

MARCHE PUBLIC DE SERVICES

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES
(CCTP)**

(CCTP N° 2014_09_1 ROLNP)

Pouvoir adjudicateur exerçant la maîtrise d'ouvrage

Réseau d'Observation du Littoral Normand et Picard

Représentant du pouvoir adjudicateur (RPA)

Réseau d'Observation du Littoral Normand et Picard

Assistant au Maître d'Ouvrage

Le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM)
13 rue Chatellier - CS 92803
29 228 BREST Cedex 2

Objet du marché

Acquisition de prestations de levés topo-bathymétriques par laser aéroporté sur le littoral Normand et Picard (France)

Table des matières

GENERALITES	5
CALENDRIER	6
ETAPE PRELIMINAIRE	7
ÉTAPE PREPARATOIRE	7
SYSTEME GEODESIQUE	8
LOCALISATION DES PORTEURS	8
CONTROLE DU LASER PAR MESURES IN SITU	9
MISE EN ŒUVRE ET CALIBRATION DU LASER	9
STRATEGIE DE MESURES	9
EXECUTION DU LEVE LASER	10
PERIMETRE DU LEVE	11
GENERALITES	13
PRETRAITEMENT DE LA TOPOGRAPHIE ET DE LA BATHYMETRIE	13
TRAITEMENT DES IMAGES	15
ZONES D'INTERET	18

Table des illustrations

Figure 1 : zone générale du levé	3
Figure 2 : Tréport – Baie de Somme	19
Figure 3 : Dieppe	20
Figure 4 : Embouchure Sud de la Seine	20
Figure 5 : Courseulles-sur-Mer	21
Figure 6 : Grandcamp-Maisy	21
Figure 7 : Chausey	22
Figure 8 : Légende des figures	23

Objet du document

L'objet de ce cahier des clauses techniques particulières (CCTP) est de spécifier les prestations de **levés topo-bathymétriques** par laser aéroporté de type LITTO3D® sur le littoral Normand-Picard.

Le levé fera l'objet d'une seule mobilisation.

Sites test pour le levé lidar bathymétrique

 Proposition d'emprises pour survol lidar

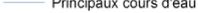
Isobathes en m
(sous le 0 hydrographique)

— 0
— 5
— 7
— 10

 Estran

 Trait de côte

 Communes littorales

 Principaux cours d'eau

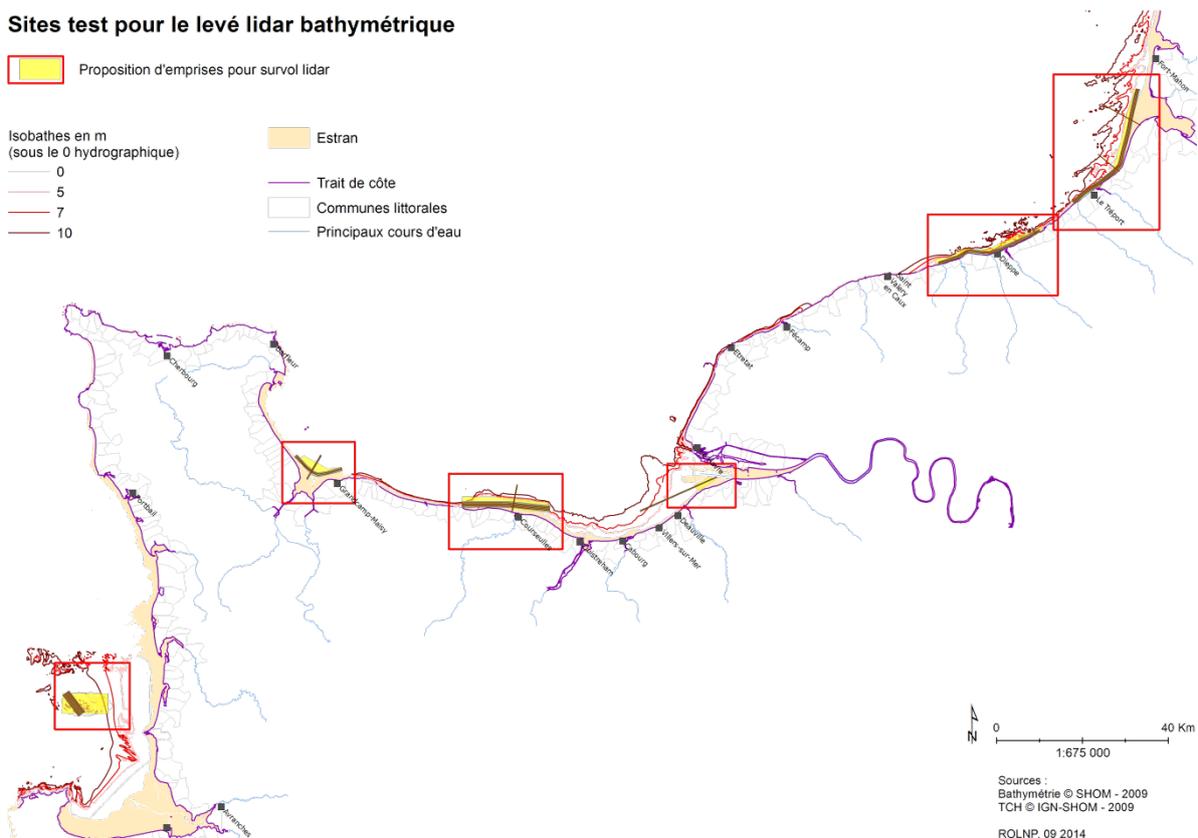


Figure 1 : zone générale du levé

Tranche ferme : acquisition sur les 6 zones d'intérêt définies sur la carte.

Le présent CCTP décrit l'ensemble des travaux à réaliser ainsi que les niveaux d'exigences à satisfaire par le titulaire. Cette expérimentation vise à faire la démonstration des performances atteintes par un lidar bathymétrique dans les eaux turbides rencontrées en Manche.

La zone à lever s'étend sur plusieurs zones d'intérêt :

- Îles Chausey,
- Grandcamp-Maisy,
- Courseulles-sur-Mer,
- Embouchure Sud de la Seine (entre Honfleur et Trouville-sur-Mer),
- Dieppe,
- Le Tréport et Baie de Somme.

