



HAL
open science

Suivi morphologique du Sillon de Talbert pour l'année 2021 (Commune de Pleubian – Période d'août 2020 à septembre 2021)

Pierre Stéphan, Serge S. Suanez, Laurence David, Jérôme Ammann, Julien Houron

► To cite this version:

Pierre Stéphan, Serge S. Suanez, Laurence David, Jérôme Ammann, Julien Houron. Suivi morphologique du Sillon de Talbert pour l'année 2021 (Commune de Pleubian – Période d'août 2020 à septembre 2021). [Rapport de recherche] Université de Bretagne Occidentale. 2022. hal-03588352

HAL Id: hal-03588352

<https://hal.science/hal-03588352v1>

Submitted on 24 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



uob
U
M
E

université
de bretagne
occidentale

Pierre STÉPHAN
Serge SUANEZ
Jérôme AMMANN
Laurence DAVID
Julien HOURON

Rapport sur le suivi morpho- sédimentaire du sillon de Talbert pour l'année 2021

Février 2022



INSTITUT
UNIVERSITAIRE
EUROPÉEN
DE LA MER



***Suivi morphologique du Sillon de Talbert pour l'année 2021
(Commune de Pleubian – Période d'août 2020 à septembre 2021)***

***Pierre STÉPHAN
Serge SUANEZ
Jérôme AMMANN
Laurence DAVID
Julien HOURON***



Février 2022

**COMMUNE DE PLEUBIAN (CÔTES D'ARMOR) ET
CONSERVATOIRE DE L'ESPACE LITTORAL ET DES RIVAGES LACUSTRES**

***Suivi morphologique du Sillon de Talbert pour l'année 2021
(Commune de Pleubian – Période d'août 2020 à septembre 2021)***



Maître d'œuvre

LETG - UMR 6554 CNRS - Institut Universitaire Européen de la Mer - Place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané

Réalisation : Pierre STÉPHAN, Serge SUANEZ, Jérôme AMMANN, Laurence DAVID, Julien HOURON
pierre.stephan@univ-brest.fr ; serge.suanez@univ-brest.fr

Direction scientifique : Pierre Stéphan et Serge Suanez
pierre.stephan@univ-brest.fr ; serge.suanez@univ-brest.fr ; bernard.fichaut@univ-brest.fr

1-Introduction

La présente étude s'inscrit dans la continuité du suivi topo-morphologique du Sillon de Talbert initié en 2003 à la demande de la commune de Pleubian et du Conservatoire du Littoral (voir section 6 – références bibliographiques). L'objectif est d'analyser les modalités d'évolution de la flèche de galets, classée en Réserve Naturelle Régionale depuis 2006. Dans le cadre de ce rapport, nous présentons les principaux changements morphologiques survenus entre les levés topographiques effectués aux mois d'août 2020 et de septembre 2021 à l'échelle du Sillon.

La méthode que nous avons employée pour reconstituer la topographie de l'estran s'appuie sur un traitement photogrammétrique d'images aériennes acquises au drone. Ces vues aériennes ont été réalisées à deux reprises les 22 et 23 septembre 2021 à partir d'un drone Phantom 4 Pro survolant le Sillon à une altitude moyenne de 100 m. Un total de 2128 images a été obtenu durant les survols, couvrant une superficie de 2,11 km². A partir de ces prises de vue, la topographie a été reconstituée selon le principe de la stéréo-photogrammétrie sous le logiciel Agisoft Metashape. Le procédé employé suppose que les prises de vue se recoupent entre elles. La différence d'inclinaison des différents clichés est alors utilisée par le logiciel pour générer un nuage de points topographiques de très forte densité.

Avant chaque survol, 55 cibles ont été positionnées au sol et leur position a été relevée au DGPS. Les mesures au DGPS ont été réalisées à partir d'une station fixe installée sur un repère d'arpentage implanté au sommet du rocher de Roc'h Gwen. Ce repère a été géoréférencé à partir d'une borne IGN située sur le sémaphore de Créac'h Maout, dont les coordonnées géodésiques sont accessibles sur le site de l'IGN ([www.ign.fr/rubrique Géodésie](http://www.ign.fr/rubrique/Géodésie)). L'altitude de cette borne a été revue à partir d'un procédé de post-traitement des données GPS et se situe à 42,81 m NGF. Ainsi, l'ensemble des cibles a été positionnée dans le système de référence Lambert 93 (EPSG:2154) et raccordé au niveau altitudinal NGF.

Les coordonnées de ces cibles ont été utilisées pour géoréférencer les prises de vue et les nuages de points topographiques produits. Cette méthode a permis de produire trois principaux jeux de données : (i) une orthophotographie de la zone survolée ; (ii) un nuage de points de très forte densité comptant plus de 153 millions de points (soit 75 points/m²) ; (iii) un Modèle Numérique de Terrain d'une résolution de 10x10 cm (fig. 1).

Il faut noter qu'en dépit de leur très haute résolution, les MNT reconstruits à partir des survols au cerf-volant peuvent parfois présenter des erreurs significatives en raison d'un mauvais recoupement des photographies aériennes et/ou d'une mauvaise qualité des images. Pour limiter ces erreurs, une procédure de vérification de la qualité des images a été réalisée sous le logiciel Agisoft Metashape et un filtrage des points servant à reconstruire la topographie a permis d'éliminer le maximum de bruit. En définitive, les erreurs de positionnement sont estimées à 9 cm en X et Y, et à 1,3 cm en Z. Cette incertitude est très faible puisqu'elle correspond à la taille du pixel en X-Y et à l'erreur de la mesure au DGPS en Z. Notons enfin que le couvert végétal peut aussi poser problème localement. En effet, cette méthode considère la végétation comme une surface topographique (on parle alors de « sursol »), tandis que la topographie du sol n'est pas reconstruite. Dans notre cas, cela concerne les zones végétalisées de la racine et de la partie proximale du Sillon dont l'élévation a pu être surestimée, en particulier là où se développent de belles touffes d'oyat.

Une partie de ce rapport porte également sur le suivi topo-morphologique de la brèche ouverte en mars 2018 dans la partie proximale du Sillon, à l'emplacement de l'ancienne zone appelée « taille de guêpe ». Depuis le mois de mars 2018, ce secteur fait l'objet de relevés à une fréquence plus importante (environ un levé topographique tous les 2-3 mois) afin de suivre au plus près les changements. Là encore, la méthode utilisée pour réaliser ces relevés s'appuie sur des survols au drone et l'acquisition d'images aériennes dont le traitement photogrammétrique est réalisé à l'aide du logiciel Agisoft Metashape. Le détail des différentes missions réalisées entre août 2020 et décembre 2021 est donné dans le tableau 1. L'annexe 1 présente les rapports issus des traitements photogrammétriques réalisés.

Date	Technologie	matériel utilisé	Précision horizontale	Précision verticale	Superficie couverte (km ²)	Nombre de points topographiques acquis sur le terrain	Nombre de points topographiques utilisés pour générer le MNT	Résolution du MNT (m)
07/09/2020	drone	Phantom 4 pro	+/- 0.0105 m	+/- 0.0191 m	0.132	> 10 ⁸	> 10 ⁸	0.0265
17/11/2020	drone	Phantom 4 pro	+/- 0.0436	+/- 0.0071	0.148	> 10 ⁸	> 10 ⁸	0.028
26/05/2021	drone	Phantom 4 pro	+/- 0.0093	+/- 0.001	0.144	> 10 ⁸	> 10 ⁸	0.032
22/09/2021	drone	Phantom 4 pro	+/- 0.0976	+/- 0.013	2.11	> 10 ⁸	> 10 ⁸	0.115
15/12/2021	drone	Phantom 4 pro	+/- 0.0207	+/- 0.0097	0.279	> 10 ⁸	> 10 ⁸	0.056

Tableau 1 : Inventaire des campagnes de mesures topo-morphologiques réalisées dans le secteur de la brèche août 2020 et décembre 2021.

Enfin, le travail mené depuis 2012 sur les dynamiques hydro-morphologiques a été poursuivi sur la période. Les conditions météo-marines ont été analysées à partir de mesures de pressions réalisées à l'aide du capteur OSSI installé sur l'estran. En parallèle, les suivis topographiques ont été réalisés par Julien Houron durant l'année le long des différents profils. Ces données prolongent le suivi des conditions de vagues au plus près du Sillon. Ce travail a également fait l'objet d'une publication scientifique dans une revue internationale (Suarez *et al.*, 2022).

2 - Evolutions morphologiques du Sillon dans son ensemble, entre août 2020 et septembre 2021

2.1. Vue d'ensemble

Les changements morphologiques mesurés sur le Sillon de Talbert entre août 2020 et septembre 2021 sont de faible ampleur et reflètent des conditions météo-marines peu morphogènes sur l'ensemble de la période. Un seul épisode semble avoir causé localement le franchissement du Sillon par les vagues, en particulier dans la partie proximale du Sillon, là où la crête est la plus surbaissée. Il correspond à un coup de vent survenu entre le 31 octobre et le 2 novembre 2020 par coefficient de 85 et s'accompagnant de houles au large de 4 à 6 m de hauteur et de rafales à 100 km/h. Ces conditions météo-marines ne sont pas exceptionnelles et n'ont pas suffi pour entraîner un franchissement généralisé du Sillon par les vagues, comme ce fut le cas durant l'hiver 2013-2014. Le recul a donc été très ponctuel le long du revers (zones 1 à

3, fig. 8). Après cet épisode, aucune tempête n'a été enregistrée lors de la saison hivernale 2021 et l'impact morphologique de cet événement a été progressivement gommé, en particulier par les transferts sédimentaires longitudinaux.

Le printemps 2021 a, lui aussi, été marqué par des conditions clémentes, favorables au redressement du cordon par les dynamiques constructives d'overtopping. Dans la partie médiane du Sillon, une berme s'est formée au niveau des pleines mers de vive-eau moyenne. Toutefois, l'absence de vagues énergétiques a limité le phénomène et, comme aucune marée de vive-eau n'a été combinée à de fortes houles, la crête n'a pas connu d'exhaussement significatif.

Au niveau de la brèche, les changements morphologiques ont également été de faible ampleur (fig. 9). L'érosion de la rive ouest a été modeste (-630 m^3 environ, fig. 3) et a été compensée par une accrétion de la rive est ($+720 \text{ m}^3$, fig. 3), de sorte qu'aucun élargissement n'a été mesuré sur la période (fig. 11). De la même façon, le fond de la brèche ne s'est pas approfondi. Une semelle de sédiments bleuâtres, fins et compacts, y affleure largement et fait désormais obstacle à l'incision du chenal de marée par les courants de flot et de jusant.

2.2. Vue de détails

Les principales modifications morphologiques sont synthétisées dans la figure 3 et sont décrites comme suit :

(1, fig. 3) : un bilan modérément excédentaire de la plage du Chouck

Sur la plage du Chouck, les changements morphologiques sont restés modestes sur la période. Le centre de la plage a perdu environ -1.500 m^3 de sédiments, dont une grande partie (1.300 m^3) a été déplacée vers le SW, au pied de l'enrochement qui protège le Bigouden Blues. Ce transfert de matériel vers le SW témoigne d'un régime de houles incidentes peu morphogènes sur la période, dominée par des houles secondaires venant du NE. Le profil P007 (fig. 7) montre également une grande stabilité morphologique dans ce secteur. Notons enfin que l'exhaussement apparent de la crête dunaire (fig. 4) est probablement lié à la prise en compte de la végétation (sursol) dans nos mesures et non à un réel apport sédimentaire.

(2, fig. 3) : le secteur de la brèche

Dans le secteur de la brèche, les sédiments qui constituent le lobe de flot, au débouché de la brèche dans le marais de Mer Melen, ont été remaniés par les courants de marée. Les sables ont été déplacés vers l'intérieur du marais, impliquant un volume d'environ 1000 m^3 . Sur sa rive ouest, la brèche a perdu -630 m^3 de sédiments, probablement exporté vers l'ouest par les courants de jusant. Ces derniers ont également érodé le bas de la plage située au débouché de la brèche à l'ouest. Ce secteur a perdu -2.500 m^3 de sédiment. Cette érosion a formé de larges cuvettes en avant de ce qui reste de la digue en enrochement. Ce démaigrissement laisse désormais apparaître par endroit la semelle d'argile bleuâtre qui forme le soubassement du Sillon.

(3, fig. 3) : les dunes embryonnaires de la partie proximale

Le matériel érodé au débouché de la brèche est venu alimenter partiellement le Sillon dans sa partie proximale, avant d'être soufflé par le vent et piégé par la végétation des dunes

embryonnaires située en sommet de cordon. Ces dunes ont bénéficié d'un apport sédimentaire estimé à environ $+1.700 \text{ m}^3$. Ce volume est une estimation haute dans la mesure où le calcul tient compte de l'épaisseur du couvert végétal (sursol-sol). Malgré cet engraissement, le caractère discontinu de ce front dunaire ne s'est pas estompé. La végétation peine toujours à recoloniser les nombreuses dépressions intra-dunaires, signe que ces couloirs d'érosion sont régulièrement entretenus par les franchissements épisodiques.

(4, fig. 3) : la face exposée du Sillon

La face exposée du Sillon a perdu -18.000 m^3 de sédiments environ. L'érosion a été très marquée dans la partie proximale où le matériel a été déversé sur le revers à l'occasion d'un épisode de franchissement par les vagues de tempête (épisode de la Toussaint 2020, entre le 31 octobre et le 2 novembre 2020).

(5, fig. 3) : le revers de la partie proximale

Le revers de la partie proximale a ainsi bénéficié d'un apport en sédiments estimé à $+11.700 \text{ m}^3$, probablement lié à cet épisode d'overwash.

(6, fig. 3) : formation d'une berme sommitale dans la partie médiane

Dans la partie médiane du Sillon, les galets érodés sur la face exposée ont été remontés jusqu'au sommet du cordon où une berme s'est constituée. Le volume de ce matériel est estimé à $+5.500 \text{ m}^3$.

(7, fig. 3) : transferts longitudinaux à l'extrémité distale du Sillon

On peut estimer à environ 2.000 m^3 le volume de sédiments déplacés par la dérive en direction de la pointe du Sillon. Ce matériel provient de la face exposée du Sillon, dans sa partie distale. Il a été transféré sur le revers de la spatule sous l'effet de la diffraction des vagues.

(8, fig. 3) : la pointe du Sillon

A son extrémité, la pointe du Sillon a été déplacée vers l'ouest par les houles secondaires d'est, impliquant un volume de 2.400 m^3 .

(9, fig. 3) : le lobe de jusant

Le lobe de jusant présente un bilan sédimentaire légèrement positif sur la période ($+600 \text{ m}^3$ environ). La direction des transits sédimentaires est difficile à déterminer dans cette zone où interagissent en permanence les courants de marée et les houles.

(10, fig. 3) : le revers de la spatule

Sur le revers de la spatule, la plage a bénéficié d'apports en galets (environ $+2.000 \text{ m}^3$) provenant de la face exposée. Une faible partie de ce stock s'est accumulée sur la plage, tandis qu'une partie plus importante ($+1.500 \text{ m}^3$) s'est déposée au sommet du cordon et a servi à l'édification d'une nouvelle crête d'accrétion. Dans la partie centrale de cette plage, un volume d'environ 1.000 m^3 de galets a été redistribué en direction du sud de la spatule, sous l'effet conjugué des houles d'ouest diffractée à la pointe et des houles secondaires venant de l'est.

(11, fig. 3) : le revers de la partie médiane

Sur le revers de la partie médiane, la migration des galets vers le sud-ouest a conduit à l'exagération de formes secondaires caractéristiques (rides de migration) déjà décrites dans de

précédents rapports. Ces figures rythmiques se développent par temps calme, en l'absence d'évènement d'overwash remodelant totalement le revers. Une alternance de zones en érosion (traduisant le creusement des concavités) et de zones en accrétion (reflétant le gonflement des convexités) est alors observée. Sur la période, les volumes en mouvement sont compris entre 300 et 400 m³ en moyenne. Le bilan volumique du revers est légèrement positif (+650 m³).

3- Bilan du suivi de la brèche : évolutions topo-morphologiques entre septembre 2017 et septembre 2021

Les figures 9 à 12 présentent les résultats du suivi mis en place à l'issue de l'ouverture de la brèche dans la partie proximale du Sillon de Talbert. Les résultats sont les suivants :

Périodes	Commentaires
Septembre 2017 – 7 mars 2018	Entre les mois de septembre 2017 et mars 2018, les relevés montrent tout d'abord l'impact de la tempête Eleanor des 2-3 janvier 2018 qui entraîne une érosion importante de la face exposée du cordon et un dépôt de sédiment sur le revers (dynamique de <i>rollover</i>). Le second évènement qui marque cette période est l'ouverture de la brèche (deux jours avant le relevé du mois de mars 2018) qui s'élargit très rapidement. L'érosion provoquée par les courants de marée empruntant la brèche conduit à la formation d'un delta de jusant en bas de plage.
7 mars 2018 – 22 mars 2018	Durant cette courte période de temps (15 jours), les évolutions morphologiques sont peu marquées. Le delta de jusant est repris par les vagues et déplacé vers l'est. Ce stock tend à remonter vers le sommet du cordon.
22 mars 2018 – 17 avril 2018	Cette période (28 jours) est marquée par une marée de vive-eau (coefficients supérieurs à 100 du 31 mars au 02 avril 2018) qui génère de forts courants de flot et de jusant dans la brèche. Les courants de jusant semblent prédominer. La présence de l'enrochement résiduel oblige les courants de jusant à s'orienter vers l'ouest au débouché de la brèche sur la plage. Leur vitesse est donc renforcée sur la rive concave (rive ouest) de la brèche et entraîne une érosion de la dune basse dans ce secteur. Le front de dune est taillé en micro-falaise et recule de 6 m par endroits. L'ancien lobe de jusant qui s'était constitué en mars 2018 poursuit sa remontée vers le haut de la plage et vers la dune sommitale.
17 avril 2018 – 17 juillet 2018	Cette période (91 jours) est à nouveau marquée par plusieurs marées de vive-eau en (fin avril, mi-mai, mi-juin 2018). La rive ouest de la brèche subit une érosion importante. Le front de dune recule de 3,5 m. Un nouveau lobe de jusant s'édifie à l'extrémité de l'enrochement résiduel, sur le bas de la plage.
17 juillet 2018 –	Cette période (58 jours) reste dominée par les dynamiques

13 septembre 2018	érosives liées aux courants de jusant qui érodent la rive occidentale de la brèche (recul du front de dune de 8,5 m) et entraîne l'accumulation de sable à l'exutoire de la brèche, sur le bas de plage. Deux marées de vive-eau (mi-août et début septembre) sont responsables de ces changements. A l'est de la brèche, le haut de plage poursuit son engraissement.
13 septembre 2018 – 21 novembre 2018	Durant cette période, l'érosion de la rive ouest de la brèche se poursuit (recul de 3 m du front de dune). Le delta de jusant est également érodé. Le matériel est redistribué sur le bas de plage, vers l'est. Les données sont quelque peu biaisées par la présence de grandes quantités d'algues de rive échouées sur la plage. Sur le revers, des changements morphologiques sont également observés sous l'effet d'une reprise du transit longitudinal causé par le renforcement des houles à l'approche de la période hivernale.
21 novembre 2018 – 05 février 2019	La comparaison du relevé du 05 février 2019 avec les levés précédents est à nouveau partiellement biaisée par les accumulations d'algues d'échouage sur la face exposée du cordon. On note néanmoins une érosion modérée de la plage, le déplacement du delta de jusant vers le nord-est par la dérive littorale, une érosion de la rive occidentale de la brèche (avec un recul du front de dune de 3,8 m). Enfin, on observe pour la première fois l'accumulation de sédiments dans la partie interne de la brèche et l'amorce de formation d'un delta de flot.
05 février 2019 – 08 mars 2019	Durant cette période hivernale (31 jours), le chenal de marée qui emprunte désormais la brèche est remanié par les courants de flot et de jusant qui déplace les bancs de sables sur le fond. La rive ouest de la brèche recule de 2,8 m. Sur le sillon, on assiste à un engraissement de la face exposée du cordon. A l'emplacement précédent du delta de jusant, le bas de plage enregistre une érosion liée à un déplacement du stock sédimentaire vers le nord-est.
08 mars 2019 – 21 mai 2019	Les deux rives de la brèche sont érodées. Le matériel s'accumule en partie sur le delta de flot, et en partie sur le delta de jusant. Sur le Sillon, la partie basse de la plage subit également une érosion.
21 mai 2019 – 18 septembre 2019	Durant cette période (120 jours), les principaux changements morphologiques sont observés au niveau de la brèche. Les bancs tidaux sont déplacés vers les parties internes (delta de flot) et externe (delta de jusant) de la brèche.
18 septembre 2019 – 17 décembre 2019	Cette période (90 jours) est caractérisée par plusieurs épisodes tempétueux marqués par de fortes houles. Les changements morphologiques sont importants : une très forte érosion de la rive occidentale de la brèche (recul du front de dune de 4,5 m), une accumulation de matériel sur la rive orientale

