



HAL
open science

Evolution topo-morphologique du Sillon du Loc'h et du Sillon des Anglais (Landévennec) pour l'année 2020

Pierre Stéphan, Serge S. Suanez, Jérôme Ammann

► **To cite this version:**

Pierre Stéphan, Serge S. Suanez, Jérôme Ammann. Evolution topo-morphologique du Sillon du Loc'h et du Sillon des Anglais (Landévennec) pour l'année 2020. [Rapport de recherche] LETG, UMR6554, Institut Universitaire Européen de la Mer, Technopôle Brest-Iroise, Place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané. 2021. hal-03473378

HAL Id: hal-03473378

<https://hal.science/hal-03473378>

Submitted on 9 Dec 2021

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.



Pierre STÉPHAN
Serge SUANEZ
Jérôme AMMANN

Diagnostic topo-morpho-sédi- mentaire des sillons du Loc'h et des Anglais (Landévennec) pour l'année 2020

Novembre 2021

Réserve Naturelle Géologique de la presqu'île de Crozon
Communauté de communes Presqu'île de Crozon-Aulne maritime



Rapport d'étude

Evolution topo-morphologique du Sillon du Loc'h et du Sillon des Anglais (Landévennec) pour l'année 2020

Novembre 2021

Pierre STEPHAN, Serge SUANEZ, Jérôme AMMANN



Maître d'œuvre

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

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

Direction scientifique : Pierre STÉPHAN, Serge SUANEZ
pierre.stephan@univ-brest.fr ; serge.suanez@univ-brest.fr

1. Introduction

Cette étude a été réalisée à la demande de la Réserve Naturelle Géologique de la presqu'île de Crozon et de la Communauté de communes Presqu'île de Crozon-Aulne maritime. Elle s'inscrit dans la continuité des suivis réalisés depuis 2004 par les géomorphologues de l'Université de Brest et du CNRS sur l'évolution actuelle des flèches de galets de la rade de Brest qui, par leur nombre et leur diversité, constituent un remarquable patrimoine géomorphologique. D'une façon générale, ce patrimoine naturel connaît actuellement une forte dégradation du fait de l'action érosive des vagues dans un contexte de mauvaise alimentation sédimentaire de ces formes d'accumulation littorales. La plupart des cordons de la rade de Brest montrent ainsi des signes de fragilité morphologique qui laissent craindre leur démantèlement progressif par les vagues dans les années et décennies à venir.

Situé sur la commune de Landévennec, le sillon du Loc'h fait partie des sites sur lesquels portent les plus fortes inquiétudes. Ce sillon a déjà fait l'objet de mesures de restauration dans les années 1980 et 1990 : colmatage de brèches, rehaussement de la crête et reprofilage du cordon (Morel, 1997). En 2003, l'ouverture d'une nouvelle brèche, située cette fois dans le cordon interne, a déséquilibré l'ensemble du fonctionnement hydro-sédimentaire du secteur. Ce sont les conséquences de ce déséquilibre que nous observons actuellement. La cause principale de cette érosion est la faiblesse des apports sédimentaires sensés alimenter le cordon. Le site du Loc'h s'inscrit dans une cellule hydro-sédimentaire qui s'étend de la pointe de Lomergat jusqu'à l'extrémité orientale du sillon. Sa longueur totale est de 1,2 km, dont 1 km pour la partie pourvoyeuse de sédiments et 0,2 km pour la flèche. La section potentiellement pourvoyeuse de sédiments est en grande partie constituée de roches extrêmement résistantes à l'érosion marine (quartzites de Plougastel) et les falaises de matériel meuble entaillées dans du head périglaciaire sont peu étendues et ne délivrent aujourd'hui que de faibles quantités de matériel grossier à la dérive littorale.

Egalement situé sur la commune de Landévennec, le Sillon des Anglais constitue une exception à l'échelle de la rade, en ce sens qu'il bénéficie encore aujourd'hui d'une bonne alimentation en matériel frais en provenance des falaises de head s'étirant depuis le Loc'h de Landévennec sur un linéaire d'environ 3 km. L'épaisse couverture de matériel meuble qui empâte ces versants littoraux évoluent librement par glissement et éboulement, et délivrent au rivage des quantités significatives de sédiments que les vagues sont en mesure de remobiliser occasionnellement pour venir nourrir le cordon. En dépit de ce contexte, les mesures topo-morphologiques réalisées en juin 2018 soulignaient l'apparition de deux points de fragilité le long de la flèche (Stéphan et al., 2019). Les observations de terrain effectuées durant les deux hivers 2018-2019 et 2019-2020 ont par la suite confirmé ces prévisions en notant plusieurs indices de franchissement localisé du cordon par les vagues de tempête et le déversement consécutif de galets sur le revers de la flèche.

Afin de quantifier l'ensemble de ces changements morphologiques, cette étude propose de réaliser un nouvel état des lieux de la topo-morphologie de ces deux sites à partir de relevés par photogrammétrie. Ces levés ont donné lieu à une modélisation de la topographie à travers la réalisation de Modèles Numériques de Terrain (MNT) qui ont été comparés aux MNT antérieurs datant de juin 2018. Une cartographie des secteurs en érosion et en accrétion a été réalisée. Les bilans sédimentaires ont été calculés. Les changements ont été également quantifiés le long de profils de plage. Ces résultats donnent lieu à quelques préconisations en termes de suivi et de gestion.

2. Méthodes de suivi topo-morphologique

La méthode de levé topo-morphologique utilisée dans cette étude repose sur un protocole d'acquisition que nous avons standardisé, afin de respecter la comparabilité des jeux de données produits années après années, dans le cadre de ces suivis. L'approche est donc similaire celle décrite dans notre précédent rapport (Stéphan et al., 2019).

