

Shom
Etablissement Public Administratif
sous tutelle du Ministère des
Armées
13, rue du Chatellier
CS 92803
29228 BREST cedex 2

*Direction des Opérations, de la
Production et des Services
Division des Sciences et Techniques
Marines*

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

Marché public n° 26MA05

*Traitement de données LiDAR topographiques et
bathymétriques en Nouvelle-Calédonie.*

Table des matières

1	DOCUMENTS DE REFERENCE	3
2	TERMINOLOGIE	3
3	CONTEXTE ET OBJECTIFS	4
3.1	CONTEXTE GENERAL	4
3.2	PROJET LITTO3D NOUVELLE-CALEDONIE	4
3.2.1	Objectifs du projet	4
3.2.2	Emprise du projet	5
3.2.3	Organisation du projet	6
4	OBJECTIF DU PRESENT MARCHE PUBLIC	6
4.1	CALENDRIER PREVISIONNEL	7
5	DONNEES LIDAR A TRAITER	8
5.1	CAPTEURS MIS EN ŒUVRE PENDANT L'ACQUISITION	8
5.2	COMPOSITION DES DONNEES A TRAITER	8
5.3	STRUCTURE DES DONNEES A TRAITER	9
6	PRINCIPES DU TRAITEMENT DE DONNEES	9
6.1	GENERALITES	9
6.2	INCERTITUDE DES DONNEES	10
6.3	PRIORISATION ENTRE CAPTEUR SUIVANT LA ZONE	11
6.4	DEFINITION DU SOL ET DU SURSOL	12
6.5	ZONES A ENJEUX	14
6.5.1	Interface Terre-Mer	15
6.5.2	Zones à forte turbidité	15
6.5.3	Zones biologiques denses	16
6.5.4	Zones de mangrove	17
7	ORGANISATION ET ATTENDUS DE LA PRESTATION DE TRAITEMENT	17
7.1	EXIGENCES GENERALES	17
7.2	ETAPES DU PROCESSUS DE TRAITEMENT	18
7.2.1	Etape préparatoire	18
7.2.2	Etape de traitement	20
7.2.3	Etape de restitution finale	21
7.3	REMONTEE DES ANOMALIES DE TRAITEMENT	22
7.4	REMONTEE D'INFORMATION NAUTIQUE SUR OPPORTUNITE	22
8	EXIGENCES SUR LES COMPETENCES DU PERSONNEL EN CHARGE DE LA PRESTATION	23

1 DOCUMENTS DE REFERENCE

- Norme S-44 de l'OHI pour les levés hydrographiques :
https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-44/S-44_Edition_6.2.0_adopted.pdf
- Norme S-4 de l'OHI sur le règlement pour les cartes internationales (INT) et spécifications pour les cartes marines :
https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-4/S-4%20Ed%204.10.0_FINAL.pdf

2 TERMINOLOGIE

AMOA	Assistant à Maîtrise d'OuvrAge
ASPRS	American Society for Photogrammetry and Remote Sensing
CCAP	Cahier des Clauses Administratives Particulières
CCT du Shom	Cadre de Cohérence Technique du Shom
CCTP	Cahier des Clauses Techniques Particulières
DITTT	Direction des Infrastructures, de la Topographie et des Transports Terrestre de Nouvelle-Calédonie
EPA	Etablissement Public à caractère Administratif
INFONAUT	INFORmation NAUTique
OHI	Organisation Hydrographique Internationale

3 CONTEXTE ET OBJECTIFS

3.1 CONTEXTE GENERAL

Établissement public administratif (EPA) sous tutelle du ministère des Armées et des Anciens Combattants, le Shom est l'opérateur public pour l'information géographique maritime et littorale de référence. Il a pour mission de connaître et décrire l'environnement physique marin dans ses relations avec l'atmosphère, avec les fonds marins et les zones littorales, d'en prévoir l'évolution et d'assurer la diffusion des informations correspondantes.

L'exercice de cette mission se traduit par trois activités essentielles :

- l'hydrographie nationale, pour satisfaire les besoins de la navigation de surface, dans les eaux sous juridiction française et dans les zones placées sous la responsabilité cartographique de la France ;
- le soutien aux politiques publiques de la mer et du littoral, par lequel le Shom valorise ses données patrimoniales et son expertise en les mettant à la disposition des pouvoirs publics, et plus généralement de tous les acteurs de la mer et du littoral ;
- le soutien de la défense, caractérisé par l'expertise apportée par le Shom dans les domaines hydro-océanographiques à la direction générale de l'armement (DGA) et par ses capacités de soutien opérationnel des forces.

Le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, via la Direction des infrastructures de la topographie et des transports terrestres (DITTT), réalise un levé LiDAR topo-bathymétrique d'une partie de ses côtes en vue de la création d'un référentiel altimétrique du littoral continu entre le fond marin et la partie terrestre.

Le Shom assure le rôle d'assistant à maîtrise d'ouvrage (AMOA) sur l'ensemble du projet de l'acquisition à la diffusion des produits en passant par le traitement des données LiDAR topographiques et bathymétriques.

3.2 PROJET LITTO3D NOUVELLE-CALEDONIE

3.2.1 Objectifs du projet

Le projet de levé Lidar topo-bathymétrique en Nouvelle-Calédonie est réalisé dans la même perspective que le programme Litto3D mis en place en France métropolitaine et dans les départements Outre-Mer, afin de disposer d'un référentiel altimétrique du littoral. Il est cofinancé par le gouvernement de Nouvelle-Calédonie et le Fonds Vert, avec pour objectif la production d'un modèle numérique terre-mer continu à haute résolution du littoral de la Nouvelle-Calédonie. Il s'agit de doter la Nouvelle-Calédonie de données géographiques de référence, homogènes et précises. Ces données serviront à améliorer qualitativement les études et éclairer l'action publique en matière d'évolution du trait de côte, d'adaptation au changement climatique et de la connaissance des risques.

En parallèle de cet objectif principal, les données issues de ce projet exploitées par le Shom pour la mise à jour de ses produits, participeront à améliorer les documents de navigation et par conséquent la sécurité de la navigation.

3.2.2 Emprise du projet

Le projet Litto3D Nouvelle-Calédonie représente une superficie totale d'environ 1 500 km² et est composé de 14 zones réparties sur le territoire de la Nouvelle-Calédonie (cf. Figure 1).

