



**HAL**  
open science

## Suivi morphologique du Sillon de Talbert pour l'année 2023

Pierre Stéphan, Serge Suanez, Jérôme Ammann, Clémentine Fanton, Julien  
Houon

► **To cite this version:**

Pierre Stéphan, Serge Suanez, Jérôme Ammann, Clémentine Fanton, Julien Houon. Suivi morphologique du Sillon de Talbert pour l'année 2023. Université de Bretagne Occidentale; CNRS. 2024, pp.56. hal-04506455

**HAL Id: hal-04506455**

**<https://hal.science/hal-04506455v1>**

Submitted on 15 Mar 2024

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License





**U  
O  
E**

université  
de bretagne  
occidentale

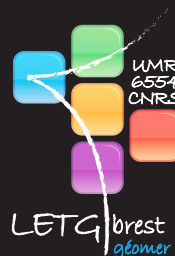
Pierre STÉPHAN  
Serge SUANEZ  
Jérôme AMMANN  
Clémentine FANTON  
Julien HOURON

# Rapport sur le suivi morpho- sédimentaire du sillon de Talbert pour l'année 2023

Février 2024



INSTITUT  
UNIVERSITAIRE  
EUROPÉEN  
DE LA MER





***Suivi morphologique du Sillon de Talbert pour l'année 2023  
(Commune de Pleubian – Période de septembre 2022 à septembre 2023)***

***Pierre STÉPHAN  
Serge SUANEZ  
Jérôme AMMANN  
Clémentine FANTON  
Julien HOURON***





**Février 2024**

**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 2023  
(Commune de Pleubian – Période de septembre 2022 à septembre 2023)***



**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, Clémentine FANTON, Julien HOUON*  
[pierre.stephan@univ-brest.fr](mailto:pierre.stephan@univ-brest.fr) ; [serge.suanez@univ-brest.fr](mailto:serge.suanez@univ-brest.fr)

*Direction scientifique : Pierre Stéphan et Serge Suanez*  
[pierre.stephan@univ-brest.fr](mailto:pierre.stephan@univ-brest.fr) ; [serge.suanez@univ-brest.fr](mailto:serge.suanez@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 de septembre 2022 et de septembre 2023 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 le 28 septembre 2023 à partir d'un drone Mavik 3 Pro survolant le Sillon à une altitude moyenne de 100 m. Un total de 1452 images a été obtenu durant les survols, couvrant une superficie de 1,69 km<sup>2</sup>. 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, 44 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 530 millions de points (soit 313 points/m<sup>2</sup>) ; (iii) un Modèle Numérique de Terrain d'une résolution de 10x10 cm (fig. 1). Les calculs ont été réalisés sur le supercalculateur de la TGIR HUMANUM du CNRS.

Il faut noter qu'en dépit de leur très haute résolution, les MNT reconstruits à partir des survols au drone 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 2,2 cm en X et Y, et à 1,1 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 et les laisses de mer peuvent aussi poser problème localement. En effet, cette méthode considère la végétation et le goémon 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. Sur la plage, de volumineuses laisses de mer étaient présentes lors de nos survols et leur volume a été intégré à nos estimations de bilans sédimentaires.

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 décembre 2021 et septembre 2023 est donné dans le tableau 1. L'annexe 1 présente les rapports issus des traitements photogrammétriques réalisés.

Date	Technologie	materiel utilisé	Précision horizontale	Précision verticale	Superficie couverte (km <sup>2</sup> )	Nombre de points topographiques acquis sur le terrain	Nombre de points topographiques utilisés pour générer le MNT	Résolution du MNT (m)
15/09/2022	drone	Phantom 4 pro	+/- 0.0267	+/- 0.0141	2.04	> 10 <sup>8</sup>	> 10 <sup>8</sup>	0.057
02/03/2023	drone	Mavik 3 Pro	+/- 0.0079	+/- 0.0102	0.286	> 10 <sup>8</sup>	> 10 <sup>8</sup>	0.038
05/05/2023	drone	Phantom 4 pro	+/- 0.0113	+/- 0.0171	0.287	> 10 <sup>8</sup>	> 10 <sup>8</sup>	0.038
28/09/2023	drone	Mavik 3 Pro	+/- 0.0226	+/- 0.0109	1.69	> 10 <sup>8</sup>	> 10 <sup>8</sup>	0.1

*Tableau 1 : Inventaire des campagnes de mesures topo-morphologiques réalisées dans le secteur de la brèche entre septembre 2022 et septembre 2023.*

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.

## 2 - Evolutions morphologiques du Sillon dans son ensemble, entre septembre 2022 et septembre 2023

### 2.1. Vue d'ensemble

Les changements morphologiques mesurés sur le Sillon de Talbert entre septembre 2022 et septembre 2023 sont de faible ampleur et reflètent des conditions météo-marines peu morphogènes sur l'ensemble de la période. Ce constat est assez similaire à celui que nous avons dressé dans notre précédent rapport (Stéphan et al., 2023) portant sur la période allant de septembre 2021 à septembre 2022. Aucune tempête significative ou épisode de fortes vagues n'a été enregistré durant cette période. Le Sillon n'a pas connu de larges franchissements susceptibles de le faire reculer. Par conséquent, les valeurs de recul sont très faibles (fig. 8) et reflètent soit des franchissements de tempête très localisés (zone n°3, fig. 8),

soit un remodelage du revers par les vagues de nord-est (zones n° 1, 2 et 4, fig. 8). La période a donc été dominée par les transits longitudinaux dirigés vers le NE sur la face exposée du Sillon et vers le SW sur le revers. La période a également été dominée par une remontée des sédiments vers la crête et l'engraissement de bermes en haut de plage. Dans la partie médiane du sillon, la crête s'est exhaussée de 20 à 50 cm (entre les profils P040 et P075, figs. 4 et 6). Cela suggère un événement constructif associant de fortes vagues à une marée de vive-eau moyenne. Comme en 2022, le secteur qui a enregistré le plus d'érosion est la plage de la partie proximale (fig. 3). A l'inverse, le secteur qui a bénéficié le plus d'apports sédimentaires est la crête et le revers de la spatule.

## **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 stable de la plage du Chouck**

La plage du Chouck a enregistré de faibles évolutions morphologiques sur la période. Toutefois, elle présente un bilan sédimentaire excédentaire de +1.600 m<sup>3</sup> entre septembre 2022 et septembre 2023. Les volumes érodés représentent -310 m<sup>3</sup>, tandis que les volumes déposés sont de +1900 m<sup>3</sup>. Cet excédent sédimentaire est probablement surestimé en raison des importantes laisses de mer jonchant la plage lors du survol au drone et qui ont été intégrées au bilan volumique.

### **(2, fig. 3) : une érosion limitée de la brèche**

Dans son ensemble, le secteur environnant la brèche n'a pas montré de tendance nette à l'érosion sur la période. Aucun élargissement significatif de la brèche n'a été mesuré (figures 9 à 12). La rive ouest a perdu -500 m<sup>3</sup> de sédiment environ, tandis que la rive orientale a bénéficié d'un apport de +700 m<sup>3</sup>. Cet apport s'est accompagné d'un déplacement de la rive vers le sud et d'un recul du revers de 6 m par endroit (n°1, fig. 8). Le fond de la brèche ne s'est pas incisé davantage. Dans le marais de Mer Melen, le delta de flot s'est étalé davantage vers le sud. Enfin, plaquée contre l'enrochement, la petite plage du Chouck aurait gagné +200 m<sup>3</sup> de sédiments, mais là encore ce chiffre est à nuancer en raison de la présence d'algues de rive sur la plage.

### **(3, fig. 3) : l'érosion de la plage dans la partie proximale**

Dans la partie proximale, la plage de la face exposée du Sillon montre un bilan sédimentaire déficitaire avec -5000 m<sup>3</sup> au total. Une partie de ce matériel a été déplacé vers la brèche et a permis l'engraissement de la rive orientale de la brèche. Une autre partie a été transférée au sommet du cordon et sur le revers lors d'un ou de plusieurs épisodes de franchissement.

### **(4, fig. 3) le redressement du profil par overtopping dans les parties médiane et distale**

Durant la période, les conditions météo-marines relativement clémentes ont favorisé l'exhaussement de la crête du Sillon, l'action des vagues ayant été portée à un niveau suffisamment haut lors de grands coefficients de marée. Plusieurs épisodes météo-marins ont été constructifs pour le Sillon, permettant un exhaussement de la crête de 20 à 50 cm par endroits (figs. 4 et 6). D'une façon générale, c'est toute la crête des parties médiane et distale



qui a bénéficié d'apports sédimentaires estimés à +4500 m<sup>3</sup>. Cet engraissement du sommet s'est effectué au dépend de la plage dont le profil s'est creusé et où les bermes de haut de cordon ont migré vers le haut.

#### **(5, fig. 3) transit par la dérive sédimentaire**

D'après les bilans présentés plus haut, on peut estimer qu'environ 3000 m<sup>3</sup> de sédiments ont été déplacés le long de la plage vers la pointe. Ce transit équivaut au volume moyen mis en mouvement le long du Sillon depuis 2002.

#### **(6, fig. 3) : lobe de jusant et pointe du Sillon**

Sur le lobe de jusant, les changements morphologiques sont caractéristiques d'une période de calme morphogénique. Les déplacements sédimentaires ont été principalement contrôlés par les courants de marée. A l'inverse des tendances observées habituellement, le lobe de jusant a été remodelé par les courants de flot qui ont repoussé les sédiments vers le sud-est. Ce dernier enregistre un bilan sédimentaire positif de +1500 m<sup>3</sup> sur la période. A la pointe du Sillon, environ 2000 m<sup>3</sup> de galets ont été déplacés sur le revers de la spatule.

#### **(7, fig. 3) : le revers de la spatule**

Le revers de la spatule est le secteur où s'accumulent tous les sédiments que la dérive de plage a mis en mouvement sur la face exposée du Sillon. Sur la période, ce secteur a bénéficié d'un apport d'environ +3000 m<sup>3</sup> de sédiments. Une partie de ce matériel a permis un exhaussement de la crête de quelques décimètres.

#### **(8, fig. 3) : transits sédimentaires sur le revers de la partie médiane**

Sur le revers de la partie médiane, c'est environ 2000 m<sup>3</sup> de galets qui ont été mis en mouvement le long du revers et déplacés vers le sud-ouest. Ce transit sédimentaire, dont le sens est inverse par rapport à celui observé sur la face exposée sur Sillon, s'opère par le biais de rides. Il se traduit par l'accentuation des sinuosités où se juxtaposent des secteurs en érosion et des secteurs en accrétion. A nouveau, ce type d'évolution morphologiques est caractéristique de période faible activité morphogène. Nous l'avons également mesuré sur la période de mesure précédente, de septembre 2021 à septembre 2022.

#### **(9 et 10, fig. 3) : transferts sur le revers par débordement (*overwash*)**

Enfin, sur le revers de la partie proximale, le Sillon a été franchi par les vagues de tempêtes là où la crête est la plus basse. Un recul compris entre 3 et 6 m environ a été mesuré à deux endroits le long du revers (n° 2 et 3, fig. 8). Entre les points de mesure P047 et P058, les volumes déversés sur le revers sont estimés à +2.500 m<sup>3</sup> et correspondent principalement à des galets. Entre les points de mesure P028 et P033, les volumes sont estimés à +2.000 m<sup>3</sup>. Ici, il s'agit principalement de sable que les vagues ont prélevé au haut de plage et déplacés vers le revers par le biais de couloirs situés entre les buttes végétalisées de la crête (dunes embryonnaires).

### **3- Bilan du suivi de la brèche : évolutions topo-morphologiques entre septembre 2017 et septembre 2023**

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 événement 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 – 13 septembre 2018	Cette période (58 jours) reste dominée par les dynamiques 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
17 décembre 2019 – 23 janvier 2020	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>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 la 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>
<p>15 décembre 2021 – 04 mai 2022</p>	<p>Durant cette période hivernale, la rive orientale de la brèche a été érodée dans sa partie basse et le matériel a été transféré à son débouché sur l'estran pour former un lobe de jusant.</p>
<p>04 mai 2022 – 15 septembre 2022</p>	<p>Au cours du printemps et de l'été 2022, les changements morphologiques ont été de faible ampleur. Le flanc est de la brèche s'est érodé de façon générale. A l'ouest de la brèche, le sillon a été érodé dans sa partie haute, probablement sous l'effet des courants de jusant, lors des forts coefficients de</p>

	marée d'équinoxe.
15 septembre 2022 – 02 mars 2023	Durant l'automne 2022 et l'hiver 2023, la rive ouest de la brèche a subi une érosion et le replat dunaire a reculé de plusieurs mètres. Toutefois, ce recul a été contrebalancé par un engraissement important de la rive orientale. Cela explique que la largeur de la brèche s'est réduite, passant de 52 à 43 m (fig. 11).
02 mars 2023 – 05 mai 2023	Durant cette période marquée par de forts coefficients de marée, la rive ouest a reculé de façon importante par érosion du replat dunaire. La rive opposée a également été érodée. Les vagues ont franchi le sommet du Sillon comme le montrent les petits lobes d'overwash déposés sur le revers au débouché de petits couloirs situées entre les dunes embryonnaires.
05 mai 2023 – 28 septembre 2023	Les évolutions morphologiques ont été peu significatives durant cette période marquée par de faibles coefficients de marée et des conditions météo-marines peu énergétiques.

Entre septembre 2022 et septembre 2023, le secteur de la brèche a connu une grande stabilité morphologique. La brèche ne s'est pas élargie et ne s'est pas approfondie.

#### 4- Bilan du suivi topo-morphologique à haute fréquence de profils de plage du sillon de Talbert pour l'année 2023

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 trois radiales localisées dans les parties les plus mobiles du sillon (le secteur de la brèche, et les sections proximale et médiane de la flèche), (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. A).





Figure A – Localisation des trois profils de mesures topo-morphologiques et du capteur OSSI de pression de houle et de niveaux d'eau. Ce dernier est installé dans la zone intertidale à -0,461 m NGF. Le fond de carte correspond à l'ortho-photographie IGN de 2012, la brèche ouverte au mois de mars 2018 n'est pas présente).

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, durant l'année 2023, une campagne mensuelle de mesures de profils de plage a été réalisée (fig. B).

L'analyse de ces données morphologiques sur l'ensemble de l'année 2023, et pour les 3 profils, montre une grande stabilité. Aucun changement majeur n'est observé, quelle que soit la section de la flèche. Quelques migrations de gradins sont mesurées sur la plage avant des profils A et B. Ces changements morphologiques restent toutefois classiques du fonctionnement morpho-sédimentaire des cordons de galets. Pour le profil C, on observe un petit transfert de sédiment de l'avant vers l'arrière du profil, lié à la migration de cette section de la flèche située dans le secteur de la brèche. Ces dynamiques reflètent les changements morpho-sédimentaires mesurés par le suivi de la brèche au drone (section 3 de ce rapport).

On peut noter que la virulente tempête *Ciaran* qui a touché la Bretagne le 2 novembre 2023, n'a généré aucun changement morpho-sédimentaire significatif. Durant cet épisode tempétueux, la hauteur significative de la houle au large a atteint entre 10 et 11 m mais le coefficient de marée était faible (coeff. 71) (fig. C). Il n'y a donc pas eu de franchissement du sillon. Il en a été de même pour la tempête *Géraldine* survenue le 31 décembre. Si la houle au large a atteint 8 à 9 m de hauteur significative, la marée était très faible (coefficient de 65) (fig. D).

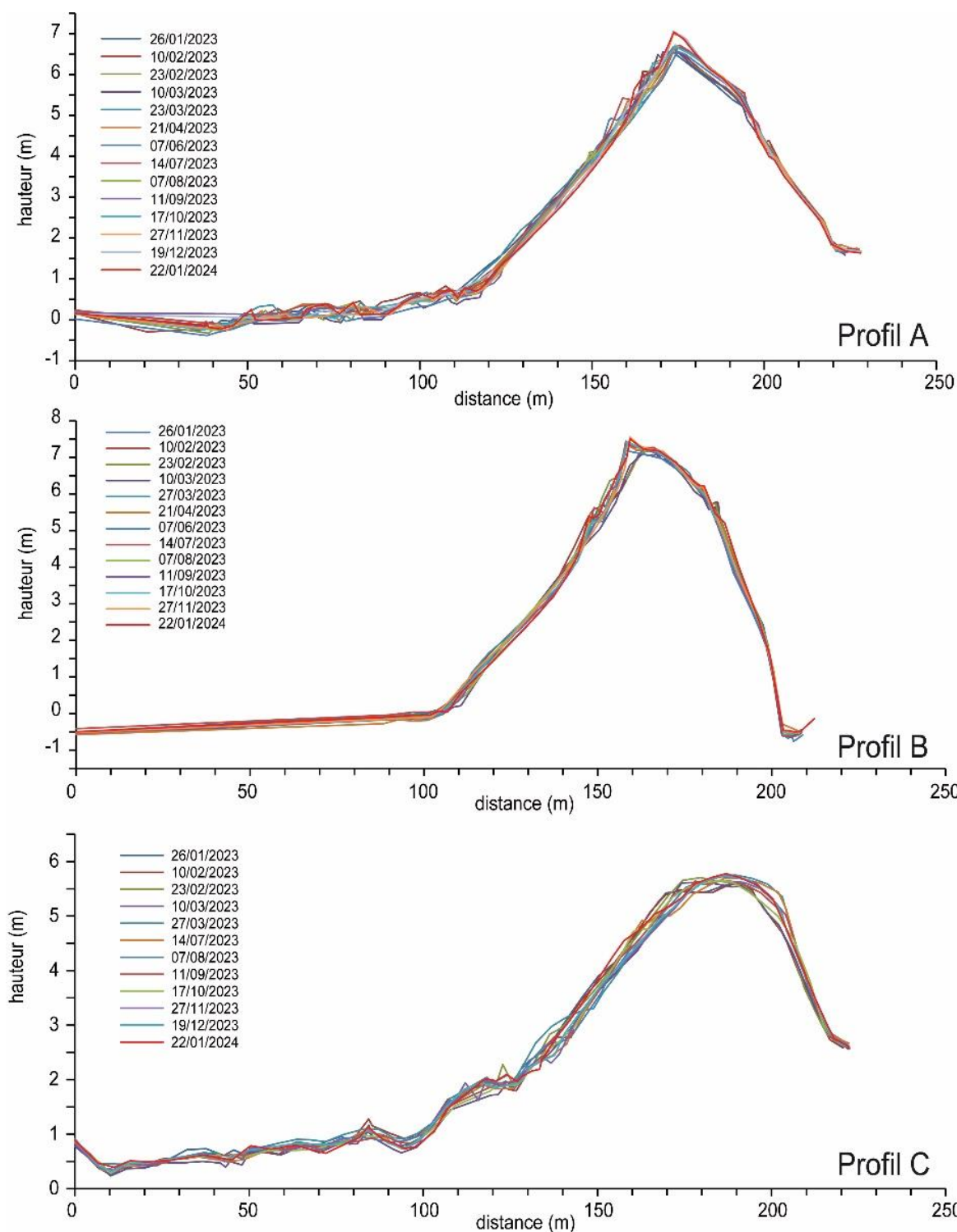


Figure B - Enveloppe de profils topo-morphologiques des profils A, B, et C entre les mois de janvier 2023 et 2024, soit un levé par mois.