2.1. Matériels de mesure

Relevés au drone

Les relevés topographiques ont été réalisés le 16 juillet 2020 sur le sillon du Loc'h et le 17 juillet 2020 sur le sillon des Anglais (figure 1). Ces relevés s'appuient sur l'utilisation de photographies stéréoscopiques aériennes acquises d'un drone Phantom 4 Pro autopiloté. Les survols du Sillon du Loc'h et du Sillon des Anglais ont permis l'acquisition d'images à une altitude moyenne de 60 m. A partir de ces prises de vue, la topographie a été reconstituée selon le principe de la stéréophotogrammétrie 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. En juillet 2020, un total de 310 et 411 clichés aériens ont été obtenus sur le Sillon du Loc'h et le Sillon des Anglais respectivement.

Avant chaque survol, un ensemble des cibles ont été positionnées au sol et leur position a été relevée au DGPS (figure 1). Les coordonnées de ces cibles ont été utilisées pour géoréférencer les prises de vue et le nuage de points topographiques produits. La précision des mesures DGPS a été estimée à partir d'un réseau de points de calages matérialisés par des clous topographiques implantés dans les parties fixes environnantes. Ces mesures montrent que l'erreur de la mesure est inférieure à 3 cm en positionnement (X-Y) et 1,5 cm en altitude (Z). Ces points de calage ont, eux-mêmes, été raccordés au système géodésique français à partir de bornes IGN situées à proximité. Ainsi, l'ensemble des données produites est fournie dans le système de projection Lambert 93.

Cette méthode a permis de produire deux principaux jeux de données : (i) une orthophotographie de la zone survolée (figure 2) et (ii) un nuage de points de très forte densité comptant plus de 150 millions de points topographiques sur le site du Loc'h et 186 millions sur le Sillon des Anglais. En définitive, les Modèles Numériques de Terrain réalisés à partir de ces points présentent une très haute résolution (taille du pixel entre 2 et 3 cm) (figures 3 et 4).

Les incertitudes

Comme nous l'avons noté dans notre précédent rapport (Stéphan et al., 2019), les MNT reconstruits à partir des survols au drone peuvent parfois présenter des erreurs significatives en raison d'un mauvais recoupement des photographies aériennes. Le couvert végétal pose également problème. En effet, la méthode de levé au drone considère la végétation comme une surface topographique (aussi vaut-il mieux parler de MNS pour Modèle Numérique de Surface). Dans les zones végétalisées, l'épaisseur des formations végétales devrait donc, en théorie, être soustraite. Dans les faits, cela reste très difficile et nécessite le traitement d'un volume de données considérable que nous n'avons pas entrepris. Pour cette raison, nous avons préconisé que les levés soient réalisés toujours à la même période de l'année afin de s'assurer que la végétation se trouve toujours dans le même stade

phénologique et n'induit pas des différences d'élévation qui ne sont pas d'ordre topographiques, mais végétales.

Afin d'estimer l'incertitude et les erreurs de reconstruction topographique, nous avons pris soin de comparer les altitudes mesurées au DGPS (Z_{DGPS}) aux altitudes reconstruites par photogrammétrie (Z_{drone}) au niveau des cibles au sol. Sur le site du Loc'h, les écarts ($Z_{\text{drone}} - Z_{\text{DGPS}}$) atteignent $\pm 3,2$ cm en moyenne, tandis qu'ils ont été estimés à $\pm 1,7$ cm en moyenne sur le sillon des Anglais. Ainsi, toutes les variations topographiques inférieures à 3 cm ont été considérées ici comme non-significatives.

