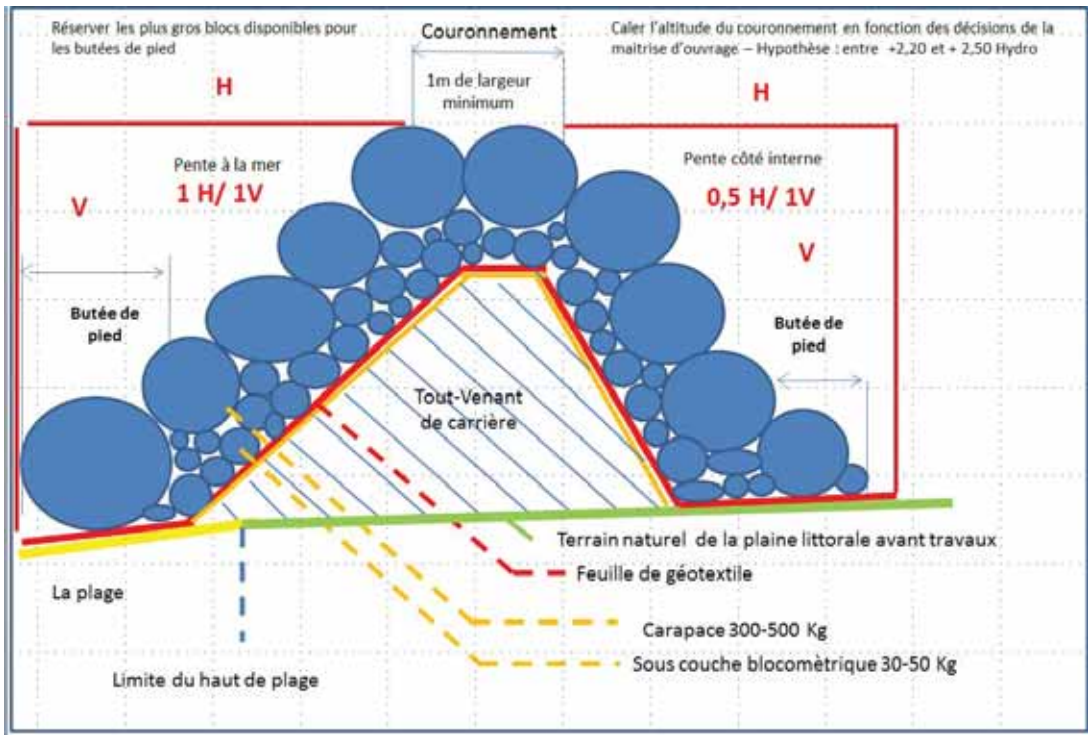


**Figure 35 : Schéma constructif sommaire du cordon d'enrochement parallèle à la côte.**

- La seconde consiste à construire un muret par coffrage ou à partir d'élément préfabriqués en béton. Des exemples plus ou moins « riches » de ce type de muret peuvent être observés à Nouméa, au niveau de la plage du Méridien où ils ont été mis en place pour la première fois, au niveau de la plage de Magenta (Figure 36) ou plus récemment encore à la baie des citrons.

**Figure 36 : Exemple de muret en béton lors de sa mise en place au niveau de la plage de Magenta.**

Une telle solution permet de s'affranchir du problème de l'approvisionnement et du transport des blocs de la première option. Elle pourrait être mise en œuvre dans le cadre d'un chantier réalisé par les habitants de la tribu pour diminuer les couts d'intervention d'une équipe de pose extérieure, tout en assurant un volume de travail et de rémunération aux riverains du site. La démarche consiste à faire réaliser dans l'hypothèse de la fabrication d'éléments préfabriqués un ou plusieurs moules, selon que l'on veut agir plus ou moins vite, à couler le béton de ces éléments à proximité immédiate des lieux de pose pour faciliter celle-ci. Une souille visant à enfouir la semelle de tels éléments dans le sable du haut de plage, en essayant de se fonder sur le platier sous-jacent chaque fois que cela s'avère possible, devra être réalisée. Le design des éléments dépend très largement des moyens matériels et financiers dont on dispose pour les réaliser, mais des modèles simples peuvent être conçus, tant pour la version coffrage que pour les éléments préfabriqués. Ils devront respecter le principe d'une pente à la mer minimale de 30 ° pour donner des chances à l'accrétion sédimentaire potentiellement générée par les dérives de s'installer en pied d'ouvrage. La largeur sommitale du profil transversal du muret sera à minima de 30 cm. La semelle aura une forme rectangulaire (à minima 30 X 60cm). On veillera de façon absolue à ne pas donner un profil vertical au muret face à la mer. Le dimensionnement précis d'un modèle type d'éléments préfabriqués pourra être fourni si la solution était retenue. La figure 37 est un schéma simplifié et à affiner en fonction de la topographie du site (nécessité d'un levé détaillé déjà exprimée plus avant dans le texte).