<p>17 décembre 2019 – 23 janvier 2020</p>	<p>Durant cette courte période (37 jours), les conditions météorologiques sont restées relativement clémentes et les changements morphologiques ont été de faible ampleur. On note une érosion modérée de la rive occidentale de la brèche. Taillée en micro-falaise, la dune enregistre un recul vers l'ouest de 1 m en moyenne. A l'inverse, la rive orientale connaît un apport de sédiments, provoquant une légère migration latérale du chenal de marée dans le fond de la brèche.</p>
<p>23 janvier 2020 – 26 mai 2020</p>	<p>Cette période est marquée par les tempêtes <i>Ciara</i> et <i>Inès</i>, entre le 09 et le 13 février 2020. Ces deux épisodes correspondent aux événements les plus morphogènes enregistrés depuis le début de ce suivi. Sur la rive orientale, les vagues de tempête font reculer d'environ 5 m la micro-falaise d'érosion. Sur la rive occidentale, l'ensemble du sillon recule vers le sud sur une distance de 10 à 15 m (fig. 12). Dans les bilans sédimentaires, ce recul par <i>rollover</i> se traduit par un transfert des sédiments depuis le haut de la plage exposée vers le revers. Le fond de la brèche s'élargit également, principalement au dépend de la rive occidentale. Le matériel est en grande partie exporté en direction du marais de Mer Melen où se forme un vaste lobe de flot.</p>
<p>26 mai 2020– 07 septembre 2020</p>	<p>Cette période est peu morphogène. Les évolutions morphologiques traduisent une tendance à la reconstruction du sillon. Le haut de plage s'engraisse, ainsi que la rive orientale.</p>
<p>07 septembre 2020 – 17 novembre 2020</p>	<p>Là encore, sous des conditions morphogène (même limitées), liées à l'épisode de la Toussaint 2020, la rive orientale a bénéficié d'apports sédimentaires, tandis que le franchissement du cordon par les vagues de tempête a entraîné une érosion de la plage et un transfert du matériel sur le revers. Sur la rive occidentale de la brèche, la dune a reculé de 2 m environ.</p>
<p>17 novembre 2020 – 26 mai 2021</p>	<p>Durant cette période, la rive occidentale de la brèche a été érodée par les courants de marée, mais le front de dune n'a pas reculé. Sur la rive orientale de la brèche, on note que la plage s'est légèrement engraisée et que la pente du revers s'est rééquilibrée (érosion en haut de pente, accrétion en bas de pente).</p>
<p>26 mai 2021 – 22 septembre 2021</p>	<p>Cette période estivale est marquée par des changements morphologiques de très faible ampleur, en l'absence d'épisodes morphogènes et de marée de vive-eau.</p>
<p>22 septembre 2021 – 15 décembre 2021</p>	<p>Seule queue du Sillon a enregistré des changements morphologiques significatifs qui se sont traduits par une érosion de la plage et un dépôt de matériel sédimentaire sur la rive orientale de la brèche.</p>

4- Bilan du suivi topo-morphologique à haute fréquence du sillon de Talbert le long de deux profils de mesure pour l'année 2020-2021

Depuis le mois de septembre 2012, un suivi morphologique à haute fréquence a été mis en place en parallèle du suivi topo-morphologique annuel de l'ensemble du sillon (effectué quant à lui depuis 2006). Ce suivi repose sur (i) des levés topographiques mensuels réalisés le long de deux radiales localisées dans les parties les plus mobiles du sillon (fig. 4.1.A), (ii) des mesures des conditions hydrodynamiques (houle et niveau d'eau) à partir d'un capteur de pression installé dans la zone intertidale au droit du profil B (fig. 4.1.B).

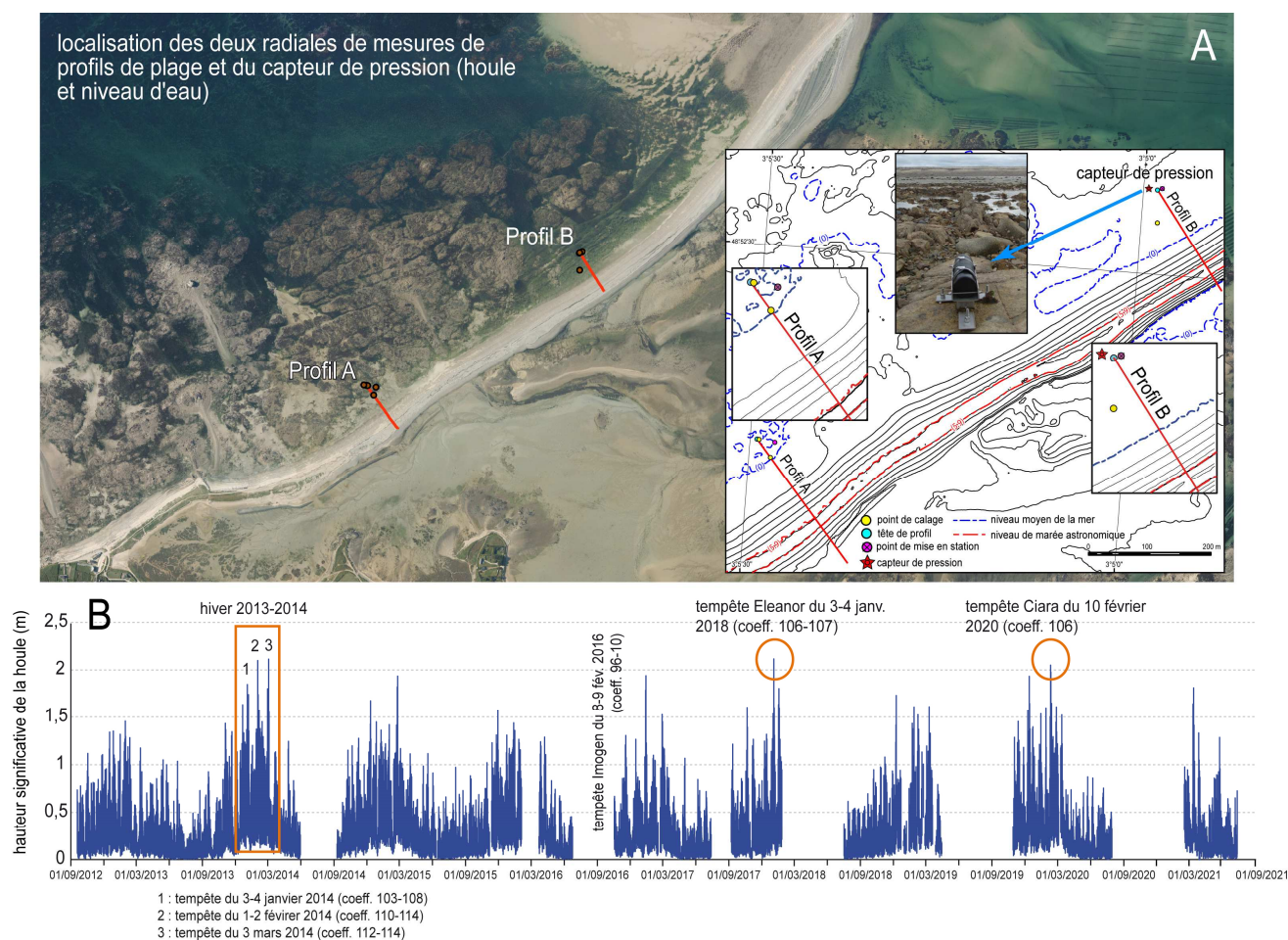


Figure 4.1 – localisation des deux profils de mesures topo-morphologiques et du capteur de pression de houle et de niveaux d'eau et hauteur de la houle (Hs) enregistrée entre septembre 2012 et juillet 2021.

L'objectif de ce suivi à haute fréquence est de mesurer et de quantifier l'impact de tous les épisodes tempétueux agissant à une échelle épisodique et/ou d'évaluer les processus de régénération (en période de temps calme) agissant là encore à des échelles courtes (mensuelle à épisodique). Ainsi, entre les mois de septembre 2020 et de décembre 2021, 9 mesures de profils de plage ont été réalisées à une fréquence quasi-mensuelles (fig. 4.2).

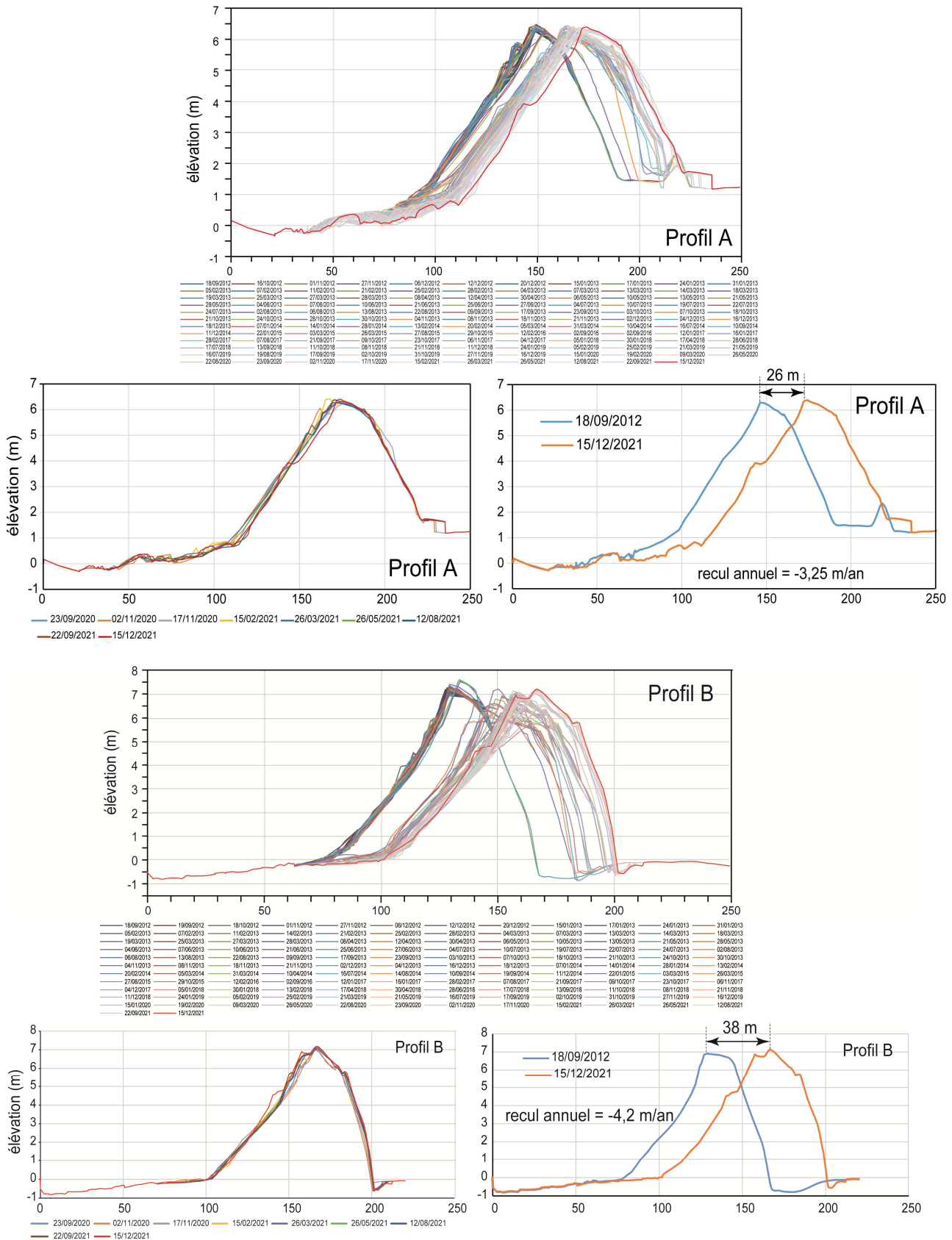


Figure 4.2 - Enveloppe de profils topo-morphologiques des profils A et B (i) entre les mois de septembre 2012 et 2021 montrant l'importance du recul de la flèche sur l'ensemble de la période ; (ii) entre les mois de septembre 2020 et de décembre 2021 illustrant les changements sur la dernière année d'observation.

L'analyse de ces données morphologiques sur l'ensemble de la période 2012-2021 montre que le cordon a reculé suivant des vitesses comprises entre -3,2 et -4,2 m/an respectivement au niveau des profils A et B, soit -26 et -38 m sur l'ensemble des 9 années de suivi (Fig. 4.2). Cette évolution est à mettre en relation avec les derniers épisodes particulièrement morphogènes que l'on a connus sur cette période : hiver 2013-2014, hiver 2016 (tempête Imogen), hiver 2018 (tempête Eleanor), et l'hiver 2020 (tempêtes Ciara et Inès) (Blaise *et al.*, 2015 ; Suanez *et al.*, 2018).

Pour l'année qui nous occupe, 2020-2021, aucun évènement morphogène majeur n'est intervenu comme l'indique les mesures de la hauteur de la houle à la côte (Figure 4.1.B). Ainsi, comme le montre les levés effectués durant cette période (Fig. 4.2), cette situation de calme météorologique et marin explique l'absence de changements morphologiques par rapport à l'année 2019-2020 (ou les années tempétueuses précédentes).

6- Références bibliographiques

Blaise E., Suanez S., Stéphan P., Fichaut B., David L., Cuq V., Autret R., Houron J., Rouan M., Floc'h F., Arduind F., Cancouët R., Davidson R., Costa S., Delacourt C. (2015) - Bilan des tempêtes de l'hiver 2013-2014 sur la dynamique de recul du trait de côte en Bretagne. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*. 21 (3), pp. 267-292.

Fichaut B., Suanez S., Stéphan P. (2010) – Rapport sur le suivi morphosédimentaire du Sillon de Talbert pour l'année 2010, décembre 2010, 16 p.

Fichaut, B., Stéphan P., Suanez, S., Blaise E. (2013) – Suivi topo-morphologique du Sillon de Talbert (Commune de Pleubian - Période 2012-2013), 27 p.

Fichaut B., Stéphan P., Suanez S., Amman J., Grandjean P. (2017) – Rapport sur le suivi morphosédimentaire sur le Sillon de Talbert pour l'année 2016. Laboratoire LETG-Brest Géomer (UMR 6554 CNRS), Université de Bretagne Occidentale, Institut Universitaire Européen de la Mer, avril 2017, 25 p.

Guérin T., Waeles B., Rivier A., Leballeur L., Stéphan P. (2020). Sillon de Talbert : Etude des conditions hydrodynamiques. Rapport d'étude, ACTIMAR & Laboratoire LETG (UMR 6554 CNRS), Université de Bretagne Occidentale, Institut Universitaire Européen de la Mer, Juin 2020, 79 p.

Stéphan P., Fichaut, B., Suanez, S. (2007) – Rapport d'activité sur le suivi topo-morphologique du Sillon de Talbert (Commune de Pleubian), 19 p.

Stéphan P., Fichaut, B., Suanez, S. (2008) – Deuxième rapport d'activité sur le suivi topo-morphologique du Sillon de Talbert (Commune de Pleubian - Période 2007-2008), 12 p.

Stéphan P., Fichaut, B., Suanez, S. (2009) – Suivi topo-morphologique du Sillon de Talbert (Commune de Pleubian - Période 2008-2009), 10 p.

Stéphan P., Fichaut, B., Suanez, S., Blaise E. (2011) – Suivi topo-morphologique du Sillon de Talbert (Commune de Pleubian - Période 2010-2011), 10 p.

Stéphan P., Fichaut, B., Suanez, S., Blaise E. (2012a) – Suivi topo-morphologique du Sillon de Talbert (Commune de Pleubian - Période 2011-2012), 14 p.

Stéphan P., Suanez S., Fichaut B. (2012b) – Long-term morphodynamic evolution of the Sillon de Talbert gravel barrier spit, Brittany, France, *Shore & Beach*, 80, 1, pp. 19-36.

Stéphan P., Fichaut B., Suanez S., Blaise E., Autret R. (2015) – Rapport sur le suivi topo-morphologique du Sillon de Talbert pour l'année 2014, mars 2015, 32 p.

Stéphan P., Fichaut B., Suanez S., Autret R., Houron J. (2018b) – Rapport sur le suivi morpho-sédimentaire sur le Sillon de Talbert pour l'année 2017. Laboratoire LETG-Brest Géomer (UMR 6554 CNRS), Université de Bretagne Occidentale, Institut Universitaire Européen de la Mer, mars 2018, 47 p.

Stéphan P., Suanez S., Fichaut B., Autret R., Blaise E., Houron J., Ammann J., Grandjean P. (2018a). Monitoring the medium-term retreat of a gravel spit barrier and management strategies, Sillon de Talbert (North Brittany, France). *Ocean & Coastal Management*, 158, 64-82.

Suanez S., Stéphan P., Floc'h F., Autret R., Fichaut B., Blaise E., Houron J., Ammann J., Grandjean P., Accensi M., André G., Arduin F. (2018) – Fifteen years of hydrodynamic forcing and morphological change leading to breaching of a gravel spit, Sillon de Talbert (Brittany, France). *Géomorphologie : Relief. Processus. Environnement*, 24, 4, 403-428.

Stéphan P., Fichaut B., Suanez S., Ammann J., Tardieu I., James D., Mury A., Houron J. (2019) - Suivi morphosédimentaire du sillon de Talbert pour l'année 2018. Rapport scientifique, LETG-Brest UMR 6554 CNRS / UBO, 99 p. (avec annexes).

Stéphan P., Fichaut B., Suanez S., Ammann J., Tardieu I., Houron J. (2020). Rapport sur le suivi morpho-sédimentaire sur le Sillon de Talbert pour l'année 2019. Laboratoire LETG-Brest Géomer (UMR 6554 CNRS), Université de Bretagne Occidentale, Institut Universitaire Européen de la Mer, janvier 2020, 65 p. (avec annexes).

Suanez S., Stéphan P., Autret R., Houron J., Floc'h F., David L., Ammann J., Accensi M., André G., Cancouët R., Le Guyader D. (2022). Catastrophic overwash and rapid retreat of the gravel spit barrier during storm events (Sillon de Talbert, North Brittany, France). *Earth, Process, Surface and Landforms*. Sous presse.

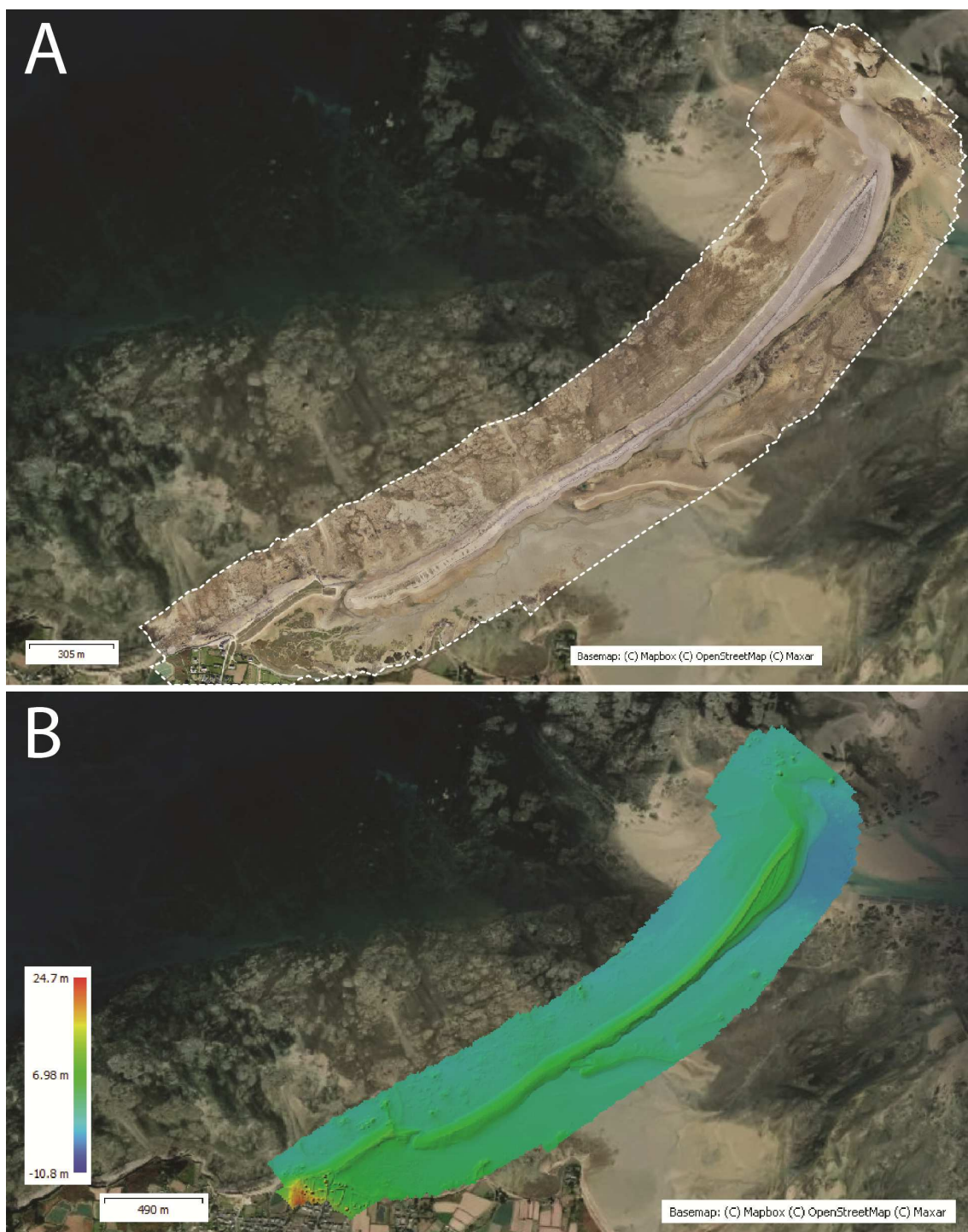


Figure 1 : Résultats du traitement photogrammétrique des prises de vues aériennes par drone réalisées les 22 et 23 septembre 2021 sur le Sillon de Talbert.