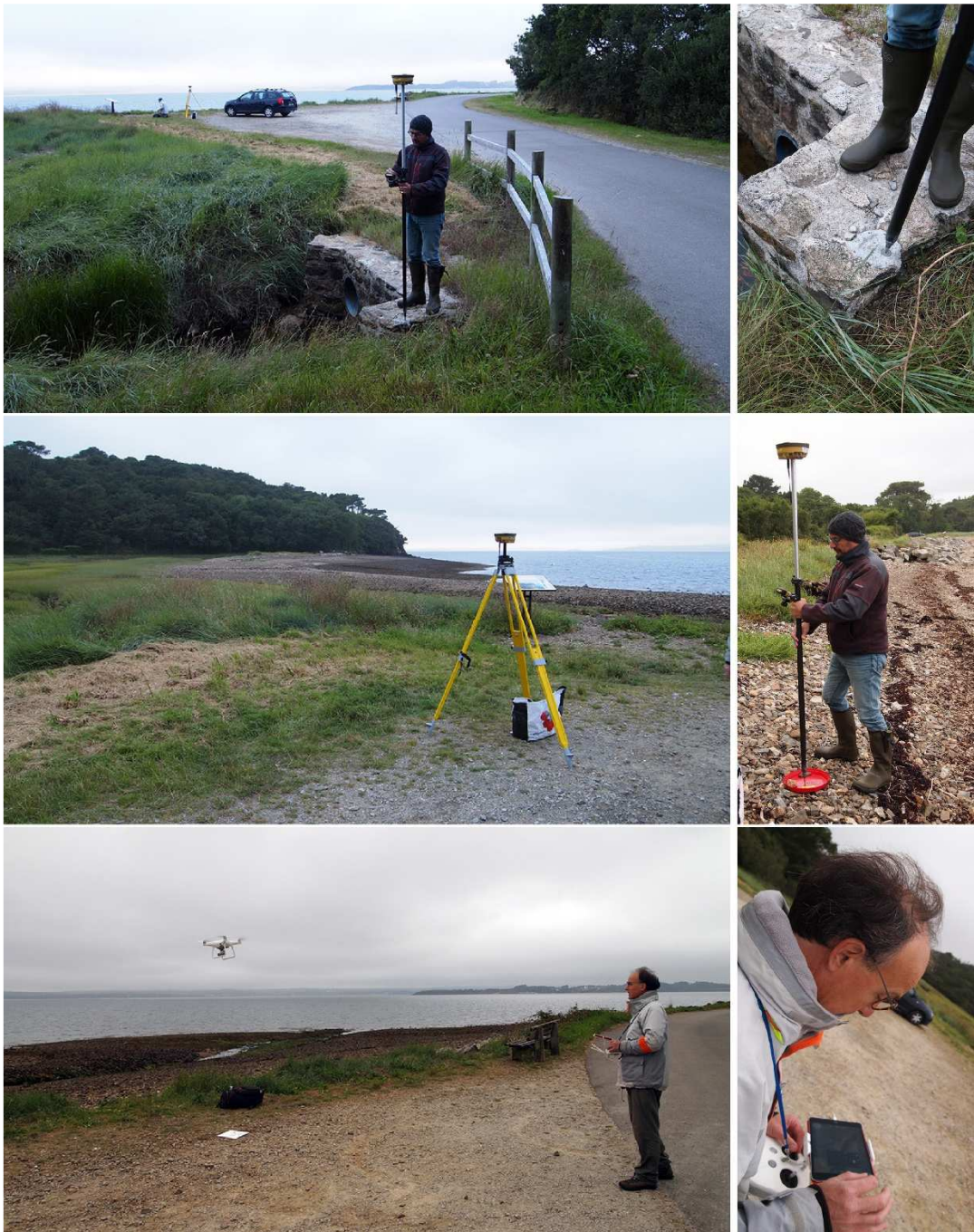


Figure 1 : Méthode de mesure de terrain basée sur l'acquisition de données au GPS différentiel, de mesure de points de calage permettant de vérifier la qualité des mesures topographiques, de relevé de cibles au sol matérialisé par des disques rouges, de l'acquisition d'images aériennes au drone.

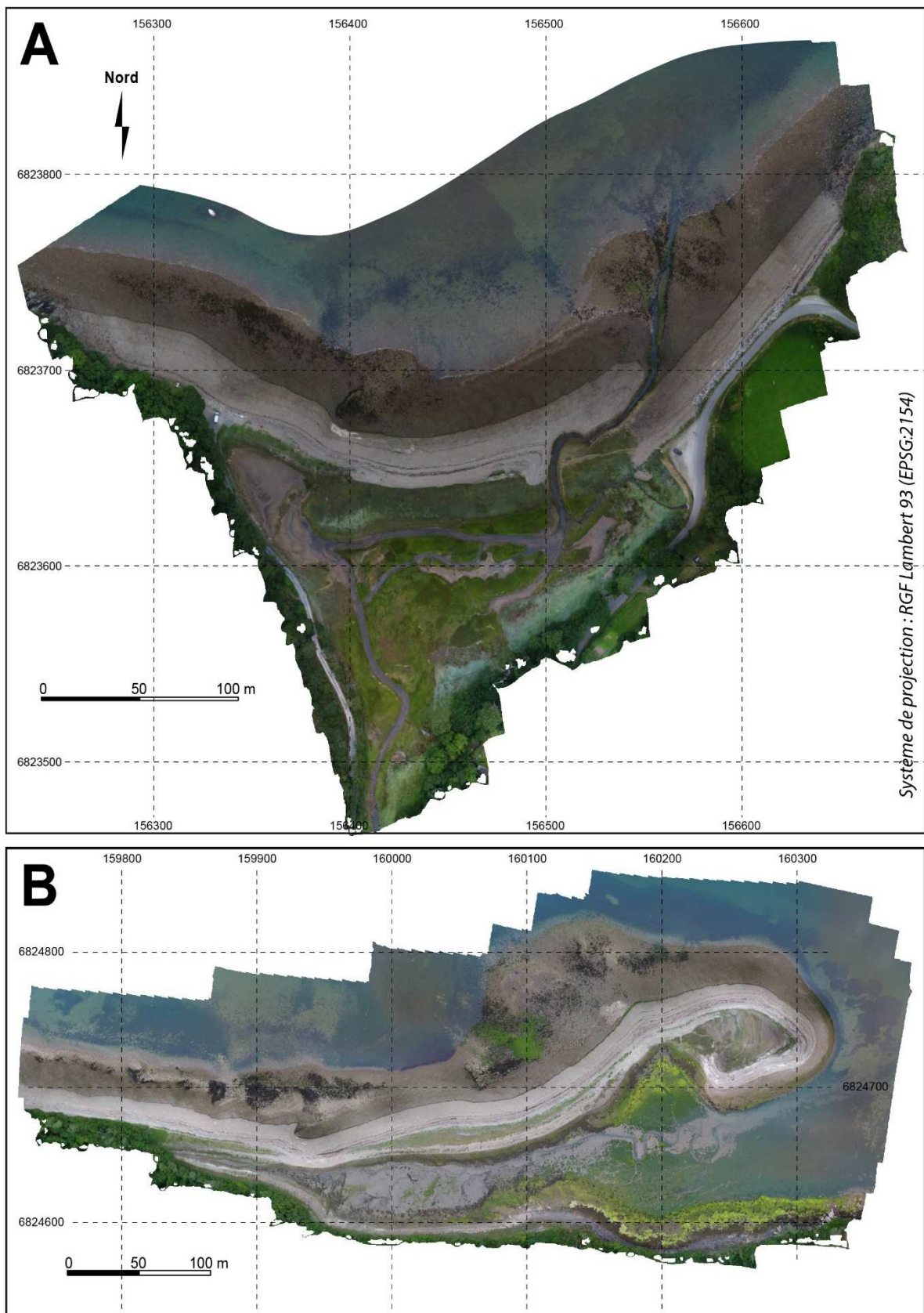


Figure 2 : Orthophotographies des sillons du Loc'h (A) et du Sillon des Anglais (B) obtenues après traitement des images drone.