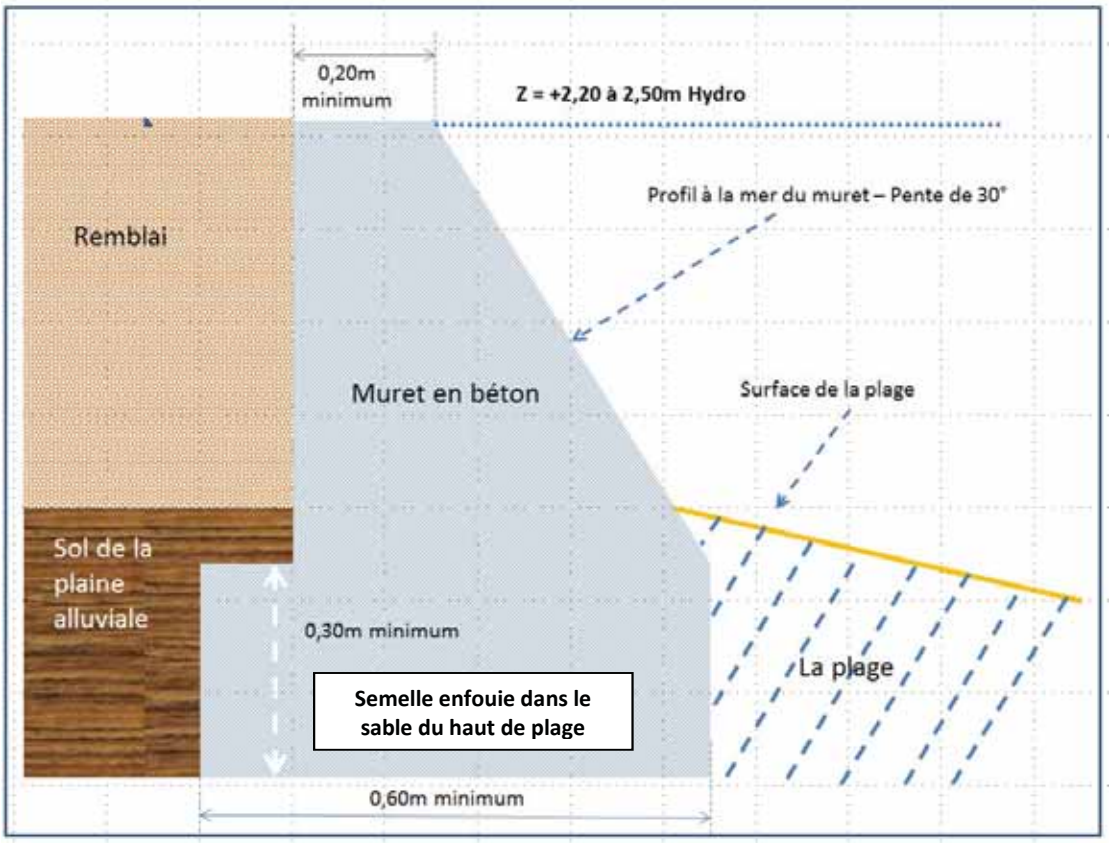


**Figure 37 : Exemple de design simplifié de muret en béton**

Fait à Nouméa, le 10 juin 2017

Professeur Michel ALLENBACH
Université de la Nouvelle-Calédonie