A. Orthophotographie du secteur. B. Modèle numérique d'élévation obtenu après traitement des données.

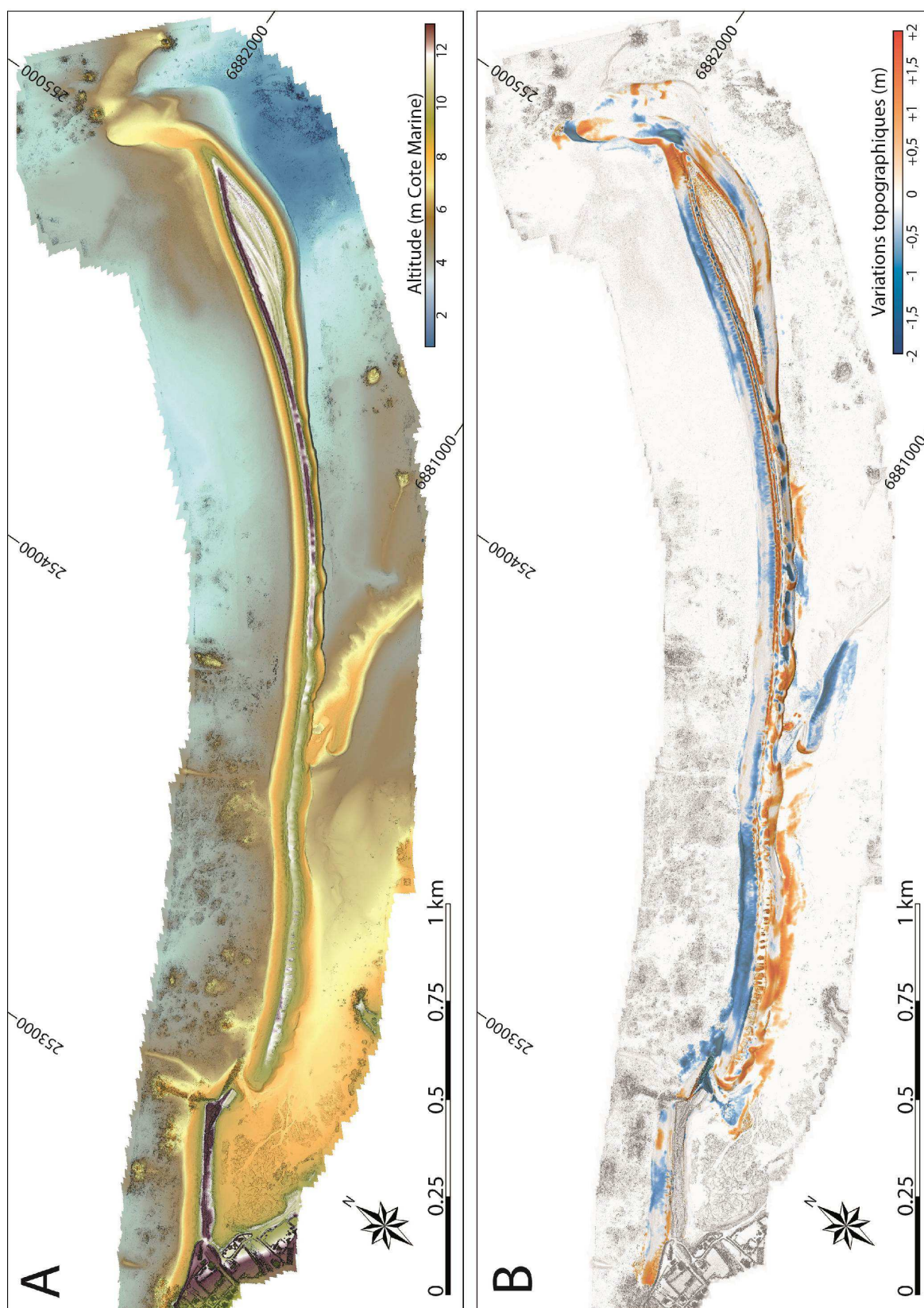


Figure 2 : Modèle Numérique de Terrain du Sillon de Talbert en septembre 2021 (A). Evolution topographique du Sillon de Talbert entre août 2020 et septembre 2021.

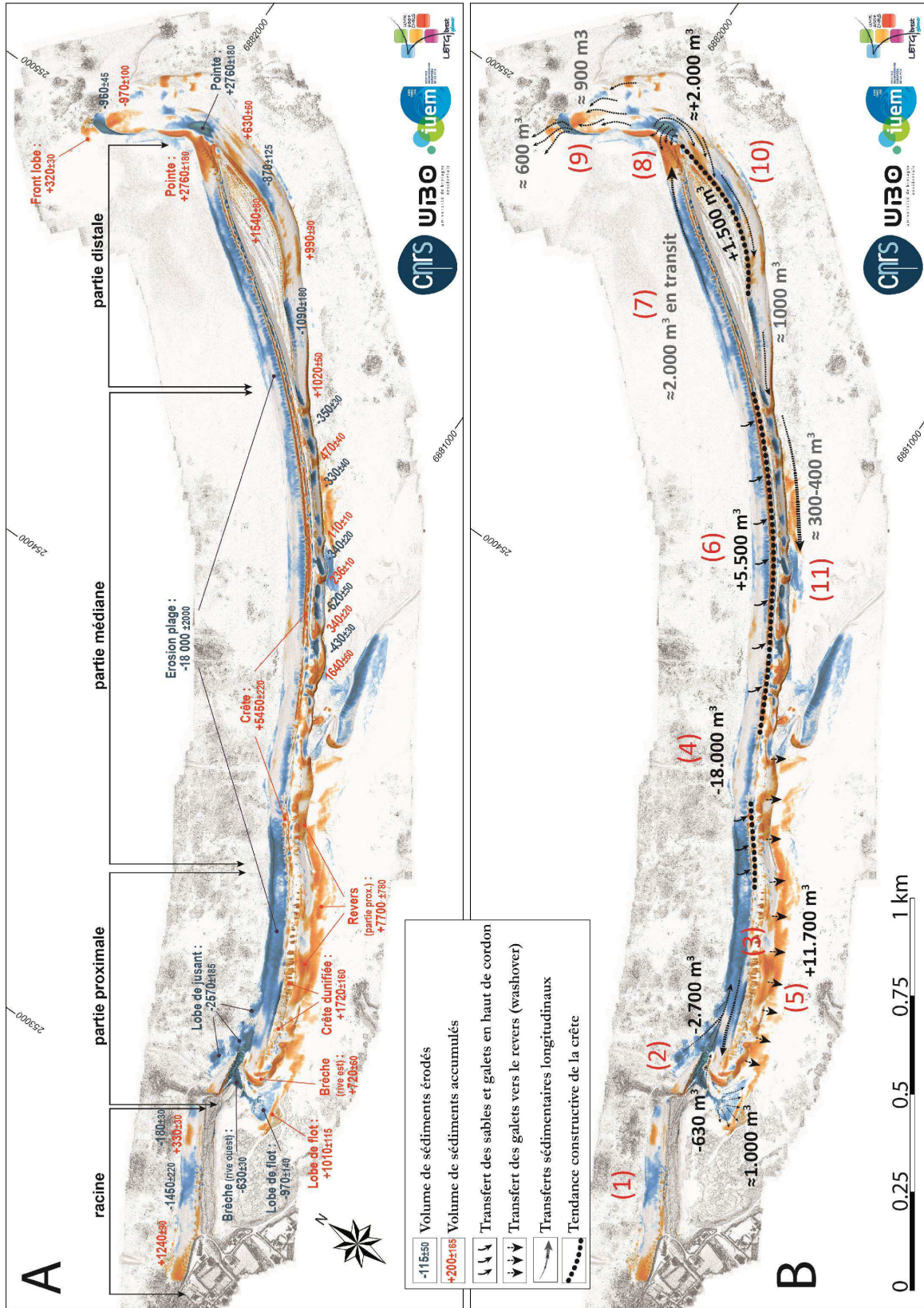


Figure 3 : Dynamiques morphosédimentaires sur le Sillon de Talbert entre août 2020 et septembre 2021.

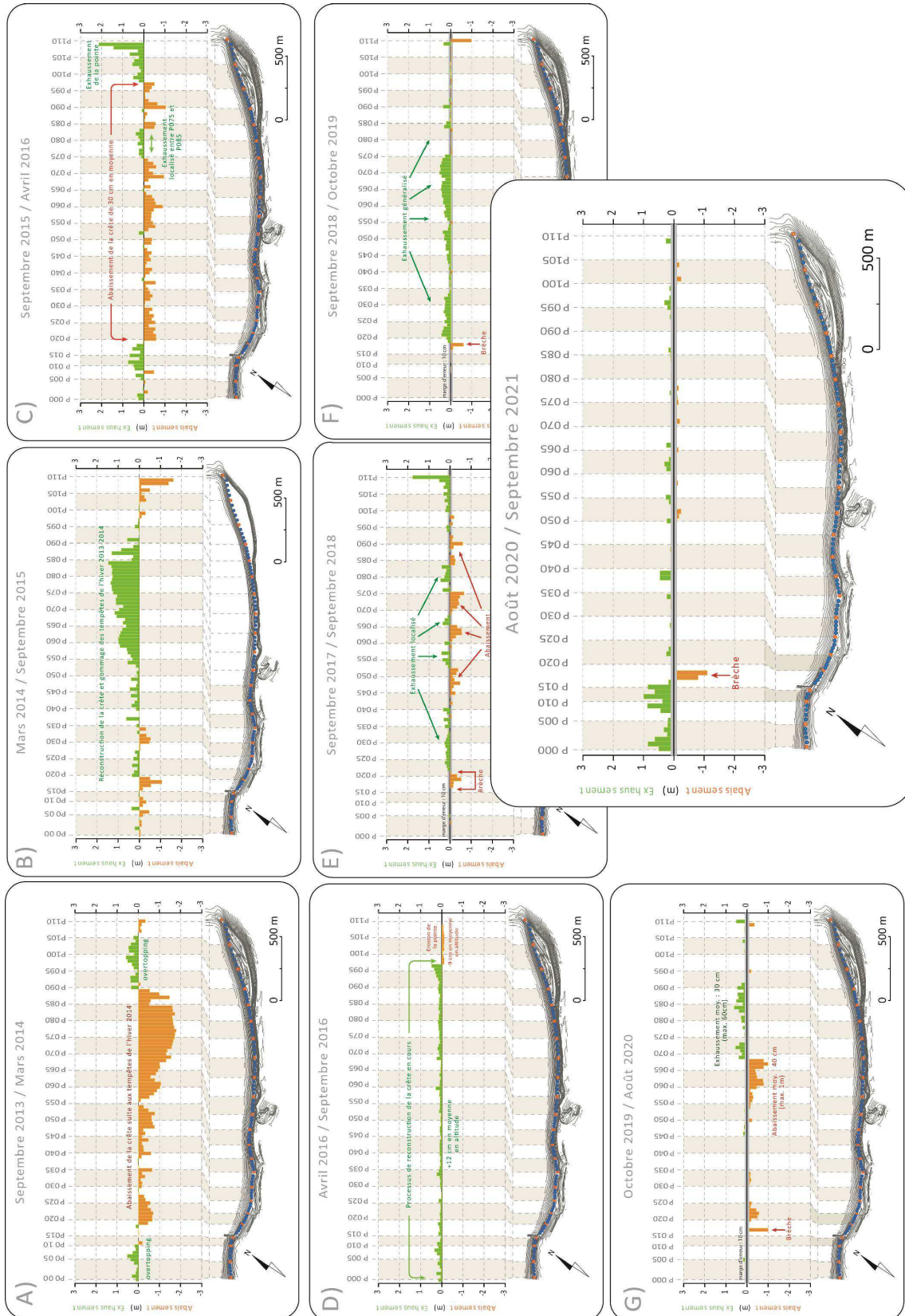


Figure 4 : Variations de l'altitude de la crête du Sillon de Talbert.

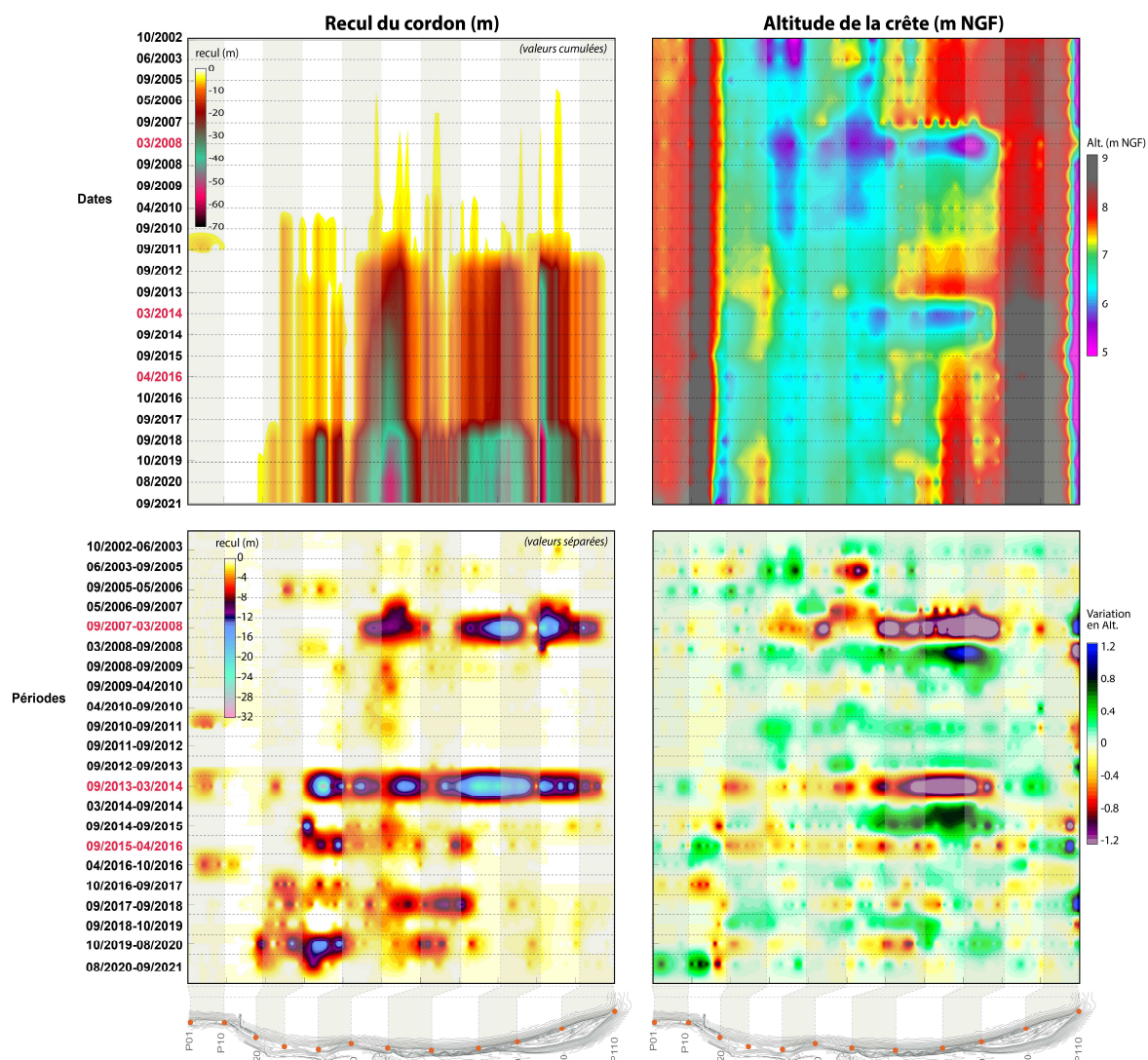


Figure 5 : valeurs du recul et de la hauteur du sillon de Talbert depuis le début des suivis en 2002.

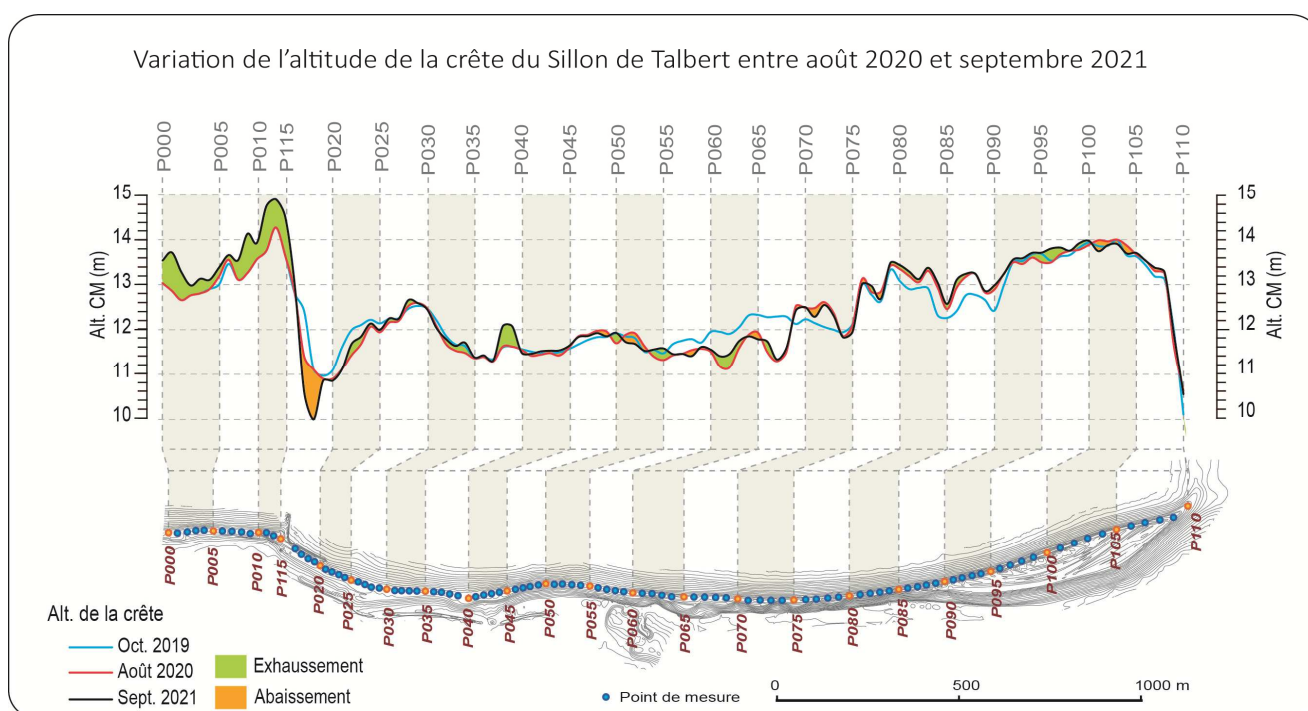


Figure 6 : Variations de l'altitude de la crête du Sillon de Talbert entre août 2020 et septembre 2021.