Le marché comporte une unique tranche ferme selon les découpages en zones géographiques d'intérêt précisées en Annexe I du présent Cahier des Clauses Techniques Particulières. Un **objectif de démonstration** est poursuivi dans ces conditions environnementales réputées difficiles pour la technique lidar (turbidité importante en Manche). Une **obligation de moyens** est donc fixée : deux créneaux de vol (d'une durée minimale de 4h30) devront être assurés. La couverture atteinte n'est pas contractualisée par le présent CCTP (**non obligation de résultats**, bien qu'il soit de l'intérêt du titulaire de faire valoir les performances de son capteur).

TRANCHE FERME

Préparation, exécution et prétraitement de deux vols laser topo-bathymétrique sur des zones d'intérêt ciblées en annexe I, du zéro hydrographique aux fonds de 10m (limite partie maritime).

Contexte

La connaissance et la gestion de l'érosion du littoral nécessitent de disposer d'une modélisation continue terre-mer, comme le propose le produit Litto3D® au plan national.

Les Régions Haute-Normandie, Basse-Normandie et Picardie ainsi que le Conservatoire du Littoral se sont associés pour créer le Réseau d'Observation du Littoral Normand et Picard (ROLNP). Le projet vise à rassembler et diffuser la connaissance scientifique et technique pour fournir aux élus et décideurs des outils pour une gestion intégrée et partagée du littoral.

Le périmètre d'action du projet concerne le littoral normand-picard et inclut des secteurs restreints adjacents afin de tenir compte des fonctionnalités écologiques ou sédimentaires rattachées (Baie de Cancale, Baie d'Authie).

Parmi les missions dévolues au Réseau, l'une d'entre-elles concerne la volonté de faire émerger un besoin de connaissances complémentaires ou orienter et assurer l'acquisition de ces compléments de connaissances pour pallier aux manques de données. Ce dernier point concerne notamment l'absence de données bathymétriques fines des petits fonds (0 à - 10m) souvent affectés par une

turbidité importante. Pour pallier à ce manque, le ROLNP envisage de réaliser une expérimentation de levés topo-bathymétriques sur des zones test du littoral des régions Basse Normandie, Haute Normandie et Picardie, étape préalable à la mise en place d'une Stratégie de Suivi fiable, homogène, récurrent et pérenne du Littoral Normand et Picard sur les dix années à venir.

L'objectif de ce projet est donc de tester en eaux turbides (Manche) la technique LiDAR (Light Detection And Ranging) bathymétrique aéroporté afin d'estimer les performances pouvant être atteintes dans la zone comprise entre le zéro hydrographique et l'isobathe de 10 m.

En outre, ces données seront un embryon participant à l'élaboration du référentiel géographique du littoral (RGL). Elles participeront à la constitution progressive d'un modèle numérique altimétrique régulier et continu dans l'espace, sur la mer et sur une portion de terre contiguë (produit Litto3D®). Ce modèle constitue la composante géométrique du Référentiel Géographique du Littoral (RGL), et est appelé à devenir le socle commun à la plupart des applications de gestion intégrée en zone côtière (GIZC).

Afin de veiller au bon déroulement du levé, de contrôler la qualité des données recueillies, et d'en assurer le traitement, le SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine) intervient en assistance à maîtrise d'ouvrage auprès du ROLNP.

Documents applicables

- [1] Norme Publication Spéciale de l'OHI n°44 - 5ème édition, février 2008 ;
- [2] Systèmes géodésiques officiels français – Décret n°2000-1276 du 26 décembre 2000 modifié ;
- [3] Recommandation nationale : levés au laser bathymétrique ; le projet Litto3D® - Publiées aux annales hydrographiques 6^{ème} série – Vol. 5 n° 774
- [4] Recueil et diffusion des informations nautiques - Instruction du Premier Ministre n° 228/SGMER du 3 mai 2002.

Exigences sur l'organisation

Généralités

Le titulaire doit disposer en son sein, ou par voie de sous-traitance, de toutes les compétences nécessaires et doit désigner des personnes capables.

En plus des exigences et règles contenues dans le présent cahier des clauses techniques particulières, le titulaire doit notamment prendre connaissance, respecter, et appliquer les règles contenues dans

les documents [1] à [4]. Toute dérogation à ces règles doit avoir reçu l'approbation du ROLNP et du SHOM.

Les zones d'intérêt sont décrites en annexe I. Le titulaire propose une délimitation géographique précise en fonction des contraintes (vol, autorisations, ...). Les lignes de vol sont définies d'un commun accord entre le maître d'ouvrage et le prestataire (**Voir exigence 12**)

La limite en mer se situe au niveau de l'isobathe de 10 mètres.

La stratégie du levé doit s'accommoder des conditions météorologiques et des contraintes environnementales du moment.

Il revient au titulaire de proposer au ROLNP et au SHOM la période du levé, dans les délais indiqués dans l'acte d'engagement, à compter de la date précisée dans la décision du Pouvoir Adjudicateur pour commencer l'exécution des prestations de la tranche ferme ou de la date de notification de cette décision si celle-ci est postérieure.

Pendant la durée des levés laser, le site du levé est entièrement instrumenté par le titulaire dans les domaines de mesures décrits ci-après. Tous les matériels nécessaires au levé laser (capteurs, porteurs, récepteurs et stations GPS différentielles ...) sont choisis, fournis et mis en œuvre par le titulaire.

Conformément à la réglementation [4], toutes les informations nautiques susceptibles d'engager la sécurité de la navigation de surface sont signalées par le titulaire et transmises sans délai par celui-ci au ROLNP et au SHOM, qui prendront l'initiative de diffuser ou non les informations, par le canal officiel le plus approprié.

Deux semaines avant le début des levés :

Exigence 1

Le titulaire communique au ROLNP et au SHOM l'organisation qu'il mettra en place pour réaliser ces essais.

Calendrier

Les acquisitions sur le terrain doivent avoir lieu **si possible sur le mois d'octobre 2014**.

L'ensemble des données laser topo-bathymétrique prétraitées et des rapports associés doivent être livrées au ROLNP **au plus tard 10 semaines** après la fin des opérations de levé sur le terrain.

Les candidats ne pouvant respecter ces échéances calendaires sont cependant libres de proposer un calendrier différent argumenté. Il est rappelé que le calendrier de réalisation et le délai d'exécution sont des critères de choix des offres.