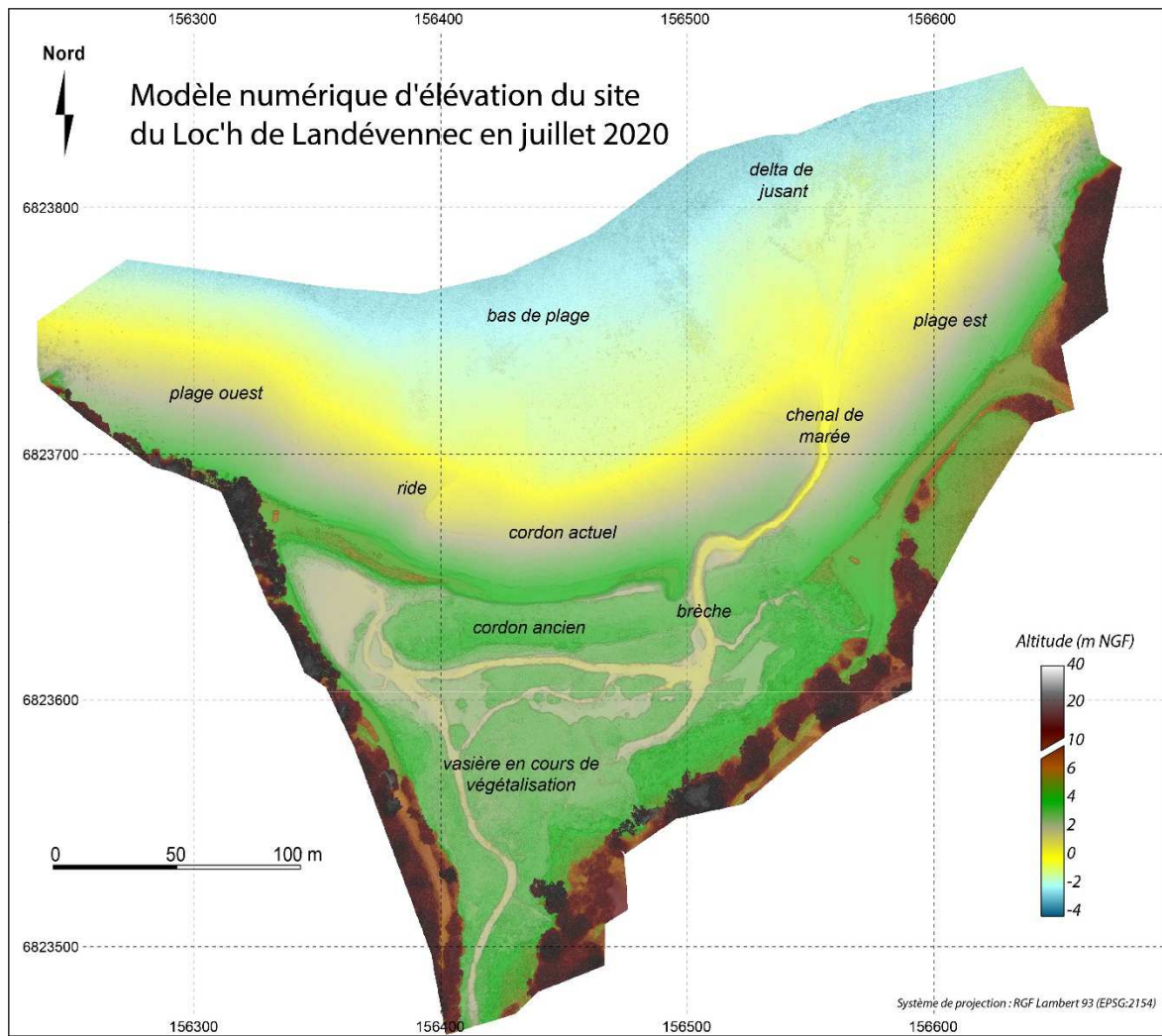


Figure 3 : Modèle numérique d'élévation du site du Loc'h de Landévennec obtenu en juillet 2020.

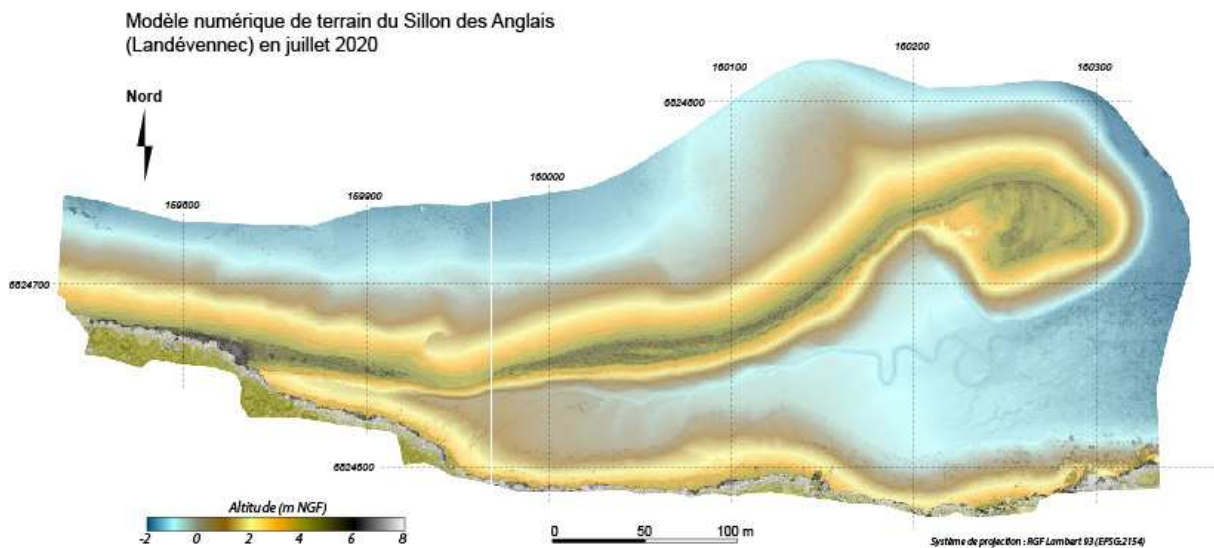


Figure 4 : Modèle numérique d'élévation du Sillon des Anglais obtenu en juillet 2020.