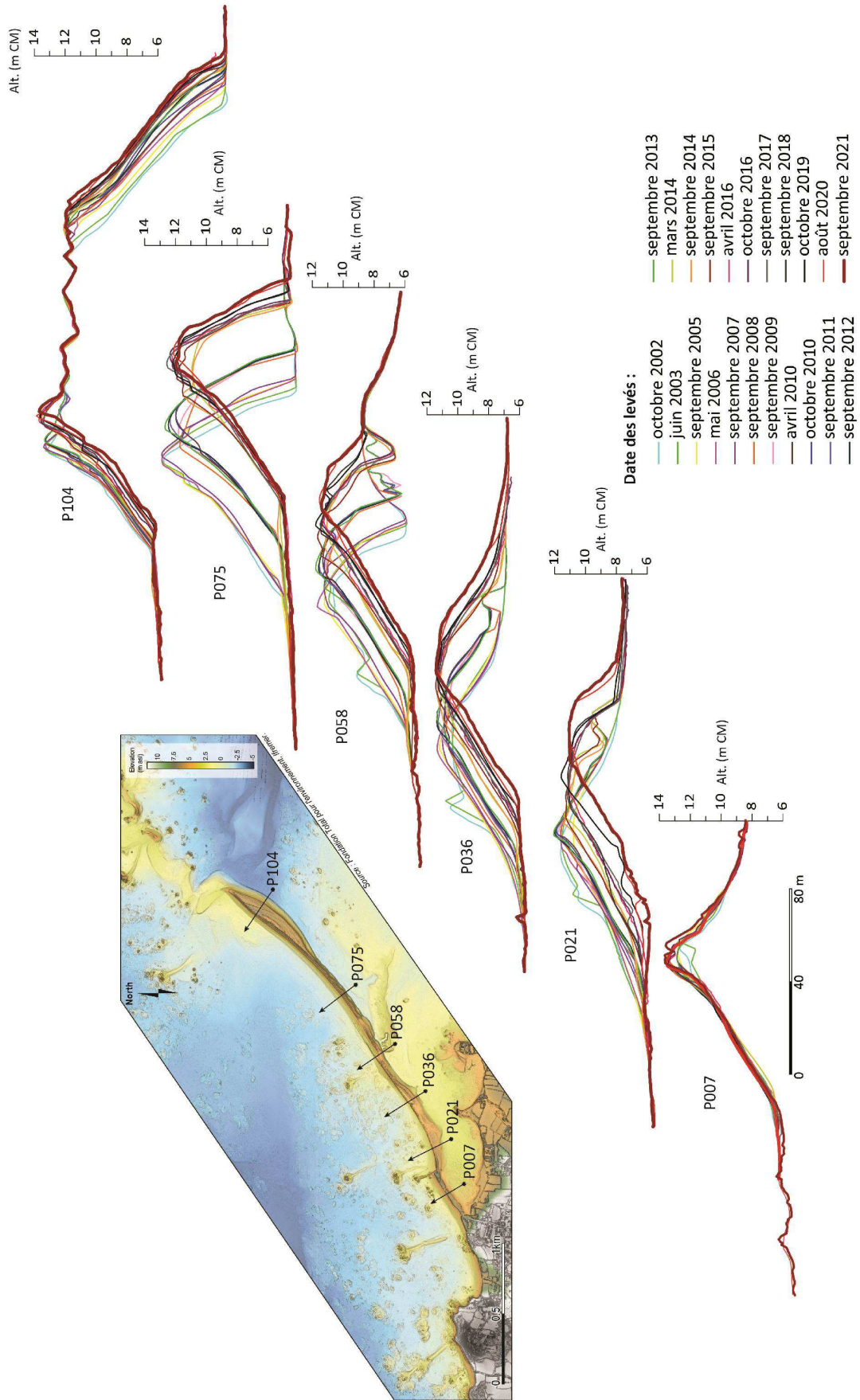


Figure 7 : Evolution des profils transversaux du sillon de Talbert.

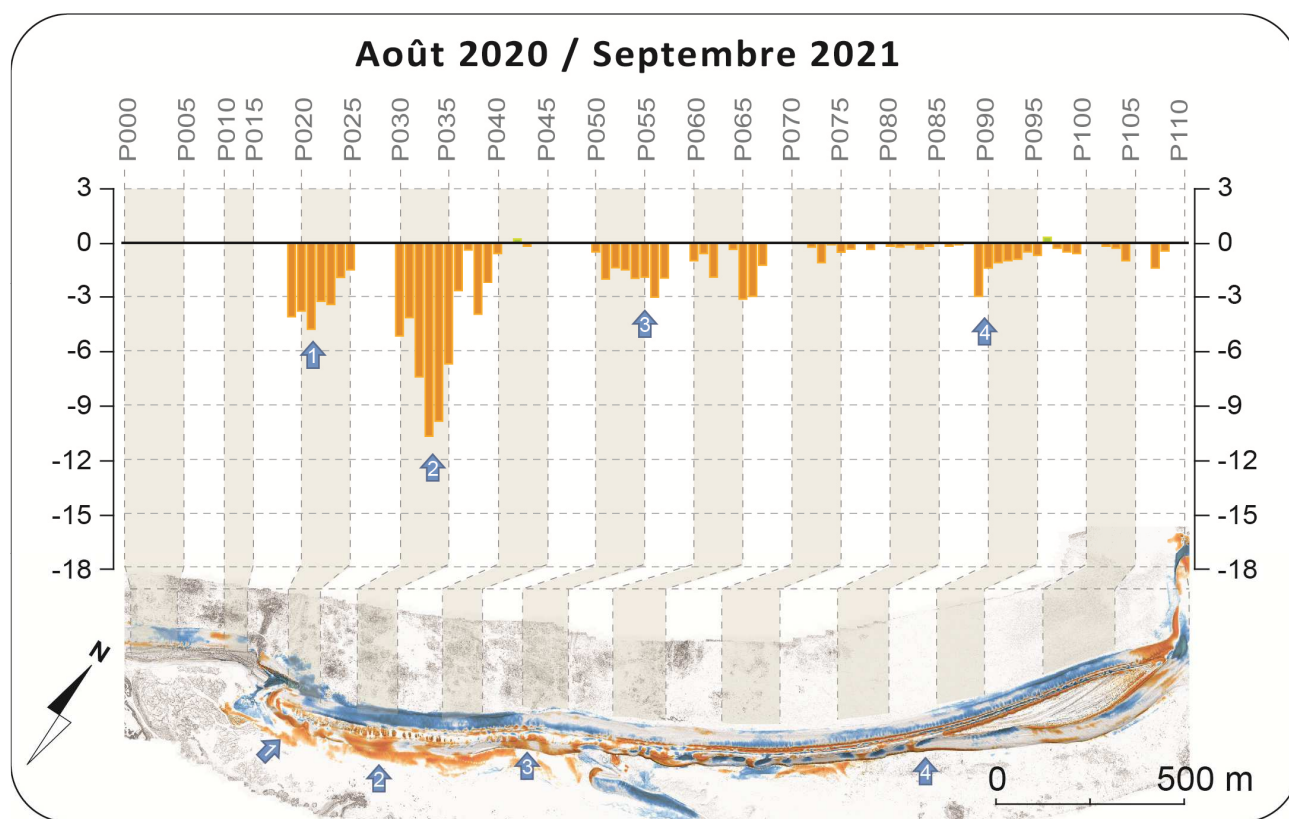


Figure 8 : Recul de la base du revers du Sillon de Talbert entre août 2020 et septembre 2021.

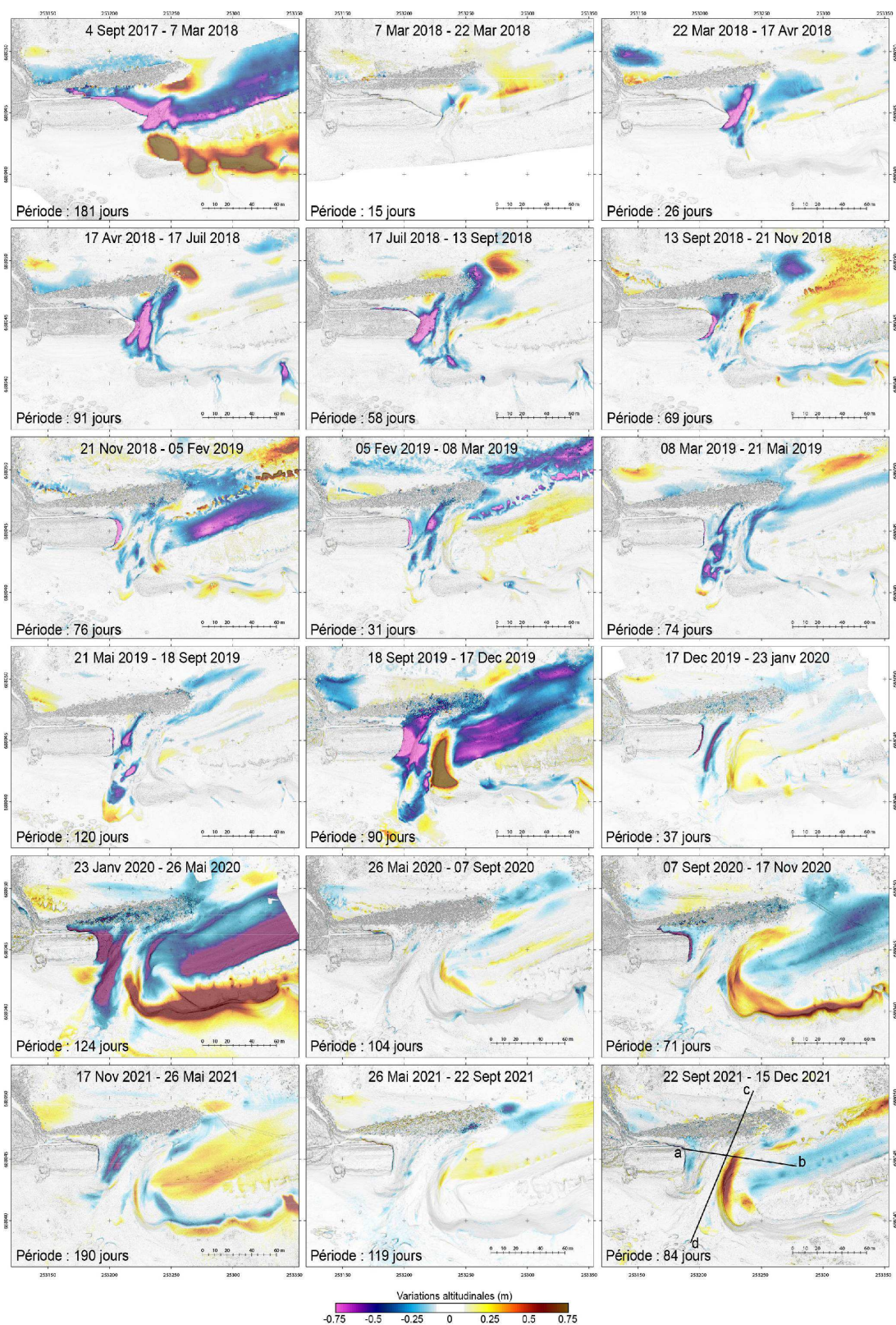


Figure 9 : Evolution topo-morphologique dans le secteur de la brèche (partie proximale du Sillon de Talbert) entre septembre 2017 et décembre 2021. Les couleurs chaudes correspondent à l'accrétion, tandis que les couleurs froides représentent l'érosion.

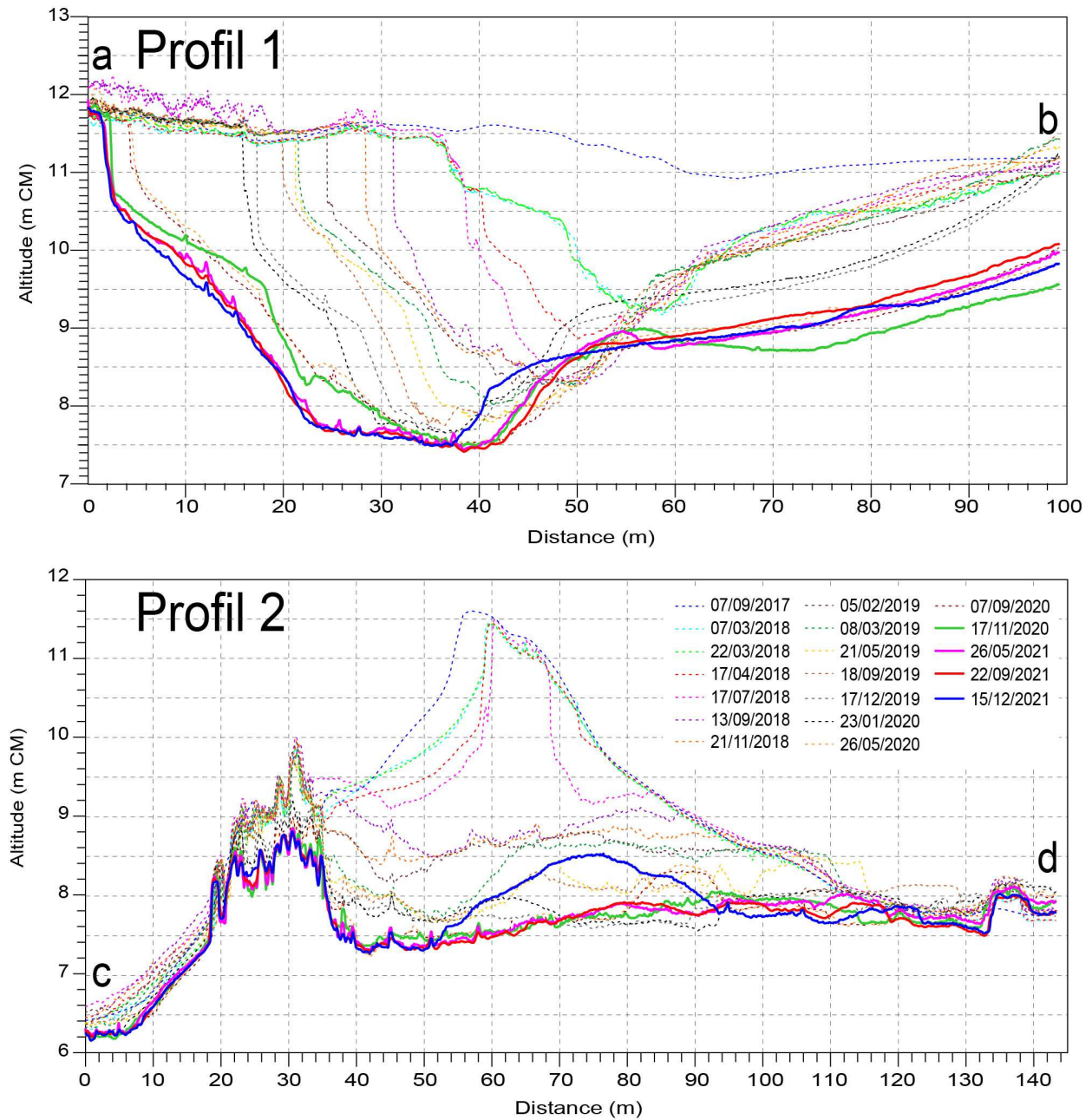


Figure 10 : Profils topographiques dressés entre les points a et b (profils 1) et les points c et d (profil 2) localisés sur la figure 9. Les évolutions du profil 1 illustrent l'élargissement de la brèche par érosion de la rive ouest où le front de dune est taillé en micro-falaise. Les évolutions du profil 2 témoignent de la disparition de la dune et de l'incision du chenal de marée qui emprunte la brèche.

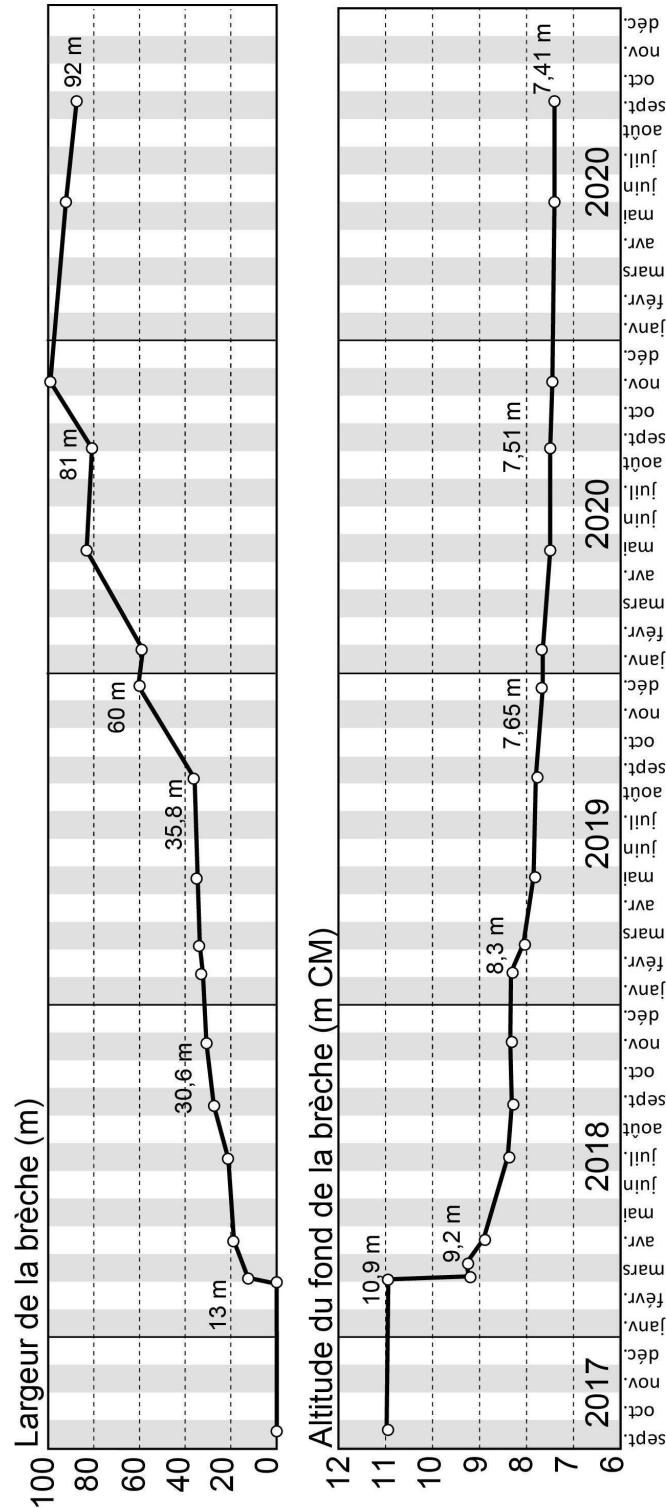


Figure 11 : Elargissement et incision de la brèche (partie proximale du Sillon de Talbert) entre septembre 2017 et septembre 2021. La largeur de la brèche est mesurée entre les points a et b (profil 1) de la figure 10 (voir localisation sur la figure 9). Cette largeur correspond à la distance qui sépare la ligne des pleines-mers de vive eau de part et d'autre de la brèche. L'incision est mesurée en considérant la plus basse altitude le long du profil 1 de la figure 10.