Etape préliminaire

Exigence 2

Le titulaire est en charge des opérations préalables aux premiers travaux sur le terrain.

Étape préparatoire

L'étape de préparation et d'instrumentation du site comporte au minimum les tâches suivantes :

- La communication et les demandes d'autorisations officielles : administrations, préfecture, mairies, comités des pêches, associations de plaisanciers, direction de l'équipement et des transports ...
- L'acheminement des matériels et des personnes ;
- L'aménagement des locaux sur place, le rangement et/ou le déploiement des matériels ;
- L'installation, l'étalonnage et la vérification de bon fonctionnement des matériels et des moyens de communication ;
- La planification affinée à partir des conditions observées sur place et des prévisions à court terme ;
- La rencontre avec les personnels du ou des aérodrômes de base ;
- Les travaux géodésiques de rattachement des stations GPS différentielles le cas échéant ;
- Le démarrage des stations GPS différentielles le cas échéant ;
- La mise en place des marégraphes le cas échéant ;
- La préparation de la récupération des bulletins météorologiques spécifiques de la zone du levé, exploitables pour la mise en œuvre des porteurs (vent, nébulosité, état de la mer ...) et des capteurs (Météo France ou un prestataire de service capable d'établir ce type de prévisions) et/ou le démarrage des mesures météorologiques.

Le titulaire doit fournir au ROLNP des propositions de bulletins d'informations mais c'est le ROLNP qui prend en charge les communications à la presse sur toute la durée de la prestation.

Exigence 3

Les travaux préparatoires font l'objet d'un simple résumé dans le rapport de mission.

Exigences sur les mesures par laser aéroporté topo-bathymétrique

Système géodésique

Les paramètres et les méthodes de rattachements des mesures aux zéros terrestres et hydrographiques (grille d'écarts, modèle de marée...), les paramètres de changements de systèmes géodésiques, les coordonnées des points géodésiques et de nivellement nécessaires et préalables aux travaux, dans les systèmes de référence officiels, sont récupérés par le titulaire auprès des services géographiques officiels (IGN, SHOM).

Exigence 4

Toutes les mesures sont définies dans le système géodésique RGF93 associé à l'ellipsoïde IAG GRS 1980, en coordonnées projetées (projection cartographique Lambert 93) avec une hauteur (h_e) rapportée à l'ellipsoïde.

Exigence 5

Les coordonnées des points géodésiques et de nivellement nécessaires aux travaux et utilisées par le titulaire, sont à récapituler dans le rapport final et à fournir sur des fiches descriptives individuelles (graphique, de préférence en numérique) avec indication de qualité (précision, pérennité, ...) du point.

Localisation des porteurs

Le titulaire choisit une méthode de localisation des porteurs compatible avec les exigences de précision du levé (cf. § 5.6 - exigence 12) : GPS différentiel, GPS différentiel cinématique temps réel, PPP (*Precise Point Positioning*), ...

Une centrale inertielle fournit l'attitude des porteurs. Les positions des porteurs sont corrigées de l'attitude en temps réel et les capteurs sont asservis en conséquence.

Exigence 6

Les observations brutes (signaux et phases GPS) sont systématiquement enregistrées sur les porteurs pour le traitement en temps différé de la localisation des trajectoires.

Exigence 7

L'ensemble des paramètres délivrés par la centrale inertielle (attitude, estimateurs de précision...) est enregistré.

Exigence 8

Le titulaire assurera un contrôle de l'intégrité et de la précision des solutions de positionnement utilisées simultanément aux opérations de levé.

Contrôle du laser par mesures in situ

Ce contrôle n'est pas prévu dans le cadre de cette expérimentation. Les données acquises seront comparées à posteriori avec des données bathymétriques déjà présentes en base de données au SHOM.

Mise en œuvre et calibration du laser

Exigence 9

Le système laser est configuré de manière à :

- Acquérir les images vidéo de la surface levée pour aider l'interprétation des mesures en temps différé, ce qui impose de travailler de jour ;
- Voler à une altitude telle qu'il n'existe pas de risque sanitaire pour les personnes exposées et notamment en vision directe ou par rétrodiffusion des faisceaux laser ;
- Filtrer efficacement la houle, les vagues et les turbulences atmosphériques à partir de l'adoption d'un paramétrage ad hoc.

Exigence 10

Des contrôles plus fins du laser sont régulièrement faits en mer, aux croisements des profils réguliers et traversiers, ou à différents endroits caractéristiques pour vérifier la précision et la répétabilité des mesures laser.

Stratégie de mesures

La planification des mesures laser est optimisée à partir des considérations suivantes (liste non exhaustive) :

- Les bulletins de prévisions météorologiques doivent être exploités à la fois pour la mise en œuvre de l'aéronef mais aussi pour celle des capteurs : le vent, l'état de la mer et la nébulosité ne doivent pas interférer ou gêner les mesures ;
- Le déferlement à la côte gêne voire empêche la mesure de bathymétrie. Le travail dans ces conditions doit être évité ;

- Les précipitations peuvent être fortes et entraîner une turbidité importante à la côte dans les zones de levé ;
- Les éventuelles contraintes d'opération liées aux vols dans des zones soumises à restrictions (zones d'exercice militaire ou sites sensibles, réserves...) doivent être prises en compte ;
- Même s'il est acquis que le laser est plus performant la nuit, les vols sont effectués de jour, de manière à disposer des images pour la validation et la qualification des mesures (élimination des échos parasites et des artefacts : les navires par exemple).

La planification des mesures doit être établie à l'avance, mais aussi pouvoir être modifiée en temps réel pour optimiser l'emploi des moyens. Il est donc important de pouvoir disposer des informations ci-dessus rapidement (au travers d'un réseau de télécommunications efficace notamment).

Afin d'assurer une description précise et continue de l'interface terre-mer, les zones de petits fonds (*very shallow waters*) devront faire l'objet d'une attention particulière. La planification des acquisitions devra être optimisée dans ce sens.