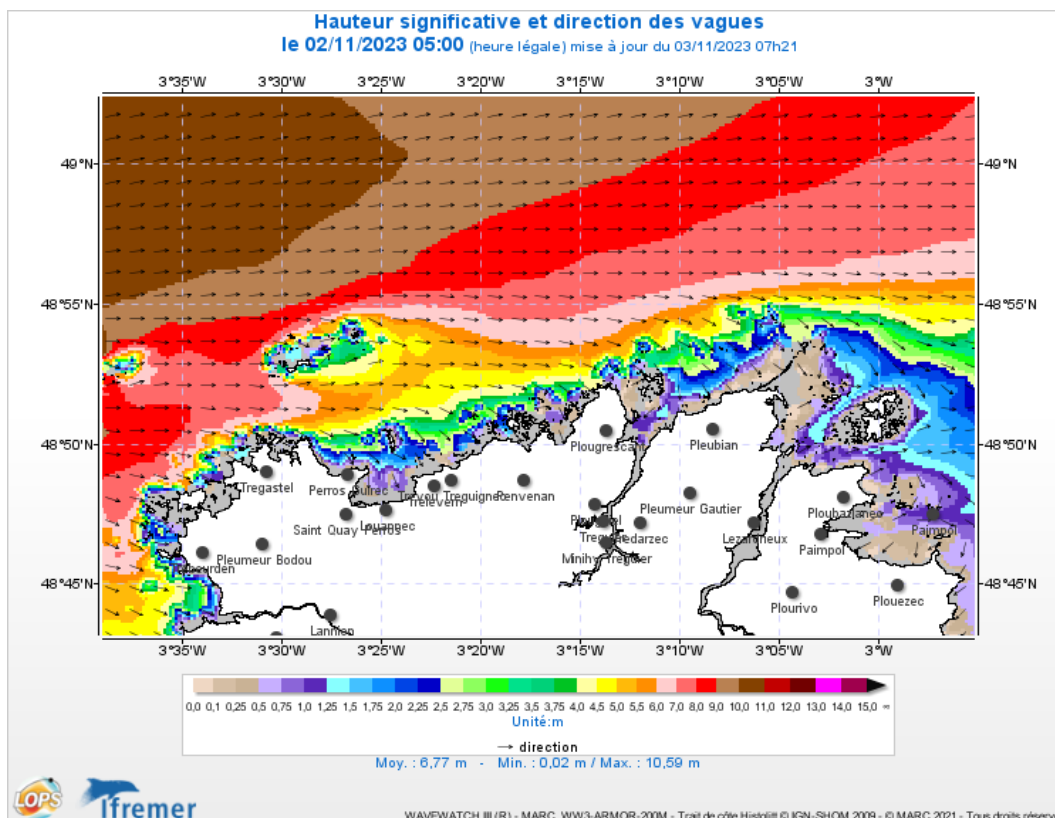


Figure C – Simulations numériques des conditions de houle pour la tempête Ciaran du 2 novembre 2023 (5h UTM) à partir du modèle WW3 développé par le LOPS-Ifremer (base de données MARC : Modélisation et Analyse pour la Recherche Côtière).

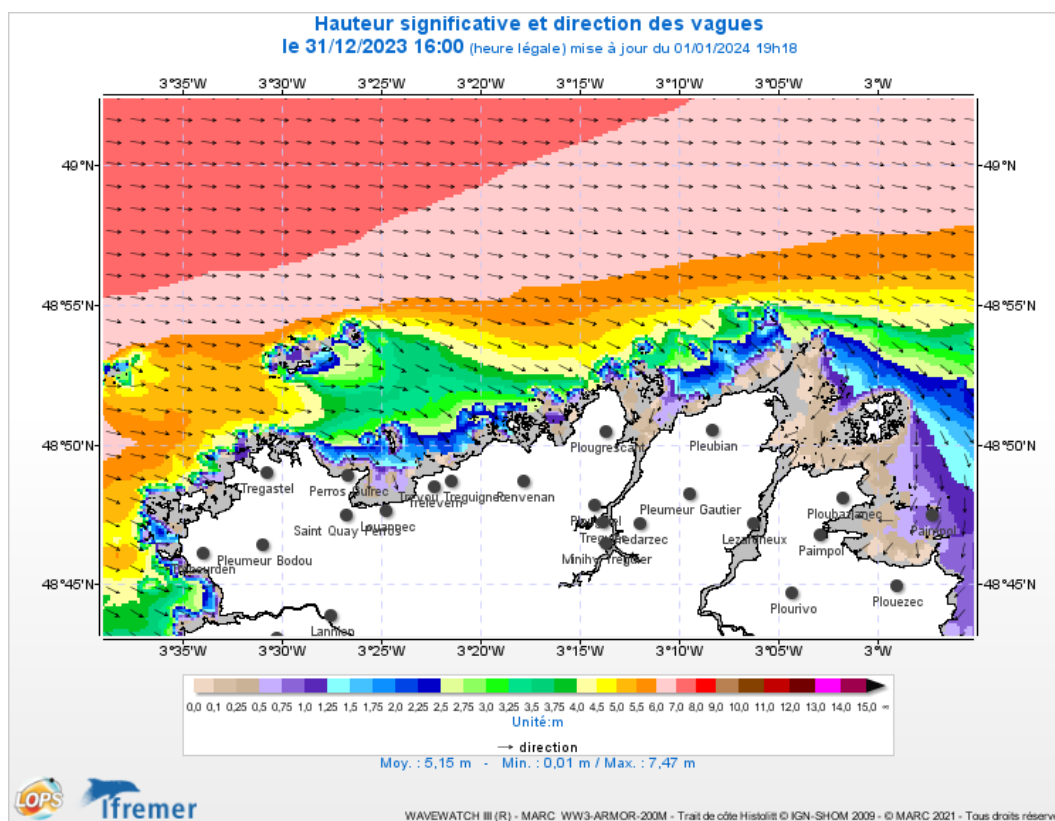


Figure D – Simulations numériques des conditions de houle pour la tempête Géraldine du 31 décembre 2023 (16h UTM) à partir du modèle WW3 développé par le LOPS-Ifremer (base de données MARC : Modélisation et Analyse pour la Recherche Côtière).



En conclusion, le suivi topo-morphologique à haute fréquence le long des trois profils de plage pour l'année 2023 n'a montré aucun changement morphologique majeur. Cela est essentiellement dû au fait qu'il n'y a pas eu « fort heureusement » d'apparition conjointe entre les tempêtes *Ciaran* du mois de novembre, et *Géraldine* du mois de décembre, et une marée de vive-eau.

## 5- Références bibliographiques

Blaise E., Suanez S., Stéphan P., Fichaut B., David L., Cuq V., Autret R., Houron J., Rouan M., Floc'h F., Ardhuind 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 topomorphologique 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 morphosédimentaire 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., Ardhuin 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 a gravel barrier spit during storm events (Sillon de Talbert, North Brittany, France). *Earth, Process, Surface and Landforms*. 47, 8, 2024-2043. <http://doi.org/10.1002/esp.5361> <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03605145>

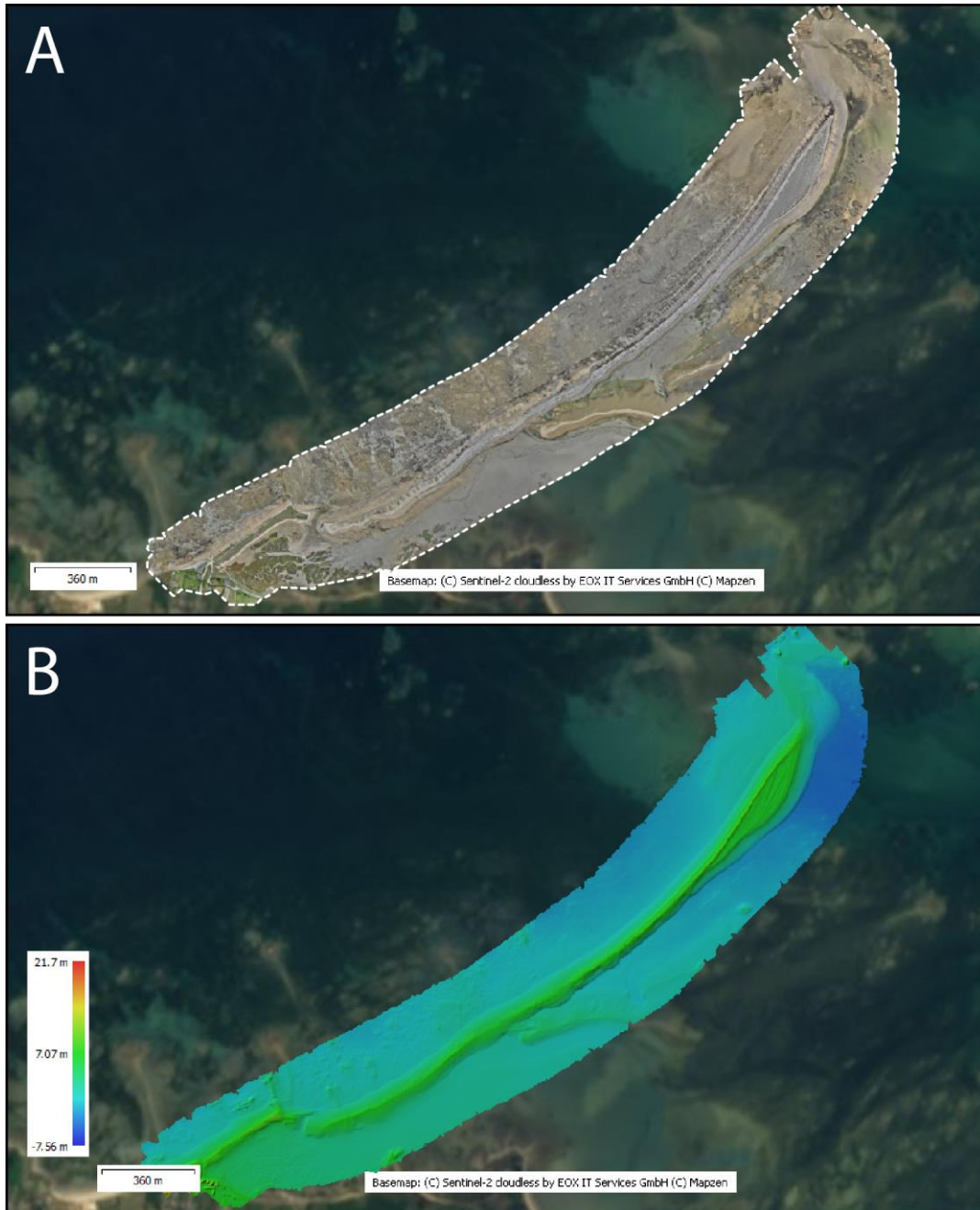


Figure 1 : Résultats du traitement photogrammétrique des prises de vues aériennes par drone réalisées le 28 septembre 2023 sur le Sillon de Talbert.

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

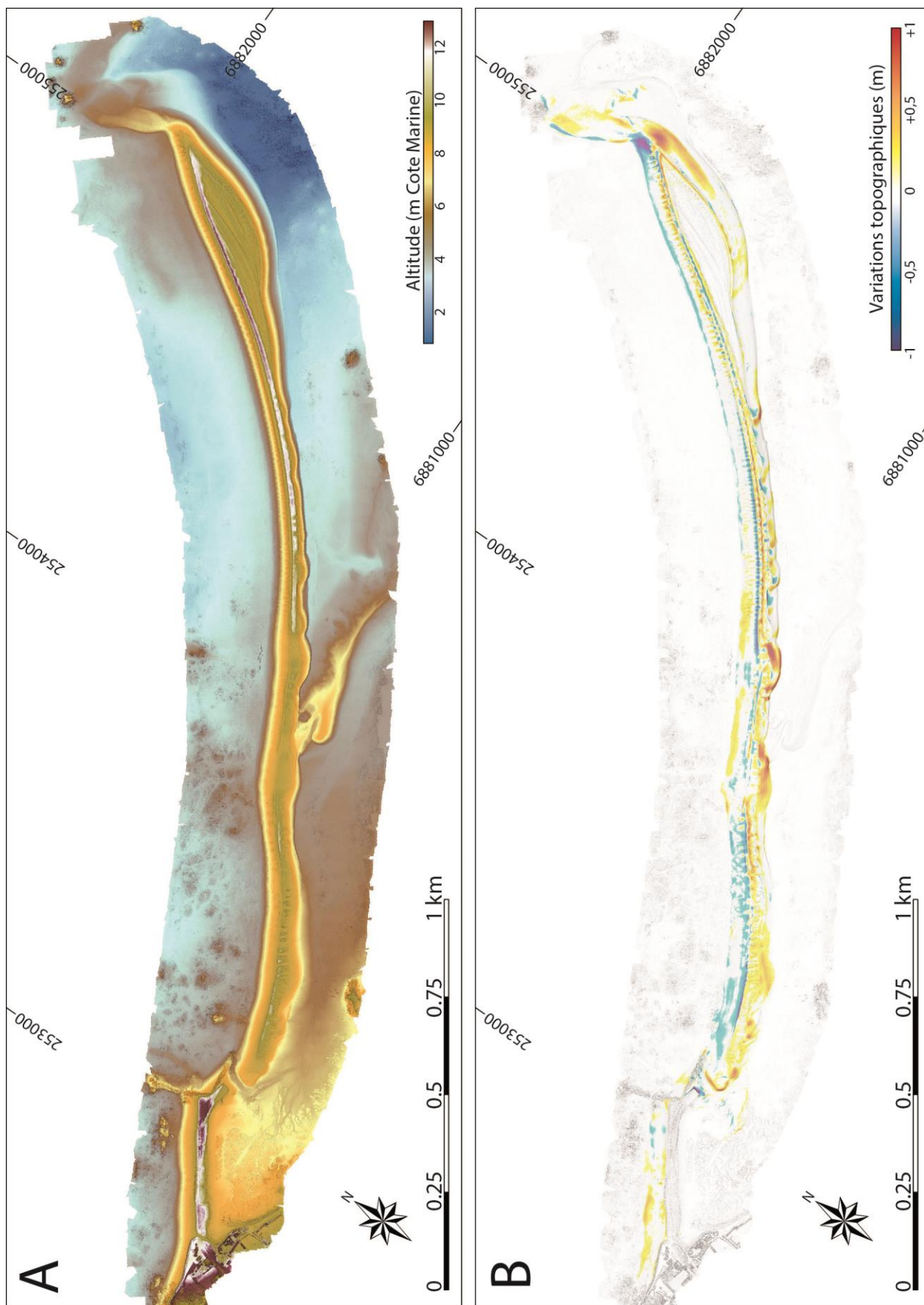


Figure 2 : Modèle Numérique de Terrain du Sillon de Talbert en septembre 2023 (A). Evolution topomorphologique du Sillon de Talbert entre septembre 2022 et septembre 2023.



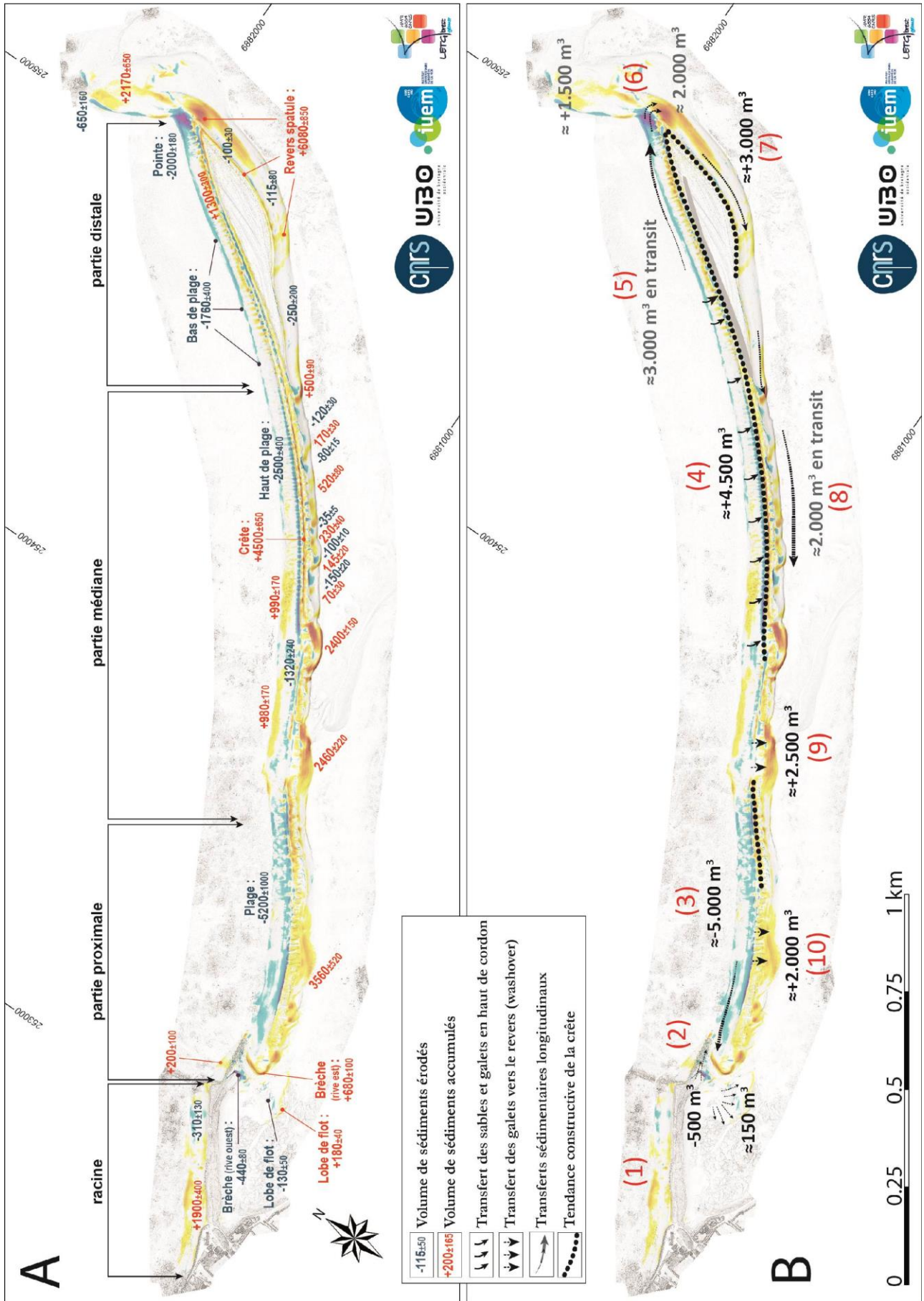


Figure 3 : Dynamiques morphosédimentaires sur le Sillon de Talbert entre septembre 2022 et septembre 2023.