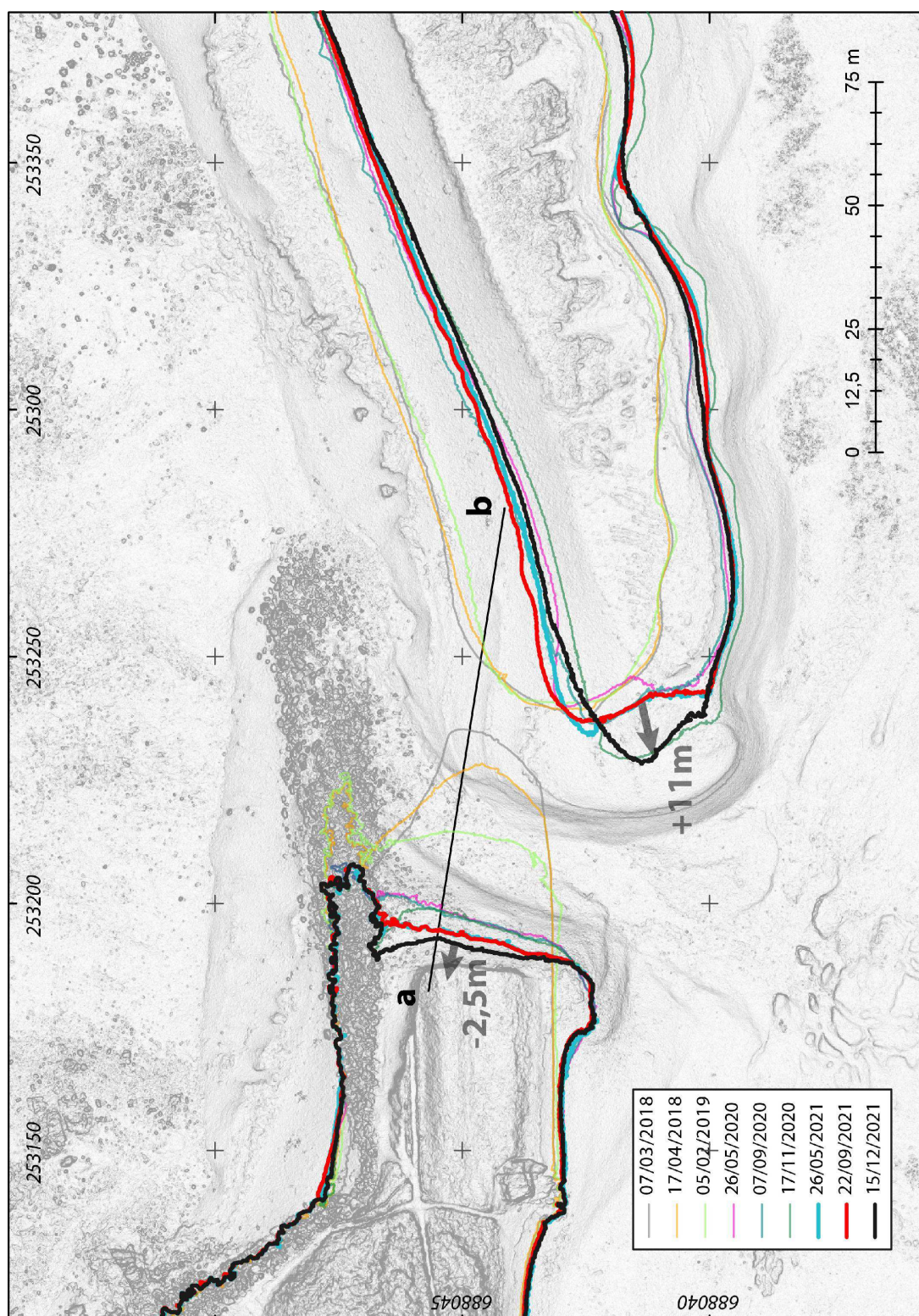


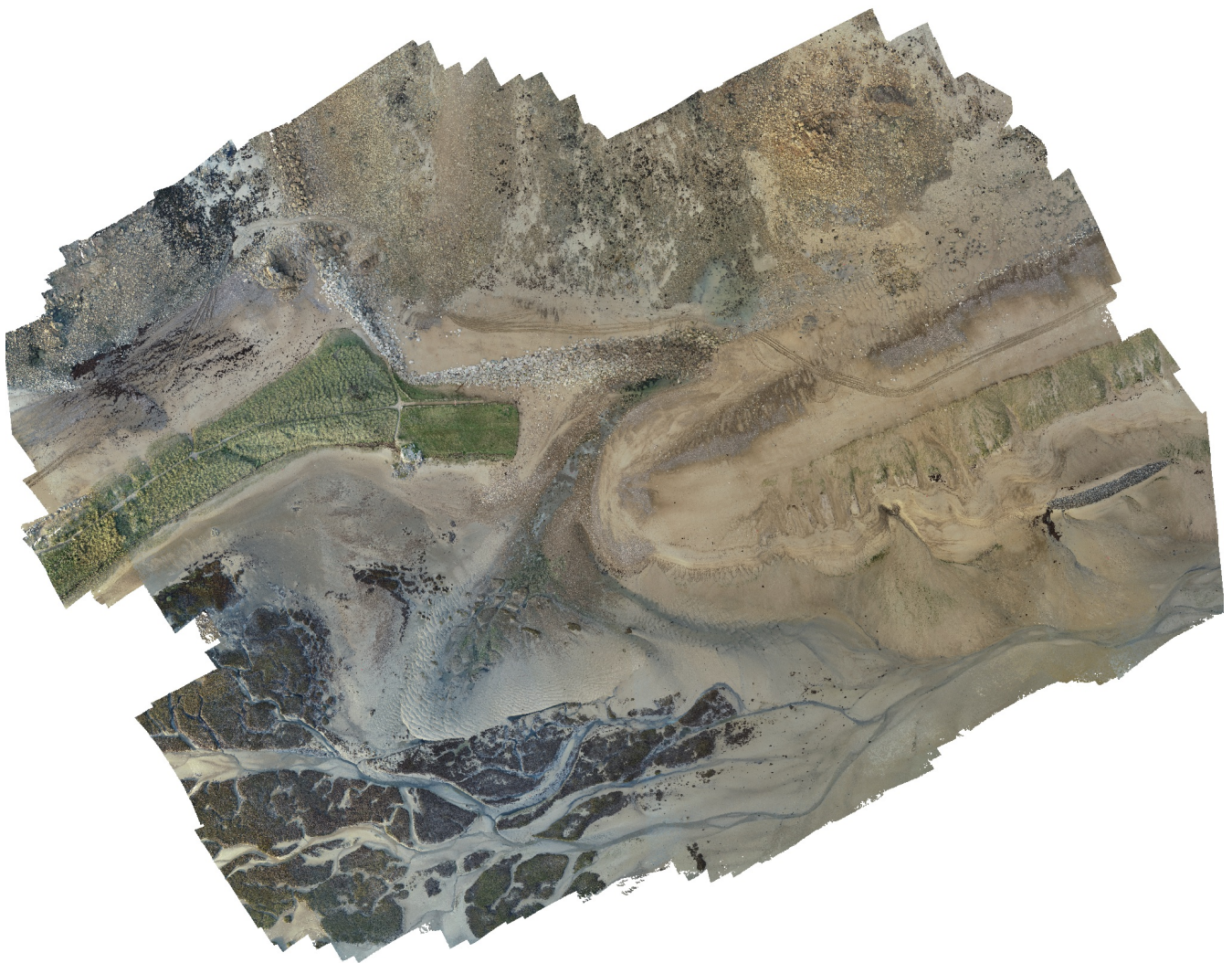
Figure 12 : Evolution du trait de côte au niveau de la brèche entre mars 2018 et décembre 2021.
Les valeurs indiquées ont été mesurées sur la période 2020-2021.
Les traits de côte correspondent à la ligne des pleines mers de vive-eau.

Annexe 1

Détail des traitements photogrammétriques (rapports des traitements).

TALBERT_Suivi breche_2020_11_17

Rapport de traitement
18 November 2020



Données du levé

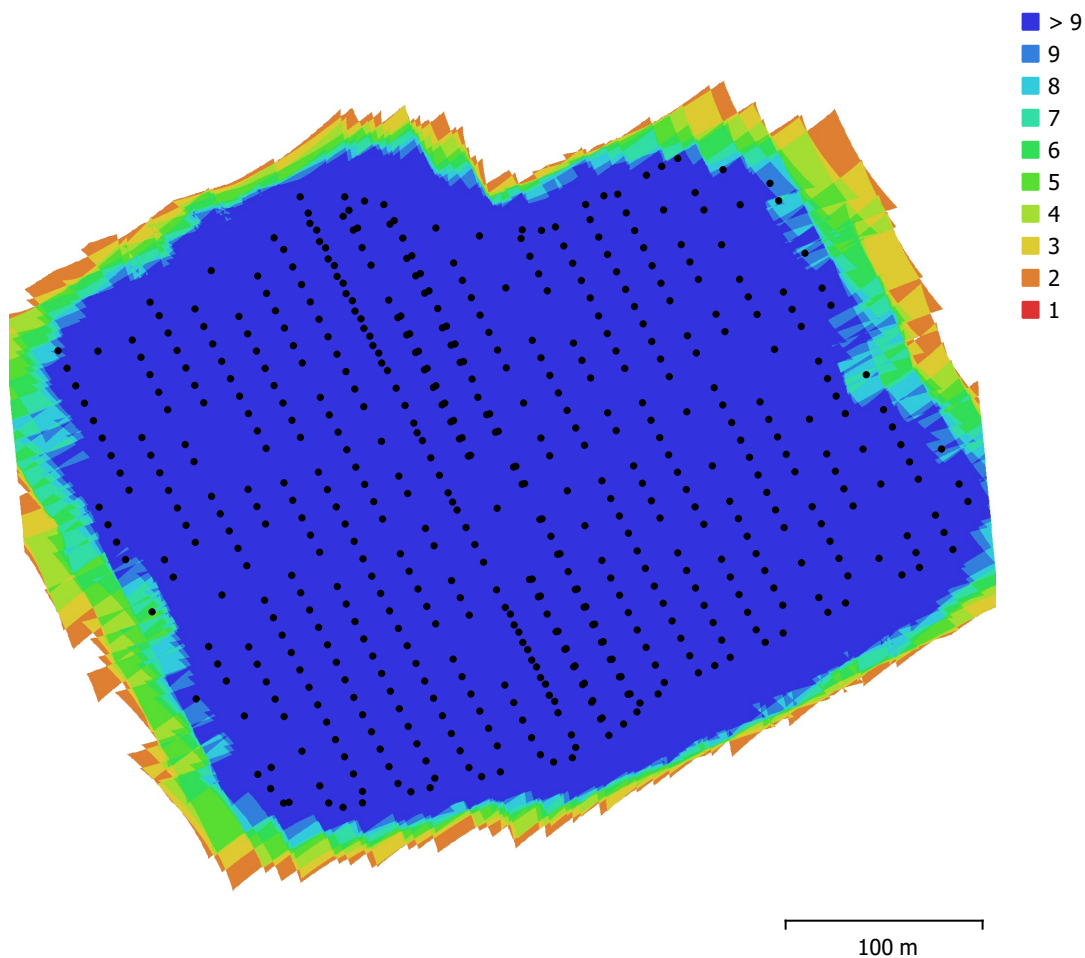


Fig. 1. Emplacements des caméras et chevauchement des images.

Nombre d'images:	734	Stations de caméras:	542
Altitude de vol:	57.1 m	Points de liaison:	656,410
Résolution au sol:	1.42 cm/px	Projections:	1,725,279
Zone de couverture:	0.148 km ²	Erreur de reprojection:	0.516 px

Modèle de caméra	Résolution	Longueur focale	Taille de pixel	Précalibré
FC6310R (8.8mm)	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 μm	Non

Tableau 1. Caméras.

Calibration de la caméra

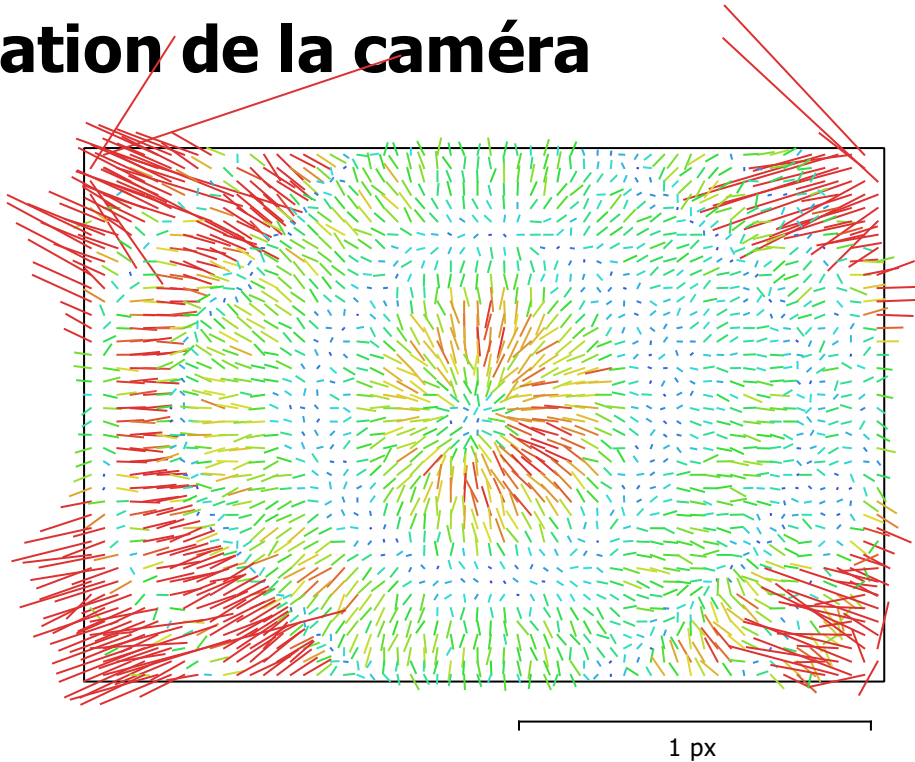


Fig. 2. Résiduelles des points de liaison pour FC6310R (8.8mm).

FC6310R (8.8mm)

734 images

Type
Cadre

Résolution
5472 x 3648

Longueur focale
8.8 mm

Taille de pixel
2.41 x 2.41 μm

	Valeur	Erreur	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	3649.5	0.33	1.00	-0.03	-0.46	-0.98	0.89	-0.79	-0.00	0.50
Cx	-9.27447	0.036		1.00	0.02	0.02	-0.01	0.01	-0.84	-0.01
Cy	18.6767	0.043			1.00	0.44	-0.40	0.35	-0.00	-0.93
K1	-0.262104	4.9e-05				1.00	-0.95	0.87	0.01	-0.49
K2	0.105584	4.3e-05					1.00	-0.98	-0.02	0.44
K3	-0.0292967	2e-05						1.00	0.02	-0.38
P1	-0.00070016	1.4e-06							1.00	-0.00
P2	0.000150531	2.1e-06								1.00

Tableau 2. Coefficients de calibration et matrice de corrélation.

Points de contrôle au sol

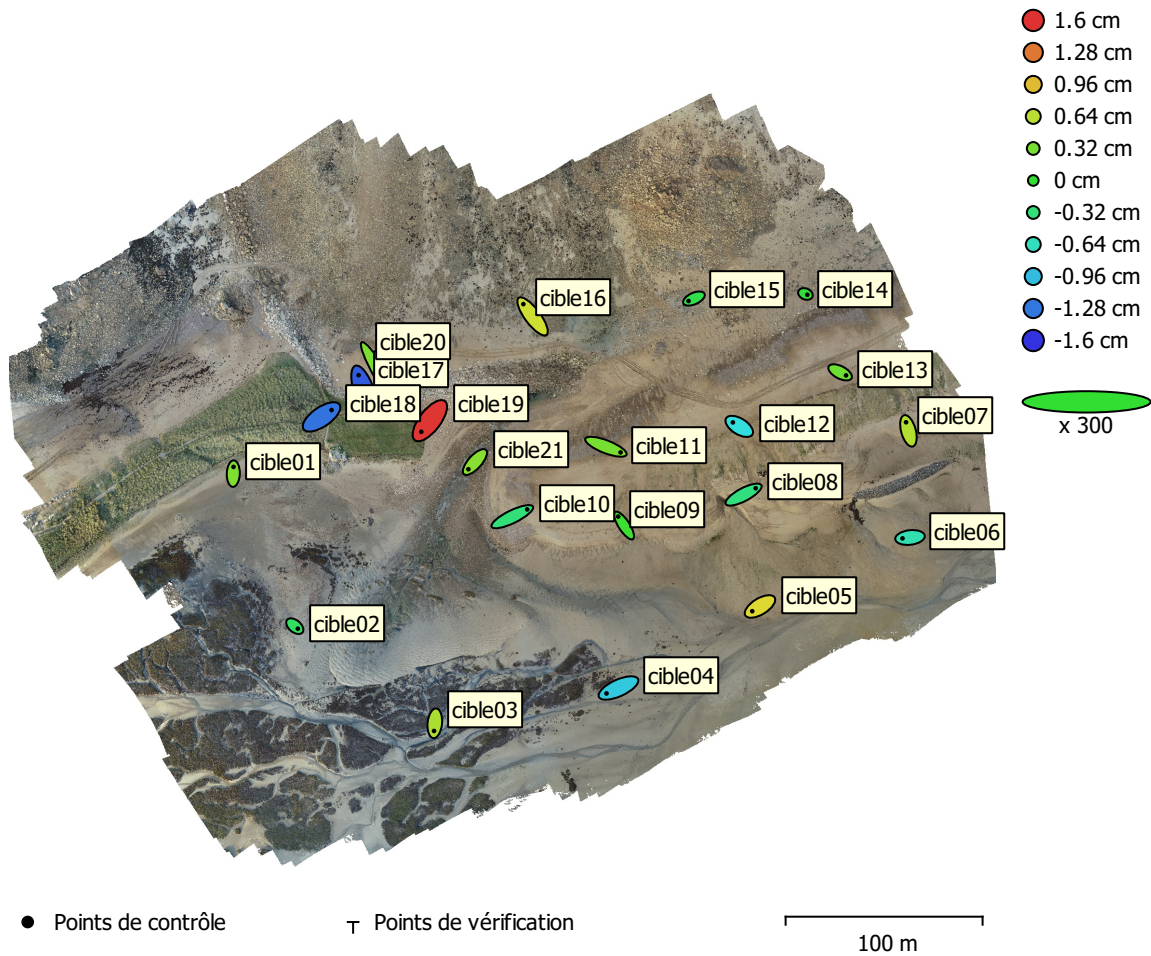


Fig. 3. Emplacements des points de contrôle au sol et estimations d'erreur.

L'erreur Z est représentée par la couleur de l'ellipse. Les erreurs X et Y sont représentées par la forme de l'ellipse. Les emplacements estimés des points de contrôle au sol sont marqués d'un point ou d'une croix.

Nombre	Erreur X (cm)	Erreur Y (cm)	Erreur Z (cm)	Erreur XY (cm)	Total (cm)
21	2.92441	3.16072	0.714003	4.30608	4.36487

Tableau 3. Points de contrôle RMSE.

X - Est, Y - Nord, Z - Altitude.

Etiquette	Erreur X (cm)	Erreur Y (cm)	Erreur Z (cm)	Total (cm)	Image (px)
cible01	0.0778471	2.27412	0.357592	2.30338	0.550 (22)
cible02	1.02983	-0.844982	-0.213752	1.34916	0.353 (27)
cible03	-0.249491	-2.5868	0.566142	2.65976	0.198 (33)
cible04	-4.04827	-1.84413	-0.902759	4.53919	0.405 (43)
cible05	-2.62926	-1.60846	0.820991	3.1897	0.585 (30)
cible06	-2.54027	-0.29794	-0.587573	2.62431	0.662 (22)
cible07	-0.805199	2.90439	0.593804	3.07188	0.639 (14)
cible08	4.07956	2.15359	-0.35162	4.62649	0.557 (24)
cible09	-1.9754	3.03883	0.0561275	3.62489	0.511 (27)
cible10	5.04696	2.46222	-0.321119	5.62472	0.538 (25)
cible11	4.94617	-1.91592	0.325725	5.31427	0.569 (20)
cible12	-2.1554	1.33576	-0.78813	2.65541	0.505 (18)
cible13	1.99825	-1.03273	0.272908	2.26584	0.606 (7)
cible14	0.651038	-0.273122	-0.0537843	0.708053	0.557 (13)
cible15	-1.82827	-0.822792	-0.117258	2.00831	0.958 (28)
cible16	-3.12355	4.15626	0.726789	5.24969	0.595 (33)
cible17	-1.94513	5.72507	-1.40566	6.20773	0.534 (34)
cible18	3.38602	2.32014	-1.29954	4.30546	0.660 (27)
cible19	-2.89082	-3.76485	1.58414	5.00404	0.689 (34)
cible20	5.18901	-8.94131	0.33333	10.3433	0.644 (39)
cible21	-2.21131	-2.43726	0.403822	3.3156	0.533 (30)
Total	2.92441	3.16072	0.714003	4.36487	0.577

Tableau 4. Points de contrôle.
X - Est, Y - Nord, Z - Altitude.

Modèle Numérique d'élévation

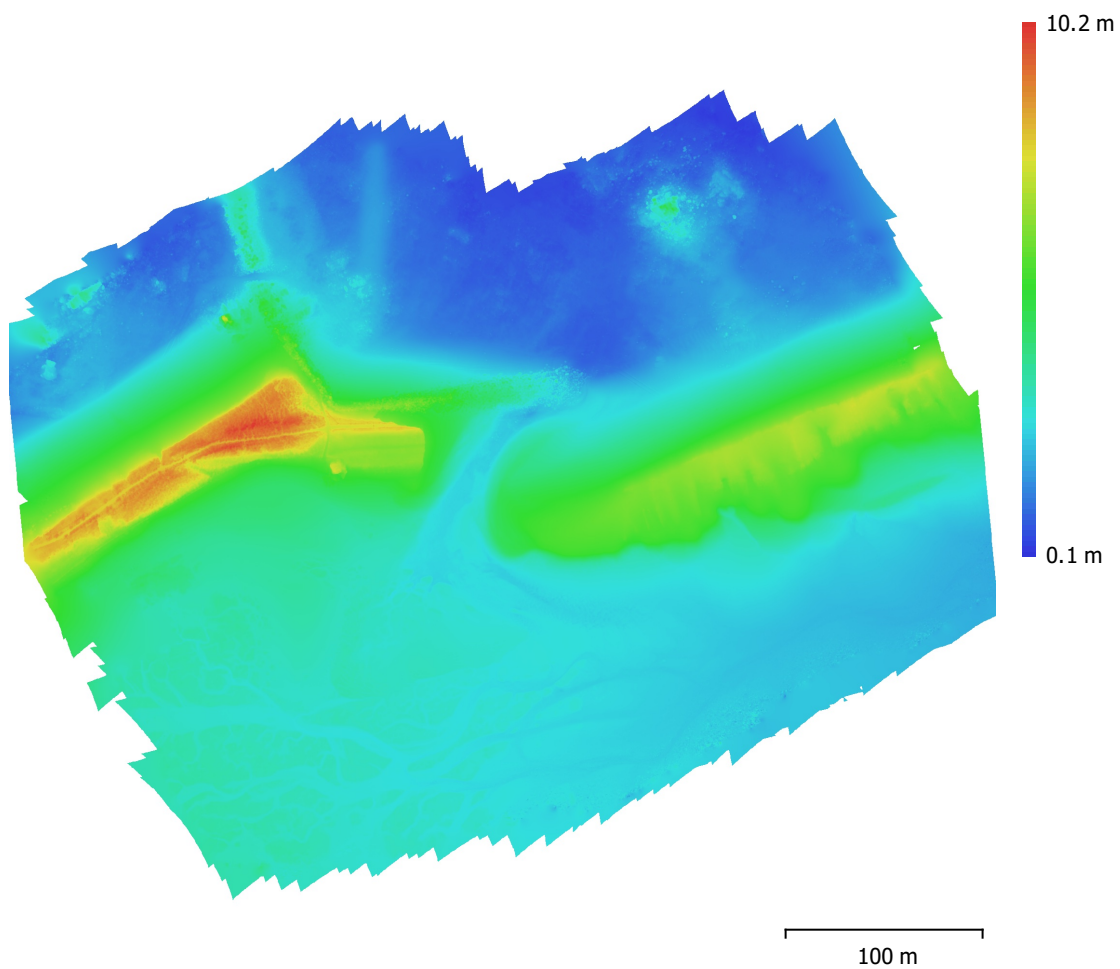


Fig. 4. Modèle numérique d'élévation reconstruit.