Exécution du levé laser

L'exigence 11 définit habituellement les contraintes géométriques des levés Litto3D[®] en termes de précision et de résolution. Dans le présent CCTP, elle n'est pas contractuelle mais est mentionnée comme un objectif d'expérimentation à atteindre :

Exigence 11 non contractuelle

Domaine maritime (y compris Etang TC2) – Zones immergées	
Résolution et recouvrement	Minimum 5X5 mètres sans trou entre fauchées
Précision planimétrique à 95% (cf. Réf. [1])	Meilleure que 280 cm
Précision verticale à 95% (cf. Réf. [1])	Meilleure que 40 cm
Domaine terrestre – Zones émergées	
Résolution et recouvrement	Minimum 1 point / m ² sans trou entre fauchées
Précision planimétrique à 95%	Meilleure que 100 cm
Précision verticale à 95%	Meilleure que 20 cm

Les candidats détailleront dans leur offre technique les performances attendues sur les zones émergées (données « topographiques ») et immergées (données « bathymétriques »), en distinguant le cas échéant les performances attendues dans les zones de très petits fonds (premiers mètres de profondeur, zone *Very Shallow Waters*) et au-delà.

Ces exigences incluent toutes les sources d'erreurs confondues.

En dehors du critère de détection qui ne peut être garanti, le respect de ces exigences permet d'atteindre l'ordre 1b de la PS44 [1], au niveau de chaque mesure bathymétrique prise individuellement.

Exigence 12

Dans le cadre de cette prestation, le prestataire définira en accord avec le maître d'ouvrage les lignes de vol sur chaque secteur :

- 2 lignes de vol seront définies à minima par zone d'intérêt
- Ces lignes de vol devront être définies en suivant dans la mesure du possible l'isobathe 3m.
- Pour évaluer en temps différé la cohérence interne du laser, des profils traversiers seront effectués à raison d'1 profil traversier tous les 10 km en moyenne, et au minimum deux profils traversiers par bloc de lignes de vol (acquisition jusqu'à l'extinction du retour laser).

Périmètre du levé

Définitions :

Isobathe : ligne d'égale profondeur. Les profondeurs sont référencées au zéro hydrographique (ou zéro de réduction des sondes).

Les **zones d'intérêt** à lever, présentées en annexe I, ont été définies à partir de la connaissance disponible (cartes marines, base de données bathymétriques du SHOM, levés lidar...) pour couvrir le domaine compris entre :

- Le **zéro hydrographique**
- et l'**isobathe 3 m** pour la tranche ferme,
- y compris les **zones émergées** (plages, cordons dunaires, récifs, îlots...) situés à proximité des côtes dans les limites des zones d'intérêt.

Exigence 13 non contractuelle

Pour la présente expérimentation, le titulaire n'a **pas d'obligation de couverture** du levé dans les limites des zones d'intérêt définies.

La présente exigence est cependant mentionnée, car pour démontrer l'intérêt de la technique laser sur le littoral Normand et Picard, un taux de couverture minimal de 80% serait à atteindre.

Le taux de couverture est calculé de la manière suivante :

Taux de couverture (*) = (en %)	$\frac{\text{Surface effectivement couverte (*) (en km}^2\text{)}}{\text{Surface de la zone d'intérêt (*) (en km}^2\text{)}} \times 100$	
------------------------------------	--	--

(*) pour chaque zone définie

Une surface est réputée effectivement couverte lorsque la densité des points de mesures valides sur les reliefs terrestres et marins (cf. exigences 21, 25, 26, 27) est (cf. exigence 12 non contractuelle dans le présent CCTP) :

- d'au moins 1 point / 25m² sur les zones immergées
- et d'au moins 1 point / m² sur les zones émergées

Les éventuels points de mesure isolés, ainsi que les points de mesure non représentatifs (cf. exigences 21, 25, 26, 27), n'entrent pas dans le calcul du taux de couverture.

Rappel :

Le candidat devra fournir une offre commerciale pour un taux de couverture minimum de 80% dans les zones d'intérêt.

Exigence 14

Les zones d'intérêt à lever ont été définies a priori à partir de la connaissance disponible qui peut ne pas refléter fidèlement la réalité du terrain.

Si le titulaire observe un décalage entre les zones d'intérêt à lever définies dans le présent CCTP et l'objectif du levé (cf. § 5.7), le titulaire doit en informer immédiatement le ROLNP et le SHOM afin d'étudier les dispositions à prendre.

Exigence 15

En cas de niveau de détection non satisfaisant sur certaines lignes de vol, des passages supplémentaires sont si possible programmés dans des conditions différentes (turbidité, météorologie, ensoleillement...). Les données acquises lors des passages successifs doivent être prétraitées et livrées.

Exigence 16

Un rapport de mission récapitulant les opérations menées sur le terrain est rédigé par le titulaire et communiqué au ROLNP et au SHOM.

Exigences sur le prétraitement des mesures

Généralités

Cette étape permet de faire la preuve que les levés ont été correctement exécutés et qu'ils débouchent sur des résultats d'expérimentation exploitables par le ROLNP et le SHOM.

Le titulaire a à charge de réaliser le prétraitement des données laser, le traitement final et la qualification de ces données étant directement assurés par le SHOM.

Exigence 17

Un rapport de mission décrira les conditions d'exécution du levé : prétraitements, traitements réalisés, procédures, algorithmes et outils employés, paramètres de calibration...

Le rapport peut être rédigé en anglais. Il sera communiqué au ROLNP et au SHOM, en plus des données brutes et des données prétraitées.

Exigence 18

Toutes les mesures réalisées (données laser, capteurs annexes : GNSS, central inertielle...) sont livrées : données brutes et données pré-traitées / traitées.

Les profils de mesures réalisés qui débordent des limites des zones d'intérêt ne doivent pas être artificiellement tronqués sur ces limites. Ils doivent être prétraités et fournis.

Il est rappelé que les plans de vol prévisionnels doivent être fournis par les candidats dans leur offre technique.

Prétraitement de la topographie et de la bathymétrie

Exigence 19

Les opérations de prétraitement assurées par le titulaire doivent comporter a minima :

- L'élaboration de la solution de navigation du porteur : traitement des données GPS et inertielle afin de disposer d'une trajectographie précise du porteur, conforme avec les objectifs de précision (cf. exigence 16) ;
- Le géoréférencement des données laser acquises à partir de cette solution de navigation et des paramètres de calibration des capteurs ;
- La conversion des données brutes laser en nuage de points géoréférencés, et corrigés de la réfraction (pour les points de mesure bathymétrique) ;
- Le contrôle qualité rapide de ce nuage de points afin d'estimer la conformité des données acquises avec les exigences (non contractuelles pour cette expérimentation) de précision (cf. exigence 12) et de couverture (cf. exigence 14).