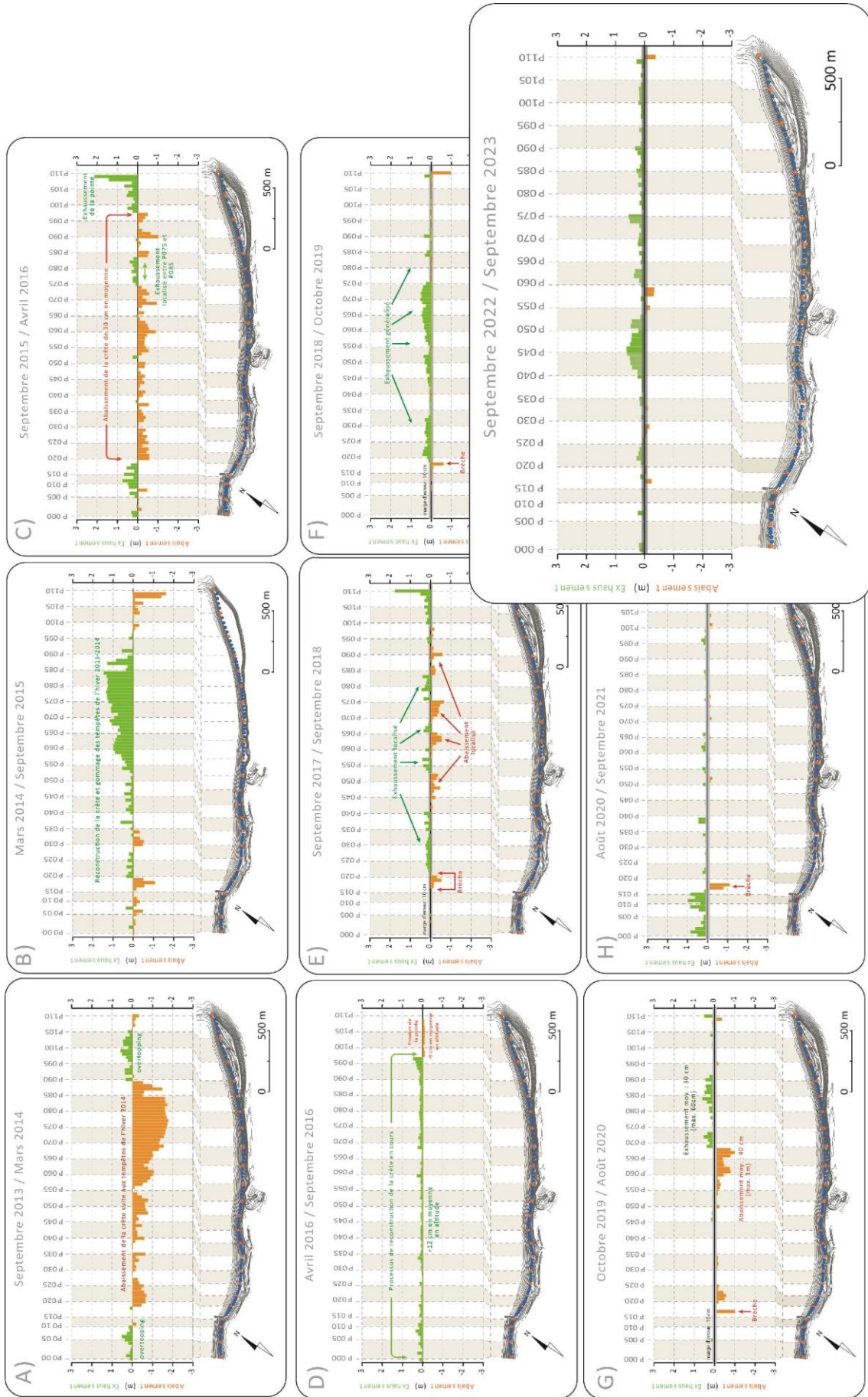


Figure 4 : Variations de l'altitude de la crête du Sillon de Talbert.



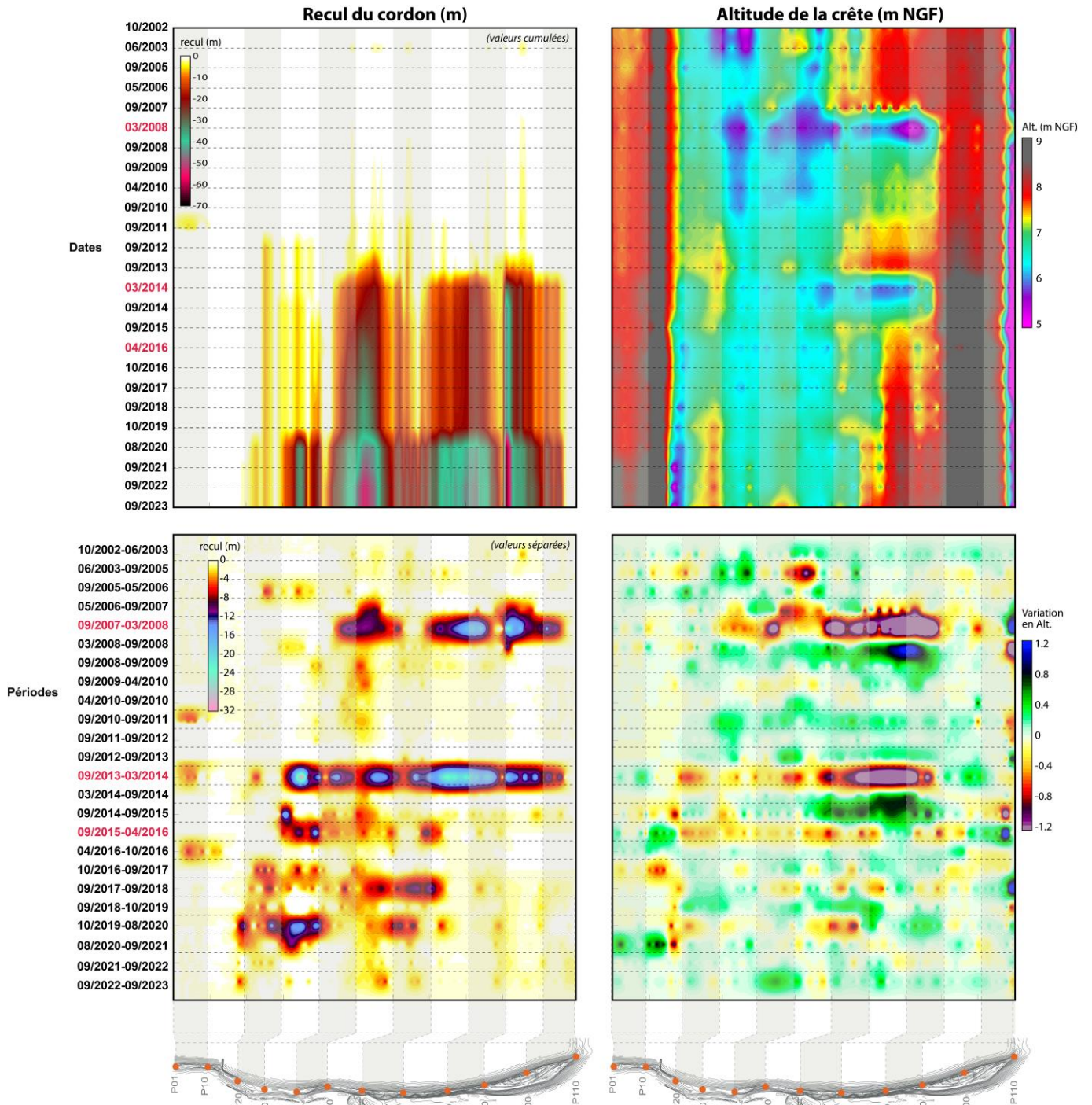


Figure 5 : valeurs du recul et de la hauteur du sillon de Talbert depuis le début des suivis en 2002.

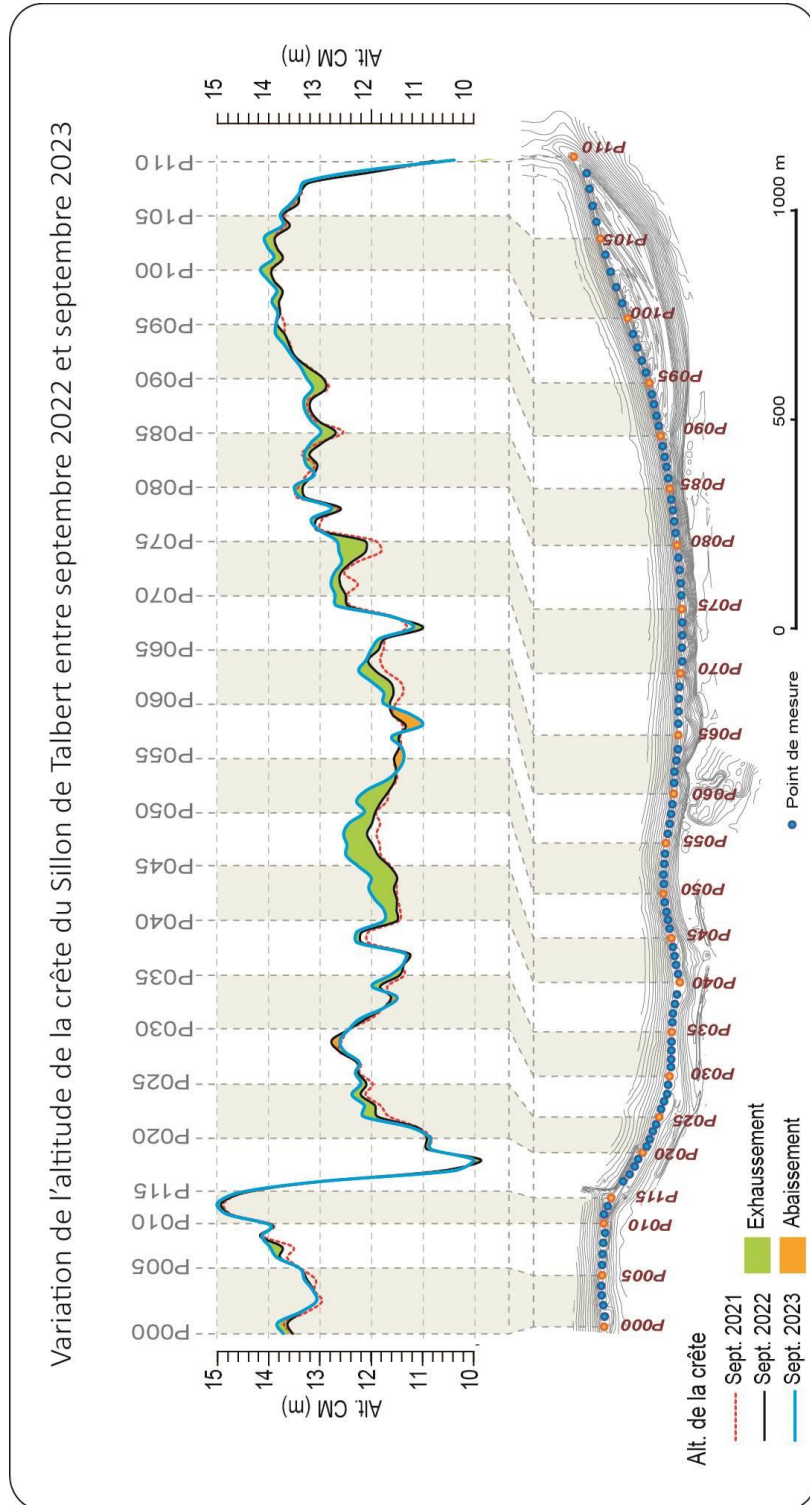


Figure 6 : Variations de l'altitude de la crête du Sillon de Talbert entre septembre 2022 et septembre 2023.



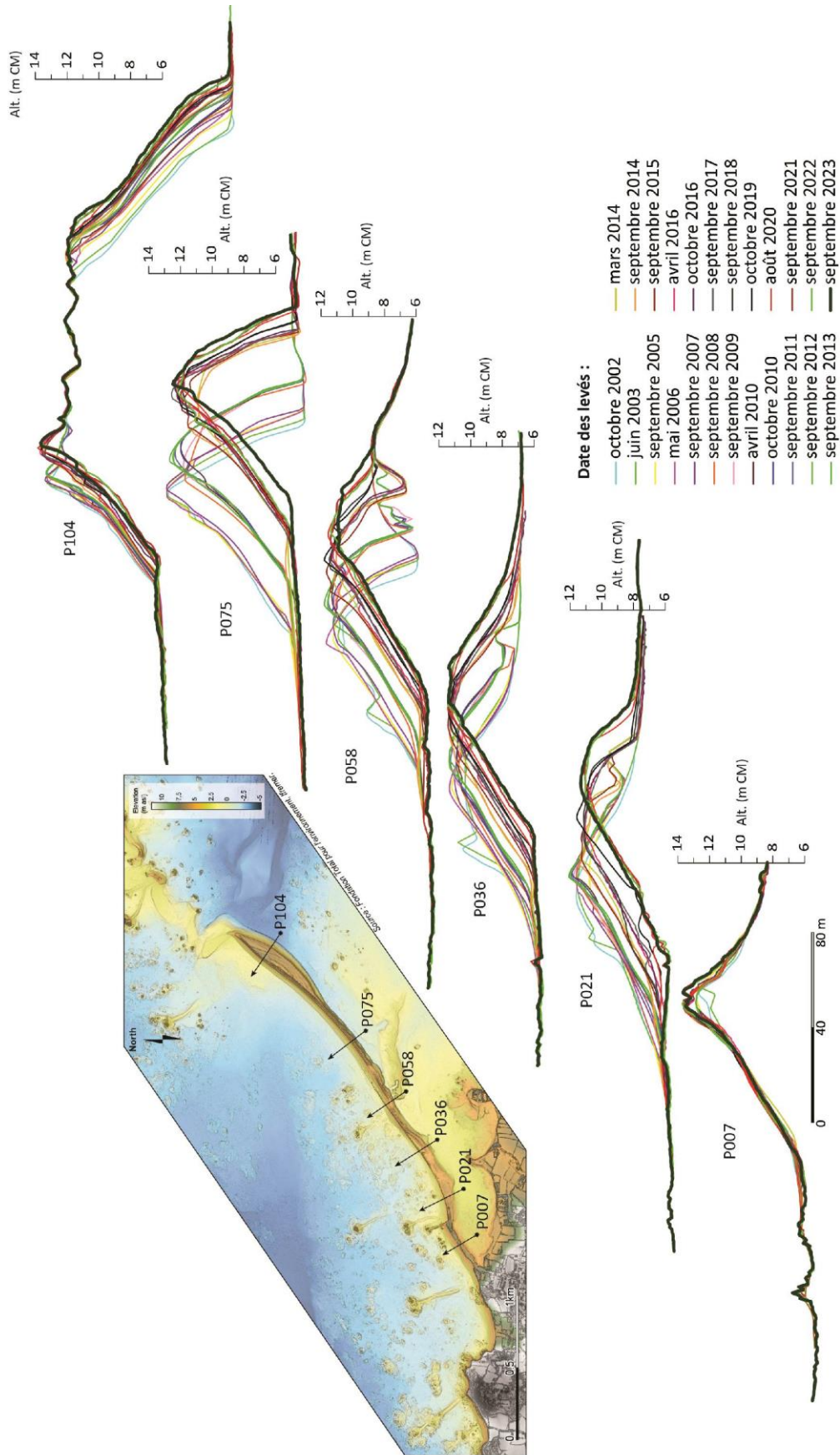


Figure 7 : Evolution des profils transversaux du sillon de Talbert.

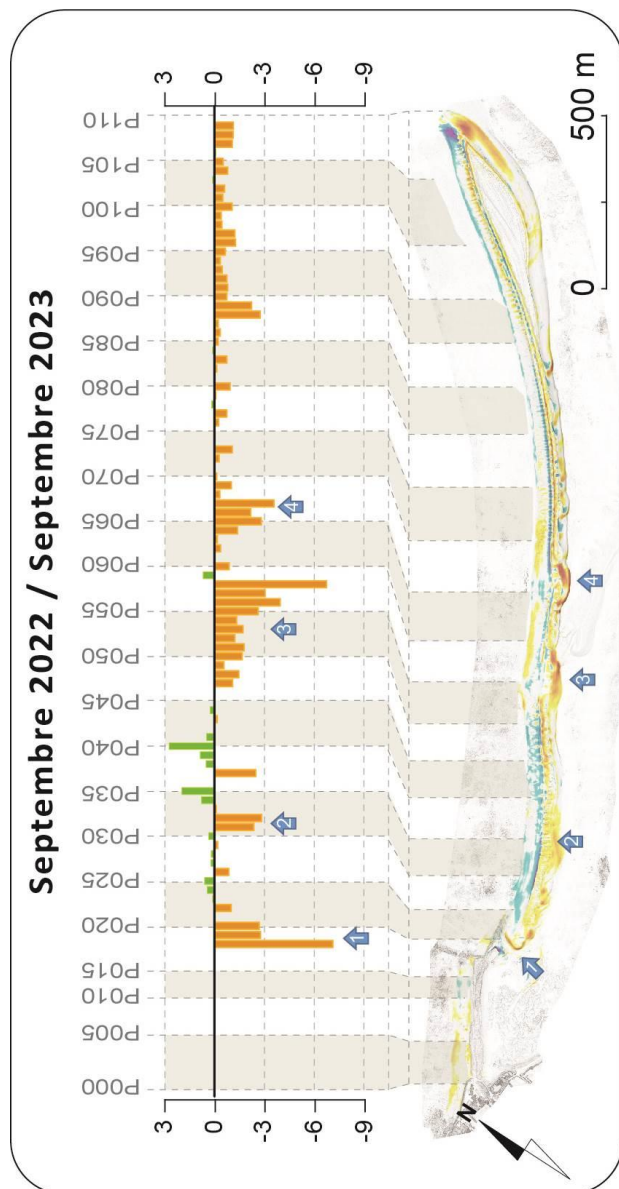


Figure 8 : Recul de la base du revers du Sillon de Talbert entre septembre 2022 et septembre 2023.