Résolution: 2.84 cm/px
Densité des points: 0.124 points/cm²

Paramètres de traitement

Général

Caméras	734
Caméras alignées	542
Repères	21
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)
Angles de rotation	Lacet, Tangage, Roulis

Nuage de point

Points	656,410 de 897,766
Erreur RMS de reprojection	0.10242 (0.515922 px)
Erreur Max de reprojection	0.599451 (23.2644 px)
Taille moyenne de point	4.06731 px
Couleurs des points	3 bandes, uint8
Points-clé	Non
Multiplicité moyenne des points de liaison	2.65054

Paramètres d'alignement

Précision	Haute
Présélection générique	Oui
Présélection par références	Source
Limite de points	40,000
Limite de points de liaison	4,000
Correspondance d'images guidée	Non
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Non
Temps de concordance	6 minutes 8 secondes
Utilisation de la mémoire de correspondance	822.00 MB
Temps d'alignement	4 minutes 15 secondes
Utilisation de la mémoire d'alignement	408.21 MB

Paramètres d'optimisation

Paramètres	f, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Non
Durée d'optimisation	11 secondes
Version du programme	1.6.5.11249

Cartes de profondeur

Nombre	538
--------	-----

Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Léger
Temps de traitement	32 minutes 38 secondes
Version du programme	1.6.5.11249

Nuage de points dense

Points	178,364,575
Couleurs des points	3 bandes, uint8

Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Léger
Temps de traitement	32 minutes 38 secondes

Paramètres de génération du nuage de points dense

Temps de traitement	1 heure 12 minutes
Version du programme	1.6.5.11249

MNE

Taille	18,552 x 16,306
--------	-----------------

Système de coordonnées

RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)

Paramètres de reconstruction

Données source

Nuage dense

Interpolation

Activé

Temps de traitement

5 minutes 50 secondes

Version du programme

1.6.5.11249

Système

Nom du programme

Agisoft Metashape Professional

Version du programme

1.6.2 build 10247

Système d'exploitation

Windows 64 bit

RAM

15.82 GB

CPU

Intel(R) Core(TM) i7-8665U CPU @ 1.90GHz

GPU(s)

Aucun

Sillon de Talbert

Rapport de traitement photogrammetrique
survol drone réalisé le 26/05/2021 par J. Ammann (altitude 60 m)

31 May 2021



Données du levé

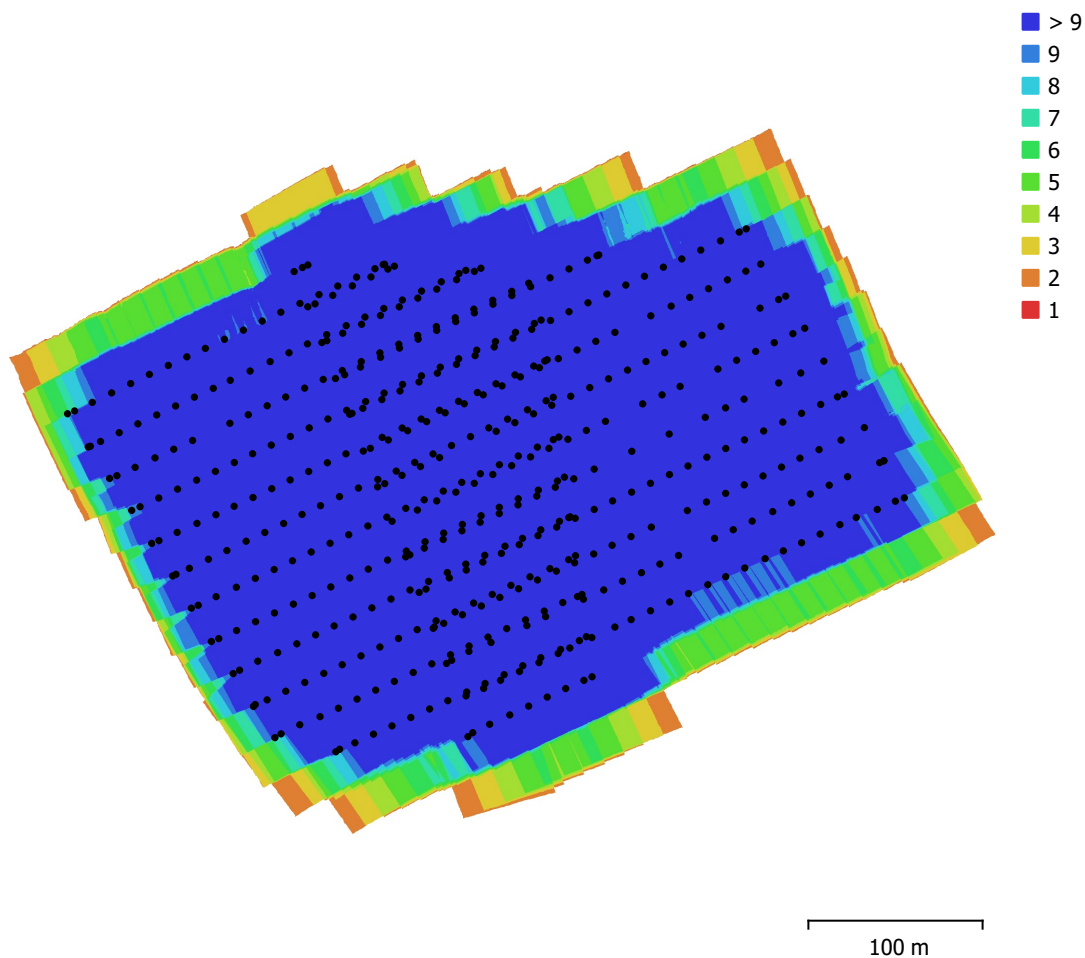


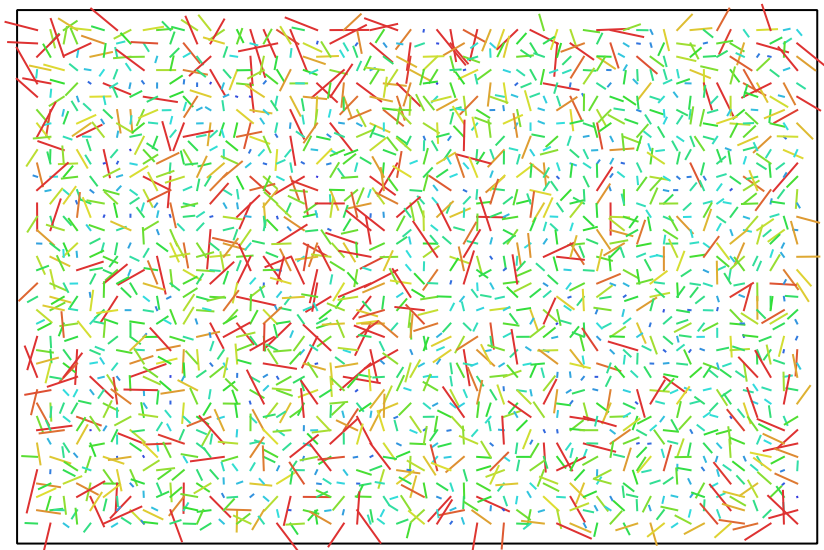
Fig. 1. Emplacements des caméras et chevauchement des images.

Nombre d'images:	507	Stations de caméras:	507
Altitude de vol:	62.9 m	Points de liaison:	48,121
Résolution au sol:	1.6 cm/px	Projections:	212,294
Zone de couverture:	0.144 km ²	Erreur de reprojection:	6.01 px

Modèle de caméra	Résolution	Longueur focale	Taille de pixel	Précalibré
FC6310 (8.8mm)	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 μ m	Non

Tableau 1. Caméras.

Calibration de la caméra



1 px

Fig. 2. Résiduelles des points de liaison pour FC6310 (8.8mm).

FC6310 (8.8mm)

507 images

Type
Cadre

Résolution
5472 x 3648

Longueur focale
8.8 mm

Taille de pixel
2.41 x 2.41 μm

	Valeur	Erreur	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	3587.58	2	1.00	0.08	-0.48	-0.03	-0.02	0.03	0.04	0.07
Cx	-20.7064	0.56		1.00	-0.00	-0.01	0.01	-0.02	0.33	0.06
Cy	26.0343	0.56			1.00	0.03	-0.03	0.03	-0.07	0.05
K1	-0.00611784	0.00038				1.00	-0.97	0.92	-0.04	-0.01
K2	-0.00267301	0.0012					1.00	-0.98	0.04	0.00
K3	0.00376824	0.0011						1.00	-0.04	-0.00
P1	-0.00124841	2.3e-05							1.00	-0.06
P2	0.00119848	1.7e-05								1.00

Tableau 2. Coefficients de calibration et matrice de corrélation.

Points de contrôle au sol

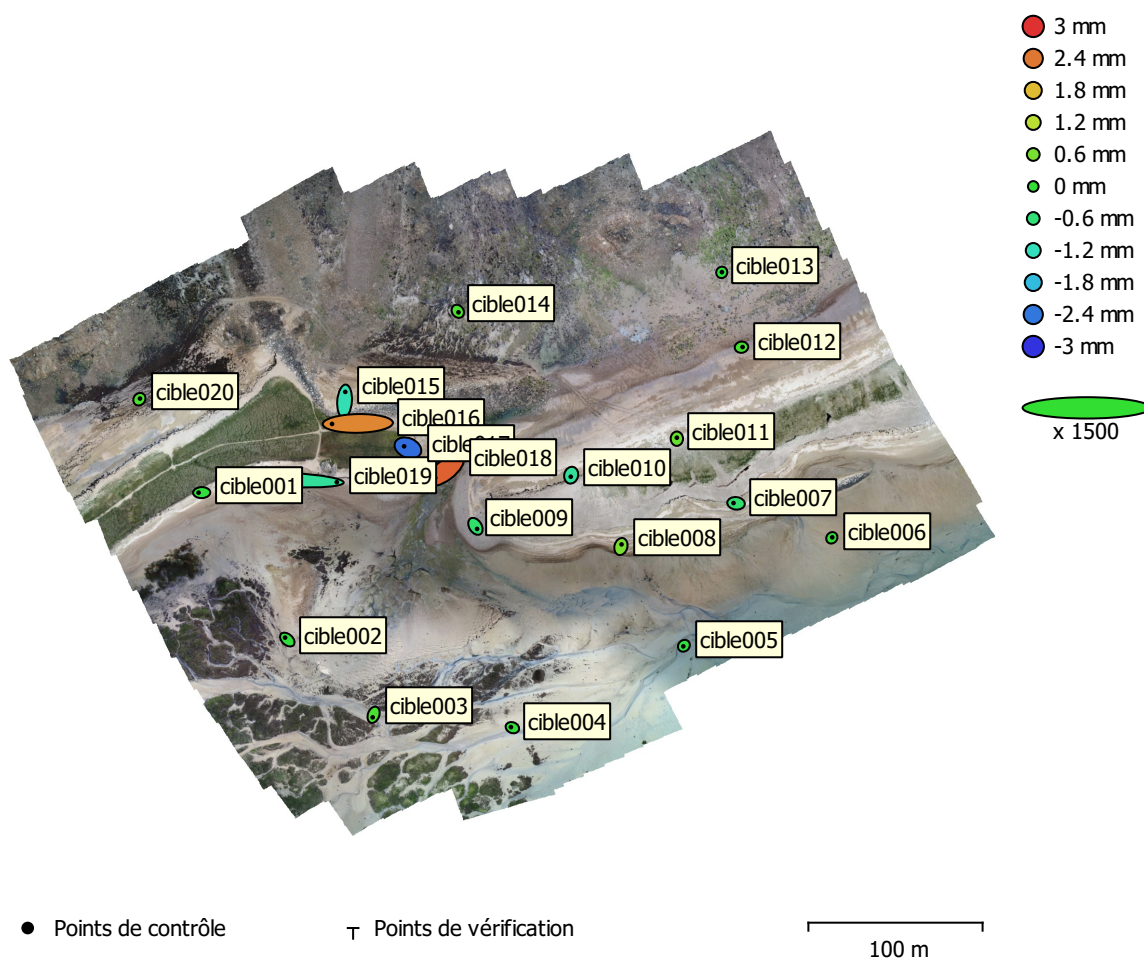


Fig. 3. Emplacements des points de contrôle au sol et estimations d'erreur.

L'erreur Z est représentée par la couleur de l'ellipse. Les erreurs X et Y sont représentées par la forme de l'ellipse. Les emplacements estimés des points de contrôle au sol sont marqués d'un point ou d'une croix.

Nombre	Erreur X (mm)	Erreur Y (mm)	Erreur Z (mm)	Erreur XY (mm)	Total (mm)
20	9.06349	2.2896	1.05367	9.34821	9.4074

Tableau 3. Points de contrôle RMSE.

X - Est, Y - Nord, Z - Altitude.

Etiquette	Erreur X (mm)	Erreur Y (mm)	Erreur Z (mm)	Total (mm)	Image (px)
cible001	-2.38915	-0.0736449	-0.103402	2.39252	0.037 (20)
cible002	-1.68622	1.49481	-0.0714806	2.25453	0.030 (24)
cible003	-0.722379	-1.96072	0.210034	2.10008	0.035 (17)
cible004	-1.10388	0.431047	-0.0367001	1.18562	0.030 (13)
cible005	-0.469195	-0.442203	-0.107867	0.653699	0.034 (5)
cible020	0.433982	0.507499	0.235074	0.707924	0.023 (14)
cible015	0.525885	7.13977	-1.11584	7.24555	0.197 (32)
cible016	-19.703	-0.386184	2.2637	19.8364	0.551 (21)
cible019	34.2286	-1.64226	-0.898616	34.2797	0.569 (15)
cible017	-2.91313	1.21195	-2.49085	4.01989	0.217 (37)
cible018	-7.53693	-5.7738	2.58938	9.84109	0.121 (40)
cible009	1.27008	-1.97637	-0.478207	2.39746	0.048 (29)
cible008	0.471377	1.66697	0.624698	1.84153	0.035 (25)
cible010	-0.31443	-1.18136	-0.890157	1.51223	0.030 (33)
cible007	-1.94921	0.225953	-0.516192	2.02902	0.036 (16)
cible011	0.0118724	0.76846	0.470314	0.901036	0.040 (10)
cible006	0.326964	0.40062	-0.00307503	0.517118	0.019 (10)
cible012	0.847589	0.1169	0.166757	0.871711	0.033 (14)
cible013	0.136746	0.215093	-0.0845022	0.268524	0.019 (14)
cible014	0.534498	-0.742539	0.236917	0.945083	0.038 (39)
Total	9.06349	2.2896	1.05367	9.4074	0.188

Tableau 4. Points de contrôle.
X - Est, Y - Nord, Z - Altitude.

Modèle Numérique d'élévation

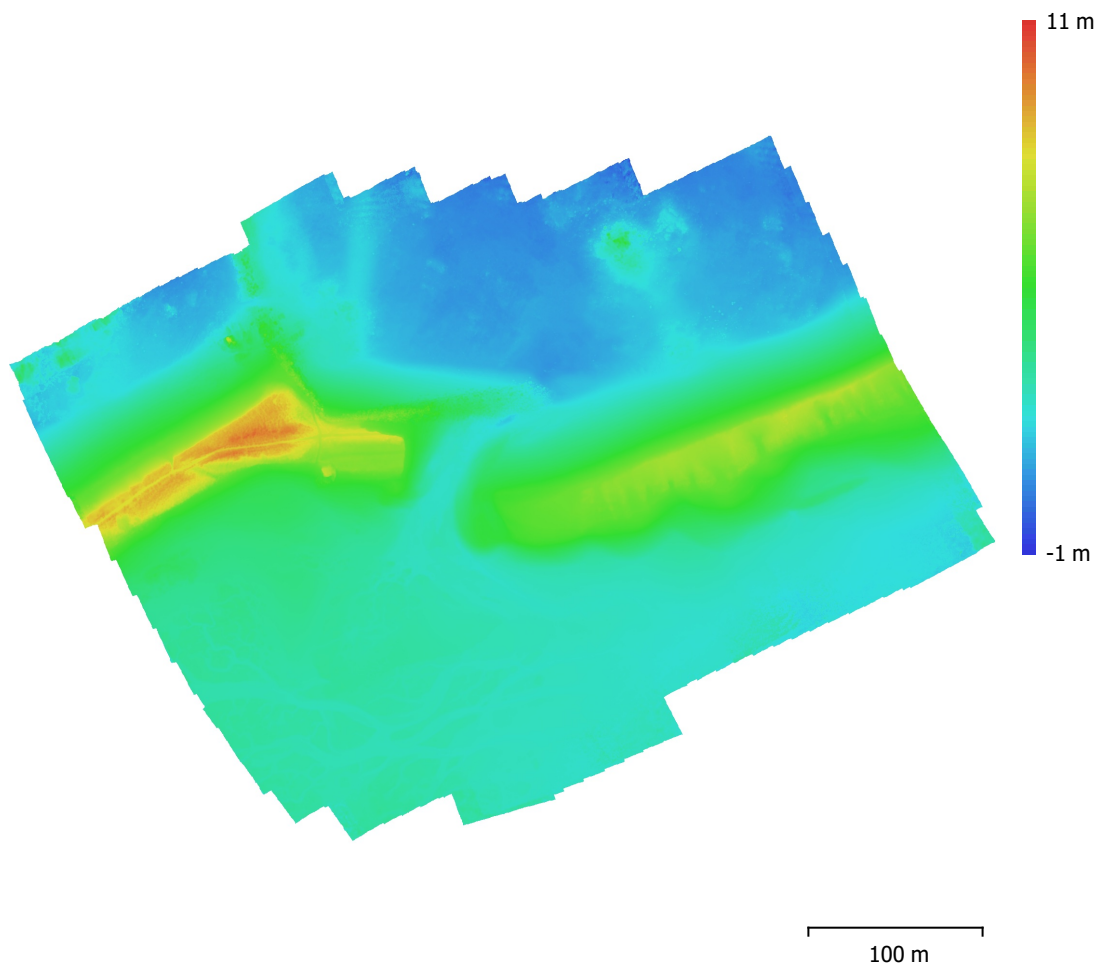


Fig. 4. Modèle numérique d'élévation reconstruit.