Exigence 20

Ces opérations de prétraitement doivent être réalisées directement sur le terrain afin de garantir que les données topo-bathymétriques collectées répondent bien aux objectifs du levé et exigences formulées dans le présent CCTP avant démobilisation des moyens humains et matériels.

Les candidats détailleront dans leur offre la méthodologie et les moyens prévus pour réaliser ces prétraitements dans des délais compatibles avec la conduite des opérations.

Exigence 21

La conversion des données brutes en nuage de points géoréférencés peut fournir plusieurs solutions par impulsion laser (retours multiples). Les différentes solutions seront fournies, documentées et identifiées.

Exigence 22

Les retours laser sur la surface d'eau constituent des mesures non représentatives dans le cadre des objectifs poursuivis, ces retours sont cependant indispensables afin d'élaborer un modèle de surface en vue de corriger les mesures bathymétriques de la réfraction.

Les candidats devront détailler dans leur offre :

- La méthode et les outils prévus pour élaborer ce modèle de surface ;
- La méthode et les outils prévus pour nettoyer rapidement ces retours surface afin d'estimer la couverture réellement obtenue dans le cadre du contrôle qualité rapide dont ils auront la charge. Il est rappelé que seuls les points de mesure représentatifs des reliefs sont pris en compte pour les calculs de couverture.

Le traitement final des données laser topo-bathymétriques sera assuré directement par le SHOM. Ce traitement comprend notamment la suppression fine des retours laser sur les surfaces d'eau. Les candidats détailleront dans leur offre les fonctionnalités et performances des outils spécifiques au(x) capteur(s) laser employé(s), ou les éventuelles solutions informatiques qu'ils auraient été amenés à développer, permettant de classer manuellement ou automatiquement ces retours sur les surfaces d'eau.

Exigence 23

A l'issue des opérations de prétraitement, la totalité des données topo-bathymétriques sera livrée :

- Données laser brutes ;
- Nuage de points bruts géoréférencés et corrigés de la réfraction – Résultat du processus de conversion des données brutes laser en nuage de points avant contrôle qualité rapide ;
- Nuage de points prétraités, résultat du contrôle qualité rapide. Les points de mesure laser seront considérés comme valides s'ils décrivent les reliefs (les points sur la surface de l'eau sont considérés comme invalides). Sinon, ils seront considérés comme invalides (bruit de mesure, retours surface, précision insuffisante...). La totalité des points (points considérés comme valides et invalides) issues du processus de contrôle qualité rapide seront livrés.

Traitement des images

Exigence 24

Les images doivent avoir un niveau de qualité suffisant pour pouvoir être utilisées en étape de validation des mesures laser.

La résolution originale des images est conservée (minimum 50 cm). Aucun sur ou sous échantillonnage n'est appliqué.

Exigence 25

La précision de géoréférencement planimétrique à 95% des images doit être meilleure que 5 m.

Exigence 26

Chaque image est horodatée dans le système TU avec la même base de temps que la donnée laser (voir exigence 31).

Exigences sur les formats des mesures

Exigence 27

L'ensemble des mesures brutes (GPS, signaux laser et données des centrales inertielles) sont fournies dans leurs formats natifs.

Une description complète des formats est fournie avec les données.

Exigence 28

Les nuages de points laser topo-bathymétriques bruts géoréférencés et corrigés de la réfraction, issus du processus de conversion des données brutes laser en nuage de points avant contrôle qualité rapide, sont livrés au format LAS (v1.2 ou v1.4) ou à défaut ASCII.

Un fichier de mesures est constitué pour chaque profil de mesure effectué, pour un type de capteur et dans un mode de fonctionnement donné.

Exigence 29

Les nuages de points prétraités, issus du contrôle qualité rapide, sont livrés au format LAS (v1.2 ou v1.4) ou à défaut ASCII.

Un fichier de mesures est constitué pour chaque profil de mesure effectué, pour un type de capteur et dans un mode de fonctionnement donné. A chaque mesure est associée un « flag » de contrôle : de type « valide » ou « invalide », ou tout autre principe de classification permettant de séparer les mesures répondant aux objectifs et exigences du levé, des mesures non pertinentes (bruit de mesure, retours surface...).

Exigence 30

Pour les nuages de points bruts (cf. exigence 30) et prétraités (cf. exigence 31), des règles de baptême des fichiers sont utilisées pour permettre une identification aisée et rapide des données laser. Le nom de chaque fichier de mesure laser devra comporter au minimum le baptême du profil selon le plan de vol théorique, et si possible :

- la date de mesure ;
- le type de profils (calibration, régulier ou traversier) ;
- le capteur utilisé (si plusieurs capteurs laser sont mis en œuvre) ;
- les éventuelles reprises de profil (indice concaténé au nom du profil repris par exemple).

A chaque point de mesure seront associés les attributs suivants :

- identifiant de la ligne de vol ;
- date et heure de la mesure (*Standard GPS Time*, l'emploi du *GPS Week Time* est à proscrire) ;
- numéro du retour et nombre de retours (si plusieurs retours par impulsions) ;
- angle du scan (souhaitable) ;
- intensité du signal retour (souhaitable) ;
- « flag » de contrôle (pour le nuage de points prétraité uniquement).

Exigence 31

Le titulaire livre également le projet dans le format natif des logiciels de traitement utilisés.

Exigence 32

Chaque mesure doit être horodatée dans le système *Standard GPS Time*.

Exigence 33

Le titulaire fournit les mesures et images correspondantes dans les délais indiqués dans l'acte d'engagement.

Récapitulatif des fournitures

Les fournitures attendues par le ROLNP sont :

- Un rapport de mission décrivant l'exécution de la mission
- Les produits :
 - Les profils suivis et la couverture surfacique ;
 - Les contrôles effectués sur les capteurs : étalonnage, calibration... ;
 - Les enregistrements des mesures brutes (points GPS, centrale inertielle, échos laser...) dans leurs formats natifs ;
 - Les nuages de points bruts géoréférencés et corrigés de la réfraction ;
 - Les nuages de points prétraités ;
 - Le chantier au format natif utilisé par la (ou les) chaîne(s) de traitement du titulaire ;
 - Les images individualisées, géoréférencées et non mosaïquées ;
 - Les résultats des contrôles qualité effectués sur les produits ;
 - Les fiches descriptives individuelles des points géodésiques utilisés pour le levé ;

Les produits sont fournis un disque dur externe adressé au ROLNP.