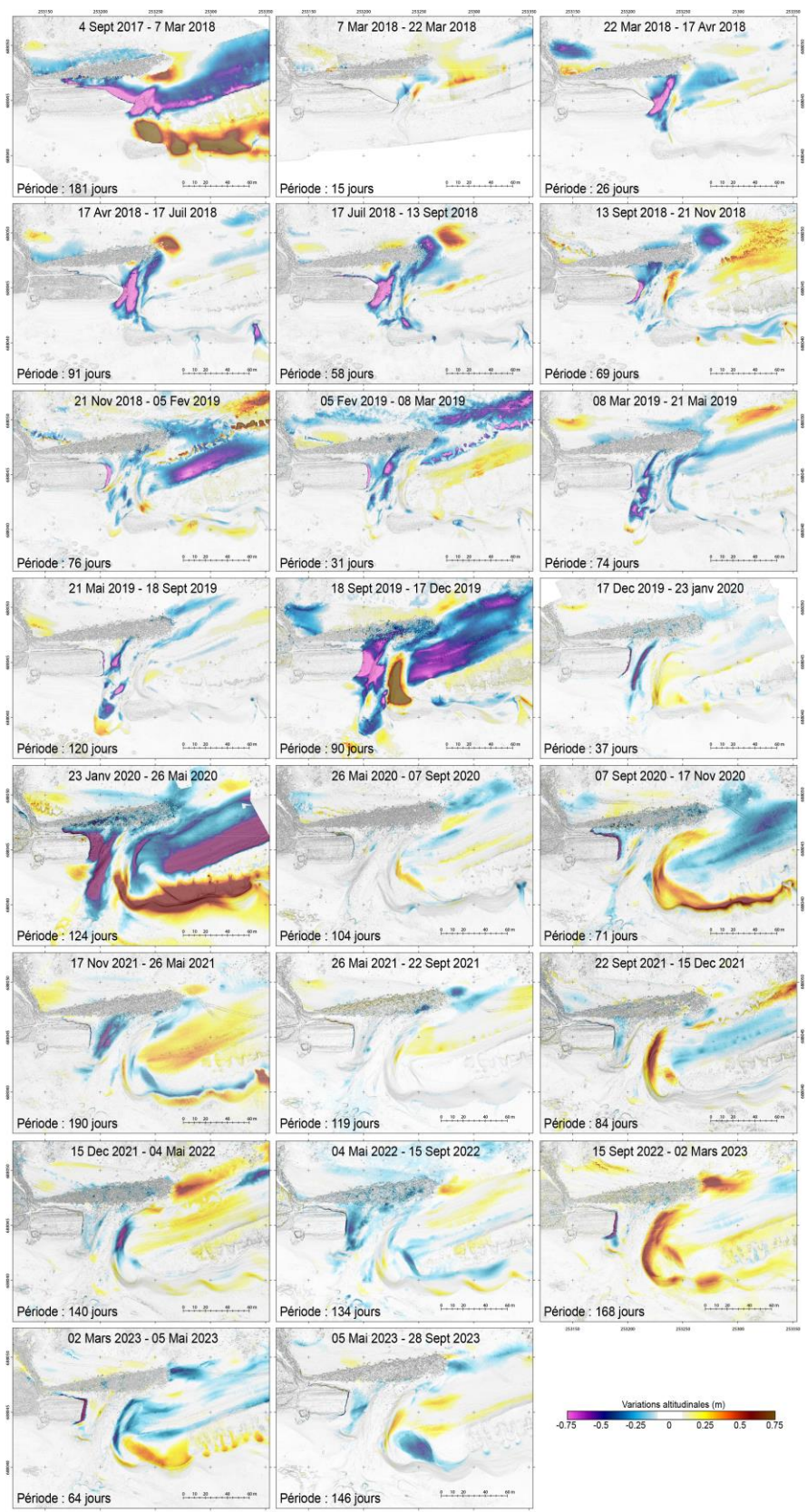


Figure 9 : Evolution topo-morphologique dans le secteur de la brèche (partie proximale du Sillon de Talbert) entre septembre 2017 et septembre 2023. Les couleurs chaudes correspondent à l'accrétion, tandis que les couleurs froides représentent l'érosion.



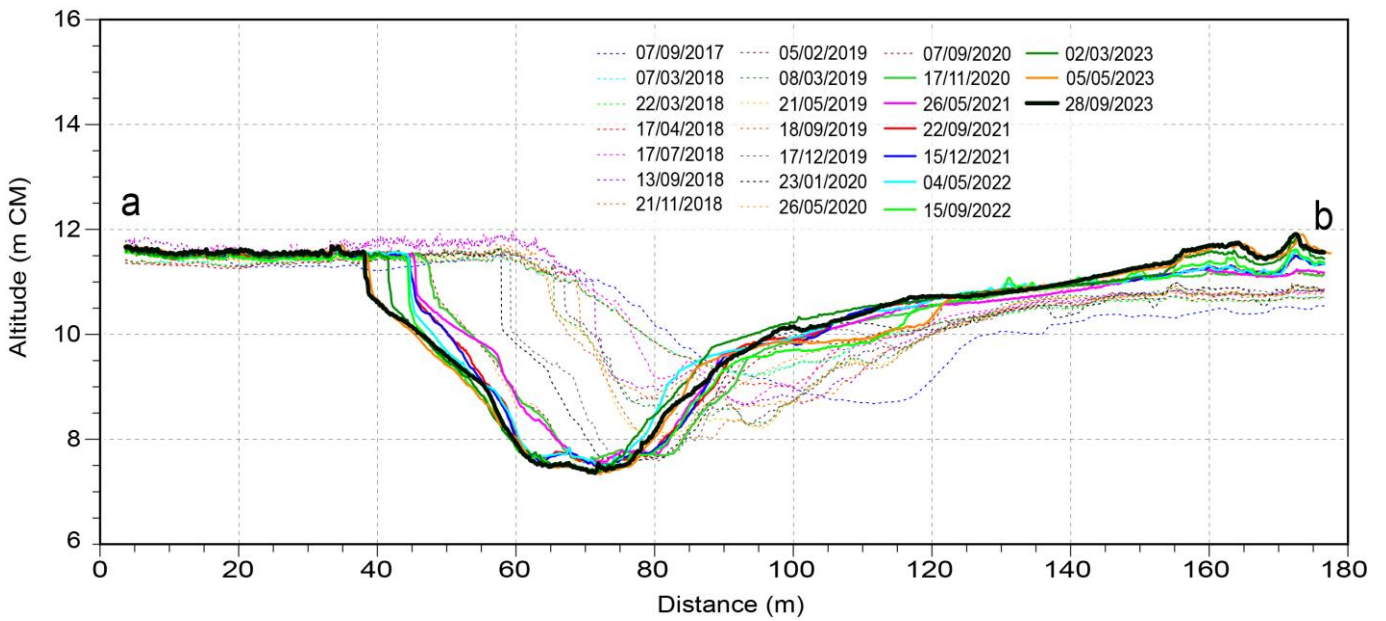


Figure 10 : Profils topographiques dressés entre les points a et b localisés sur la figure 9. Les évolutions du profil illustrent l'élargissement de la brèche par érosion de la rive ouest où le front de dune est taillé en micro-falaise.

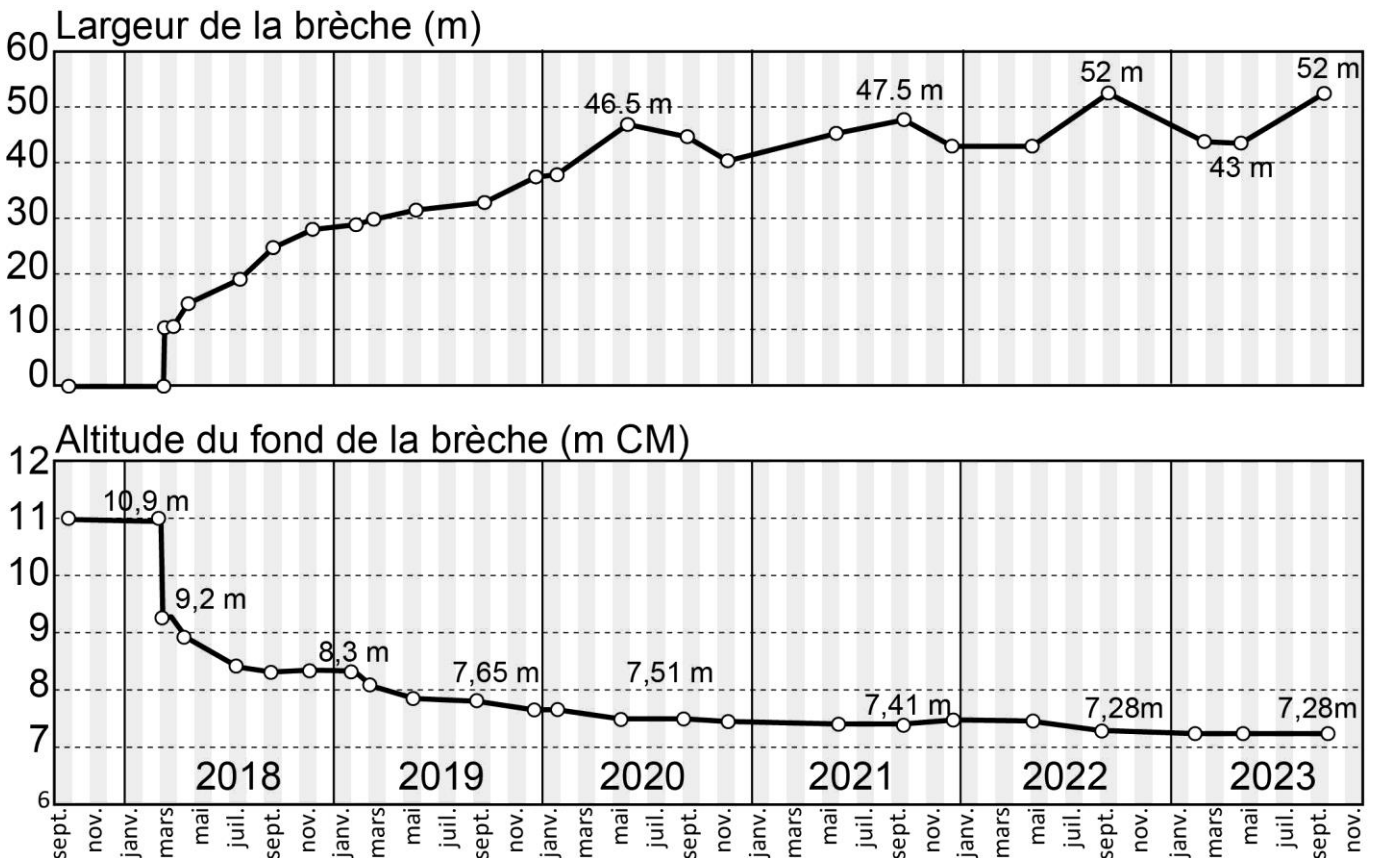


Figure 11 : Élargissement et incision de la brèche (partie proximale du Sillon de Talbert) entre septembre 2017 et septembre 2023. La largeur de la brèche a été mesurée de façon différente par rapport aux études précédentes. Cette largeur correspond à la distance minimale qui sépare la ligne des pleines-mers de vive eau de part et d'autre de la brèche. L'incision est mesurée en considérant la plus basse altitude mesurée dans la brèche.



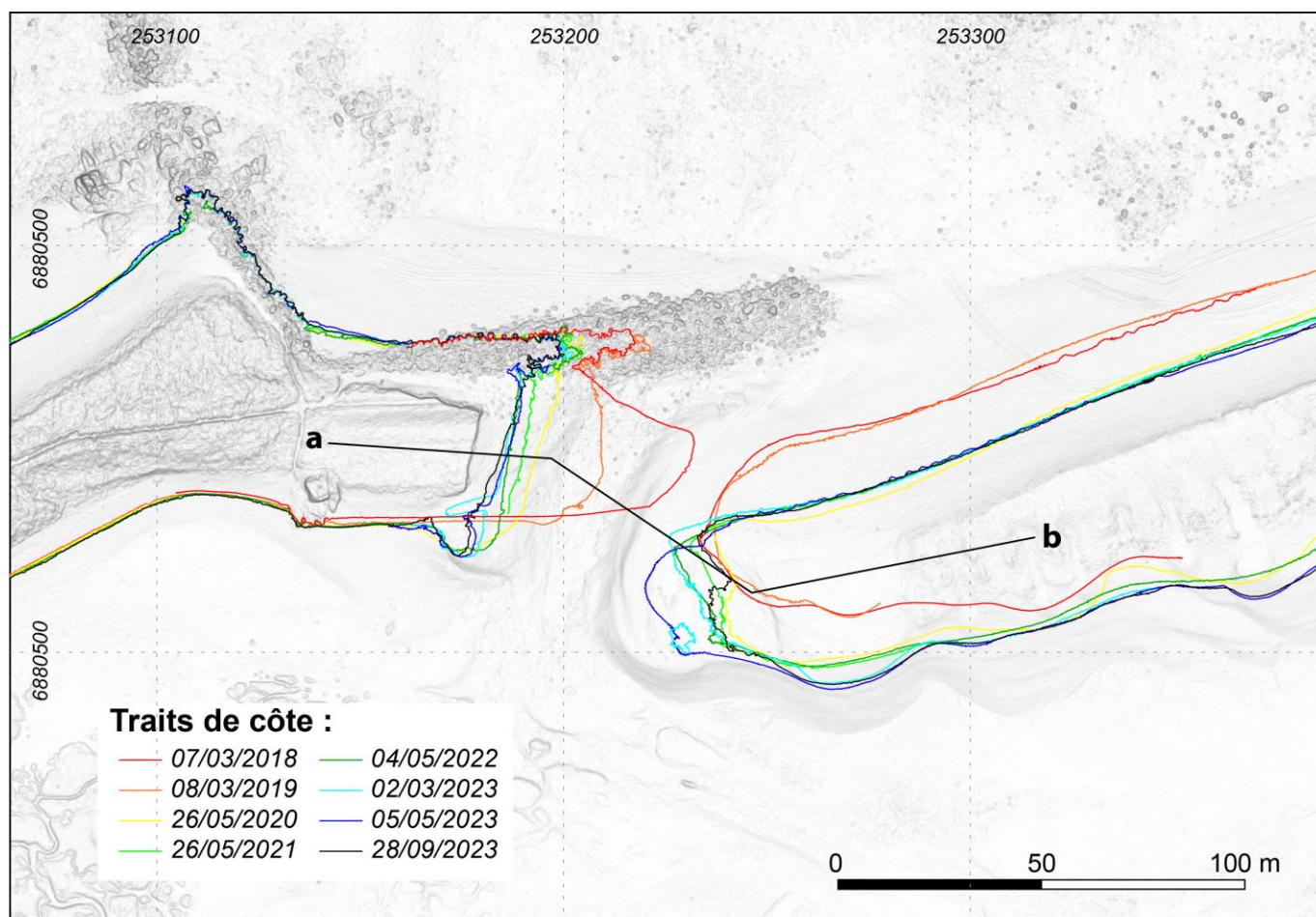


Figure 12 : Evolution du trait de côte au niveau de la brèche entre mars 2018 et septembre 2023.  
Les traits de côte correspondent à la ligne des pleines mers de vive-eau.

*Annexe 1*

Détail des traitements photogrammétriques (rapports des traitements réalisés à partir du logiciel Agisoft Metashape).