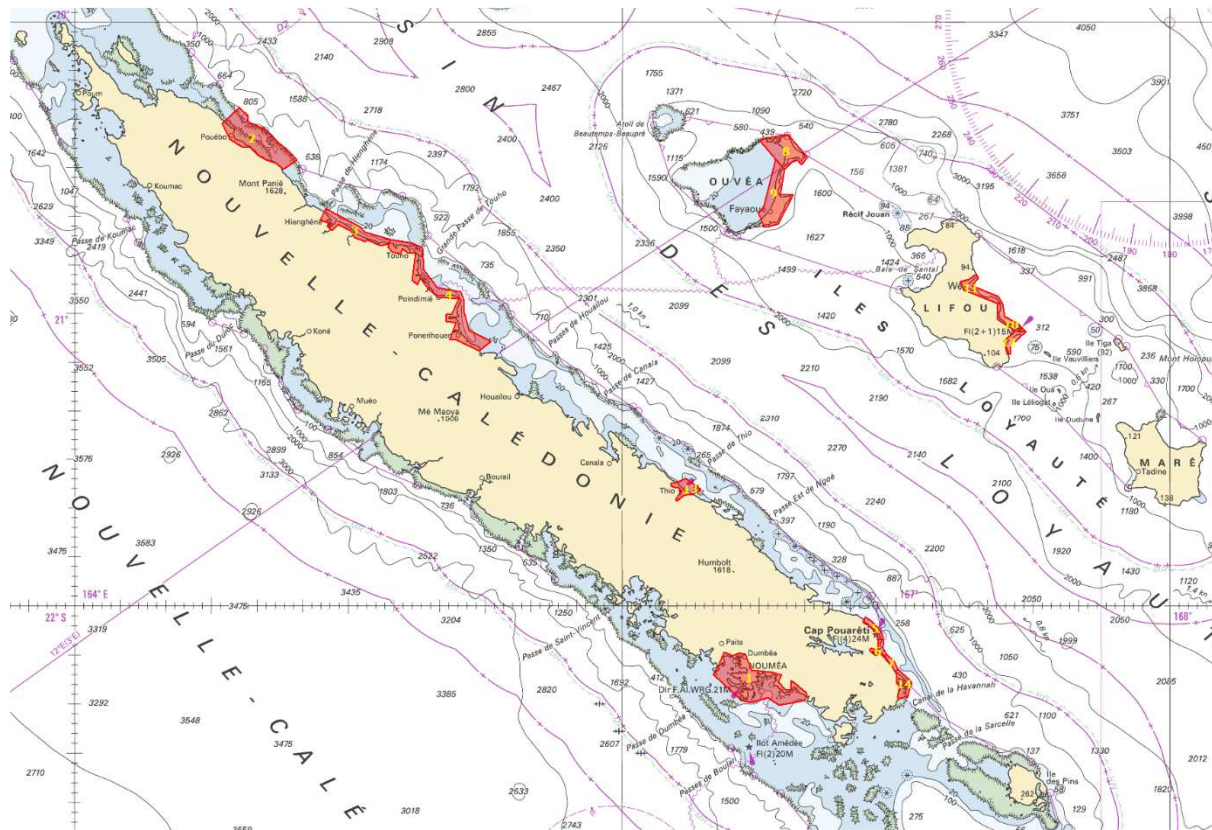


Figure 1 : Emprise du projet Litto3D Nouvelle-Calédonie (carte marine Shom n° 7321)

Les zones sont les suivantes :

N° zone	Nom	Superficie (km ²)
1	GRAND NOUMEA	349.8
2	POUEBO	255
3	HIENGHENE	99.2
4	TOUHO POINDIMIE PONERIHOUEN	264.3
5	UNIA	19.8
6	YATE WAO	18.6
7	TOUAOUROU	12.4
8	OUVEA NORD	124.1
9	OUVEA CENTRE	156.9
10	LUENGONI	36

11	WE	51.6
12	MOU	27.4
13	THIO	43.3
14	GORO	39.4
TOTAL		1497.8

Pour chaque zone, le périmètre couvert comprend, à terre, les zones situées au-dessus du niveau moyen de la mer jusqu'à une altitude de 20 mètres et s'étendant à au moins 500 mètres du trait de côte, ainsi que les zones marines jusqu'à une profondeur d'au moins 20 mètres.

3.2.3 Organisation du projet

En tant qu'AMOA, le Shom supervise l'ensemble des étapes du projet telles que décrites en Figure 2. La validation du traitement final, la remontée de l'information nautique (INFONAUT), la création des produits et leur diffusion sont assurés par le Shom.

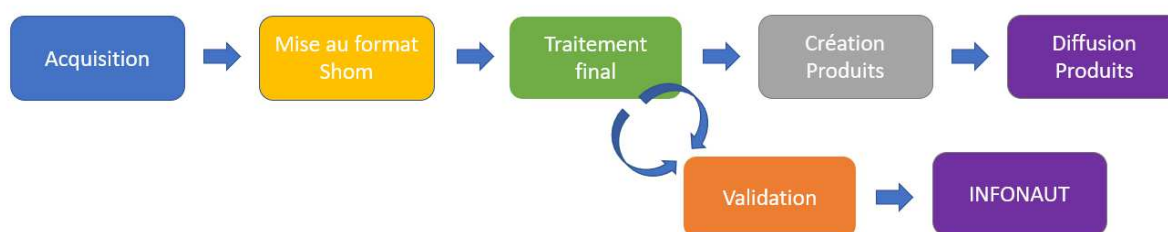


Figure 2 : Structure d'un projet Litto3D

L'acquisition des données LiDAR topo-bathymétriques sera réalisée au 3^{ème} trimestre 2026 par la société Fugro Geoid qui a remporté l'appel d'offre du gouvernement de Nouvelle-Calédonie relatif à l'acquisition des données. La mise au format attendu par le Shom sera faite par cette même société au début du 4^{ème} trimestre 2026.

4 OBJECTIF DU PRESENT MARCHE PUBLIC

L'objectif du présent marché est le traitement fin des données topo-bathymétriques acquises et prétraitées par Fugro Geoid pour permettre la création du produit final Litto3D Nouvelle-Calédonie par le Shom.

Il est composé des prestations suivantes :

	Désignation du poste	Nature
1	Préparation au traitement et traitement de la zone Thio	Forfait

2	Traitement des zones Grand Nouméa, Unia, Yate Wao, Touaourou et Goro	Forfait
3	Traitement des zones Hienghene, Touho -Piondimié - Ponerhiouen, Luengoni, We et Mou	Forfait
4	Traitement des zones Pouebo, Ouvéa Nord et Ouvéa Centre	Forfait

4.1 CALENDRIER PREVISIONNEL

Sous réserve de notification du marché, le calendrier d'exécution des prestations, repris pour chacune des étapes dans la suite du document pour les zones décrites au §3.2.2, est présenté ci-dessous. Les échéances indiquées sont des dates maximales.

-	Août 2026	Début de l'acquisition des données
-	Septembre 2026	Fin de l'acquisition des données
T0	Septembre 2026	Notification du présent marché Livraison d'un échantillon de données test
T0 + 1 mois	Octobre 2026	Présentation de la méthodologie de traitement avec les logiciels utilisés et validation de la checklist
T0 + 2 mois	Novembre 2026	Établissement des consignes de traitement
T0 + 3 mois	Décembre 2026	Livraison complète des données prétraitées au titulaire pour traitement
T0 + 4 mois	Janvier 2027	Livraison de l'intégralité des données traitées pour la zone THIO Livraison du rapport sur la méthodologie de traitement mise en place
T0 + 7 mois	Avril 2027	Livraison de l'intégralité des données traitées pour les zones GRAND NOUMEA, UNIA, YATE WAO, TOUAOUROU et GORO
T0 + 10 mois	Juillet 2027	Livraison de l'intégralité des données traitées pour les zones HIENGHENE, TOUHO POINDIMIE PONERIHOUEN, LUENGONI, WE et MOU
T0 + 14 mois	Novembre 2027	Livraison de l'intégralité des données traitées pour les zones POUEBO, OUVEA NORD et OUVEA CENTRE
T0 + 16 mois	Janvier 2028	Livraison finale sur supports physiques de l'ensemble des données traitées avec

		documents de traitement associés et rapports des différentes étapes
--	--	---

5 DONNEES LIDAR A TRAITER

5.1 CAPTEURS MIS EN ŒUVRE PENDANT L'ACQUISITION

Pour l'acquisition, 2 capteurs vont être utilisés :

- le capteur RAMMS de Fugro : laser vert permettant d'avoir de la donnée dans les zones immergées (jusqu'à la profondeur d'extinction laser). Une densité de points d'environ 4 points/m² est attendue ;
- le capteur Riegl LMS-Q680i : laser dans le proche infrarouge permettant d'avoir de la donnée dans les zones émergées. Une densité de points d'environ 10 points/m² est attendue.