3. Résultats des évolutions entre juin 2018 et juillet 2020

3.1. Le Sillon du Loc'h : poursuite du démantèlement

Rappel de l'évolution de 2004 à 2018

Pour rappel, depuis 2004 (date de nos premiers relevés topographiques), le sillon du Loc'h est marqué par une tendance générale à l'érosion. Une brèche s'est ouverte dans le cordon interne en décembre 2003 et a entraîné la dégradation de l'ensemble du système. A son débouché, le chenal de marée a formé un méandre dont la rive concave a entaillé le revers de la flèche. Ce chenal s'est profondément encaissé sur l'estran. Les galets de la flèche externe, mus d'ouest en est par la dérive littorale, ont été déversés dans ce chenal et entraînés par le jusant vers le bas de plage où ils ont formé un delta d'environ 2000 m³. A ce niveau, les vagues n'ont pas assez d'énergie pour les remobiliser. Bien évidemment, c'est là le processus clé dans la fragilisation du sillon, car ce stock constitue une perte nette et définitive pour le sillon. Ce départ de sédiments vers le delta n'a pas été compensé par un apport équivalent en provenance des falaises situées à l'ouest, entre le Loc'h et la pointe de Lomergat. Même si on estime à 700 m³ les apports provenant de l'ouest, ces derniers sont restés cantonnés à la racine du sillon et n'ont pas contribué pas à alimenter la partie centrale de la flèche ni sa crête. En conséquence, c'est l'érosion de la face exposée de la flèche qui a alimenté ce delta. La plage a perdu 1130 m³ entre 2004 et 2018. Le sommet du sillon a perdu son couvert végétal et la crête s'est abaissée. Une partie du matériel s'est déversé sur le revers (280 m³), une autre s'est accumulée sous la forme d'un crochet à proximité de la brèche (230 m³). Dans la vasière du Loc'h, de nombreux chenaux se sont creusés également. La vasière s'est couverte de spartine et s'est transformée en marais maritime.

Evolution entre juin 2018 et juillet 2020

La dynamique morphologique décrite ci-dessus s'est poursuivie entre juin 2018 et juillet 2020. Si les transferts sédimentaires en direction de la flèche sont restés significatifs (90 m³ de galets déplacés en direction du cordon), ils n'ont pas compensé l'érosion de la plage, estimée à -262 m³ (figure 5). Une partie du matériel érodé s'est déversé sur le revers (+ 90 m³) lors des épisodes de franchissement de la crête par les vagues. En effet, l'altitude de la crête se situe désormais à quelques décimètres seulement au-dessus du niveau des pleines mers de vive-eau moyennes (figure 6). Le cordon est donc franchi à chaque événement marégraphique exceptionnel (coefficient de marée > 100). Une autre partie du matériel érodé sur la plage s'est déversé sur la rive concave que forme le méandre au débouché de la brèche (90 m³) (figure 5). Une fois déversé, les galets ont été pris en charge par les courants de vidange et ont contribué au colmatage partielle du chenal de marée. L'érosion de la rive orientale de la brèche (-25m³) a également contribué à ce comblement (figure 5). Enfin, il semble que le delta de jusant ait aussi bénéficié d'apports sédimentaires significatifs sur la période, même s'il a été impossible d'estimer les volumes déposés dans ce secteur. Lors des survols réalisés en juillet 2020, la basse mer n'a pas atteint un niveau suffisant pour que le lobe découvre dans sa totalité. La présence d'eau sur les clichés pris au drone n'a pas permis d'obtenir une bonne restitution de la topographie de ce secteur (figure 2).