# **Sillon de Talbert (relevé photogrammétrique du 02 mars 2023)**

**Rapport de traitement photogrammetrique**

**Levé réalisé le 02 mars 2023 sur le Sillon de Talbert (Pleubian, Côte d'Armor) -  
Mavic 3 Pro+ GCPs levés en mode RTK**

**02 March 2023**



# Données du levé

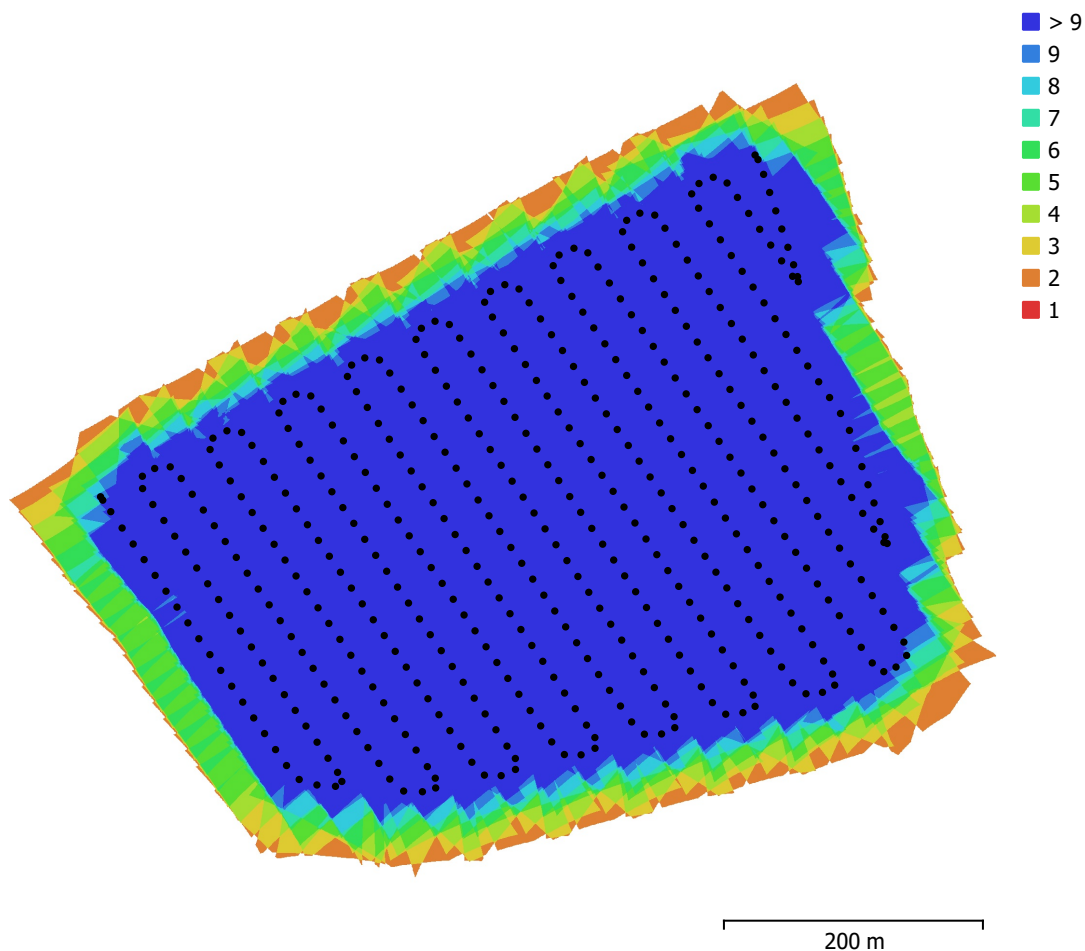


Fig. 1. Emplacements des caméras et chevauchement des images.

Nombre d'images:	485	Stations de caméras:	485
Altitude de vol:	73.8 m	Points de liaison:	118,920
Résolution au sol:	1.91 cm/px	Projections:	1,238,643
Zone de couverture:	0.286 km <sup>2</sup>	Erreur de reprojection:	0.589 px

Modèle de caméra	Résolution	Longueur focale	Taille de pixel	Précalibré
M3E (12.29mm)	5280 x 3956	12.29 mm	3.36 x 3.36 $\mu\text{m}$	Non

Tableau 1. Caméras.



# Calibration de la caméra

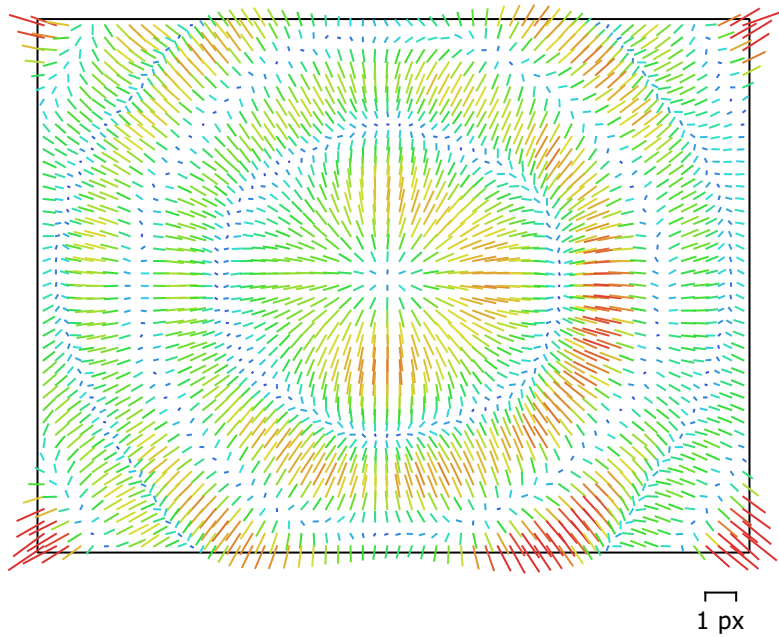


Fig. 2. Résiduelles des points de liaison pour M3E (12.29mm).

## M3E (12.29mm)

485 images

Type	Résolution	Longueur focale	Taille de pixel
<b>Cadre</b>	<b>5280 x 3956</b>	<b>12.29 mm</b>	<b>3.36 x 3.36 <math>\mu</math>m</b>

	Valeur	Erreur	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
<b>F</b>	<b>3706.37</b>	0.74	1.00	0.37	0.09	-0.96	0.08	-0.67	-0.36	-0.08
<b>Cx</b>	<b>-3.63465</b>	0.043		1.00	-0.01	-0.35	0.03	-0.24	-0.89	0.01
<b>Cy</b>	<b>-19.5369</b>	0.039			1.00	-0.08	-0.00	-0.05	0.00	-0.90
<b>K1</b>	<b>-0.107317</b>	4.5e-05				1.00	-0.35	0.83	0.35	0.08
<b>K2</b>	<b>0.00236896</b>	3.3e-05					1.00	-0.78	-0.04	-0.00
<b>K3</b>	<b>-0.0181089</b>	3.3e-05						1.00	0.25	0.05
<b>P1</b>	<b>-0.000110223</b>	1.6e-06							1.00	-0.00
<b>P2</b>	<b>-4.77789e-06</b>	1.3e-06								1.00

Tableau 2. Coefficients de calibration et matrice de corrélation.

# Points de contrôle au sol

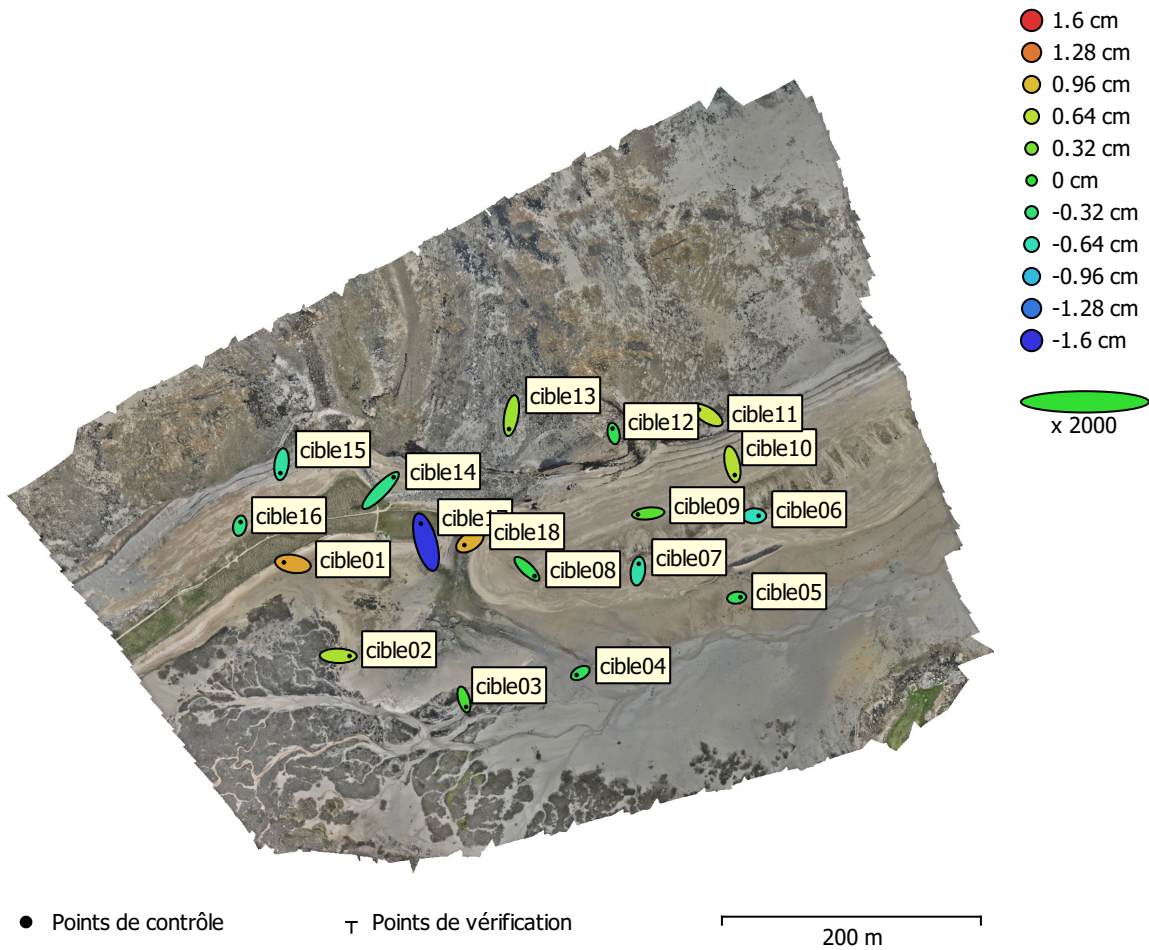


Fig. 3. Emplacements des points de contrôle au sol et estimations d'erreur.

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)
18	0.492951	0.613996	0.646384	0.787395	1.01873

Tableau 3. Points de contrôle RMSE.

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

<b>Etiquette</b>	<b>Erreur X (cm)</b>	<b>Erreur Y (cm)</b>	<b>Erreur Z (cm)</b>	<b>Total (cm)</b>	<b>Image (px)</b>
cible01	-0.692659	0.11148	1.0806	1.28837	0.706 (15)
cible02	0.870231	-0.0170828	0.561306	1.03569	0.823 (11)
cible03	0.166208	-0.576824	0.0899446	0.606993	0.078 (20)
cible04	-0.282718	-0.155358	-0.194652	0.376769	0.296 (24)
cible05	0.284938	0.0358503	-0.175823	0.336732	0.352 (20)
cible06	0.346857	0.00353296	-0.651516	0.738103	0.334 (18)
cible07	0.0717301	0.562277	-0.541431	0.783867	0.267 (22)
cible08	0.590589	-0.558874	-0.134146	0.824094	0.574 (15)
cible09	-0.794096	-0.0799091	0.185938	0.819479	0.368 (14)
cible10	0.182632	-0.836078	0.609016	1.05037	0.418 (15)
cible11	-0.640738	0.403367	0.667218	1.00917	0.444 (17)
cible12	-0.0806006	0.380652	-0.156221	0.419282	0.491 (17)
cible13	-0.180289	-1.03905	0.505727	1.16957	0.207 (23)
cible14	1.00487	1.02049	-0.393441	1.48525	0.214 (22)
cible15	-0.0886857	-0.690484	-0.519433	0.868587	0.362 (19)
cible16	0.0641032	0.284842	-0.367058	0.469016	0.104 (20)
cible17	-0.39462	1.42173	-1.58205	2.16332	0.390 (21)
cible18	-0.427757	-0.270561	1.01603	1.13512	0.437 (16)
<b>Total</b>	<b>0.492951</b>	<b>0.613996</b>	<b>0.646384</b>	<b>1.01873</b>	<b>0.394</b>

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

# Modèle Numérique d'élévation

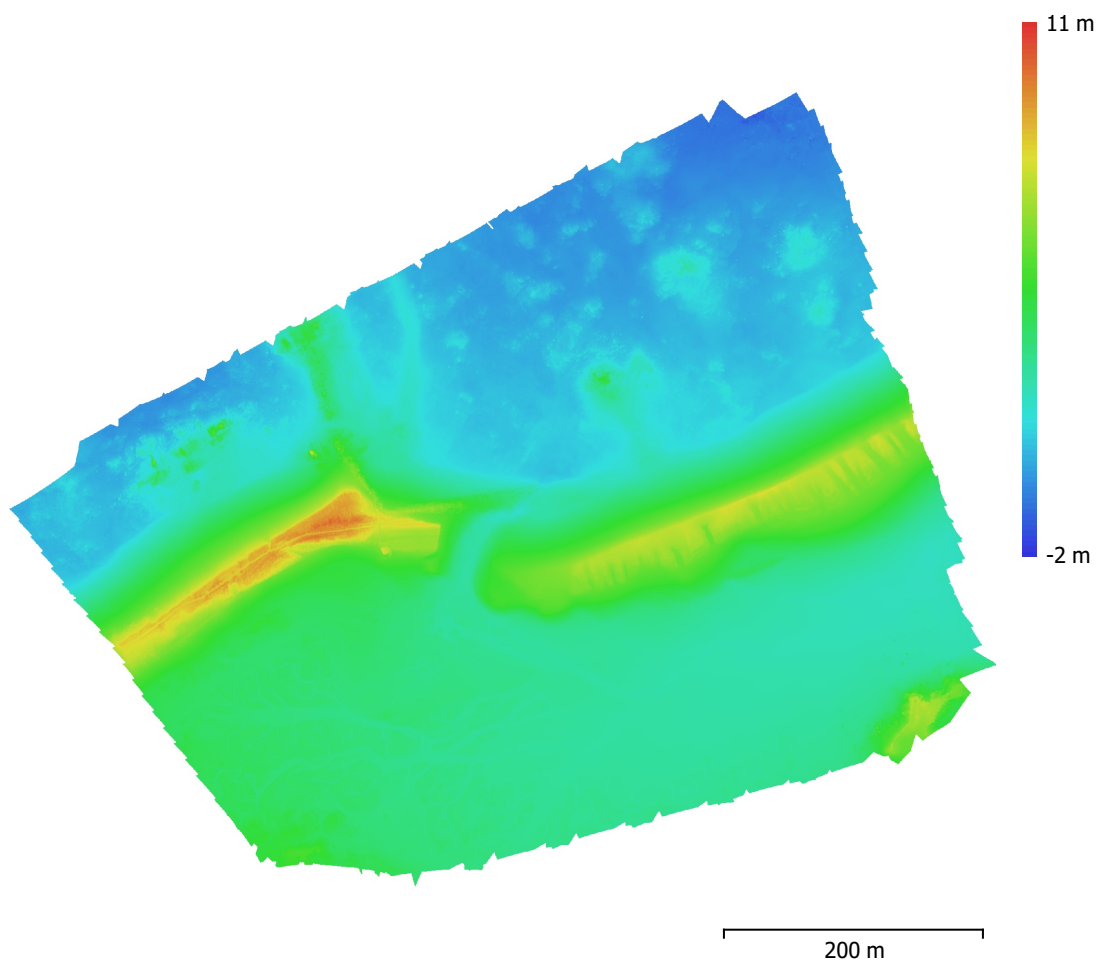


Fig. 4. Modèle numérique d'élévation reconstruit.

Résolution: 3.82 cm/px  
Densité des points: 685 points/m<sup>2</sup>



# Paramètres de traitement

## Général

Caméras	485
Caméras alignées	485
Repères	18
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)
Angles de rotation	Lacet, Tangage, Roulis

## Nuage de point

Points	118,920 de 247,193
Erreur RMS de reprojection	0.23267 (0.588632 px)
Erreur Max de reprojection	0.760457 (2.97699 px)
Taille moyenne de point	2.65177 px
Couleurs des points	3 bandes, uint8
Points-clé	Non
Multiplicité moyenne des points de liaison	8.47972

## 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	Oui
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Oui
Temps de concordance	12 minutes 8 secondes
Utilisation de la mémoire de correspondance	955.08 MB
Temps d'alignement	11 minutes 43 secondes
Utilisation de la mémoire d'alignement	622.38 MB

## Paramètres d'optimisation

Paramètres	f, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Non
Durée d'optimisation	10 secondes
Date de création	2023:03:02 14:02:41
Version du programme	1.8.4.14856
Taille du fichier	35.48 MB

## Cartes de profondeur

Nombre	485
--------	-----

## Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Modéré
Max voisins	16
Temps de traitement	17 minutes 53 secondes
Utilisation de la mémoire	13.08 GB
Date de création	2023:03:02 17:02:32
Version du programme	1.8.4.14856
Taille du fichier	3.77 GB

## Nuage de points dense

Points	206,623,808
Couleurs des points	3 bandes, uint8

## Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Modéré
Max voisins	16
Temps de traitement	17 minutes 53 secondes
Utilisation de la mémoire	13.08 GB

#### **Paramètres de génération du nuage de points dense**

Temps de traitement	28 minutes 51 secondes
Utilisation de la mémoire	12.45 GB
Date de création	2023:03:02 17:31:32
Version du programme	1.8.4.14856
Taille du fichier	2.66 GB

#### **MNE**

Taille	30,099 x 26,211
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)

#### **Paramètres de reconstruction**

Données source	Nuage dense
Interpolation	Activé
Temps de traitement	2 minutes 41 secondes
Utilisation de la mémoire	331.33 MB
Date de création	2023:03:02 17:34:22
Version du programme	1.8.4.14856
Taille du fichier	912.04 MB

#### **Orthomosaïque**

Taille	39,903 x 32,157
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)
Couleurs	3 bandes, uint8