Les 2 capteurs seront utilisés en simultanée, la plupart du temps, avec les mêmes lignes de vol et la même altitude. Des levés avec le capteur Riegl seul pourront également être faits sur les zones de fort relief.

5.2 COMPOSITION DES DONNEES A TRAITER

En entrée du traitement final, les données sont mises au format exploitable par le Shom, avec un prétraitement au travers d'une classification de chaque point mesuré. Deux types de données sont disponibles pour le traitement final :

- Des images aériennes géoréférencées prises pendant les vols qui pourront servir d'aide à la décision lors du traitement des données LiDAR topobathymétriques. En fonction de la configuration du levé, les images sont fournies en orthomosaïques ou en images orthorectifiées accompagnées d'un vecteur de localisation (shapefile, kmz...) ;
- Des fichiers LAS pour chaque capteur et chaque ligne de vol effectuée. Ils sont découpés en dalles kilométriques et sont au format 1.4 (point format minimum 7, global encoding 17). Le scale factor est de 0.01. Les données sont référencées à l'ellipsoïde et dans le repère géodésique légale de la zone (RGNC91-93 associé à la projection Lambert NC). Les attributs disponibles sont le GPS time (Adjusted), la classification, l'intensité, le scan angle, le scan direction (en fonction du capteur), le nombre de retour et le numéro de retour, le point source id (numéro de ligne de vol), le « user id » (capteur) et l'information RGB. La classification est associée à une table de correspondance qui suit la norme ASPRS. Exceptionnellement, des classes supplémentaires propres à Fugro pourraient être présentes mais elles seraient alors explicitement définies. Cette classification provient de procédés majoritairement automatisés exécutés par le prestataire réalisant l'acquisition.

5.3 STRUCTURE DES DONNEES A TRAITER

Les données LiDAR tout comme les images sont découpées suivant une grille régulière de résolution 1 km dans la projection Lambert Nouvelle-Calédonie associée au RGNC91-93 (code EPSG : 3163). Les limites des dalles kilométriques qui composent la grille concordent avec des coordonnées multiples de 1000 m. Chaque dalle est nommée en fonction des 4 premiers chiffres des coordonnées X et Y du coin supérieur gauche séparés par « xxxx_yyyy ».

La nomenclature des fichiers permet de lier les différents fichiers entre eux et de pouvoir les rattacher aux cahiers de vol en cas de besoin.

Par exemple :

[Tile id]_[acquisition date]_[acquisition hour]_[flight line id]_[sensor]_[EPSG]_[vertical reference]

« 0276_6703_250428_105450_53_1TD_4467_DANGER50.las ».

La structure et le format des données LiDAR est à conserver, le traitement final consistant à modifier le drapeau « Withheld » sur chaque mesure sans supprimer d'information sur ces mesures (voir §6.1).

6 PRINCIPES DU TRAITEMENT DE DONNEES

Les paragraphes qui suivent décrivent le traitement des données LiDAR topobathymétriques tel qu'il est attendu par le Shom.

6.1 GENERALITES

Les utilisations faites des produits Litto3D requièrent des données de référence fiables, homogènes et précises. Ainsi, l'objectif du traitement final est d'isoler soigneusement le sol du non sol dans la donnée LiDAR topo-bathymétrique.

Pour cela, tous les points qui ne sont pas du sol doivent être invalidés. Ainsi, en sortie de l'étape « Traitement final », les fichiers LAS sont exactement les mêmes qu'en entrée de cette étape, et à chaque point est associé un drapeau valide ou invalide (withheld = 1 ou 0). Le format, la géodésie, l'organisation des fichiers, la nomenclature et la classification d'origine restent inchangés.

L'étape de traitement ne consiste donc pas à supprimer des points de la donnée initiale, mais bien à les invalider par l'application du flag adapté.

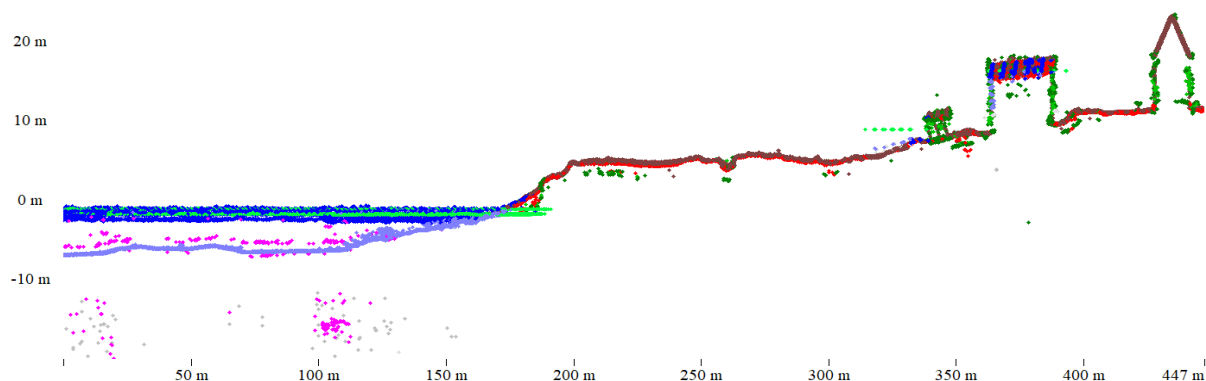


Figure 3 : Nuage de points LiDAR en entrée de l'étape de "Traitement final". Les points sont colorés en fonction de la classification

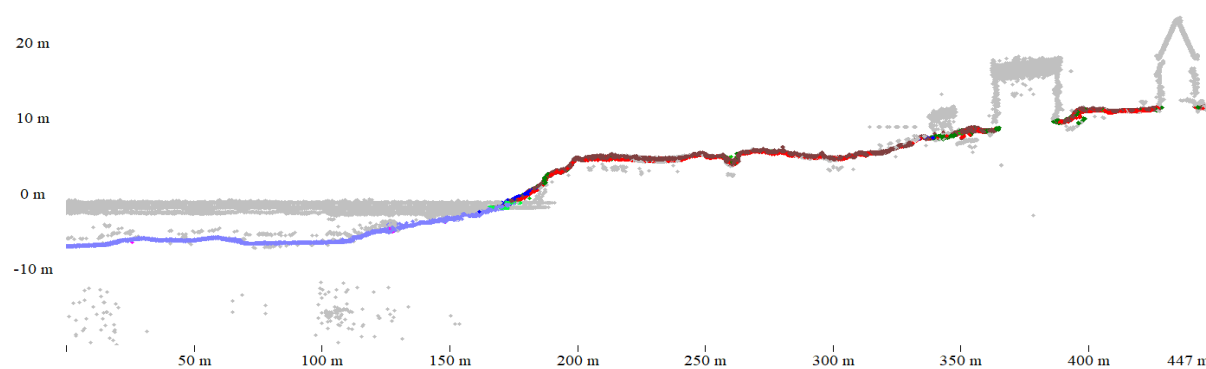


Figure 4 : Nuage de points LiDAR en sortie de l'étape de "Traitement final". Les points sol sont colorés en fonction de la classification. Les points gris représentent les points invalides

6.2 INCERTITUDE DES DONNEES

Lors du traitement de la donnée LiDAR topo-bathymétrique, l'incertitude du capteur est prise en compte. Par conséquent, l'épaisseur du tapis de sonde représentant le sol est conservée dans son intégralité (il n'y a pas d'amincissement du nuage de points), à la condition que chacun de ces points soit représentatif du sol. En plus des points qui ne représentent pas le sol, le traitement final vient invalider les points de bruit isolés dans la colonne d'air, dans la colonne d'eau, ou manifestement sous le fond.