Résolution: 3.2 cm/px
Densité des points: 976 points/m²

Paramètres de traitement

Général

Caméras	507
Caméras alignées	507
Repères	20
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)
Angles de rotation	Lacet, Tangage, Roulis

Nuage de point

Points	48,121 de 58,232
Erreur RMS de reprojection	0.197961 (6.00555 px)
Erreur Max de reprojection	0.922433 (111.887 px)
Taille moyenne de point	29.3627 px
Couleurs des points	3 bandes, uint8
Points-clé	Non
Multiplicité moyenne des points de liaison	5.12412

Paramètres d'alignement

Précision	La plus basse
Présélection générique	Oui
Présélection par références	Source
Limite de points	40,000
Limite de points de liaison	50,000
Exclure les points de liaison fixes	Oui
Correspondance d'images guidée	Non
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Non
Temps de concordance	1 minute 30 secondes
Utilisation de la mémoire de correspondance	243.14 MB
Temps d'alignement	59 secondes
Utilisation de la mémoire d'alignement	222.11 MB

Paramètres d'optimisation

Paramètres	f, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Non
Durée d'optimisation	1 seconde
Version du programme	1.7.2.12070
Taille du fichier	5.89 MB

Cartes de profondeur

Nombre	507
--------	-----

Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Léger
Temps de traitement	35 minutes 27 secondes
Utilisation de la mémoire	5.55 GB
Version du programme	1.7.2.12070
Taille du fichier	3.95 GB

Nuage de points dense

Points	151,796,203
Couleurs des points	3 bandes, uint8

Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Léger
Temps de traitement	35 minutes 27 secondes
Utilisation de la mémoire	5.55 GB

Paramètres de génération du nuage de points dense

Temps de traitement	1 heure 36 minutes
Utilisation de la mémoire	10.81 GB
Version du programme	1.7.2.12070
Taille du fichier	1.96 GB

MNE

Taille	20,620 x 16,211
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)

Paramètres de reconstruction

Données source	Nuage dense
Interpolation	Activé
Temps de traitement	4 minutes 1 seconde
Utilisation de la mémoire	313.56 MB
Version du programme	1.7.2.12070
Taille du fichier	638.72 MB

Orthomosaïque

Taille	35,408 x 25,314
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)
Couleurs	3 bandes, uint8

Paramètres de reconstruction

Mode de fusion	Mosaïque
Surface	MNE
Activer le remplissage des trous	Oui
Activer le filtre fantôme	Non
Temps de traitement	9 minutes 31 secondes
Utilisation de la mémoire	3.46 GB
Version du programme	1.7.2.12070
Taille du fichier	12.59 GB

Système

Nom du programme	Agisoft Metashape Professional
Version du programme	1.7.2 build 12070
Système d'exploitation	Windows 64 bit
RAM	31.72 GB
CPU	Intel(R) Xeon(R) W-1250P CPU @ 4.10GHz
GPU(s)	GeForce RTX 2060 SUPER

Rapport Talbert 22-23/09/2021

Rapport de traitement photogrammetrique
survol réalisé les 22-23/09/2021 au Sillon de Talbert (Pleubian, Côte d'Armor)

17 November 2021



Données du levé

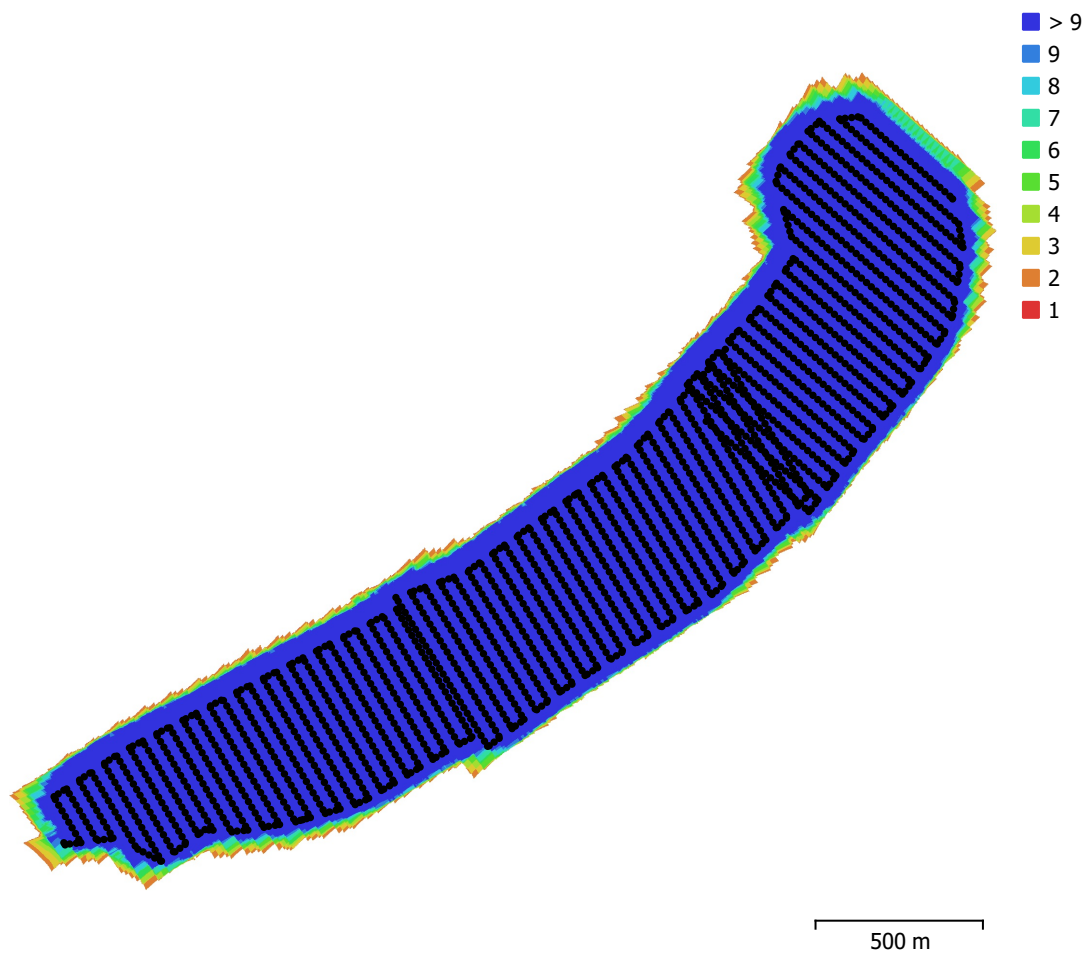


Fig. 1. Emplacements des caméras et chevauchement des images.

Nombre d'images:	2,128	Stations de caméras:	2,128
Altitude de vol:	118 m	Points de liaison:	620,137
Résolution au sol:	2.87 cm/px	Projections:	6,244,333
Zone de couverture:	2.11 km ²	Erreur de reprojection:	1.34 px

Modèle de caméra	Résolution	Longueur focale	Taille de pixel	Précalibré
FC6310R (8.8mm)	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 µm	Non

Tableau 1. Caméras.

Calibration de la caméra

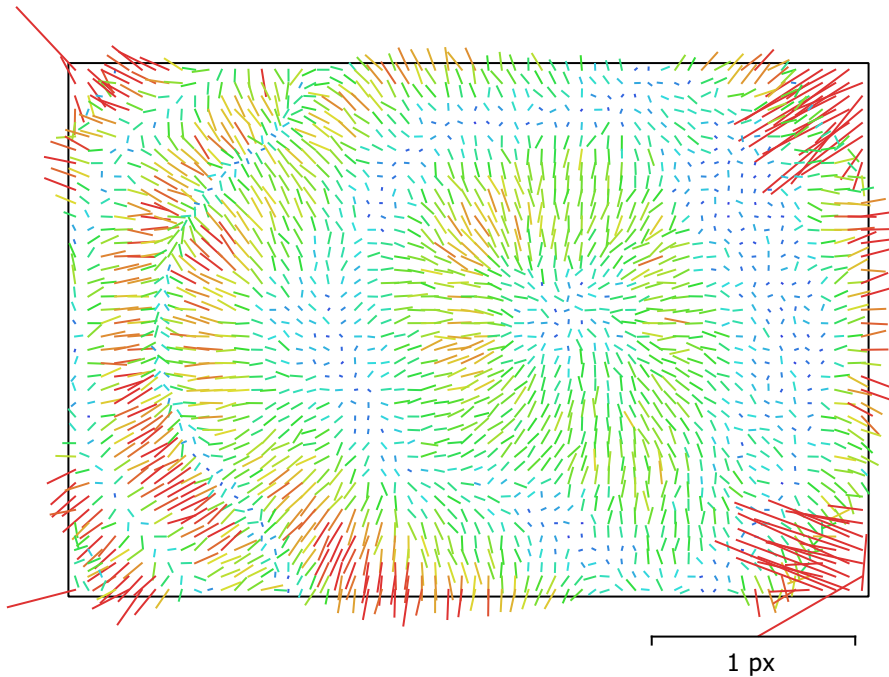


Fig. 2. Résiduelles des points de liaison pour FC6310R (8.8mm).

FC6310R (8.8mm)

2128 images

Type
Cadre

Résolution
5472 x 3648

Longueur focale
8.8 mm

Taille de pixel
2.41 x 2.41 μm

	Valeur	Erreur	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	K4	P1	P2
F	3684.98	0.24	1.00	-0.00	-0.07	-0.36	-0.10	-0.95	0.65	-0.42	0.30	-0.02	0.08
Cx	-16.1961	0.023		1.00	-0.01	-0.02	0.31	0.01	-0.01	0.01	-0.00	-0.90	0.02
Cy	20.3258	0.026			1.00	-0.33	-0.01	0.08	-0.07	0.06	-0.05	0.03	-0.96
B1	-1.22508	0.0068				1.00	0.04	0.32	-0.23	0.15	-0.11	0.02	0.33
B2	-1.55997	0.0055					1.00	0.10	-0.07	0.05	-0.04	-0.30	0.02
K1	-0.270794	3.8e-05						1.00	-0.85	0.66	-0.55	0.02	-0.09
K2	0.125403	5.4e-05							1.00	-0.95	0.89	-0.01	0.08
K3	-0.0550289	5.8e-05								1.00	-0.98	0.01	-0.07
K4	0.0119051	2.4e-05									1.00	-0.00	0.06
P1	-0.000405722	9.2e-07										1.00	-0.03
P2	6.74848e-05	1.2e-06											1.00

Tableau 2. Coefficients de calibration et matrice de corrélation.

Points de contrôle au sol

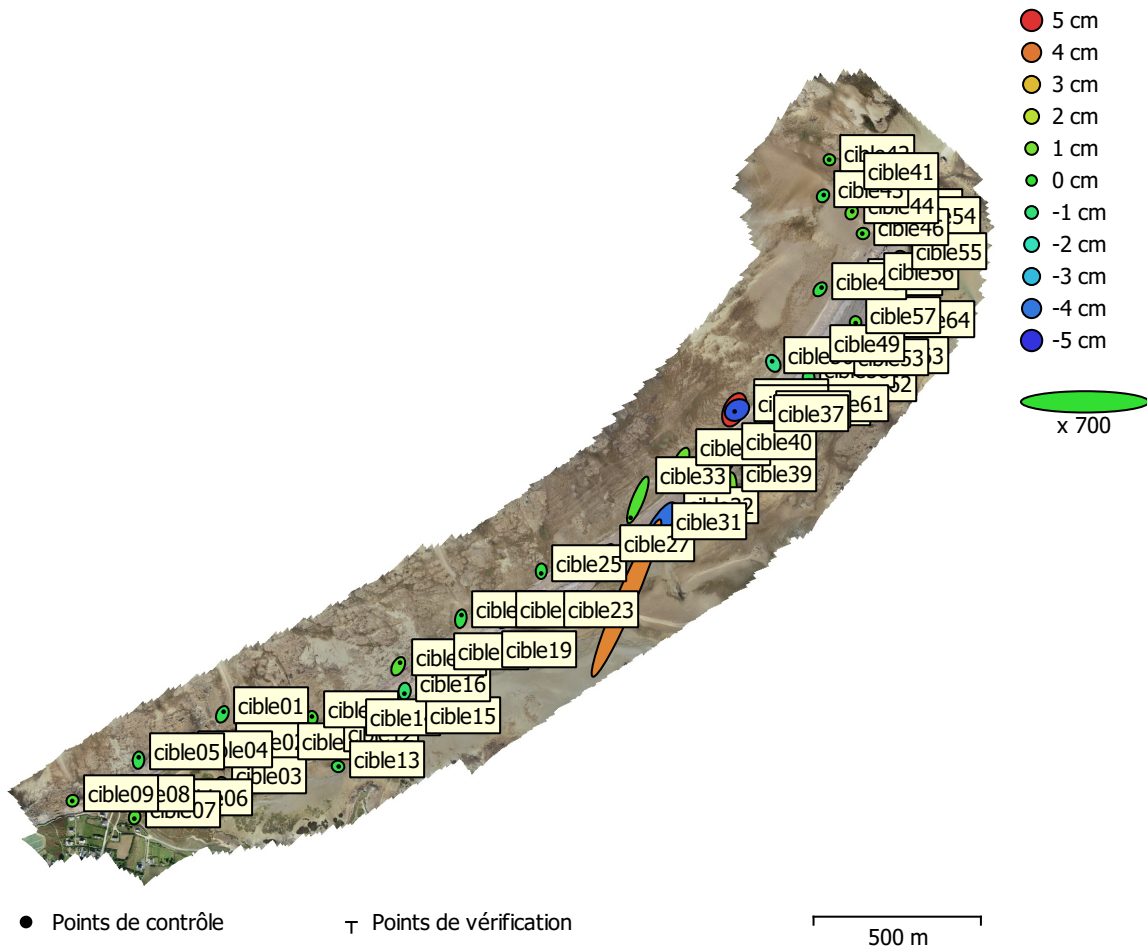


Fig. 3. Emplacements des points de contrôle au sol et estimations d'erreur.

L'erreur Z est représentée par la couleur de l'ellipse. Les erreurs X et Y sont représentées par la forme de l'ellipse. Les emplacements estimés des points de contrôle au sol sont marqués d'un point ou d'une croix.

Nombre	Erreur X (cm)	Erreur Y (cm)	Erreur Z (cm)	Erreur XY (cm)	Total (cm)
55	3.95472	8.93215	1.30604	9.76848	9.8554

Tableau 3. Points de contrôle RMSE.

X - Est, Y - Nord, Z - Altitude.

Etiquette	Erreur X (cm)	Erreur Y (cm)	Erreur Z (cm)	Total (cm)	Image (px)
cible01	1.03737	2.2483	-0.449929	2.51663	0.809 (27)
cible02	-0.208226	-0.268357	0.216129	0.402598	0.137 (23)
cible03	0.416884	-1.05781	-0.241819	1.16243	0.464 (24)
cible04	-1.41007	-0.717735	-0.0312358	1.58253	0.337 (25)
cible05	0.211195	2.45382	-0.441868	2.50221	0.471 (21)
cible06	1.70206	0.128542	-0.637859	1.8222	0.336 (24)
cible07	-0.277824	-1.14253	0.415268	1.247	0.302 (22)
cible08	0.823194	-0.1163	-0.0229683	0.831686	0.199 (23)
cible09	-0.308209	-0.181391	0.428022	0.557762	0.244 (15)
cible10	-0.168439	-1.45969	0.854377	1.69971	0.390 (25)
cible12	-1.48648	-0.67247	0.0483775	1.63223	0.241 (24)
cible13	0.531885	-0.135817	-0.360382	0.656676	0.889 (25)
cible11	-0.150384	1.03108	0.242615	1.06986	0.214 (20)
cible14	-0.873762	-1.78473	0.219628	1.99924	0.317 (22)
cible15	-0.281724	1.06226	0.0696021	1.10119	0.320 (26)
cible16	-0.199066	-2.03983	-0.769336	2.18916	0.339 (23)
cible17	1.5846	3.05979	0.53537	3.4871	0.751 (31)
cible18	-0.021331	-1.13581	0.0267479	1.13633	0.205 (30)
cible19	0.734384	1.67886	0.148826	1.83849	0.403 (27)
cible20	0.535962	3.09835	-0.317807	3.16038	0.508 (22)
cible21	-0.721025	-3.06902	0.627516	3.21443	0.564 (27)
cible23	-1.69311	0.375925	-0.198109	1.74562	0.272 (32)
cible25	-0.0901208	-1.89713	-0.213934	1.91128	0.253 (32)
cible27	-5.62399	-8.35089	-1.13822	10.1322	1.468 (23)
cible32	-8.99891	-15.4845	-4.10753	18.3745	2.549 (31)
cible33	-6.16903	-15.2281	0.448441	16.4363	1.961 (33)
cible39	-0.471064	-7.84818	0.973163	7.9223	1.238 (25)
cible34	-2.77094	-6.09095	0.826688	6.74249	0.969 (26)
cible40	-1.16912	-6.81222	0.430839	6.92523	0.811 (28)
cible52	0.713131	0.186569	1.04004	1.27477	0.290 (28)
cible62	2.17726	1.36123	-0.430034	2.60352	0.499 (29)

Etiquette	Erreur X (cm)	Erreur Y (cm)	Erreur Z (cm)	Total (cm)	Image (px)
cible58	0.0619972	-2.09635	-0.506394	2.15754	0.318 (25)
cible61	0.564704	0.141684	-0.96255	1.12493	0.945 (17)
cible50	-0.968259	1.78216	-1.22657	2.37025	0.469 (27)
cible51	2.63294	5.56165	4.89277	7.86152	0.787 (55)
cible35	-1.99585	-1.21208	-4.48042	5.05239	0.689 (51)
cible59	-0.170638	-3.46586	0.166907	3.47407	0.322 (42)
cible37	-0.330521	-3.40742	-0.976414	3.55993	1.107 (39)
cible64	-1.22974	1.15981	0.623786	1.80181	0.346 (25)
cible63	-0.229865	0.0788807	-0.673971	0.716447	0.326 (24)
cible53	-0.838928	0.712345	0.811528	1.36741	0.526 (24)
cible49	-0.703844	-0.408871	0.509579	0.960334	0.218 (22)
cible57	0.0689611	-0.497047	0.449272	0.67354	0.233 (24)
cible47	-1.05463	-0.645498	0.530155	1.34536	0.426 (25)
cible48	1.31987	1.49677	-0.222065	2.00791	0.514 (27)
cible56	0.121262	-1.07912	-1.18362	1.60629	0.360 (24)
cible55	-0.732755	0.363657	-0.396648	0.909124	0.183 (26)
cible45	0.170975	-0.499644	-0.85051	1.00112	0.274 (24)
cible54	0.603152	-0.00586758	1.03486	1.19782	0.405 (28)
cible46	-0.590991	-0.0694656	0.31904	0.675191	0.269 (29)
cible44	0.506732	0.920086	0.631155	1.22544	0.272 (25)
cible43	0.616099	0.741437	-0.409922	1.04754	0.333 (26)
cible42	-0.256806	0.0770928	0.231354	0.354143	0.412 (26)
cible41	-0.580841	-0.55042	-0.309429	0.857954	0.175 (25)
cible31	25.6419	59.7107	3.80747	65.0951	9.021 (24)
Total	3.95472	8.93215	1.30604	9.8554	1.356

Tableau 4. Points de contrôle.
X - Est, Y - Nord, Z - Altitude.

Modèle Numérique d'élévation

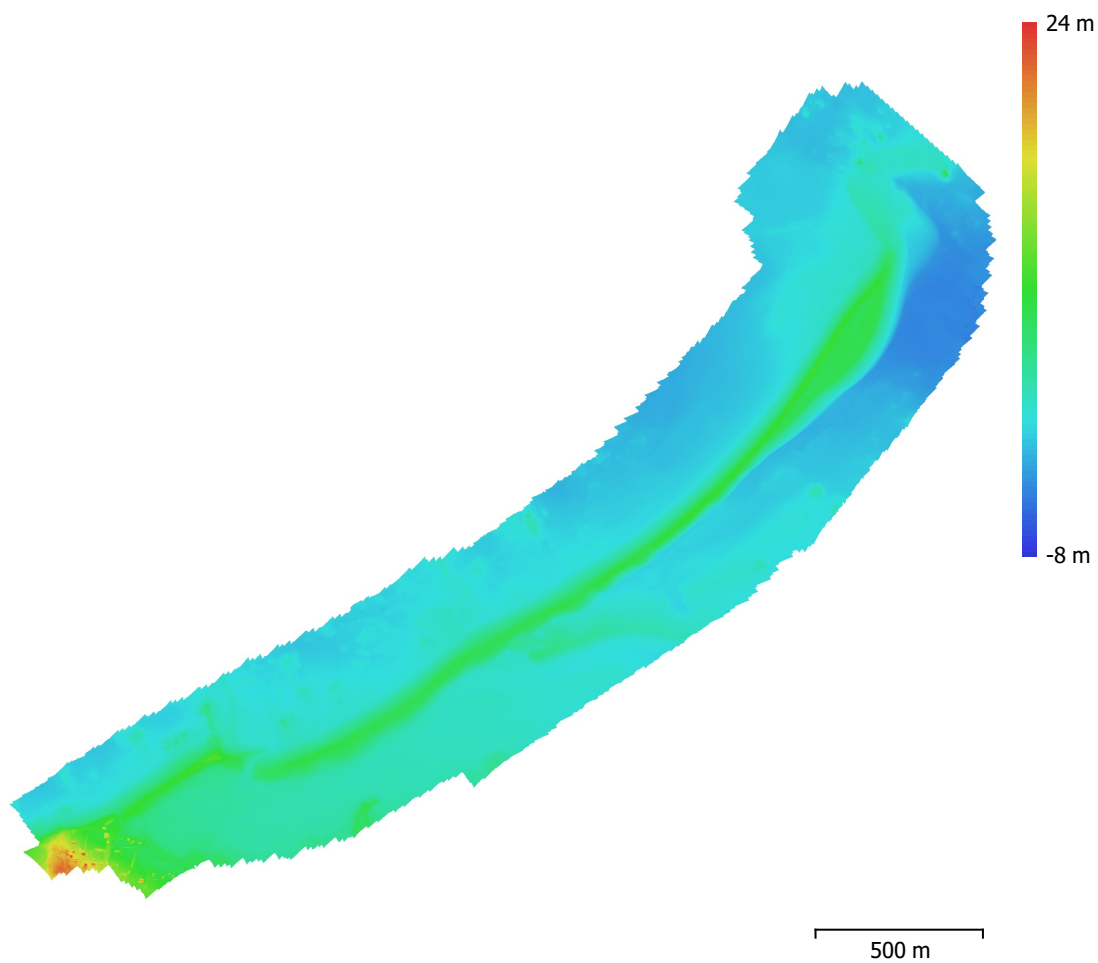


Fig. 4. Modèle numérique d'élévation reconstruit.