#### **Paramètres de reconstruction**

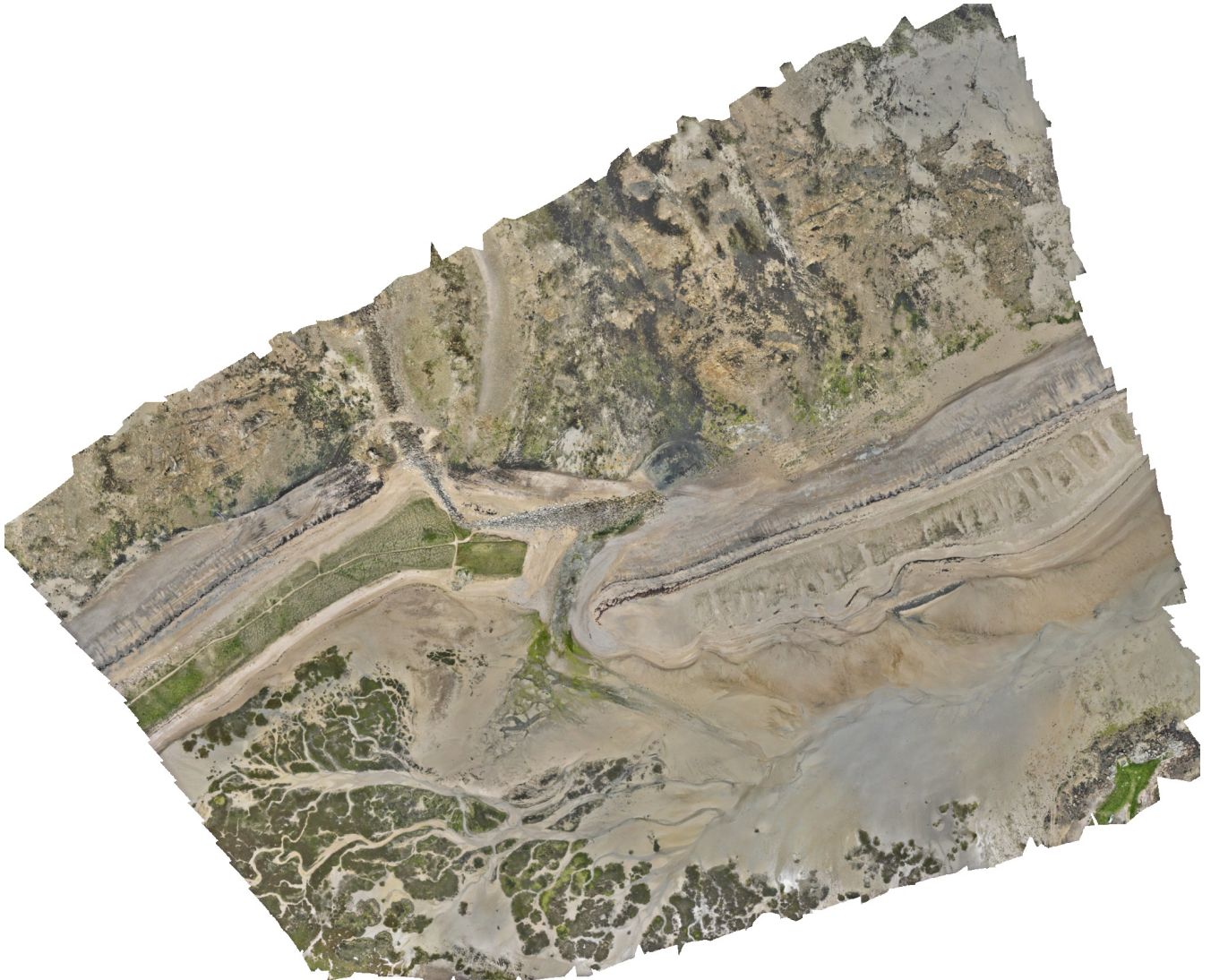
Mode de fusion	Mosaïque
Surface	MNE
Activer le remplissage des trous	Oui
Activer le filtre fantôme	Non
Temps de traitement	11 minutes 31 secondes
Utilisation de la mémoire	2.65 GB
Date de création	2023:03:02 17:41:08
Version du programme	1.8.4.14856
Taille du fichier	12.50 GB

#### **Système**

Nom du programme	Agisoft Metashape Professional
Version du programme	1.8.1 build 13915
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 du 05 mai 2023)**

**Rapport de traitement photogrammetrique  
Levé réalisé le 05 mai 2023 sur le Sillon de Talbert (Pleubian, Côtes d'Armor) -  
Phantom 4 Pro+ GCPs levés en mode RTK  
06 May 2023**



# Données du levé

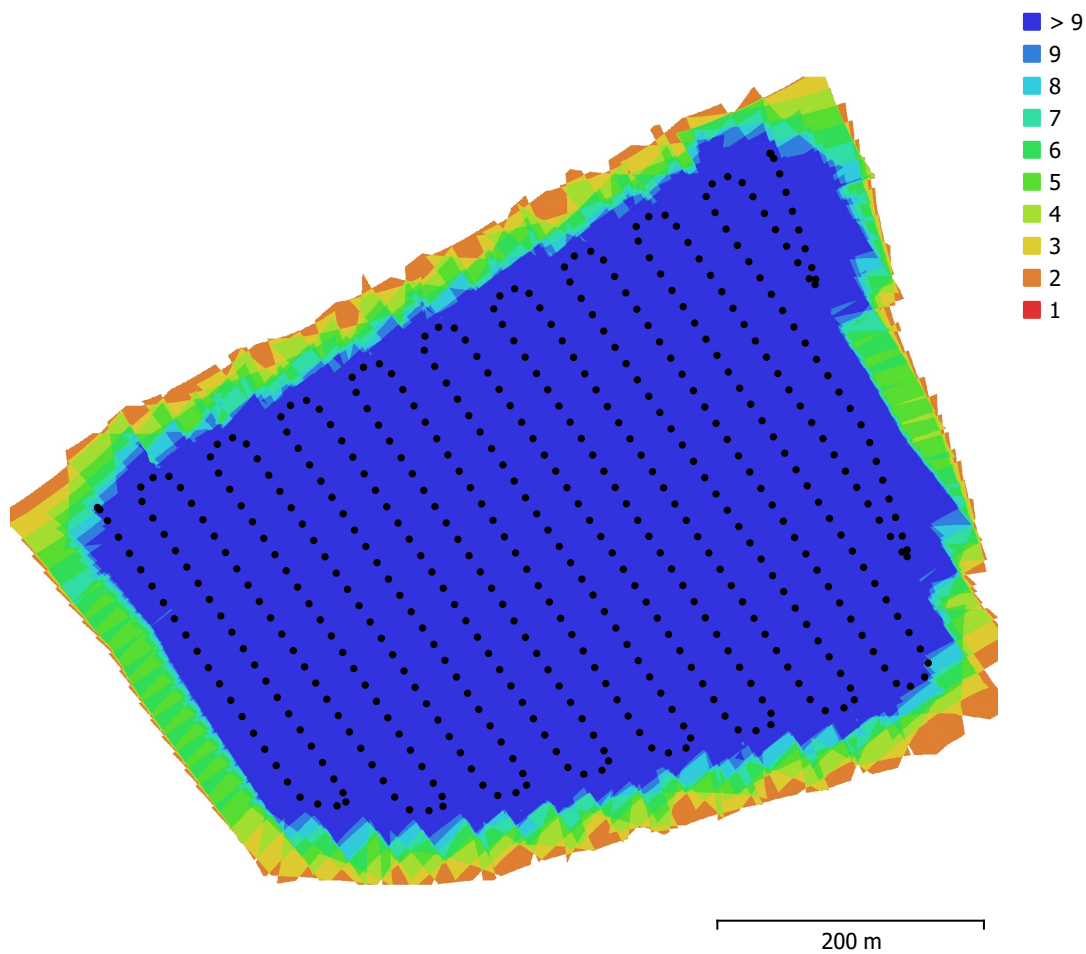


Fig. 1. Emplacements des caméras et chevauchement des images.

Nombre d'images:	485	Stations de caméras:	485
Altitude de vol:	76.3 m	Points de liaison:	159,273
Résolution au sol:	1.94 cm/px	Projections:	1,982,341
Zone de couverture:	0.287 km <sup>2</sup>	Erreur de reprojection:	0.568 px

Modèle de caméra	Résolution	Longueur focale	Taille de pixel	Précalibré
M3E (12.29mm)	5280 x 3956	12.29 mm	3.36 x 3.36 $\mu\text{m}$	Non

Tableau 1. Caméras.



# Calibration de la caméra

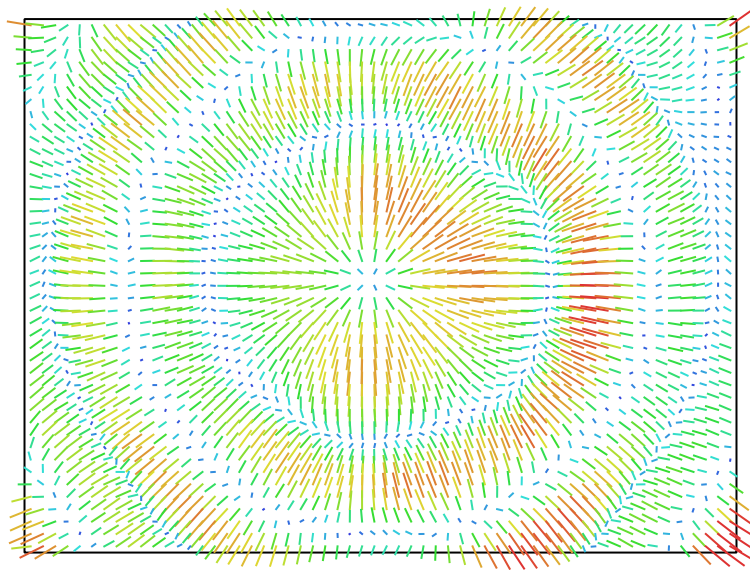


Fig. 2. Résiduelles des points de liaison pour M3E (12.29mm). 1 px

## M3E (12.29mm)

485 images

Type	Résolution	Longueur focale	Taille de pixel
<b>Cadre</b>	<b>5280 x 3956</b>	<b>12.29 mm</b>	<b>3.36 x 3.36 <math>\mu</math>m</b>

	Valeur	Erreur	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
<b>F</b>	<b>3764.09</b>	0.79	1.00	0.42	0.28	-0.98	0.38	-0.87	-0.43	-0.29
<b>Cx</b>	<b>-2.47753</b>	0.034		1.00	0.10	-0.42	0.17	-0.37	-0.91	-0.10
<b>Cy</b>	<b>-19.2776</b>	0.032			1.00	-0.28	0.10	-0.24	-0.10	-0.92
<b>K1</b>	<b>-0.114267</b>	5e-05				1.00	-0.55	0.94	0.43	0.28
<b>K2</b>	<b>0.0119102</b>	2.7e-05					1.00	-0.78	-0.18	-0.11
<b>K3</b>	<b>-0.0264492</b>	3.9e-05						1.00	0.39	0.25
<b>P1</b>	<b>-0.000151013</b>	1.3e-06							1.00	0.10
<b>P2</b>	<b>-5.01792e-05</b>	1.1e-06								1.00

Tableau 2. Coefficients de calibration et matrice de corrélation.

# Positions de caméra

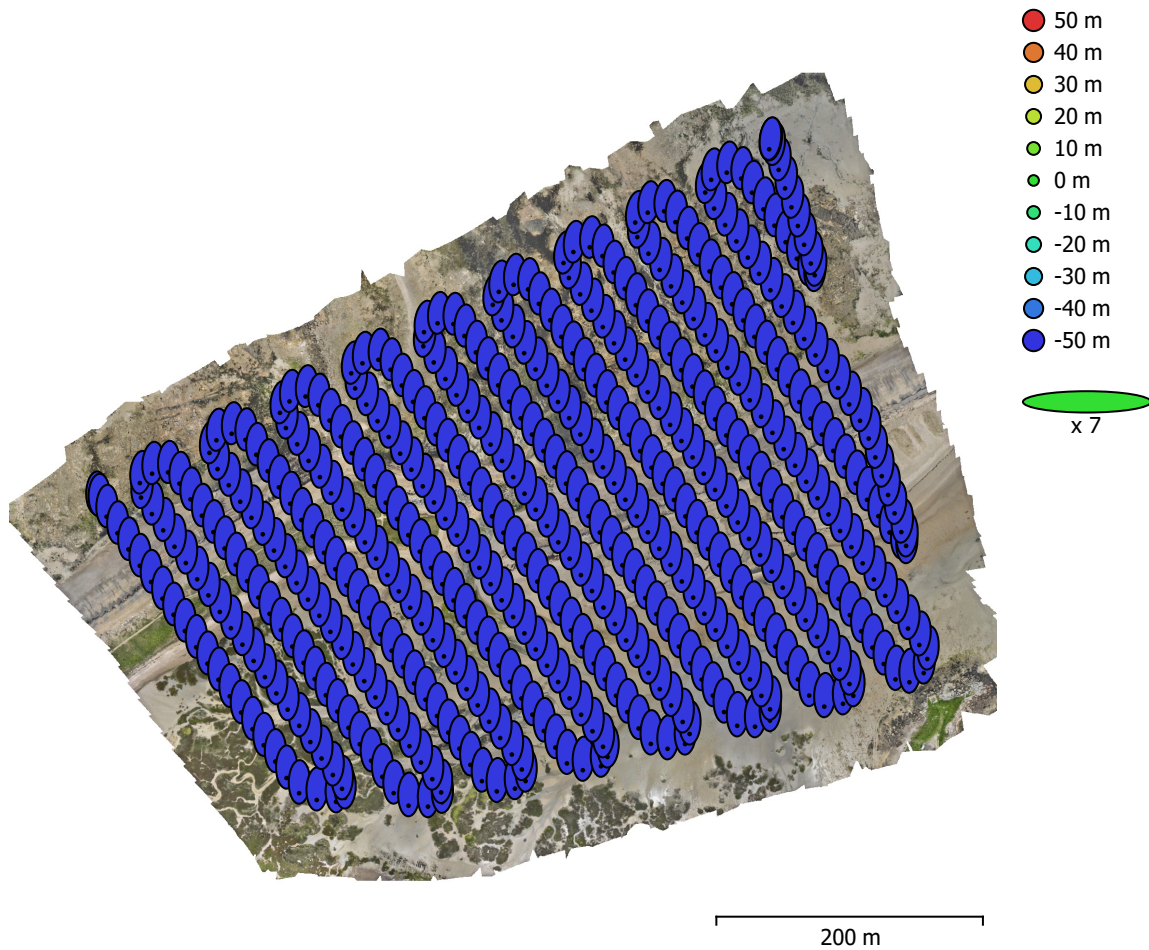


Fig. 3. Emplacements de la caméra et estimations d'erreur.

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 caméras sont identifiés par un point noir.

Erreur X (m)	Erreur Y (m)	Erreur Z (m)	Erreur XY (m)	Erreur totale (m)
0.167418	2.3604	49.2524	2.36633	49.3092

Tableau 3. Erreur moyenne d'emplacement de la caméra.

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

# Points de contrôle au sol

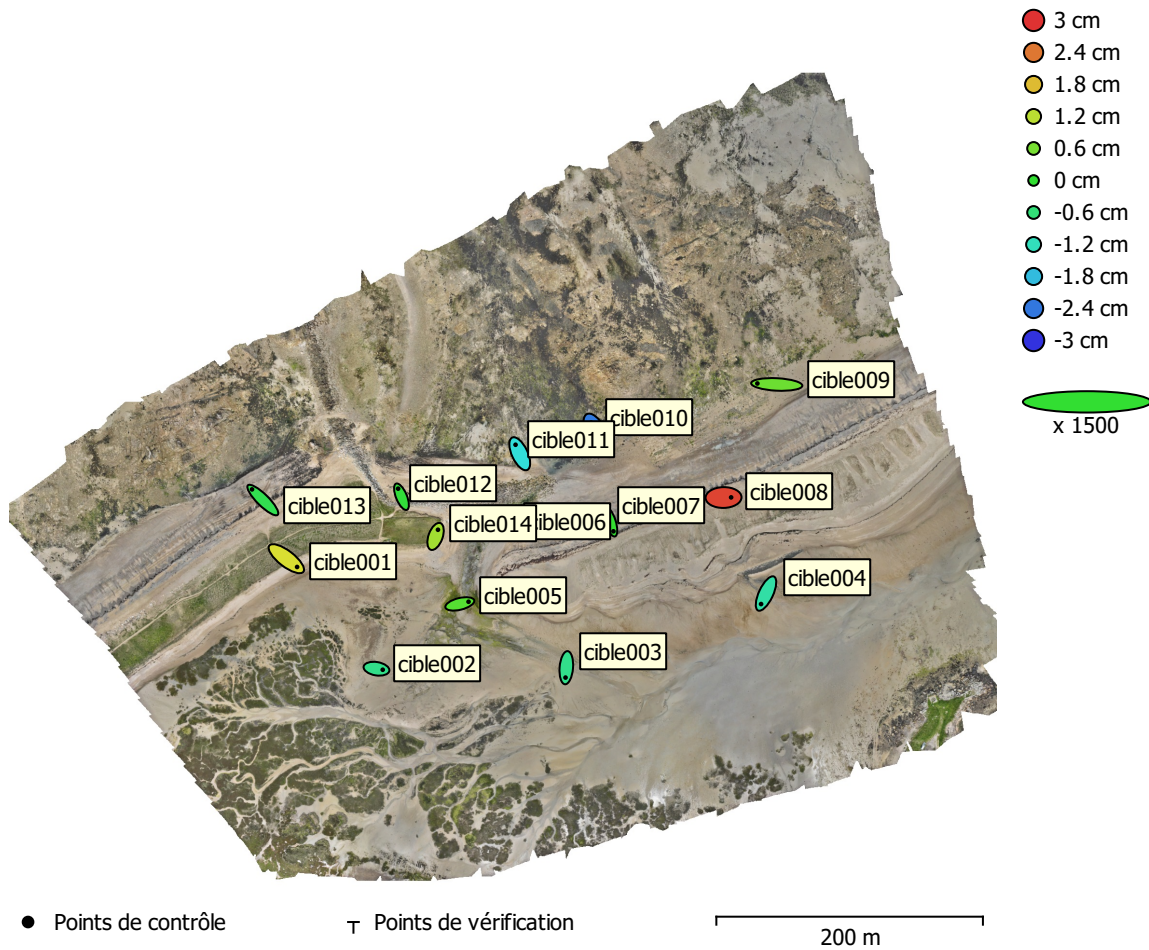


Fig. 4. Emplacements des points de contrôle au sol et estimations d'erreur.

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	0.828577	0.770205	1.27944	1.13126	1.70784

Tableau 4. Points de contrôle RMSE.

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

<b>Etiquette</b>	<b>Erreur X (cm)</b>	<b>Erreur Y (cm)</b>	<b>Erreur Z (cm)</b>	<b>Total (cm)</b>	<b>Image (px)</b>
cible001	1.07599	-0.827676	1.45505	1.98997	0.487 (16)
cible002	0.62648	-0.102754	-0.761144	0.991148	0.217 (22)
cible003	-0.0796437	-0.988342	-0.777061	1.25976	0.299 (22)
cible004	-0.493875	-1.05283	-1.0023	1.53524	0.388 (22)
cible005	0.87223	0.213656	0.300849	0.947071	0.215 (23)
cible006	0.93836	-0.758856	1.18211	1.68931	0.339 (22)
cible007	0.313808	-0.965421	0.0208604	1.01536	0.180 (22)
cible008	0.758513	0.0148239	2.84508	2.94449	0.865 (15)
cible009	-1.93801	0.0970941	0.505783	2.00528	0.423 (22)
cible010	-0.475031	0.957703	-2.37413	2.60372	0.617 (24)
cible012	-0.33591	0.808262	-0.0632304	0.877566	0.144 (20)
cible013	-1.07992	1.06471	-0.261444	1.53889	0.337 (21)
cible014	0.240283	0.667607	0.978495	1.20867	0.216 (21)
cible011	-0.421441	0.900641	-1.45172	1.75962	0.401 (20)
<b>Total</b>	<b>0.828577</b>	<b>0.770205</b>	<b>1.27944</b>	<b>1.70784</b>	<b>0.396</b>

Tableau 5. Points de contrôle.  
X - Est, Y - Nord, Z - Altitude.