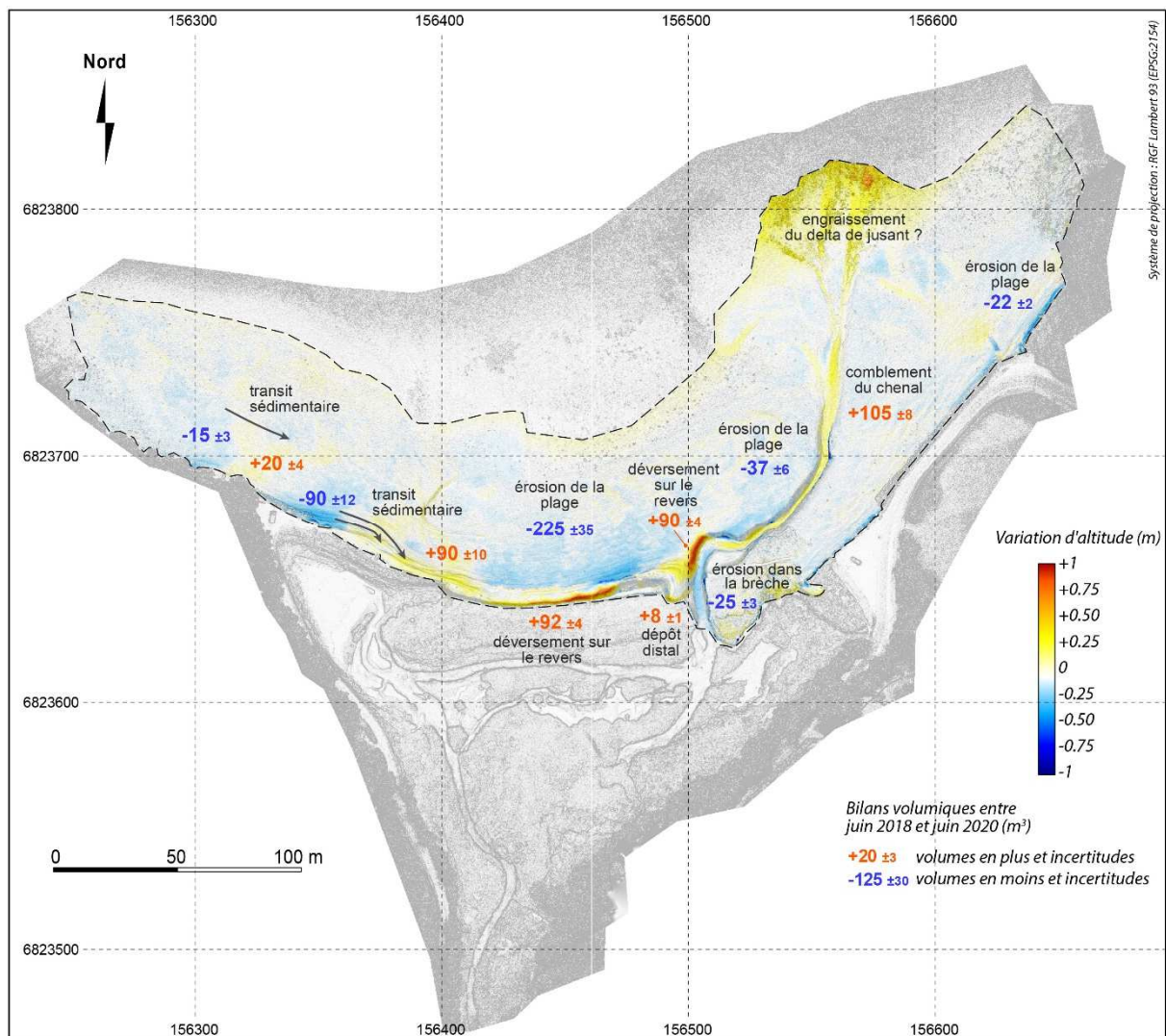


Figure 5 : Evolutions morphologiques du site du Loc'h de Landévennec entre juin 2018 et juillet 2020.

Perspectives d'évolution inchangées

Les perspectives d'évolution avancées dans le précédent rapport (Stéphan et al., 2019) restent inchangées. Dans années à venir les processus en cours devraient continuer de se produire. La dérive littorale n'apporte pas assez de matériel frais, et surtout ne parvient pas à l'étaler jusqu'à la partie médiane de la flèche. La crête de cette dernière, qui continue de s'abaisser par à-coups lors des tempêtes, est de moins en moins élevée et par voie de conséquence est de plus en plus fréquemment submergée. A terme, elle devrait s'étaler complètement sur les sillons arrière et former un glacis caillouteux étalé sur la flèche interne végétalisée. Au vu de l'évolution actuelle de la dynamique sédimentaire, le sillon du Loc'h est en état de mort programmée.

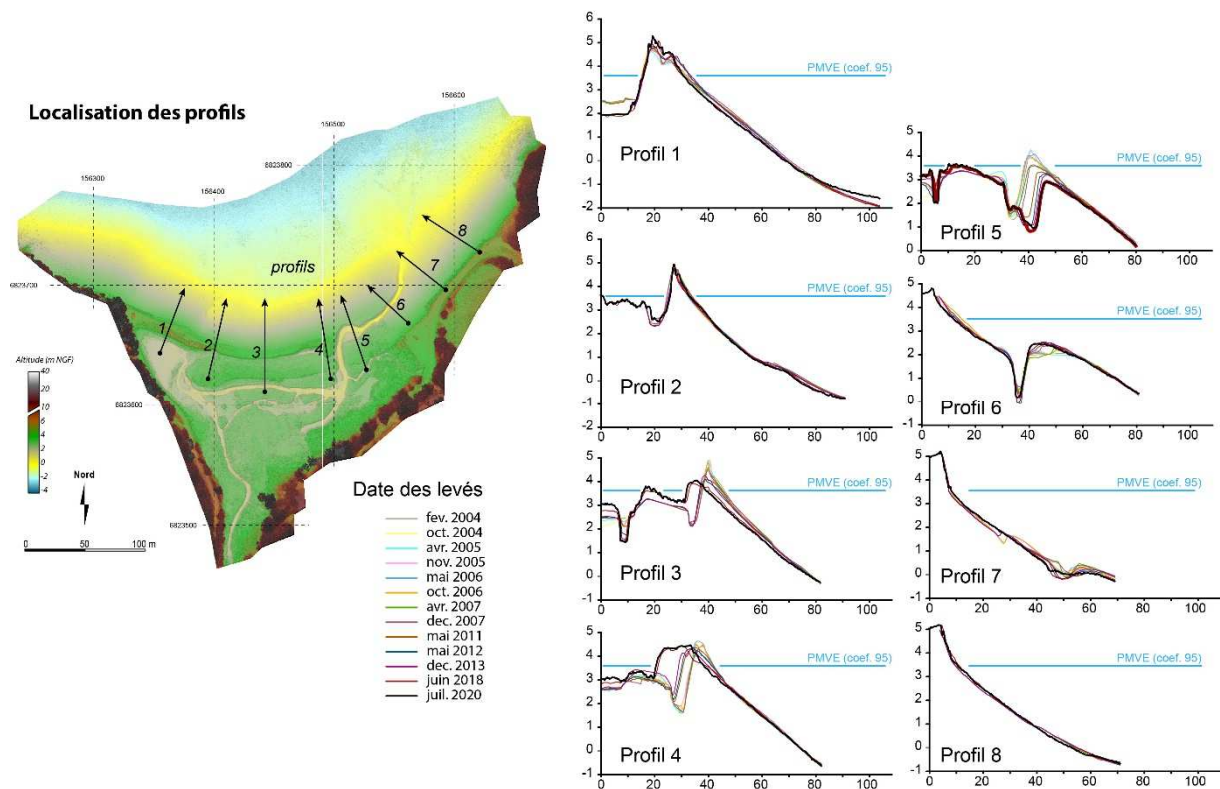


Figure 6 : Evolution du site du Loc'h de Landevennec le long de quelques profils entre février 2004 et juillet 2020.

Une histoire qui se répète ?