L'objectif est d'avoir de la donnée représentant le sol, qualifiée à l'ordre 1b de la norme S-44 de l'OHI (voir chapitre 1). Ainsi, tous les points représentant le sol qui ne respectent pas cette incertitude doivent être invalidés.

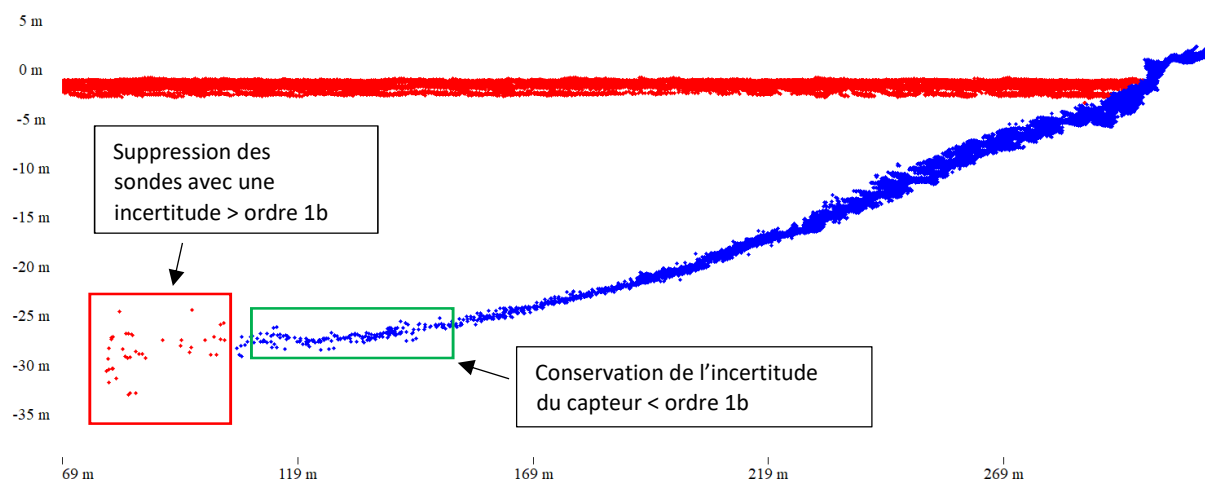


Figure 5 : Niveau de traitement attendu. Conservation de l'incertitude du capteur et invalidation des points ne respectant pas l'ordre 1b de la norme S-44.

6.3 PRIORISATION ENTRE CAPTEUR SUIVANT LA ZONE

Une même zone peut être volée par plusieurs capteurs en même temps. Pour avoir la donnée la plus fiable sur une zone, seule la donnée provenant du capteur ayant l'incertitude la plus faible tout en détectant correctement le sol et/ou le fond marin est conservée.

Par exemple, sur une zone où le sol est détecté à la fois par le capteur Riegl LMS-Q680i et le capteur RAMMS. Si le capteur Riegl LMS-Q680i a une meilleure incertitude que le capteur RAMMS, le sol détecté par le capteur RAMMS est invalidé et celui détecté par le capteur Riegl LMS-Q680i est considéré valide, et est donc conservé.

De manière générale, sur la partie terrestre et l'estran, le capteur topographique sera privilégié au capteur bathymétrique à quelques exceptions près.

En effet, en partie émergée, lorsque le capteur bathymétrique (ici le capteur RAMMS) complète le capteur topographique (ici capteur Riegl LMS-Q680i), le sol détecté par le capteur bathymétrique est conservé. Ceci est régulièrement le cas pour les couverts végétaux denses, les lits de rivières et les étendues d'eau intérieures. Dans ces cas, le capteur topographique détecte la canopée ou les surfaces d'eau là où le capteur bathymétrique, bien que moins dense, va détecter le sol.

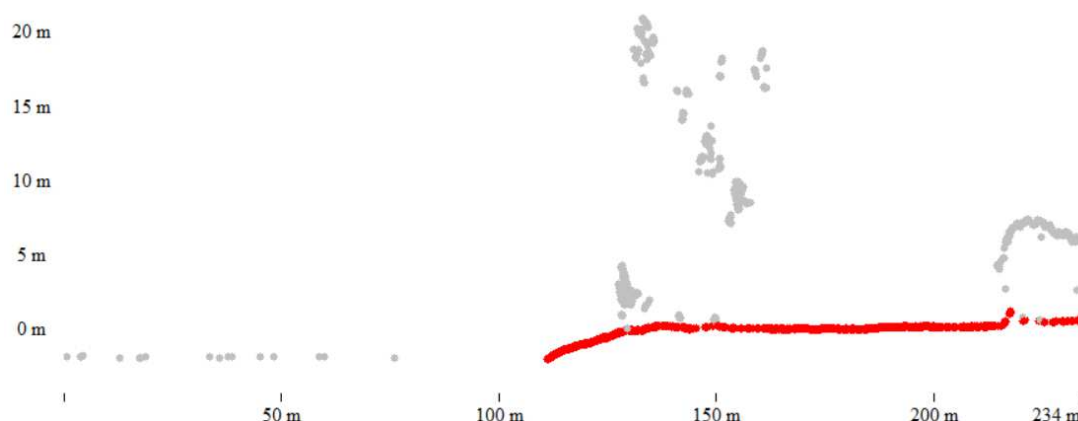


Figure 6 : Capteur topographique traité. Les points grisés sont invalidés

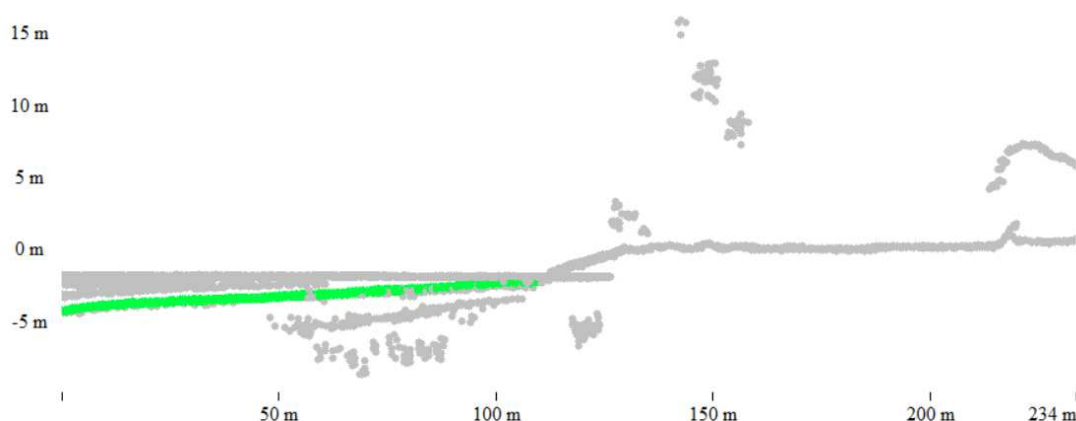


Figure 7 : Capteur bathymétrique traité. Les points grisés sont invalidés

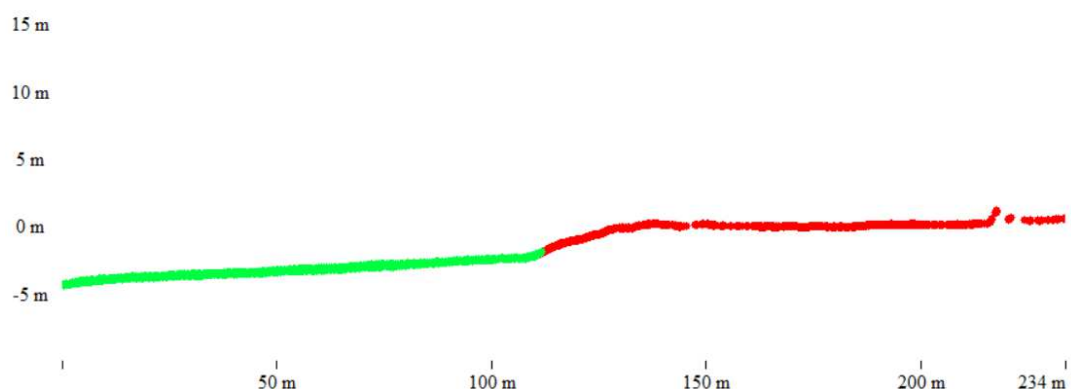


Figure 8 : Jonction des points valides pour les capteurs topographique et bathymétrique