# Modèle Numérique d'élévation

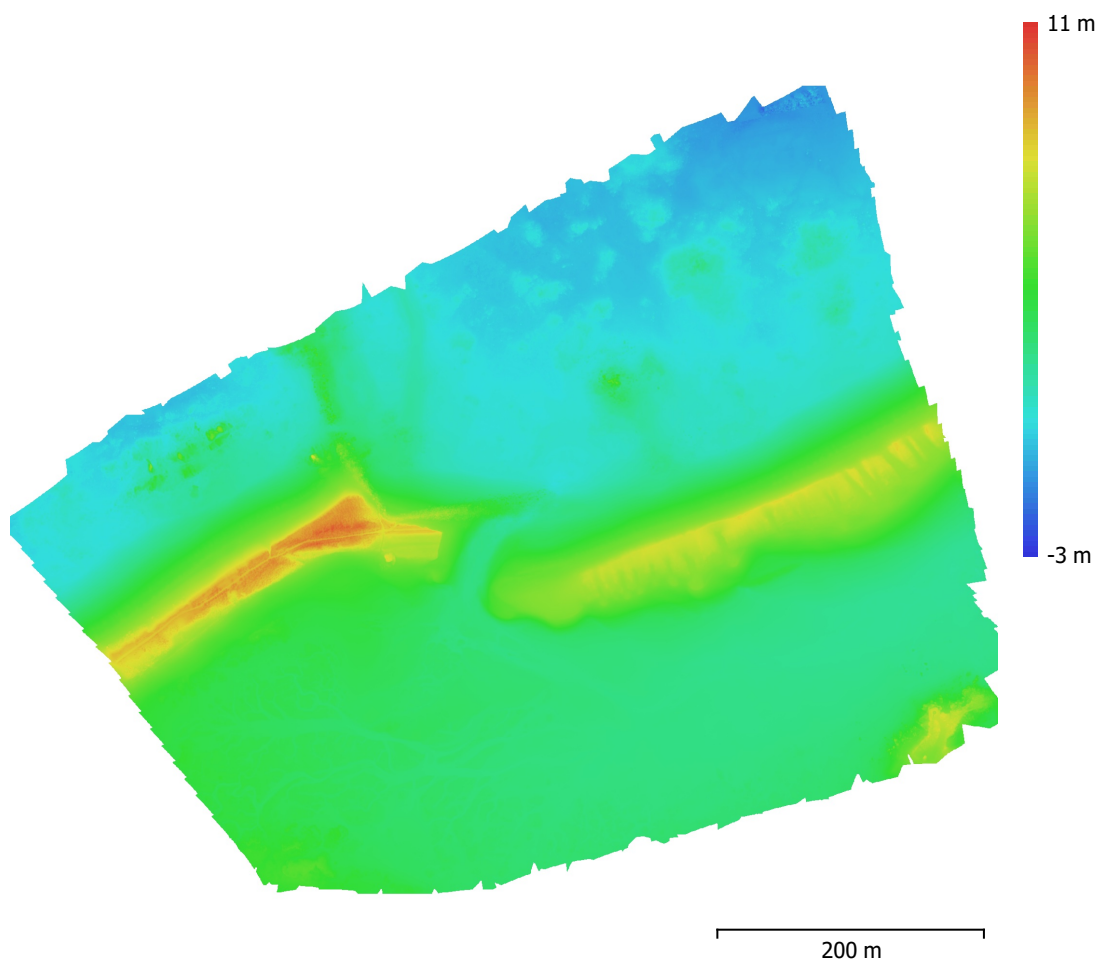


Fig. 5. Modèle numérique d'élévation reconstruit.

Résolution: 3.88 cm/px  
Densité des points: 665 points/m<sup>2</sup>

# Paramètres de traitement

## Général

Caméras	485
Caméras alignées	485
Repères	14
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)
Angles de rotation	Lacet, Tangage, Roulis

## Nuage de point

Points	159,273 de 471,049
Erreur RMS de reprojection	0.247765 (0.568446 px)
Erreur Max de reprojection	0.768857 (14.0937 px)
Taille moyenne de point	2.31298 px
Couleurs des points	3 bandes, uint8
Points-clé	Non
Multiplicité moyenne des points de liaison	11.4946

## Paramètres d'alignement

Précision	Haute
Présélection générique	Non
Présélection par références	Source
Limite de points	40,000
Limite de points-clé par Mpx	60,000
Limite de points de liaison	10,000
Exclure les points de liaison fixes	Oui
Correspondance d'images guidée	Oui
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Oui
Temps de concordance	1 heure 46 minutes
Utilisation de la mémoire de correspondance	5.01 GB
Temps d'alignement	5 minutes 40 secondes
Utilisation de la mémoire d'alignement	1.81 GB

## Paramètres d'optimisation

Paramètres	f, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Non
Durée d'optimisation	35 secondes
Date de création	2023:05:05 22:35:57
Version du programme	1.8.5.15709
Taille du fichier	87.68 MB

## Cartes de profondeur

Nombre	485
--------	-----

## Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Modéré
Max voisins	16
Temps de traitement	18 minutes 16 secondes
Utilisation de la mémoire	12.70 GB
Date de création	2023:05:06 13:36:07
Version du programme	1.8.5.15709
Taille du fichier	3.81 GB

## Nuage de points dense

Points	200,781,164
Couleurs des points	3 bandes, uint8

## Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Modéré
Max voisins	16
Temps de traitement	18 minutes 16 secondes
Utilisation de la mémoire	12.70 GB

#### **Paramètres de génération du nuage de points dense**

Temps de traitement	29 minutes 43 secondes
Utilisation de la mémoire	12.39 GB
Date de création	2023:05:06 14:06:13
Version du programme	1.8.5.15709
Taille du fichier	2.88 GB

#### **MNE**

Taille	19,099 x 15,612
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)

#### **Paramètres de reconstruction**

Données source	Nuage dense
Interpolation	Activé
Temps de traitement	2 minutes 14 secondes
Utilisation de la mémoire	333.15 MB
Date de création	2023:05:06 14:08:47
Version du programme	1.8.5.15709
Taille du fichier	881.35 MB

#### **Orthomosaïque**

Taille	38,197 x 31,223
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	12 minutes 3 secondes
Utilisation de la mémoire	2.59 GB
Date de création	2023:05:06 14:16:16
Version du programme	1.8.5.15709
Taille du fichier	13.43 GB

#### **Système**

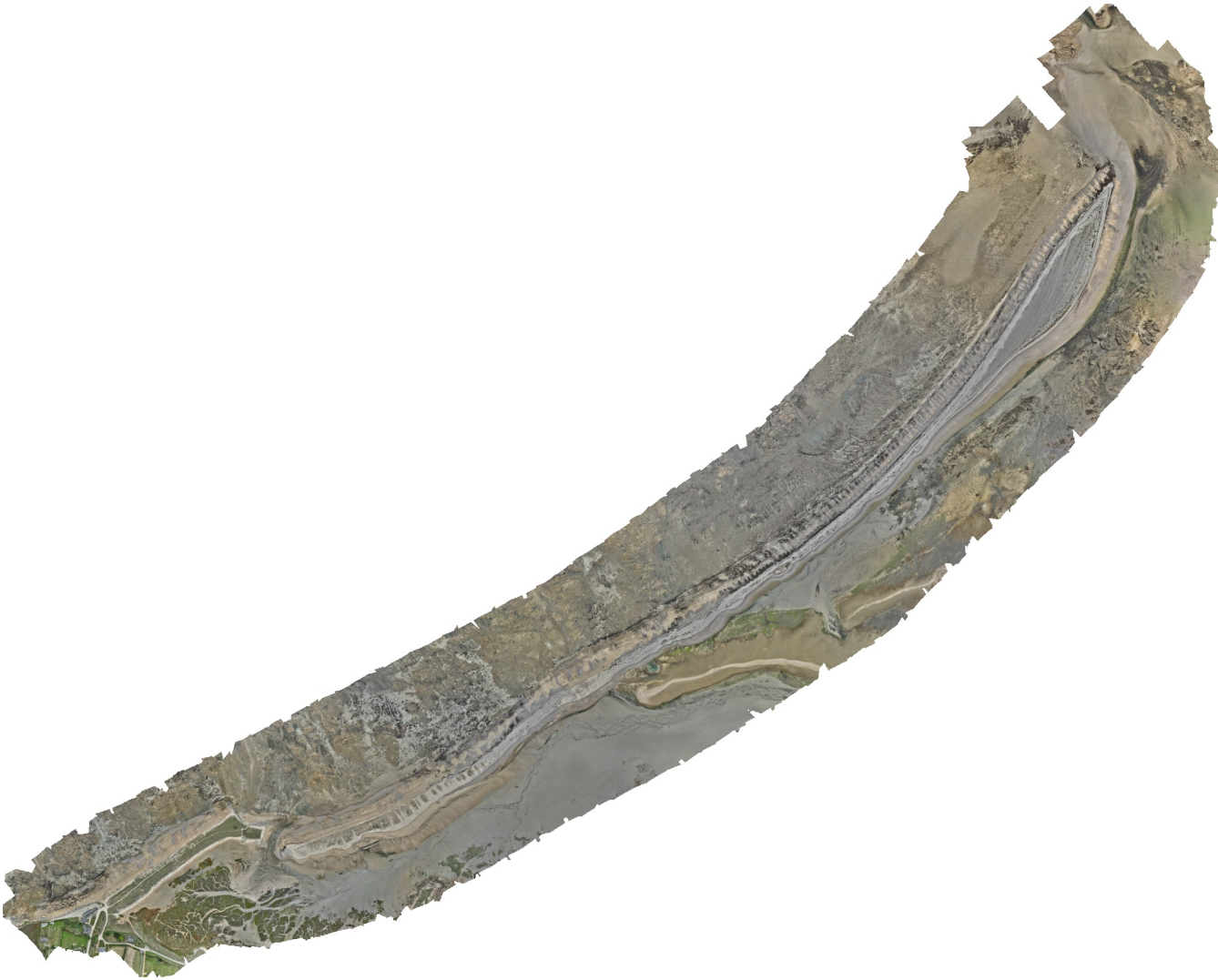
Nom du programme	Agisoft Metashape Professional
Version du programme	1.8.5 build 15709
Système d'exploitation	Windows 64 bit
RAM	15.82 GB
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-8665U CPU @ 1.90GHz
GPU(s)	Aucun

# **Sillon de Talbert (relevé photogrammétrique du 28 septembre 2023)**

**Rapport de traitement photogrammetrique  
Levé réalisé le 28 septembre 2023 sur le Sillon de Talbert, Pleubian (22) - Mavik 3  
Pro RTK + GCPs levés en mode RTK**

**02 October 2023**





# Données du levé

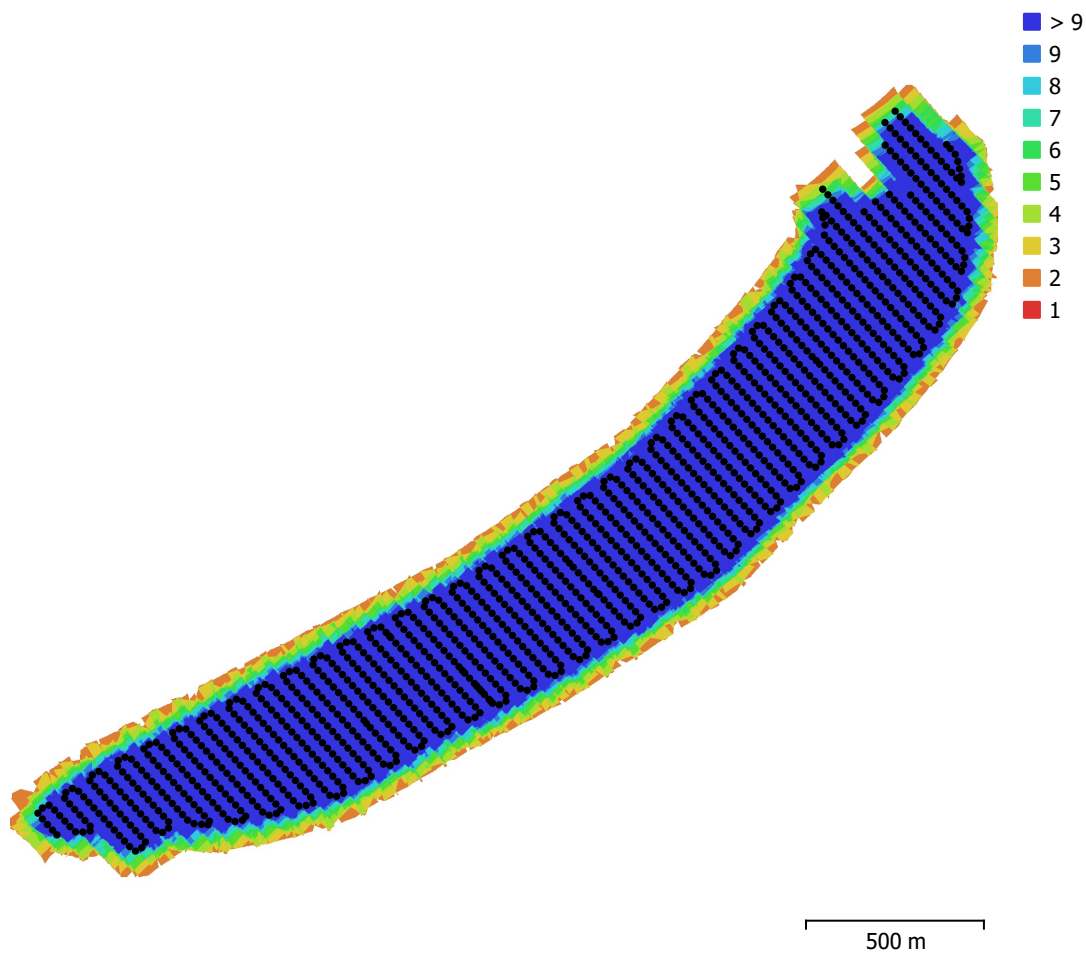


Fig. 1. Emplacements des caméras et chevauchement des images.

Nombre d'images:	1,452	Stations de caméras:	1,377
Altitude de vol:	110 m	Points de liaison:	714,238
Résolution au sol:	2.82 cm/px	Projections:	8,289,030
Zone de couverture:	1.69 km <sup>2</sup>	Erreur de reprojection:	0.586 px

Modèle de caméra	Résolution	Longueur focale	Taille de pixel	Précalibré
M3E (12.29mm)	5280 x 3956	12.29 mm	3.36 x 3.36 $\mu$ m	Non

Tableau 1. Caméras.

# Calibration de la caméra

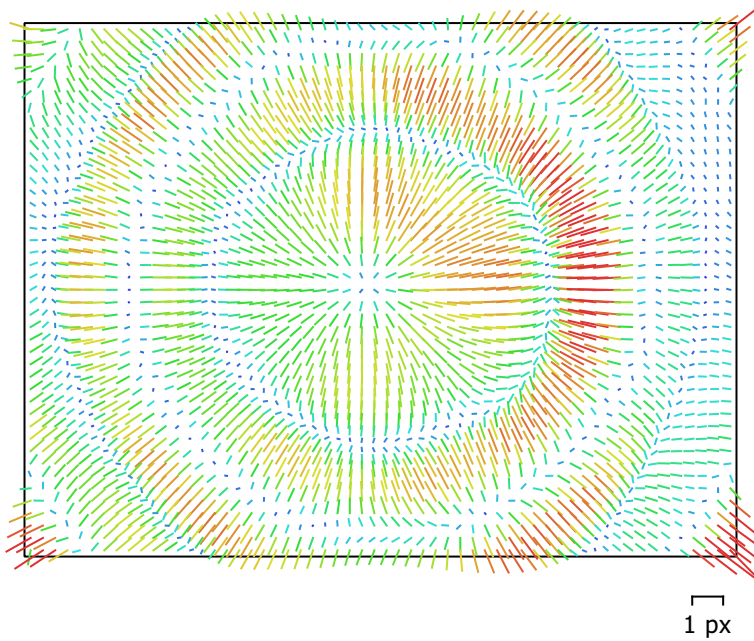


Fig. 2. Résiduelles des points de liaison pour M3E (12.29mm).

## M3E (12.29mm)

1452 images

Type	Résolution	Longueur focale	Taille de pixel
<b>Cadre</b>	<b>5280 x 3956</b>	<b>12.29 mm</b>	<b>3.36 x 3.36 <math>\mu</math>m</b>

	Valeur	Erreur	F	Cx	Cy	K1	K2	K3	P1	P2
<b>F</b>	<b>3732.49</b>	0.34	1.00	0.49	0.31	-0.97	0.40	-0.83	-0.49	-0.31
<b>Cx</b>	<b>-2.75506</b>	0.016		1.00	0.15	-0.48	0.20	-0.41	-0.88	-0.15
<b>Cy</b>	<b>-19.0016</b>	0.014			1.00	-0.30	0.12	-0.26	-0.15	-0.90
<b>K1</b>	<b>-0.114961</b>	2.2e-05				1.00	-0.59	0.92	0.48	0.30
<b>K2</b>	<b>0.0142759</b>	1.4e-05					1.00	-0.84	-0.22	-0.12
<b>K3</b>	<b>-0.0251276</b>	1.7e-05						1.00	0.42	0.26
<b>P1</b>	<b>-0.00012973</b>	5.8e-07							1.00	0.15
<b>P2</b>	<b>-5.37757e-05</b>	5e-07								1.00

Tableau 2. Coefficients de calibration et matrice de corrélation.