Les supports numériques doivent être lisibles sous OS Windows, UNIX et Linux, et être sans virus connu à la date de la livraison.

ANNEXE I

Zones d'intérêt

Les **zones d'intérêt** à lever, présentées ci-après, ont été définies à partir de la connaissance disponible (cartes marines, base de données bathymétriques du SHOM, levés lidar...) pour couvrir le domaine compris entre :

- **Le zéro hydrographique**
- **l'isobathe 3m**, y compris les zones émergées (plages, cordons dunaires, récifs, îlots...) situés à proximité des côtes dans les limites des zones d'intérêt,

Les limites des zones d'intérêt à terre et en mer sont représentées en traits continus rouges sur les extraits de carte ci-après. Elles sont également fournies sous forme de :

- fichiers shape en coordonnées cartographiques dans la projection Lambert 93 associée au système géodésique RGF93,
- images GeoTiff géoréférencées en projection Lambert 93 associée au système géodésique RGF93.

Ces limites en mer sont définies à partir de la connaissance disponible a priori, et pourraient ne pas refléter fidèlement la réalité du terrain (cf. exigence 15).

Une couverture surfacique complète du domaine terrestre (zones émergées) et du domaine maritime n'est pas attendue dans les limites des zones d'intérêt, l'objectif de la présente expérimentation étant de démontrer les performances pouvant être atteintes par la technique du lidar bathymétrique aéroporté.