6.4 DEFINITION DU SOL ET DU SURSOL

La distinction entre le « sol » et le « non-sol » n'est pas évidente. Le sol est souvent défini en décrivant ce qui n'en fait pas partie :

- les points de bruit liés aux capteurs et à l'acquisition, ce ne sont pas des objets réels mais des artefacts ;
- la surface d'eau ;
- le sursol : tout ce qui repose sur le sol et le fond marin sans en faire partie : végétation, bâtiments, humains, véhicules, algues, bateaux, etc.

C'est cette dernière catégorie, le sursol, qui pose le plus de difficultés car il n'existe pas une seule définition du sursol. Tout va dépendre des objectifs et des usages. Au Shom, une typologie spécifique a été adaptée aux particularités du littoral, selon les catégories suivantes :

- le sursol mobile et/ou non pérenne (véhicule, bateau, humain) ;
- le sursol pérenne sous l'eau : pouvant être totalement recouvert d'eau et représentant un obstacle possible pour la navigation ;

- le sursol pérenne entouré d'eau (phare) ;
- le sursol pérenne hors de l'eau (tout le temps émergé) ;
- le sol artificiel.

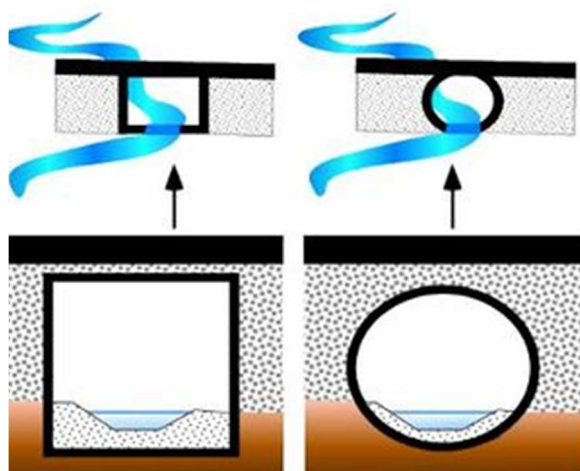
L'arbre décisionnel ci-dessous permet de statuer sur la qualification d'une détection en sursol (les points correspondants sont donc à invalider) ou en sol (les points concernés sont maintenus valides).

Arbre décisionnel sol/sursol		
1. L'objet est-il mobile ?		
	Oui > invalidation des points	Mobile et/ou non pérenne
	Non > voir Question 2	
2. L'objet est-il temporaire ?		
	Oui > invalidation des points	Mobile et/ou non pérenne
	Non > voir Question 3	
3. L'objet est-il totalement immergeable ?		
	Oui > validation des points	Impact possible sur la navigation
	Non > voir Question 4	
4. L'objet peut-il être totalement entouré d'eau ?		
	Oui > invalidation des points	Sursol maritime
	Non > voir Question 5	
5. L'objet est-il structurant du sol ?		
	Oui > validation des points	Sol artificiel
	Non > invalidation des points	Sursol tout le temps émergé

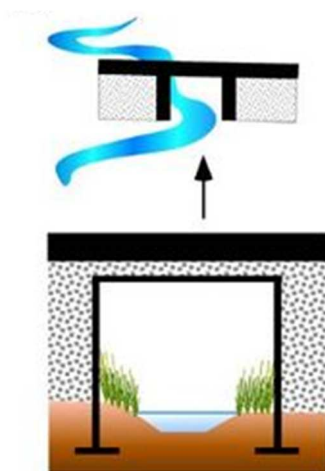
Afin de conserver la notion de sécurité de la navigation, pour les zones en dessous du trait de côte (estran et zones immergées), les relèvements naturels ou artificiels sur le sol : épaves, obstructions, roches... sont toutefois conservés.

Pour finir, il y a le cas particulier des ponts. Les données pouvant servir à la modélisation de submersion marine, il est nécessaire d'« ouvrir » les ponts dans certains cas ; le tablier de pont est alors invalidé. L'arbre décisionnel suivant est appliqué :

- 1- Si le cours d'eau est forcé, le tablier est conservé ;



2- Si le cours d'eau est naturel, le tablier est invalidé ;



3- Si les dimensions trop faibles ou la configuration ne permettent pas de déterminer le cas 1 ou 2 concerné, le titulaire sollicite le Shom pour arbitrage.

En cas de situations où ces arbres et les règles définies ci-dessus ne sont pas adaptés, le contact est pris dès que possible avec le Shom afin d'envisager leur clarification.

6.5 ZONES A ENJEUX

Il y a des zones où la distinction sol / non-sol est compliquée et les attributs contenus dans les fichiers LAS apportent une aide limitée (manque de fiabilité, seuil difficile à trouver, ...). Dans ces zones, il est nécessaire de visualiser l'intégralité du nuage de points afin d'isoler correctement le sol. Dans les images ci-dessous, l'image du haut est un traitement fait avec des filtres automatiques sur les attributs. Une grande partie du sol a été invalidée. L'image du bas représente le résultat du traitement fin à la suite d'une inspection intégrale et minutieuse du nuage de points.

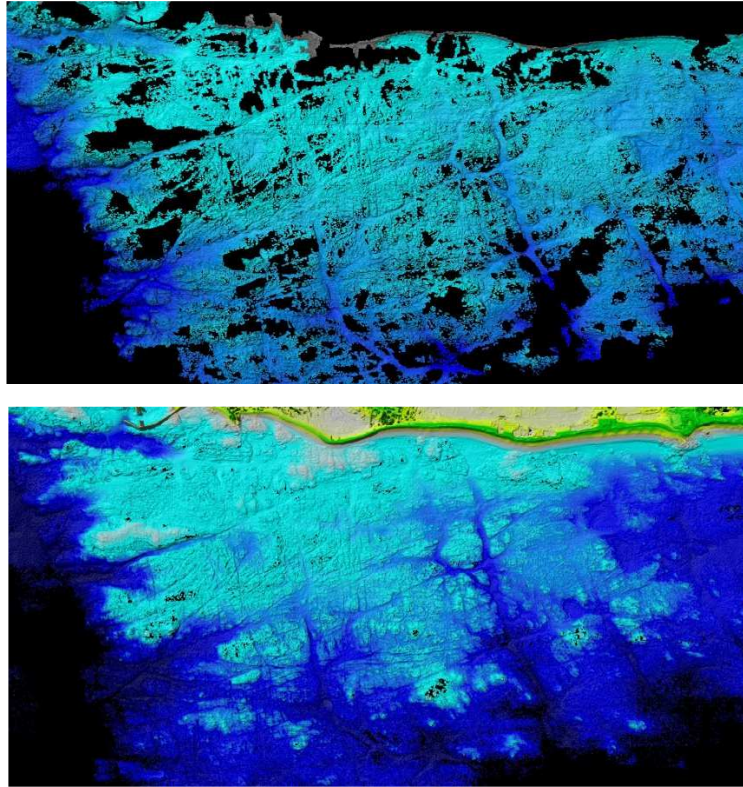


Figure 9 : En haut, traitement fait uniquement avec des filtres automatiques. En bas, traitement à l'issu de reprises manuelles

6.5.1 Interface Terre-Mer

A l'interface terre-mer, les algorithmes de classification automatique ont souvent de la difficulté à identifier de façon fiable la surface d'eau, le sol immergé et le sol émergé. De plus, ce sont souvent des zones avec des reliefs complexes (roches, algues, déferlement, flaques d'eau...). Il est donc important d'apporter une attention particulière à ces zones.