# Positions de caméra

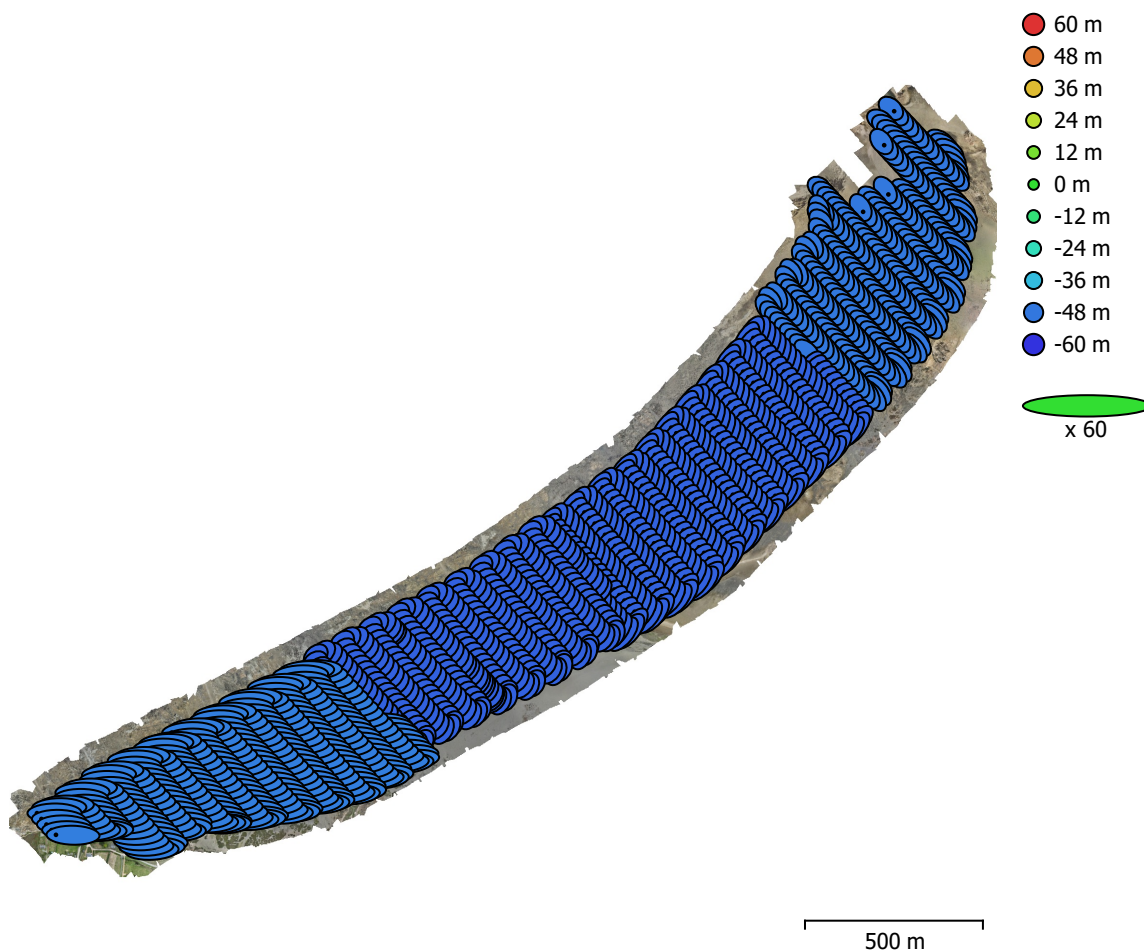


Fig. 3. Emplacements de la caméra et estimations d'erreur.

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 caméras sont identifiés par un point noir.

Erreur X (m)	Erreur Y (m)	Erreur Z (m)	Erreur XY (m)	Erreur totale (m)
0.893342	0.542445	49.7614	1.04513	49.7724

Tableau 3. Erreur moyenne d'emplacement de la caméra.

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



# Points de contrôle au sol

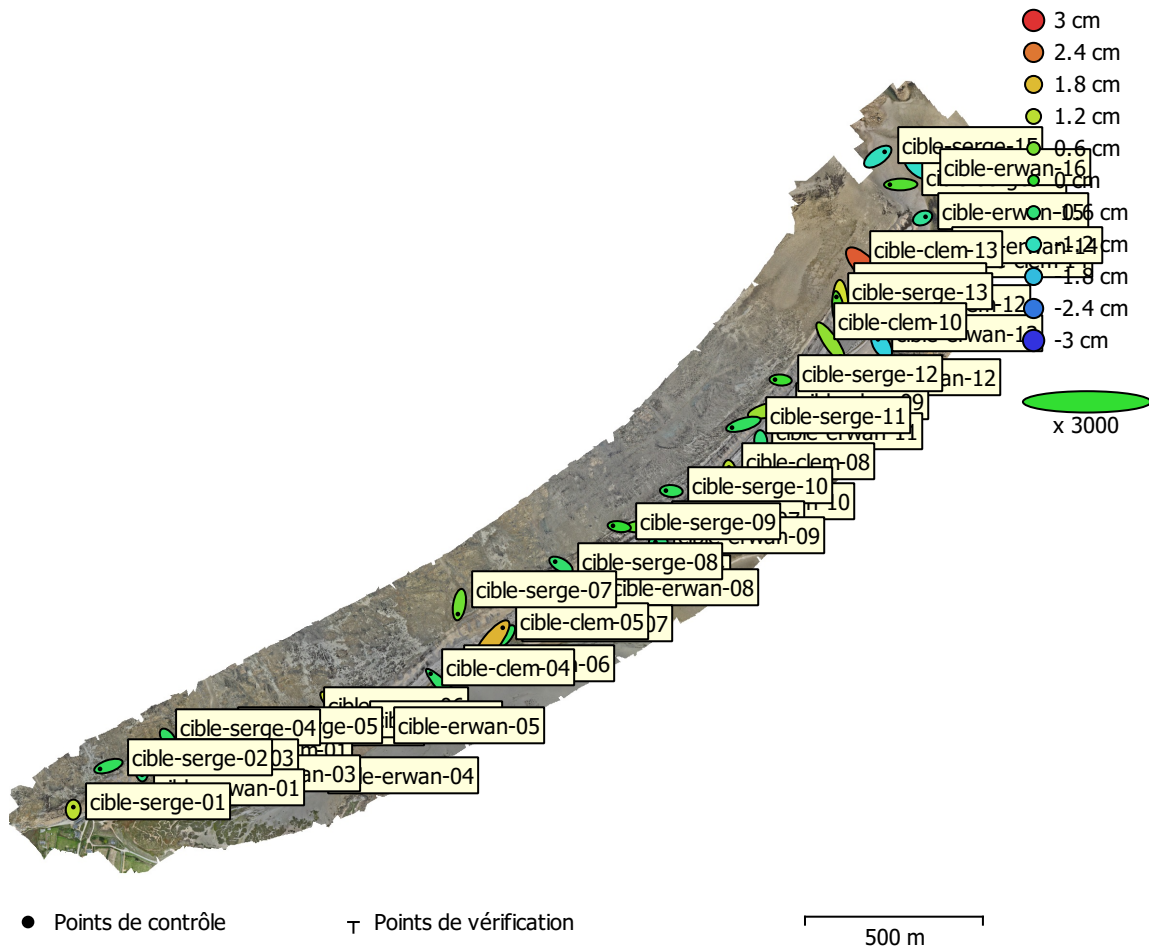


Fig. 4. Emplacements des points de contrôle au sol et estimations d'erreur.

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)
44	1.64421	1.55898	1.09222	2.2658	2.51531

Tableau 4. Points de contrôle RMSE.

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

<b>Etiquette</b>	<b>Erreur X (cm)</b>	<b>Erreur Y (cm)</b>	<b>Erreur Z (cm)</b>	<b>Total (cm)</b>	<b>Image (px)</b>
cible-serge...	-2.02745	-0.0300384	0.292965	2.04873	0.637 (13)
cible-serge...	1.28292	0.900224	-1.21463	1.98282	0.761 (10)
cible-erwa...	1.34879	-0.914133	-1.32552	2.10045	0.790 (18)
cible-erwa...	0.544215	0.231868	-0.859646	1.04352	0.592 (21)
cible-clem-...	-3.88687	2.3518	2.33636	5.10855	0.900 (21)
cible-erwa...	-1.81672	-1.10613	-1.64099	2.68642	0.727 (23)
cible-clem-...	1.78592	-1.83655	2.64277	3.68058	0.975 (22)
cible-clem-...	3.25247	1.34864	1.20138	3.72031	0.706 (22)
cible-clem-...	0.0887916	-3.355	1.41441	3.64204	0.695 (21)
cible-serge...	-0.492488	3.05025	0.320294	3.10631	0.705 (23)
cible-erwa...	-0.661814	1.08331	-1.60138	2.04352	0.742 (19)
cible-clem-...	1.7923	-2.63251	0.818273	3.28816	0.782 (22)
cible-erwa...	-1.44508	-0.442801	-0.964479	1.79291	0.679 (19)
cible-clem-...	2.62542	0.664556	0.934629	2.86496	0.600 (21)
cible-serge...	-1.05895	0.0727747	0.0884602	1.06512	0.748 (21)
cible-erwa...	0.0779327	-0.853195	-0.638912	1.06875	0.414 (24)
cible-serge...	-2.13827	-0.622693	-0.382092	2.25963	0.486 (23)
cible-clem-...	-0.219674	1.69196	1.1904	2.0804	0.564 (22)
cible-erwa...	-0.547459	-0.592714	-0.57533	0.990972	0.437 (22)
cible-serge...	-1.01317	0.0677861	-0.341066	1.07118	0.358 (22)
cible-clem-...	2.87228	0.202701	0.411627	2.9087	1.064 (13)
cible-erwa...	-0.525999	-0.00507825	-0.686637	0.864969	0.394 (19)
cible-serge...	-1.175	0.157574	-0.00929711	1.18556	0.263 (24)
cible-clem-...	3.49065	-0.434638	0.748445	3.59635	0.927 (16)
cible-erwa...	-0.335172	-0.369599	-2.39454	2.44597	0.702 (22)
cible-serge...	-1.09054	0.616868	-0.505097	1.3509	0.238 (25)
cible-erwa...	-0.996167	-1.19093	-0.399548	1.60322	0.577 (15)
cible-clem-...	2.16204	2.71196	1.87145	3.941	0.732 (22)
cible-serge...	-0.28049	-1.775	0.520551	1.8709	0.563 (23)
cible-erwa...	-0.960909	-1.50614	-0.0836419	1.78852	0.578 (24)
cible-clem-...	-3.49081	3.7088	-0.458683	5.11384	0.839 (20)

<b>Etiquette</b>	<b>Erreur X (cm)</b>	<b>Erreur Y (cm)</b>	<b>Erreur Z (cm)</b>	<b>Total (cm)</b>	<b>Image (px)</b>
cible-clem-...	-0.591477	-3.1948	1.5641	3.60596	0.684 (18)
cible-erwa...	0.611127	0.34636	-1.13299	1.33308	0.458 (23)
cible-serge...	-0.613893	1.07821	-0.426336	1.31193	0.474 (21)
cible-clem-...	2.74149	-2.53728	1.35841	3.97477	0.652 (22)
cible-erwa...	0.766419	0.235071	0.635773	1.02316	0.388 (24)
cible-clem-...	-1.44894	3.09775	0.00272522	3.41986	0.669 (18)
cible-serge...	0.668621	0.062933	-1.48202	1.62709	0.414 (25)
cible-erwa...	0.161184	0.686467	0.452056	0.837599	0.570 (17)
cible-serge...	0.561788	-0.795098	-0.436847	1.06706	0.509 (22)
cible-serge...	0.0853855	-1.00123	-0.718768	1.23547	0.475 (25)
cible-erwa...	1.45991	0.858939	0.343896	1.7284	0.350 (17)
cible-serge...	-1.57093	-0.519692	-0.355636	1.69244	0.551 (14)
cible-serge...	0.0152883	0.485293	1.19645	1.29122	0.449 (19)
<b>Total</b>	<b>1.64421</b>	<b>1.55898</b>	<b>1.09222</b>	<b>2.51531</b>	<b>0.624</b>

Tableau 5. Points de contrôle.  
X - Est, Y - Nord, Z - Altitude.

# Modèle Numérique d'élévation

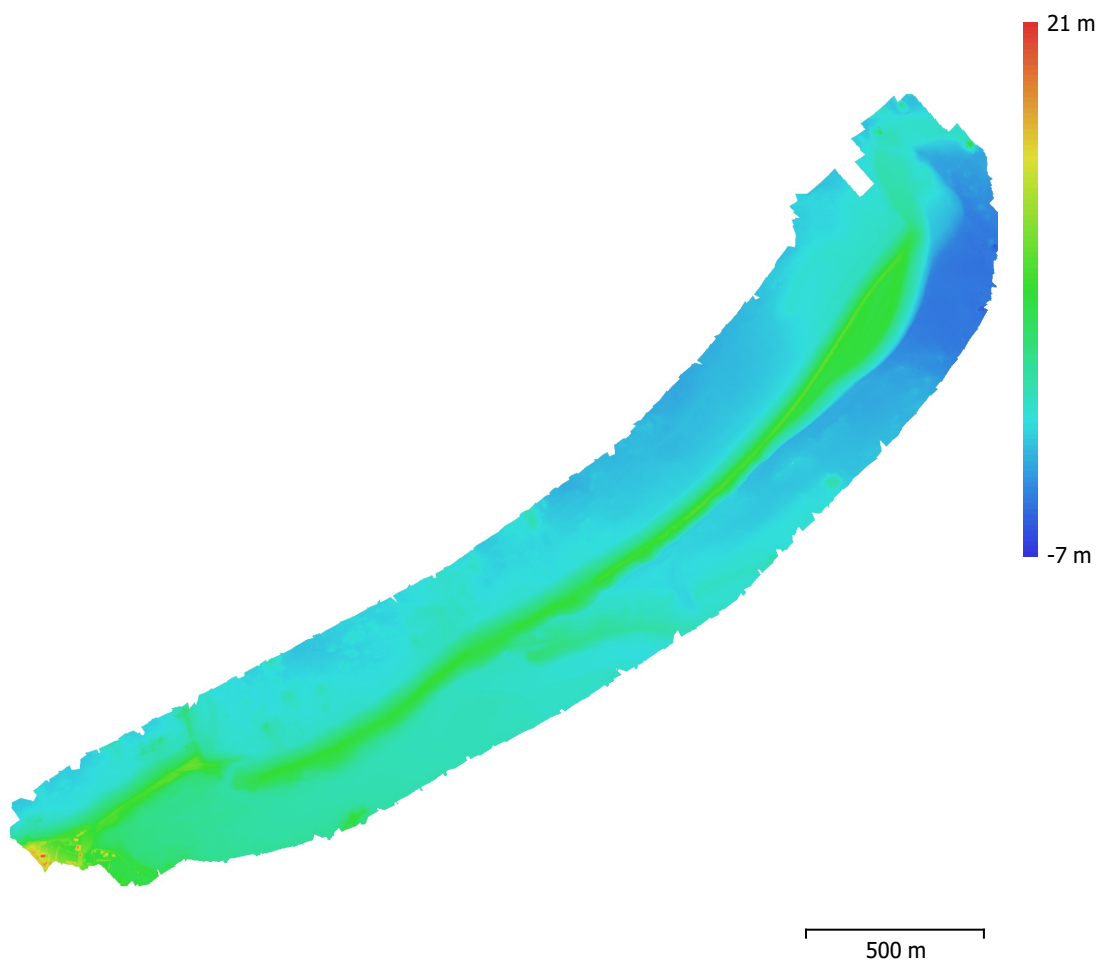


Fig. 5. Modèle numérique d'élévation reconstruit.

Résolution: 5.65 cm/px  
Densité des points: 313 points/m<sup>2</sup>



# Paramètres de traitement

## Général

Caméras	1452
Caméras alignées	1377
Repères	44
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)
Angles de rotation	Lacet, Tangage, Roulis

## Nuage de point

Points	714,238 de 1,595,373
Erreur RMS de reprojection	0.235213 (0.585758 px)
Erreur Max de reprojection	0.943014 (3.39343 px)
Taille moyenne de point	2.59243 px
Couleurs des points	3 bandes, uint8
Points-clé	Non
Multiplicité moyenne des points de liaison	9.54064

## Paramètres d'alignement

Précision	Haute
Présélection générique	Oui
Présélection par références	Source
Limite de points	40,000
Limite de points-clé par Mpx	60,000
Limite de points de liaison	10,000
Exclure les points de liaison fixes	Oui
Correspondance d'images guidée	Non
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Non
Temps de concordance	27 minutes 13 secondes
Utilisation de la mémoire de correspondance	2.22 GB
Temps d'alignement	1 heure 0 minute
Utilisation de la mémoire d'alignement	1.79 GB

## Paramètres d'optimisation

Paramètres	f, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Non
Durée d'optimisation	1 minute 46 secondes
Date de création	2023:09:29 16:00:51
Version du programme	1.8.5.15709
Taille du fichier	253.36 MB

## Cartes de profondeur

Nombre	1377
--------	------

## Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Modéré
Max voisins	16
Temps de traitement	2 heures 24 minutes
Utilisation de la mémoire	11.24 GB
Date de création	2023:10:01 22:46:34
Version du programme	1.8.5.15709
Taille du fichier	10.12 GB

## Nuage de points dense

Points	530,438,593
Couleurs des points	Aucun

## Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Modéré
Max voisins	16
Temps de traitement	2 heures 24 minutes
Utilisation de la mémoire	11.24 GB

#### **Paramètres de génération du nuage de points dense**

Temps de traitement	1 heure 34 minutes
Utilisation de la mémoire	11.41 GB
Date de création	2023:10:02 00:21:13
Version du programme	1.8.5.15709
Taille du fichier	5.63 GB

#### **MNE**

Taille	49,094 x 39,354
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)

#### **Paramètres de reconstruction**

Données source	Nuage dense
Interpolation	Activé
Temps de traitement	14 minutes 41 secondes
Utilisation de la mémoire	348.50 MB
Date de création	2023:10:02 00:36:01
Version du programme	1.8.5.15709
Taille du fichier	2.47 GB

#### **Orthomosaïque**

Taille	55,459 x 44,456
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	36 minutes 57 secondes
Utilisation de la mémoire	2.14 GB
Date de création	2023:10:02 05:53:33
Version du programme	1.8.5.15709
Taille du fichier	16.59 GB

#### **Système**

Nom du programme	Agisoft Metashape Professional
Version du programme	1.8.5 build 15709
Système d'exploitation	Windows 64 bit
RAM	15.82 GB
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-8665U CPU @ 1.90GHz
GPU(s)	Aucun