Zones d'intérêt – Tranche ferme

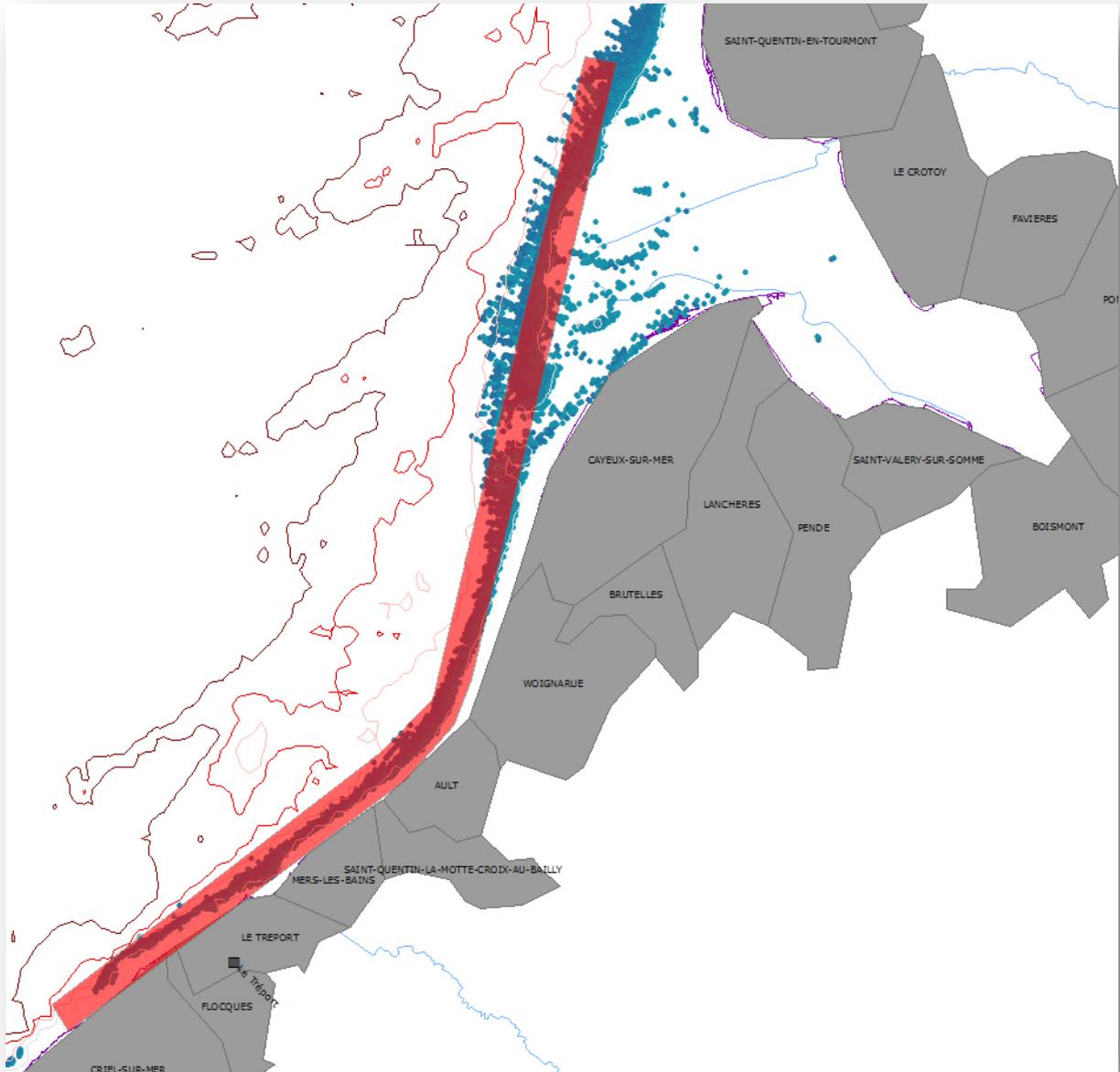


Figure 2 : Tréport – Baie de Somme

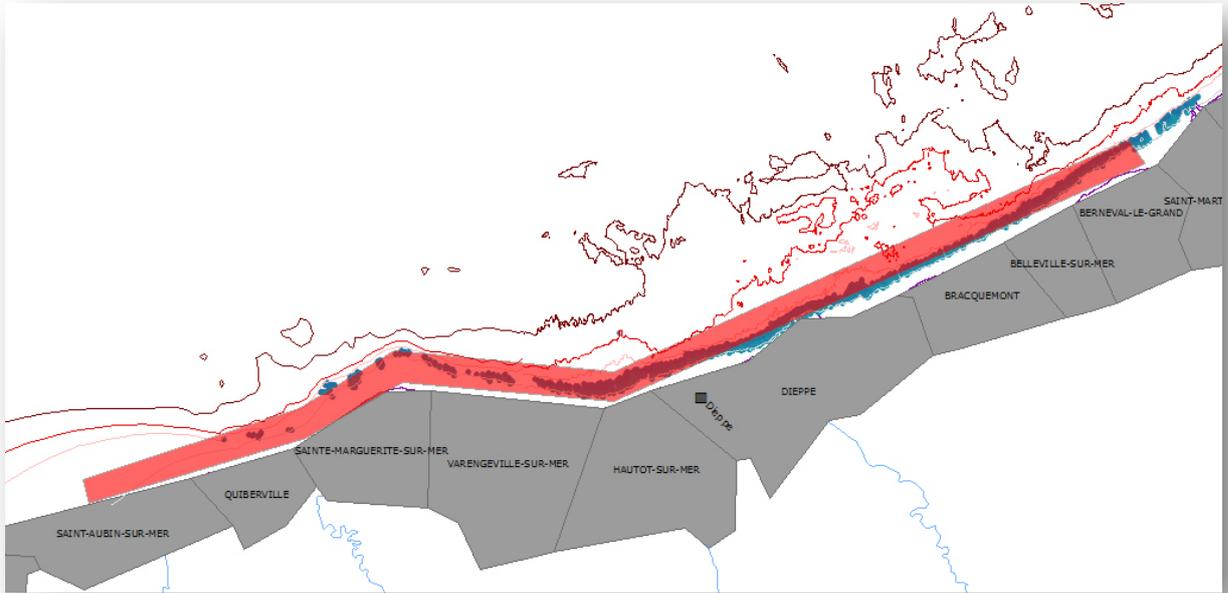


Figure 3 : Dieppe

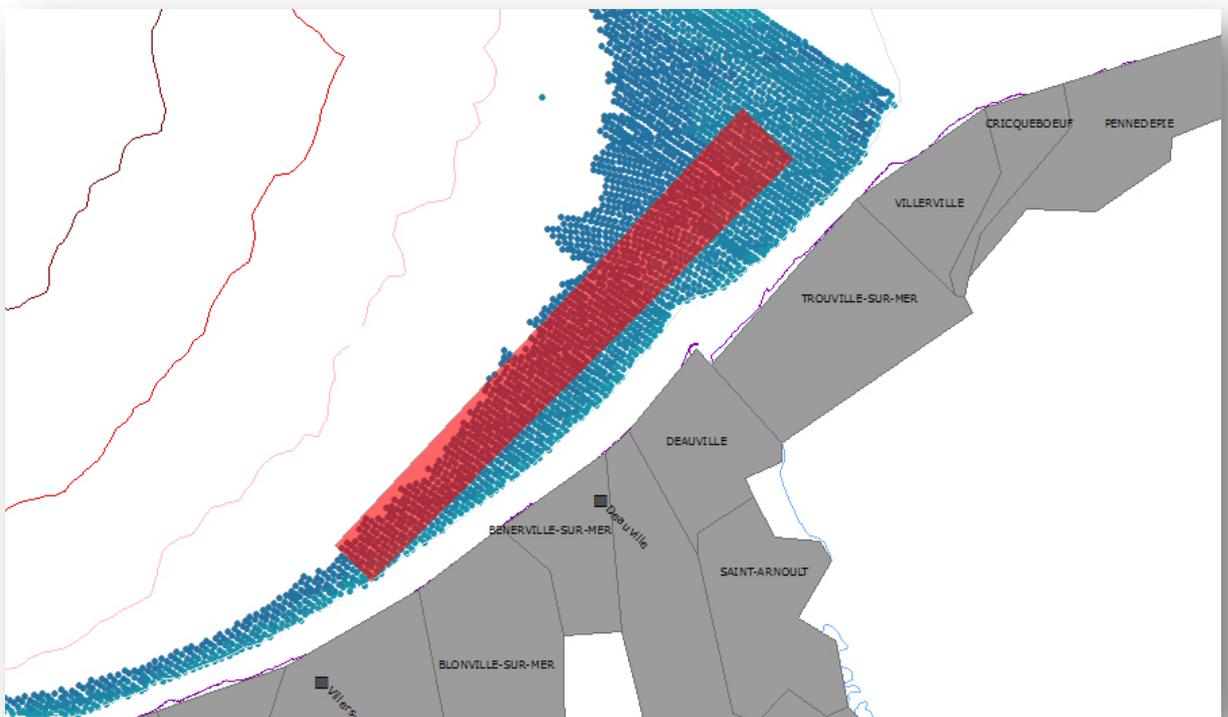


Figure 4 : Embouchure Sud de la Seine