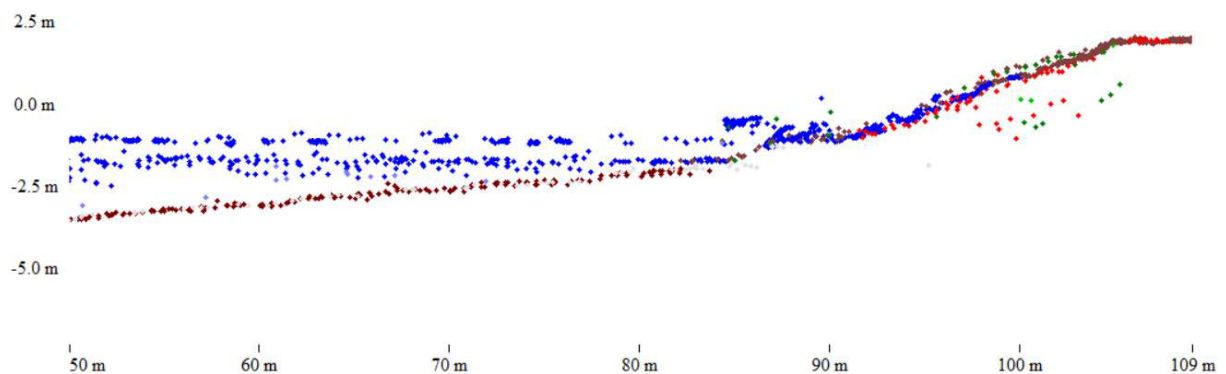


Figure 10 : Données brutes avec la classification automatique d'origine. Les classes sol (2 et 40) sont en marron. Les classes eau (9 et 41) sont en bleu

6.5.2 Zones à forte turbidité

La turbidité peut provoquer des nuages de points très denses. Il est donc difficile parfois pour les algorithmes de classification automatique de distinguer le sol immergé

du bruit. Or, le sol se distingue bien visuellement dans la donnée. Une attention particulière est donc à avoir pour correctement isoler le sol.

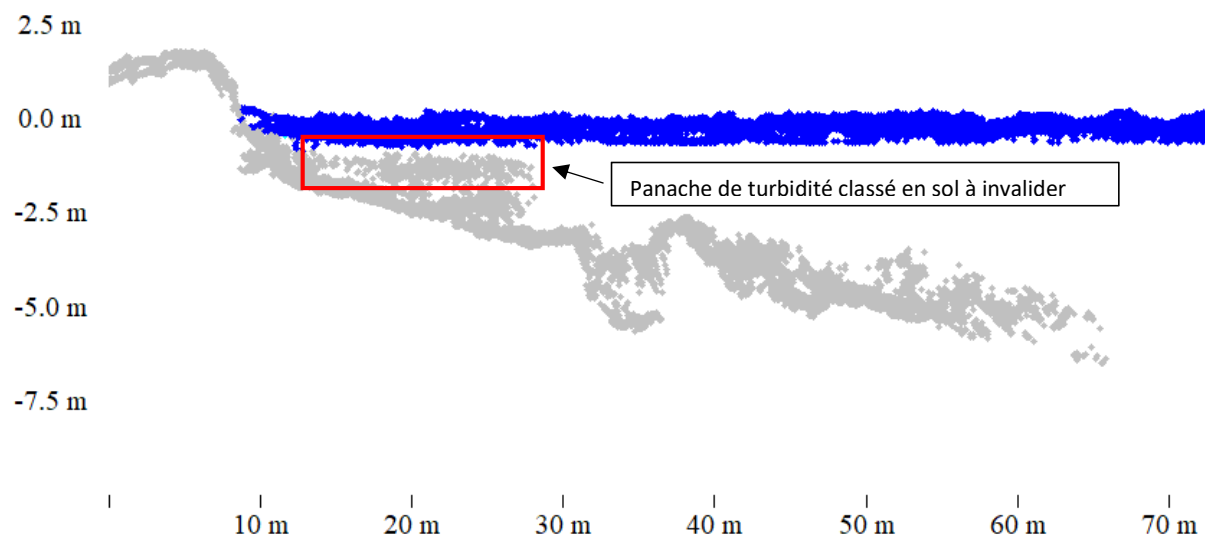


Figure 11 : Nuage de points où le panache de turbidité a été classé en sol.

6.5.3 Zones biologiques denses

Les zones présentant une activité biologique dense, telles que les herbiers marins, les formations coralliennes, les tapis d'algues ou les zones de prolifération saisonnière de plancton, peuvent nuire aux performances du lidar bathymétrique en réduisant la clarté optique de l'eau et en modifiant la réflectivité des fonds marins. Ainsi il est plus difficile de les distinguer pour les algorithmes automatiques mais ils se distinguent généralement bien dans la donnée LiDAR topo-bathymétrique.

Les formations coralliennes doivent être conservées pour la sécurité de la navigation. Il est donc important d'apporter une attention particulière à ces zones.

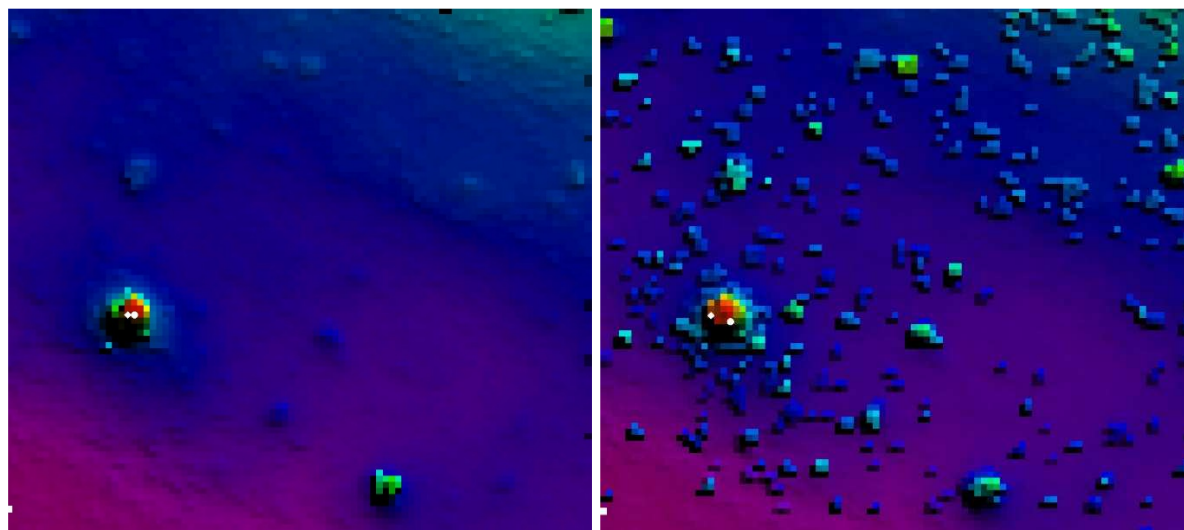


Figure 12 : Détection de pinacles coralliens. A gauche : traitement avec la classification automatique. A droite : récupération des formations coralliennes à la suite du traitement manuel

6.5.4 Zones de mangrove

Les environnements de mangrove représentent l'un des milieux côtiers les plus difficiles pour les levés topographiques et bathymétriques par LiDAR aéroporté. Les principaux défis associés aux zones de mangrove sont les suivants :

- pénétration LiDAR limitée en raison de la couverture dense de la canopée ;
- difficulté à distinguer le sol, la surface de l'eau et le terrain submergé ;
- turbidité élevée et concentrations élevées de matière organique ;
- interfaces terre-mer complexes et dynamiques.