Il est intéressant ici de revenir sur les résultats d'une étude publiée en 2013 dans la revue *Géomorphologie : relief, processus, environnement* (Stéphan et Laforge, 2013). Cette étude s'est intéressée aux dépôts de galets et de vase visibles en coupe au débouché de la brèche dont la stratigraphie et la sédimentologie ont été analysées en détail (figure 7). L'altitude des couches a été relevée au GPS différentiel et des analyses granulométrique et micro-paléontologique (foraminifères benthiques) ont été entreprises. Un niveau limoneux, riche en matière organique a fait l'objet de deux datations par le radiocarbone. Ces dates ont été obtenues sur deux fragments de bois, prélevés respectivement à la base et au sommet de ce dépôt. Elles nous ont conduit à revoir intégralement les interprétations proposées par Bernard Hallégouët et Valérie Morel dans leur article paru en 1994 dans la revue *Penn ar Bed* (Hallégouët et Morel, 1994). Ces nouveaux résultats sont également riches d'enseignements sur la dynamique morphologique du site du Loc'h sur le temps long.

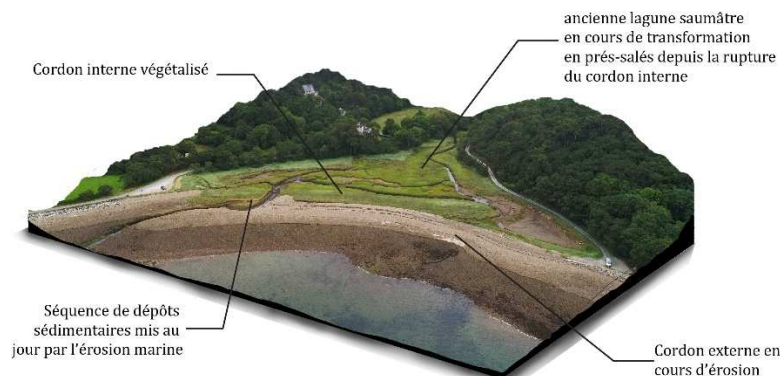


Figure 7 : Localisation de la coupe dégagée naturellement par l'érosion.

Reposant sur une épaisse formation périglaciaire d'âge pléistocène (head), la séquence de dépôts littoraux se compose de cinq unités stratigraphiques attribuées à la période holocène (figure 8). L'unité 2 présente une épaisseur comprise entre 10 et 40 cm (figure 8). Ce niveau montre un faible pendage vers l'ouest d'environ 2 % et se compose essentiellement de graviers et sables grossiers. Ce dépôt est interprété comme une ancienne grève, exposée aux vagues.

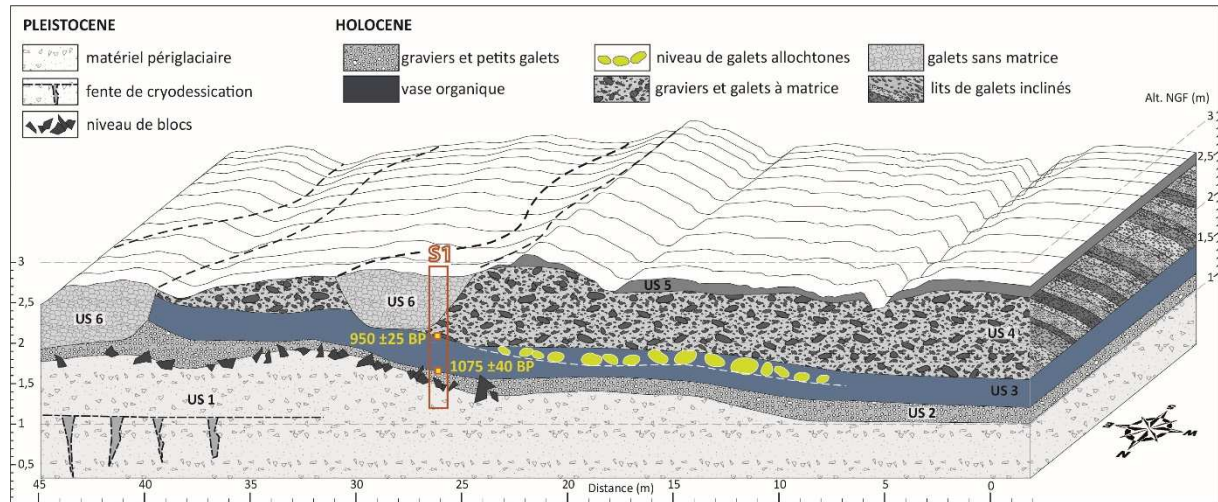


Figure 8 : Coupe stratigraphique des dépôts sédimentaires observés le long du chenal de marée, au débouché de la brèche du Loc'h de Landevennec (d'après Stéphan et Laforge, 2013).

L'unité 3 correspond à un niveau sablo-limoneux de couleur gris foncé qui présente également un pendage vers l'ouest d'environ 2,5 % et une épaisseur maximale de 60 cm dans la partie orientale de la coupe. La fraction organique est particulièrement importante et se caractérise notamment par la présence de nombreux fragments de bois et de divers branchages. Le bois de chêne situé à la base de ce niveau a livré un âge de 889 à 1028 ap. J.-C. Le second, prélevé au sommet du dépôt, a donné un âge de 1032 à 1158 ap. J.-C, plaçant donc la mise en place de ce dépôt de la fin du IXe siècle jusqu'au milieu du XIIe siècle (figures 8 et 9).