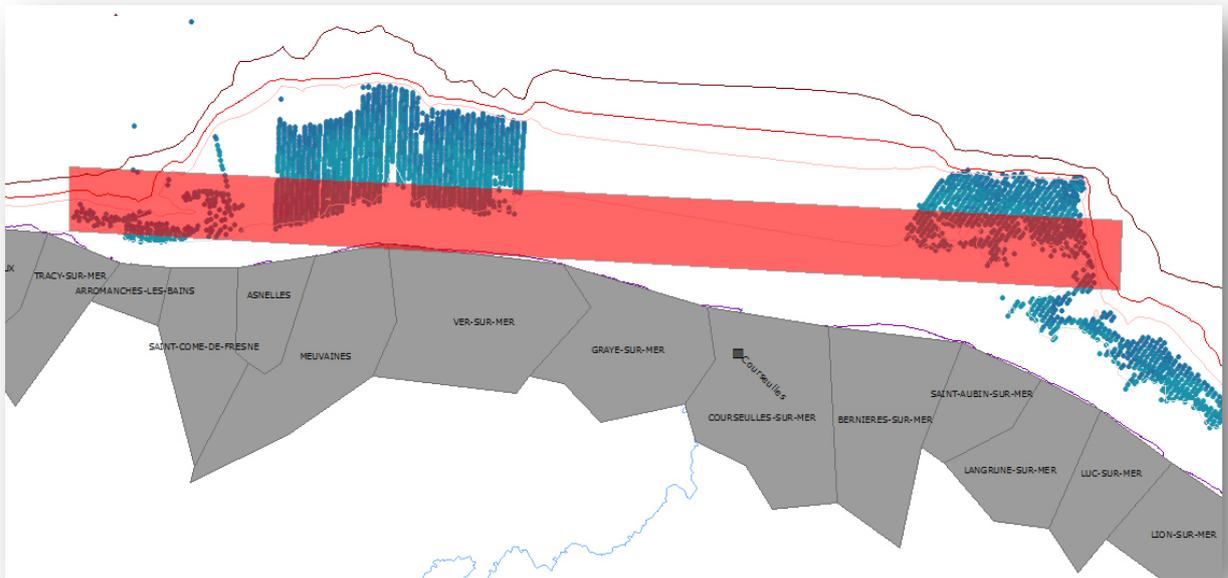


Figure 5 : Courseulles-sur-Mer



Figure 6 : Grandcamp-Maisy

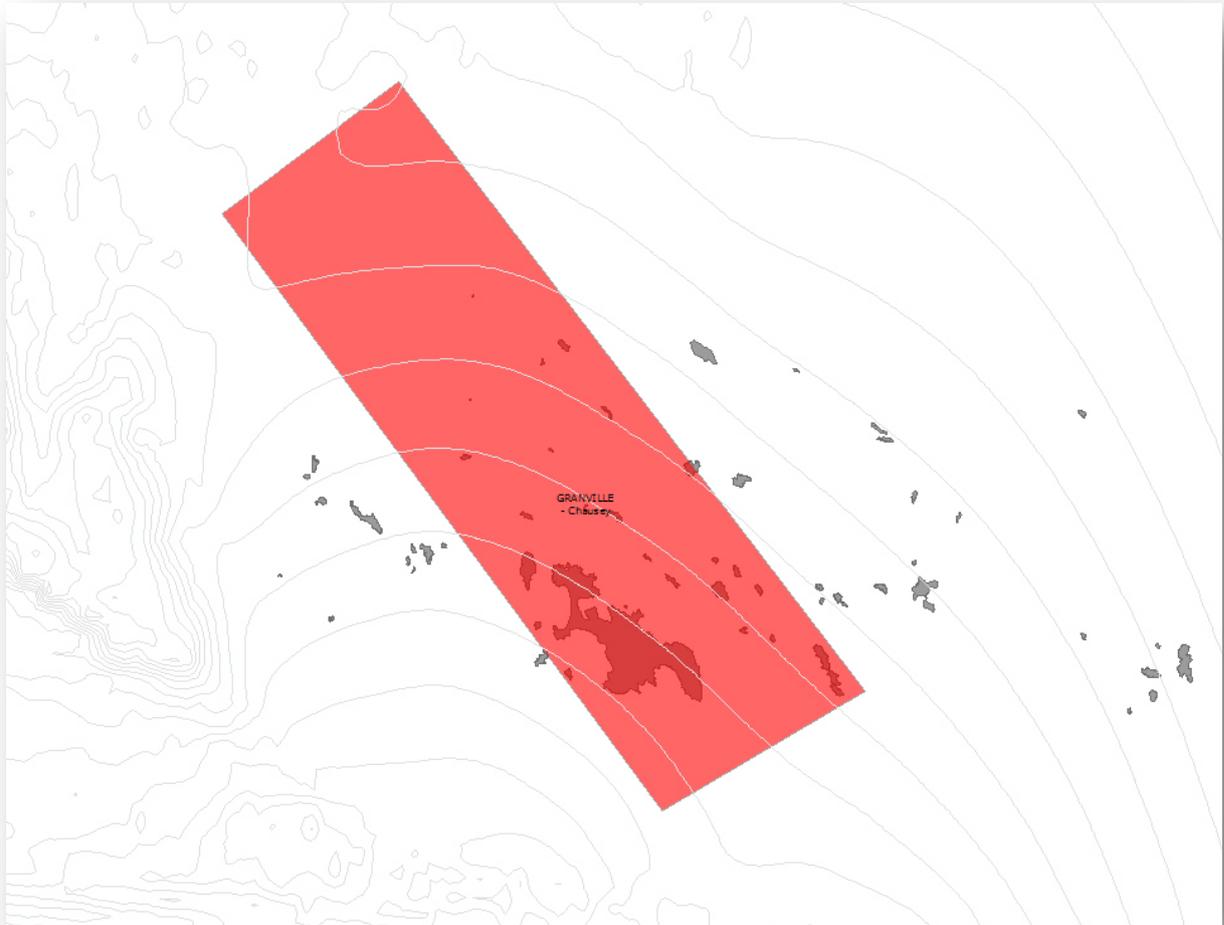


Figure 7 : Chausey

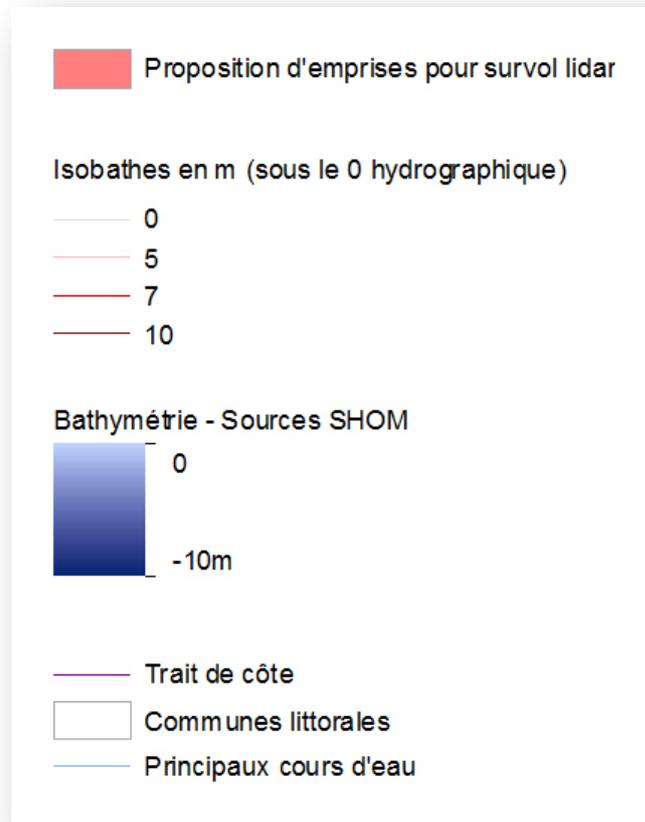


Figure 8 : Légende des figures