Ces zones sont très importantes pour le gouvernement de Nouvelle-Calédonie. Ces zones doivent donc être restituées de la manière la plus fiable possible.

7 ORGANISATION ET ATTENDUS DE LA PRESTATION DE TRAITEMENT

7.1 EXIGENCES GENERALES

L'étape de traitement est au cœur de la chaîne de production du Shom pour les produits Litto3D. Ainsi, il est indispensable que le titulaire et le Shom travaillent en étroite coopération tout au long du marché.

Cette coopération inclut des échanges entre le Shom et le titulaire en vue de la génération des produits finaux selon les étapes détaillées ci-dessous :

- A la suite de l'étape de traitement, les agents expérimentés du Shom vérifient la conformité de la donnée aux exigences, puis font la remontée d'information nautique ;
- Les données sont ensuite retravaillées pour créer les produits Litto3D qui comprennent des nuages de points représentant le sol, au format LAS, et des modèles numériques de terrain à 1m et 5m. Ces produits sont téléchargeables sur : <https://diffusion.shom.fr/donnees/altimetrie-littorale.html> ;
- Pour finir, ces données sont agglomérées en socle de connaissance (data silver), ramenées au zéro hydrographique et implémentées dans la base de données bathymétriques du Shom pour leur utilisation dans les produits nautiques du Shom.

N° exigence	Description
E01	Le traitement des données LiDAR doit être réalisé conformément aux principes décrits dans le présent CCTP (§6).
E02	Pour les fichiers LAS, le format, la géodésie, l'organisation des fichiers, la nomenclature et la classification d'origine restent inchangés.
E03	Aucun point ne doit être supprimé. Au début de l'étape de traitement ils sont tous valides. A l'issue de l'étape de traitement les points représentant le sol sont valides et les autres sont invalides.

E04	Les échanges, réunions et rapports se font en français.
E05	Les délais étant contraints, le titulaire doit être réactif. A ce titre, il est attendu qu'il réponde sous 48 heures à toutes demandes du Shom adressées par messagerie électronique.
E06	Toute réunion donne lieu à la rédaction d'un compte-rendu par le titulaire pour transmission au Shom dans les meilleurs délais.

7.2 ETAPES DU PROCESSUS DE TRAITEMENT

Le marché est organisé en 3 étapes :

- Une **étape préparatoire (correspondant au poste 1 du marché)** qui va permettre de préciser les attendus, définir les modalités de la coopération et établir les consignes de traitement. Une première réunion de coordination aura lieu en présentiel sur le site du Shom. Pendant cette étape, des échantillons de données traitées sont échangés afin de définir le niveau de traitement attendu.
- Une **étape de traitement (correspondant aux postes 2, 3 et 4 du marché)** pendant laquelle les données sont traitées par le titulaire puis envoyées en continue au Shom pour faire la vérification au plus proche des traitements et apporter rapidement des correctifs en cas de besoin.
- Une **étape de restitution finale (incluse dans le poste 4 du marché)** de l'ensemble des données traitées et des éléments associés, accompagnée de l'établissement d'un retour d'expérience.

7.2.1 Etape préparatoire

L'étape préparatoire commence dès la notification du marché.

Un premier échantillon de donnée, non traité et traité selon les exigences du Shom, est envoyé au titulaire par ftp pour qu'il valide sa méthodologie de traitement. Les données ne sont pas nécessairement celles acquises en Nouvelle-Calédonie mais elles sont représentatives des données acquises par les capteurs déployés en Nouvelle-Calédonie. En particulier, cet échantillon est organisé de la même manière que les données à traiter dans le présent marché. Les données de cet échantillon présentent un format et des attributs identiques.

Un mois après la réception du premier échantillon, le titulaire présente les résultats obtenus et ajuste le cas échéant sa méthodologie de traitement. La méthodologie de traitement doit inclure une étape d'auto validation du traitement avant la livraison de la donnée traitée au Shom. Cette présentation se fera lors d'une réunion en présentiel sur le site du Shom qui permettra de coordonner la mise en place du traitement.

La livraison des données traitées est accompagnée d'une checklist complétée par l'opérateur de traitement pour chaque dalle kilométrique traitée. Cette checklist permet de s'assurer que l'opérateur a bien respecté la méthodologie mise en place et que tous les points de vigilance ont été pris en compte. Elle doit, à minima, contenir les items suivants :

- Analyse de la zone (Emergée / Interface Terre-Mer / Immergée) avec le degré de difficulté de la dalle ;

- Différentes étapes de traitement appliquées ;
- Difficultés rencontrées ;
- Étapes d'auto validation.

Le modèle de checklist est présenté au plus tard un mois après la réception de l'échantillon test de données en même temps que la présentation de la méthodologie pour validation par le Shom.

Au plus tard 2 mois après la notification du marché, le titulaire présente au Shom les consignes de traitement qui ont été élaborées.

Au plus tard 3 mois après la fin de l'acquisition, l'ensemble des données pré-traitées pour les zones acquises sera transmis au titulaire du marché. Cette transmission sera accompagnée d'un échantillon de dalles représentatives traitées par le Shom pour exemple.

Sur la base de la méthodologie de traitement validée par le Shom, le titulaire traite intégralement la zone de THIO. Au plus tard 1 mois après la livraison complète des données, le titulaire livre au Shom l'intégralité des données traitées de la zone THIO ainsi que les checklists associées pour validation du traitement par le Shom.

Le titulaire livre les unes après les autres les dalles traitées pour permettre une vérification du Shom en amont et favoriser l'amélioration du traitement au fur-et-à-mesure de l'avancement sur la zone THIO. Cette période de livraisons intermédiaires s'accompagne de réunions régulières de coordination.

A la livraison de la zone THIO, l'ensemble des données doit être à jour des modifications demandées au cours de ces vérifications intermédiaires.

Pendant cette étape, les échanges de données se font par ftp fourni par le titulaire. A l'issue un rapport présentant la méthodologie de traitement, les consignes de traitement, la checklist et les logiciels utilisés est fourni.

Les jalons principaux de l'étape de préparation sont :

T0	Notification du marché et fourniture d'un échantillon test hors Nouvelle-Calédonie.
T0 + 1 mois	Présentation de la méthodologie de traitement avec les logiciels utilisés et la checklist lors d'une réunion en présentiel sur le site du Shom.
T0 + 2 mois	Présentation des consignes de traitement établies.
T0 + 3 mois	Livraison complète des données prétraitées au titulaire et d'un échantillon représentatif traité par le Shom.
T0 + 4 mois	Livraison de l'intégralité des données traitées pour la zone THIO et des checklists associées. Livraison du rapport sur la méthodologie de traitement mise en place.