Résolution: 11.5 cm/px
Densité des points: 75.8 points/m²

Paramètres de traitement

Général

Caméras	2128
Caméras alignées	2128
Repères	55
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)
Angles de rotation	Lacet, Tangage, Roulis

Nuage de point

Points	620,137 de 1,021,884
Erreur RMS de reprojection	0.149073 (1.33667 px)
Erreur Max de reprojection	1.32793 (70.9995 px)
Taille moyenne de point	7.44086 px
Couleurs des points	3 bandes, uint8
Points-clé	Non
Multiplicité moyenne des points de liaison	9.03158

Paramètres d'alignement

Précision	Moyenne
Présélection générique	Oui
Présélection par références	Non
Limite de points	40,000
Limite de points-clé par Mpx	1,000
Limite de points de liaison	4,000
Exclure les points de liaison fixes	Non
Correspondance d'images guidée	Non
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Oui
Temps de concordance	30 minutes 37 secondes
Utilisation de la mémoire de correspondance	1.18 GB
Temps d'alignement	16 minutes 41 secondes
Utilisation de la mémoire d'alignement	1.29 GB

Paramètres d'optimisation

Paramètres	f, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Oui
Durée d'optimisation	2 minutes 21 secondes
Date de création	2021:11:16 10:53:41
Version du programme	1.7.5.13229
Taille du fichier	158.22 MB

Cartes de profondeur

Nombre	2128
--------	------

Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Moyenne
Mode de filtrage	Modéré
Max voisins	40
Temps de traitement	32 minutes 2 secondes
Utilisation de la mémoire	6.23 GB
Date de création	2021:11:16 16:20:09
Version du programme	1.7.5.13229
Taille du fichier	3.70 GB

Nuage de points dense

Points	154,333,081
Couleurs des points	Aucun

Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Moyenne
Mode de filtrage	Modéré
Max voisins	40
Temps de traitement	32 minutes 2 secondes
Utilisation de la mémoire	6.23 GB

Paramètres de génération du nuage de points dense

Temps de traitement	40 minutes 12 secondes
Utilisation de la mémoire	10.36 GB
Date de création	2021:11:16 17:03:03
Version du programme	1.7.5.13229
Taille du fichier	1.59 GB

MNE

Taille	36,690 x 34,098
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)

Paramètres de reconstruction

Données source	Nuage dense
Interpolation	Activé
Temps de traitement	5 minutes 21 secondes
Utilisation de la mémoire	330.41 MB
Date de création	2021:11:16 17:08:27
Version du programme	1.7.5.13229
Taille du fichier	776.75 MB

Orthomosaïque

Taille	102,663 x 85,087
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)
Couleurs	3 bandes, uint8

Paramètres de reconstruction

Mode de fusion	Mosaïque
Surface	MNE
Activer le remplissage des trous	Oui
Activer le filtre fantôme	Non
Temps de traitement	1 heure 3 minutes
Utilisation de la mémoire	10.71 GB
Date de création	2021:11:16 17:31:25
Version du programme	1.7.5.13229
Taille du fichier	77.52 GB

Système

Nom du programme	Agisoft Metashape Professional
Version du programme	1.7.4 build 13028
Système d'exploitation	Windows 64 bit
RAM	15.82 GB
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-8665U CPU @ 1.90GHz
GPU(s)	Aucun

Sillon de Talbert (relevé photogrammétrique de décembre 2021)

**Rapport de traitement photogrammetrique
du survol réalisés le 15 décembre 2021 sur le Sillon de Talbert (Pleubian, Côtes
d'Armor)**

21 December 2021



Données du levé

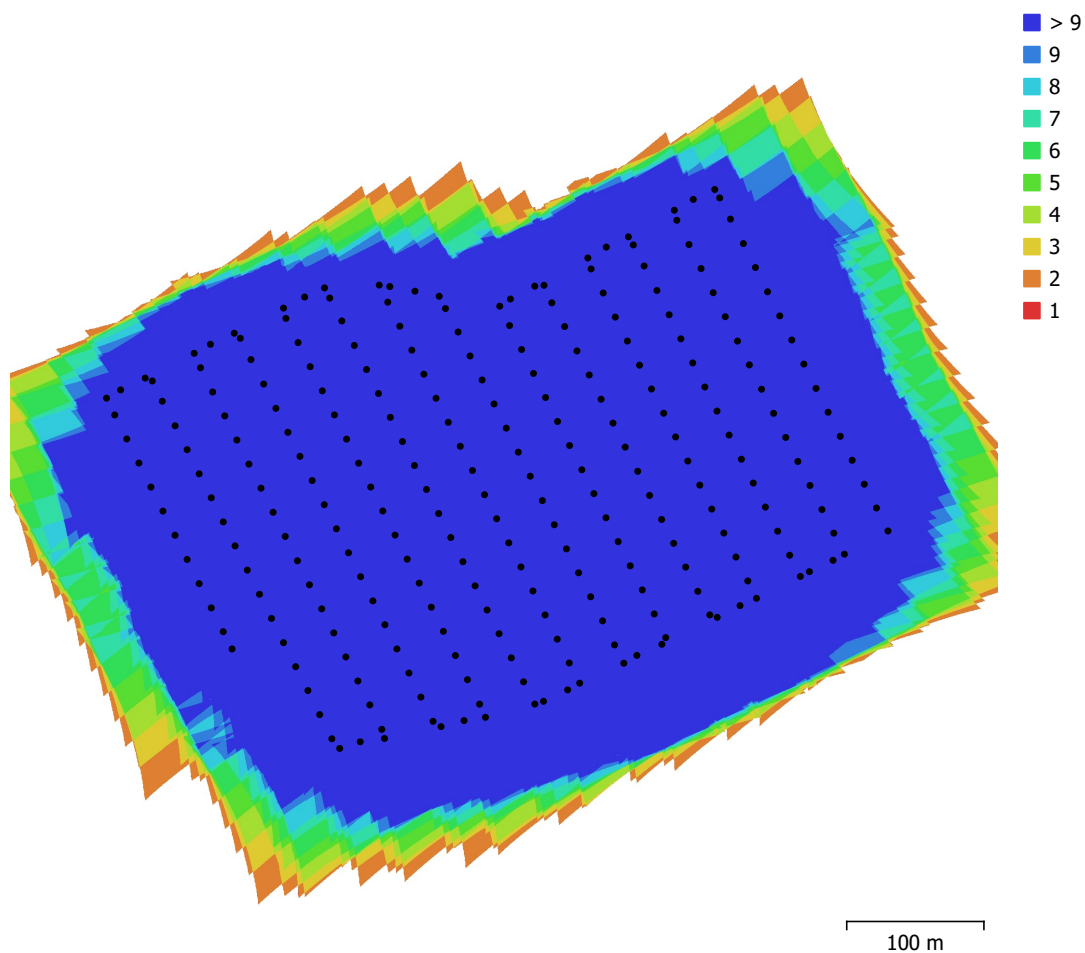


Fig. 1. Emplacements des caméras et chevauchement des images.

Nombre d'images:	253	Stations de caméras:	253
Altitude de vol:	114 m	Points de liaison:	64,631
Résolution au sol:	2.79 cm/px	Projections:	767,571
Zone de couverture:	0.279 km ²	Erreur de reprojection:	0.615 px

Modèle de caméra	Résolution	Longueur focale	Taille de pixel	Précalibré
FC6310R (8.8mm)	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 μ m	Non

Tableau 1. Caméras.

Calibration de la caméra

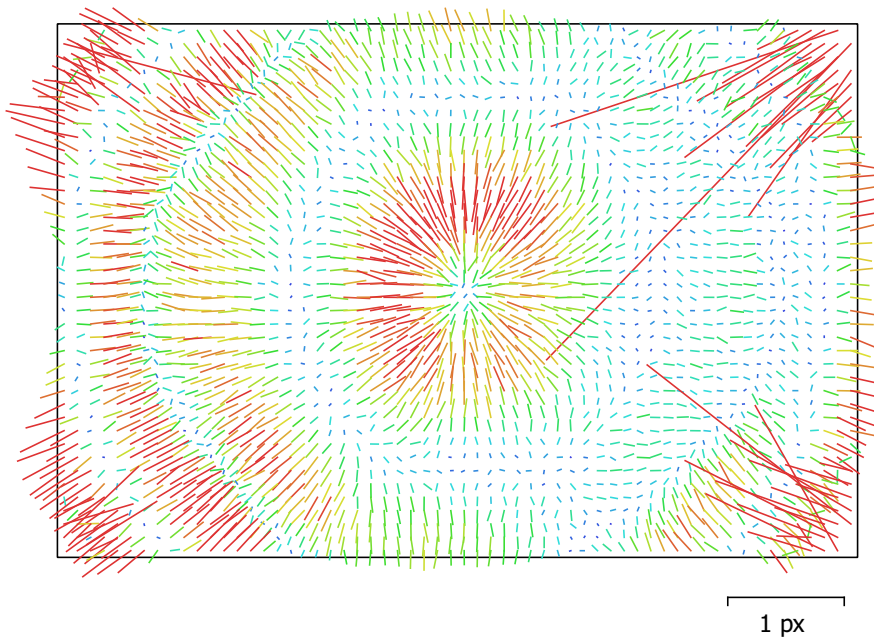


Fig. 2. Résiduelles des points de liaison pour FC6310R (8.8mm).

FC6310R (8.8mm)

253 images

Type
Cadre

Résolution
5472 x 3648

Longueur focale
8.8 mm

Taille de pixel
2.41 x 2.41 μm

	Valeur	Erreur	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
F	3658.34	0.54	1.00	-0.05	-0.11	-0.99	0.97	-0.93	-0.06	0.10
Cx	-15.6197	0.039		1.00	-0.04	0.05	-0.05	0.05	-0.78	0.04
Cy	16.7779	0.041			1.00	0.10	-0.10	0.10	0.04	-0.83
K1	-0.262685	7.8e-05				1.00	-0.99	0.96	0.05	-0.10
K2	0.10391	6.3e-05					1.00	-0.99	-0.05	0.09
K3	-0.0278933	2.7e-05						1.00	0.05	-0.09
P1	-0.000520511	1.2e-06							1.00	-0.02
P2	0.000159152	1.6e-06								1.00

Tableau 2. Coefficients de calibration et matrice de corrélation.

Points de contrôle au sol

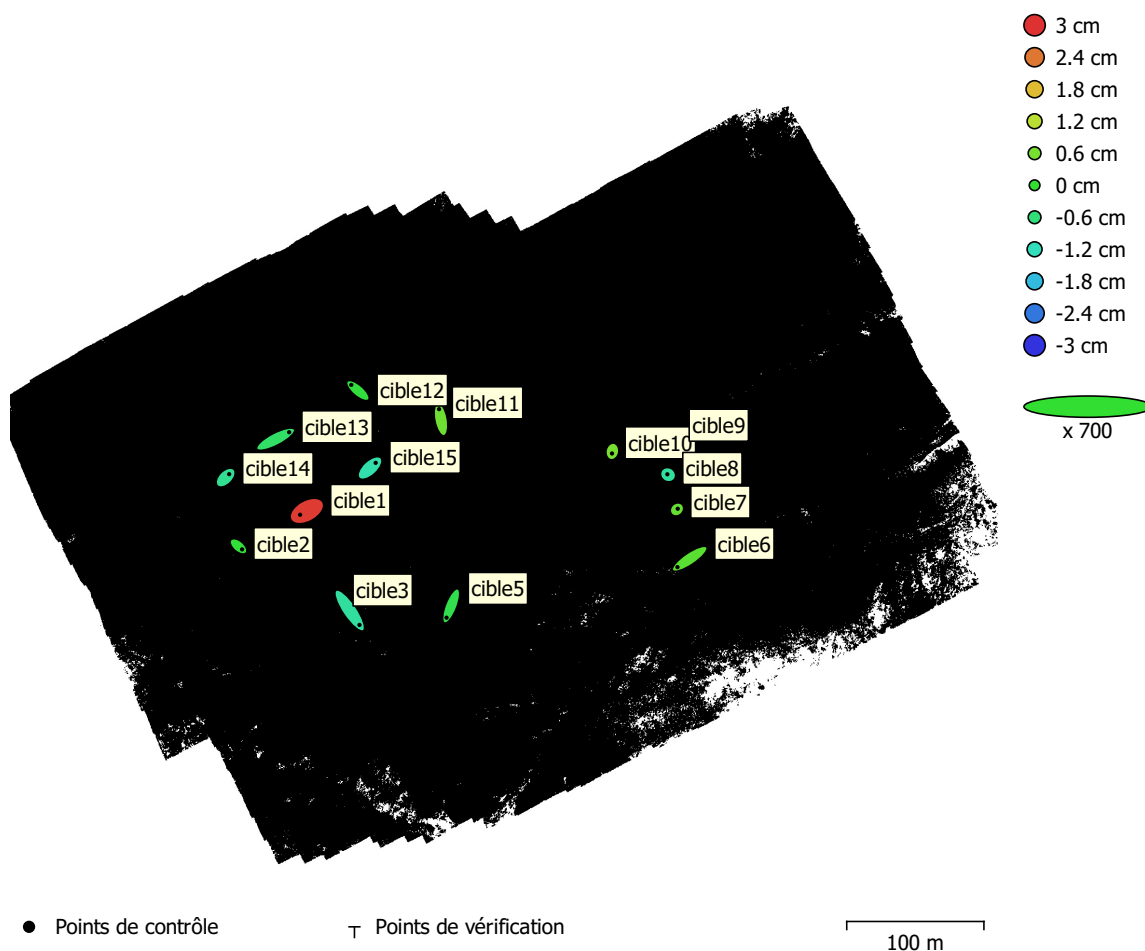


Fig. 3. Emplacements des points de contrôle au sol et estimations d'erreur.

L'erreur Z est représentée par la couleur de l'ellipse. Les erreurs X et Y sont représentées par la forme de l'ellipse. Les emplacements estimés des points de contrôle au sol sont marqués d'un point ou d'une croix.

Nombre	Erreur X (cm)	Erreur Y (cm)	Erreur Z (cm)	Erreur XY (cm)	Total (cm)
14	1.37678	1.55571	0.97975	2.07744	2.29688

Tableau 3. Points de contrôle RMSE.

X - Est, Y - Nord, Z - Altitude.

Etiquette	Erreur X (cm)	Erreur Y (cm)	Erreur Z (cm)	Total (cm)	Image (px)
cible3	2.03592	-3.00018	-0.945024	3.74688	0.507 (31)
cible5	-0.967294	-2.45327	-0.222797	2.64648	0.352 (31)
cible1	-1.41421	-0.779869	2.92624	3.34231	1.269 (30)
cible2	0.747585	-0.631512	-0.0467611	0.979734	0.334 (23)
cible14	0.724596	0.713785	-0.834503	1.31565	0.457 (29)
cible13	2.80377	1.44975	-0.455017	3.18903	0.398 (29)
cible12	-1.37647	1.17416	-0.0937298	1.81166	0.250 (27)
cible15	1.17147	1.07625	-1.06874	1.91647	0.331 (29)
cible11	-0.397653	2.13134	0.522417	2.23017	0.279 (31)
cible10	-0.0829842	-0.416813	0.605745	0.739964	0.505 (33)
cible9	-0.704926	2.2332	-0.244782	2.35457	0.490 (30)
cible7	0.1653	0.142078	0.450679	0.500621	0.363 (30)
cible6	-2.55601	-1.72544	0.334572	3.10198	0.387 (34)
cible8	-0.149094	0.0865387	-0.928293	0.944164	0.245 (27)
Total	1.37678	1.55571	0.97975	2.29688	0.508

Tableau 4. Points de contrôle.
X - Est, Y - Nord, Z - Altitude.

Modèle Numérique d'élévation

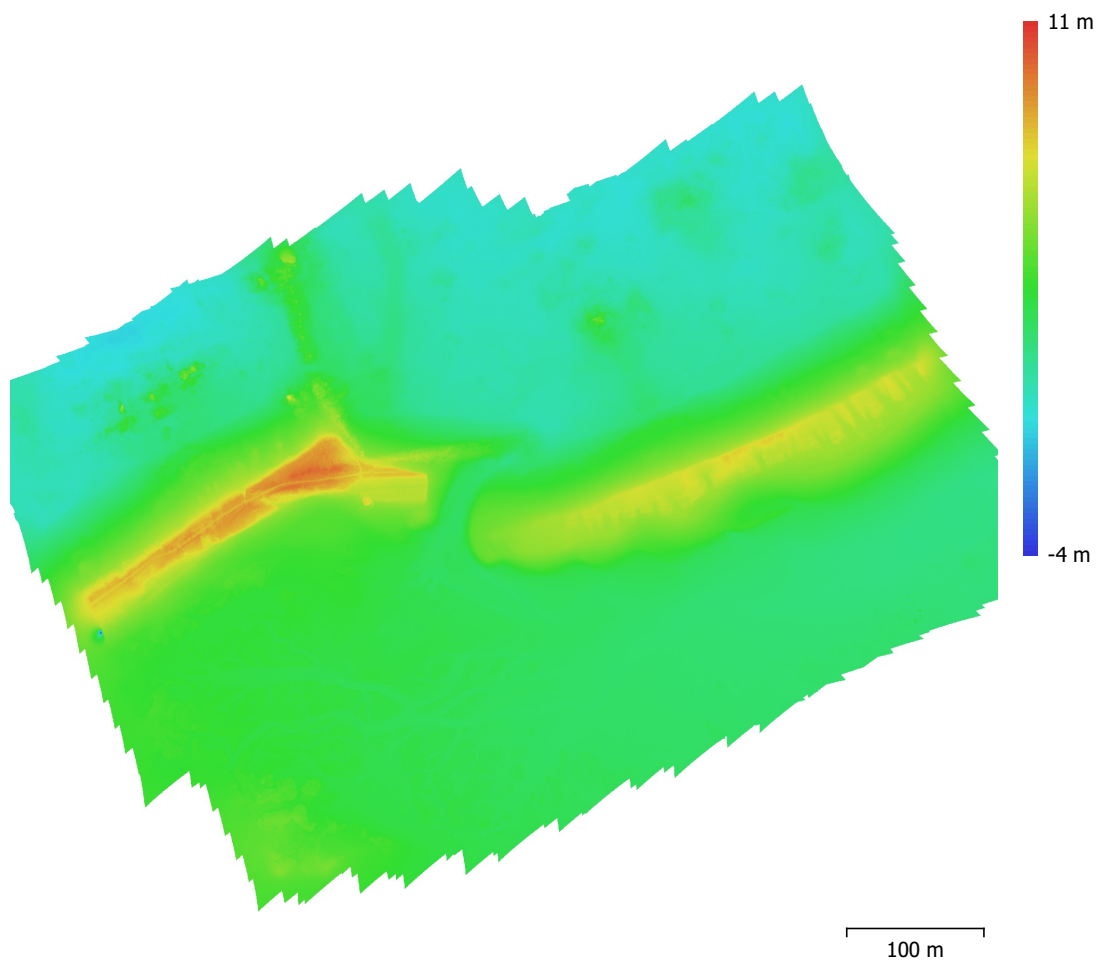


Fig. 4. Modèle numérique d'élévation reconstruit.

Résolution: 5.57 cm/px
Densité des points: 322 points/m²

Paramètres de traitement

Général

Caméras	253
Caméras alignées	253
Repères	14
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)
Angles de rotation	Lacet, Tangage, Roulis

Nuage de point

Points	64,631 de 104,791
Erreur RMS de reprojection	0.161669 (0.614942 px)
Erreur Max de reprojection	0.692591 (26.1425 px)
Taille moyenne de point	3.33317 px
Couleurs des points	3 bandes, uint8
Points-clé	Non
Multiplicité moyenne des points de liaison	10.4935

Paramètres d'alignement

Précision	Haute
Présélection générique	Oui
Présélection par références	Non
Limite de points	40,000
Limite de points-clé par Mpx	1,000
Limite de points de liaison	4,000
Exclure les points de liaison fixes	Non
Correspondance d'images guidée	Non
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Oui
Temps de concordance	3 minutes 31 secondes
Utilisation de la mémoire de correspondance	959.27 MB
Temps d'alignement	9 minutes 10 secondes
Utilisation de la mémoire d'alignement	333.34 MB

Paramètres d'optimisation

Paramètres	f, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Non
Durée d'optimisation	12 secondes
Date de création	2021:12:21 11:15:39
Version du programme	1.7.5.13229
Taille du fichier	18.59 MB

Cartes de profondeur

Nombre	253
--------	-----

Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Modéré
Max voisins	40
Temps de traitement	11 minutes 41 secondes
Utilisation de la mémoire	14.44 GB
Date de création	2021:12:21 12:30:27
Version du programme	1.7.5.13229
Taille du fichier	1.80 GB

Nuage de points dense

Points	81,600,674
Couleurs des points	Aucun

Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Modéré
Max voisins	40
Temps de traitement	11 minutes 41 secondes
Utilisation de la mémoire	14.44 GB

Paramètres de génération du nuage de points dense

Temps de traitement	17 minutes 28 secondes
Utilisation de la mémoire	11.59 GB
Date de création	2021:12:21 12:47:57
Version du programme	1.7.5.13229
Taille du fichier	876.11 MB

MNE

Taille	16,918 x 12,911
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)

Paramètres de reconstruction

Données source	Nuage dense
Interpolation	Activé
Temps de traitement	2 minutes 13 secondes
Utilisation de la mémoire	330.16 MB
Date de création	2021:12:21 12:50:14
Version du programme	1.7.5.13229
Taille du fichier	431.47 MB

Système

Nom du programme	Agisoft Metashape Professional
Version du programme	1.7.4 build 13028
Système d'exploitation	Windows 64 bit
RAM	15.82 GB
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-8665U CPU @ 1.90GHz
GPU(s)	Aucun