N° exigence	Description
E07	Un mois après la notification du marché, le titulaire présente la méthodologie de traitement et les logiciels utilisés.
E08	Un mois après la réception du lot test de la Nouvelle-Calédonie, le titulaire organise une réunion, de préférence en présentiel, pour présenter les consignes de traitement et la checklist au Shom.
E09	Le titulaire prend en compte les remarques du Shom sur la méthodologie, les consignes de traitement et la checklist. Il doit les adapter en conséquence.
E10	Le titulaire livre les unes après les autres les dalles traitées pour permettre une vérification du Shom en amont et favoriser l'amélioration du traitement au fur-et-à-mesure de l'avancement sur la zone THIO. Cette période de livraisons intermédiaires s'accompagne de réunions régulières de coordination.
E11	Au plus tard 1 mois après la livraison complète des données prétraitées, le titulaire livre l'intégralité des données traitées sur la zone de THIO ainsi que les checklists associées.
E12	Au plus tard à la livraison des données traitées sur la zone de THIO, le titulaire livre le rapport sur la mise en place de la méthodologie de traitement.

7.2.2 Etape de traitement

Pour le traitement, le titulaire met en œuvre la méthodologie de traitement telle que validée par le Shom à l'issue du traitement de la zone THIO.

Le titulaire transmet par ftp au Shom les données traitées dans l'ordre des zones indiquées dans le tableau ci-dessous et au plus tard aux échéances indiquées. Les zones peuvent être transmises progressivement au Shom dès qu'elles ont été intégralement traitées en visant une continuité géographique. Les checklists associées aux dalles sont également transmises.

Les jalons principaux de l'étape de traitement sont :

T0 + 3 mois	Livraison complète des données prétraitées au titulaire et d'un échantillon représentatif traité par le Shom.
T0 + 4 mois	Livraison de l'intégralité des données traitées pour la zone THIO
T0 + 7 mois	Livraison de l'intégralité des données traitées pour les zones GRAND NOUMEA, UNIA, YATE WAO, TOUAOUROU et GORO.
T0 + 10 mois	Livraison de l'intégralité des données traitées pour les zones HIENGHENE, TOUHO POINDIMIE PONERIHOUEN, LUENGONI, WE et MOU.
T0 + 14 mois	Livraison de l'intégralité des données traitées pour les zones POUÉBO, OUEVA NORD et OUEVA CENTRE.

Tout au long de cette étape, un dialogue est instauré entre le Shom et le titulaire visant à s'assurer que le niveau de traitement correspond aux attentes du Shom et respecte les délais. Ce dialogue se fait lors de réunions hebdomadaires en visioconférence et le cas échéant par réunion ponctuelle (ou courrier électronique) si nécessité.

N° exigence	Description
E13	Le titulaire respecte les priorités et délais de traitement demandés par le Shom.
E14	Le titulaire prend en compte les remarques du Shom sur le niveau de traitement suite à l'étape de validation et effectue les reprises nécessaires pour se conformer aux exigences de traitement.
E15	Le titulaire contacte le Shom dès que possible en cas de non adaptation des consignes de traitement. Il propose les adaptations à faire. A la suite de la validation avec le Shom, les consignes de traitement et la checklist sont modifiées, mises à jour et livrées dans leur version mise à jour au Shom.
E16	Les données sont traitées suivant les consignes de traitement mises en place pendant l'étape préparatoire et éventuellement mises à jour. Chaque dalle traitée est accompagnée de la checklist remplie par l'opérateur de traitement.
E17	La livraison se fait par ftp. L'arborescence des données doit être la même que celle d'origine. Il en va de même pour le format des données.
E18	Le titulaire organise des réunions hebdomadaires avec le Shom pour rendre compte de l'avancée des traitements et des problématiques rencontrées. Un compte-rendu de chaque réunion est rédigé par le titulaire puis transmis au Shom dans les meilleurs délais.

7.2.3 Etape de restitution finale

A l'issue, toutes les données traitées et les checklists associées sont livrées pour archivage au Shom. Elles sont accompagnées d'un rapport retraçant les prestations réalisées et les éléments marquants du marché, incluant a minima :

- la constitution de l'équipe de traitement ;
- les outils et logiciels mis en œuvre ;
- le calendrier détaillé des traitements ;
- les comptes rendus des réunions hebdomadaires ;
- les difficultés rencontrées pendant le traitement et les moyens mis en œuvre pour les pallier ;
- un retour d'expérience sur le marché.

Les données LAS sont livrées suivant une arborescence identique à celle de la transmission au titulaire.

Aucune donnée n'est supprimée par rapport à la transmission du Shom. Le traitement effectué consiste à la modification du drapeau « Withheld », sans suppression des attributs préexistants.

Le jalon principal de l'étape de restitution finale est :

T0 + 16 mois	Livraison finale sur supports physiques de l'ensemble des données traitées avec documents de traitement associés et rapports des différentes étapes.
---------------------	--

Les livrables attendus à la restitution finale sont listés dans les 3 exigences qui suivent.

N° exigence	Description
E19	Deux mois après l'étape de traitement, le titulaire livre toutes les données traitées et les checklists associées sur un disque dur externe. L'arborescence des données doit être identique à celle d'origine.
E20	Deux mois après l'étape de traitement, le titulaire livre un rapport retraçant les prestations réalisées et les éléments marquants du marché.
E21	Le titulaire livre les consignes de traitement et la checklist à jour des dernières modifications.

7.3 REMONTEE DES ANOMALIES DE TRAITEMENT

Il n'est pas inhabituel de découvrir des problématiques de traitement au cours du traitement. Il est difficile de tout anticiper lors de l'étape préparatoire. De plus, il arrive que les données comportent des anomalies d'acquisition qui demandent à revenir vers le titulaire qui a effectué l'acquisition pour obtenir un correctif.

Ainsi, toute difficulté de traitement ou cas non décrit dans le présent CCTP doit être remonté au Shom, au plus vite, pour analyse de la problématique et validation de la décision de traitement, puis application par le titulaire.

N° exigence	Description
E22	Le titulaire remonte au Shom dans les 48h suivant son identification tout cas non conforme aux principes de traitement ou autre anomalie pour mise en place d'une solution préalablement validée par le Shom. Si nécessaire, les consignes de traitement sont mises à jour.

7.4 REMONTEE D'INFORMATION NAUTIQUE SUR OPPORTUNITE

Du point de vue de la sécurité de la navigation, la remontée des informations nautiques pertinentes est indispensable. Cette action est effectuée par le Shom à l'issue de la livraison des données traitées.

Toutefois si le titulaire est amené à identifier des relèvements non cartographiés ou différences notables avec le fond cartographique, il doit faire remonter ces éléments dès leur identification au Shom. Les critères justifiant une remontée urgente ou rapide d'information nautiques sont décrits dans la section B-620 de la norme S-4 de l'OHI.

Afin de garantir la pertinence de l'information identifiée, il est nécessaire de faire appel à du personnel ayant acquis la certification dans le domaine de l'hydrographie (Catégorie A ou B de la FIG/OHI).

Les éléments nécessaires au Shom pour la remontée de l'information nautique sont :

- la localisation géographique ;
- l'identification de la carte marine à meilleure échelle concernée ;
- la position précise (WGS84) ;
- la nature de l'information avec un descriptif rapide ;
- le critère B620 qui justifie le signallement.

N° exigence	Description
E23	Le titulaire remonte sur opportunité les informations pouvant relever de l'information nautique urgente ou rapide avec les éléments nécessaires à son traitement par le Shom.

8 EXIGENCES SUR LES COMPETENCES DU PERSONNEL EN CHARGE DE LA PRESTATION

N° exigence	Description
E24	Le responsable de projet doit parler et écrire parfaitement le français.
E25	Le responsable de l'équipe de traitement doit être un hydrographe catégorie A (FIG-OHI) et avoir au minimum 3 ans d'expériences dans le domaine du LiDAR Topo-Bathymétrique.
E26	Chaque membre de l'équipe de traitement doit avoir la catégorie B de la FIG-OHI ou justifié d'au moins 3 ans d'expérience dans le traitement de données LiDAR Topo-Bathymétrique.