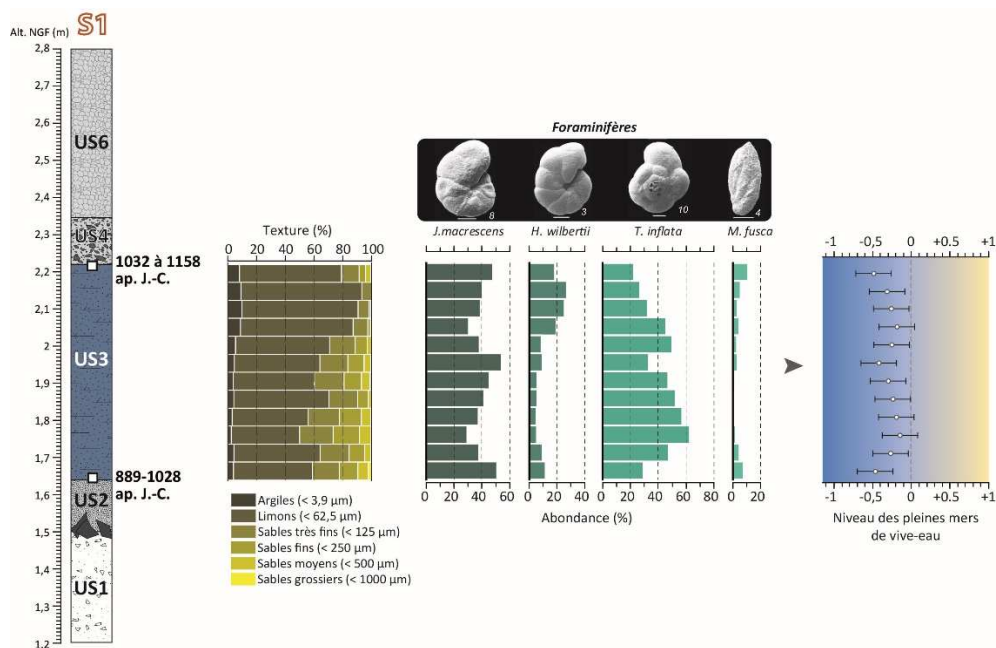


Figure 9 : Litho-stratigraphie du sondage S1 et analyses granulométrique et micro-paléontologique du dépôt sablo-limoneux (US3).

Par ailleurs, la bonne conservation de l'aubier autour des morceaux échantillonnés suggère que les fragments de bois n'ont pas dérivé pendant des années et qu'ils se sont déposés rapidement sur le site. L'effet « vieux bois » ou « bois flotté », qui tend parfois à vieillir l'âge de certains échantillons ligneux, peut donc être écarté ici. Le sédiment renferme également des cortèges de foraminifères dominés par des espèces inféodées au prés-salés (*Jadammina macrescens*, *Trochammina inflata*, *Haplophragmoides wilbertii*, *Miliammina fusca*) (figure 9) que l'on retrouve essentiellement dans la partie supérieure des schorres de la rade de Brest (Stéphan et al., 2015). Ces assemblages indiquent donc que l'unité 3 correspond à un ancien marais maritime qui s'est développé durant le haut Moyen-Âge, probablement à l'abri d'un cordon littoral primitif.

Le sommet de cet ancien marais est marqué par la présence de galets allochtones (figure 8), au spectre pétrographique très large puisque l'on y retrouve des blocs de granite (faciès de l'Abert-Ildut, de Saint-Renan, de Kersaint), de grès (grès armoricain), de calcaire (calcaires de l'Armorique), de gneiss (gneiss de Brest), de microgranites (peut-être de l'île Longue), de granodiorite, de microgranodiorite (faciès de Logonna-Daoulas) et même de silex ayant conservé leur gangue de calcaire et de craie. Ces roches ont pour origines principales la rade de Brest, la côte du Léon et le cap Sizun, et éventuellement les rivages de la Manche (figure 10). La présence de blocs allochtones enchâssés au sommet de la vasière constitue l'une des observations les plus importantes de cette coupe stratigraphique et constitue un indice d'une activité humaine associée à la navigation.

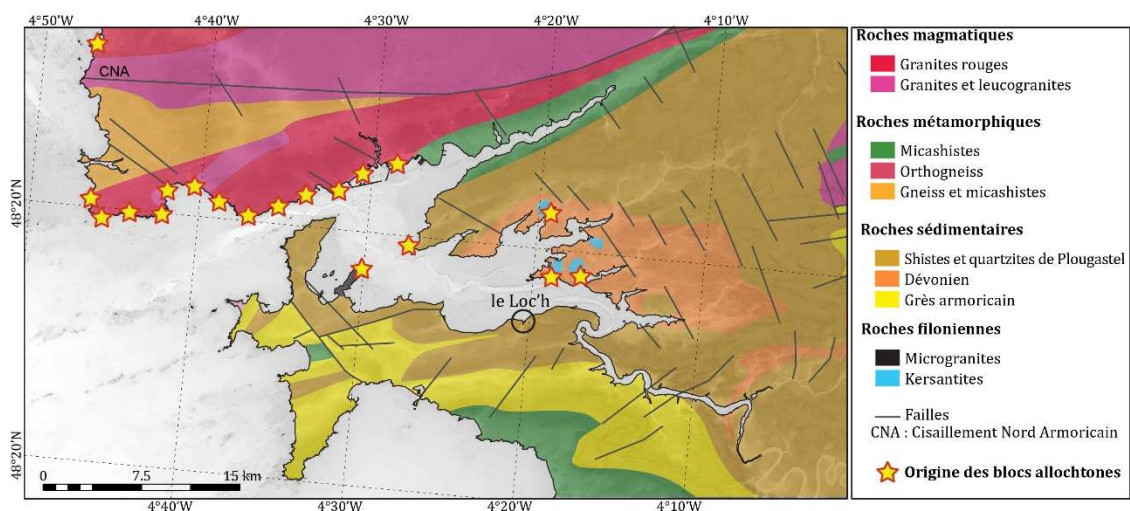


Figure 10 : Carte géologique de la rade de Brest (d'après le BRGM) et origine des blocs allochtones retrouvés dans le niveau de vase sur le site du Loc'h de Landévennec.

S'il est vrai que des blocs d'origine lointaine, comme les blocs de basalte à olivine en provenance d'Islande, ont été observés sur les estrans de Bretagne et ont été attribués à des dépôts glaciels (Didier et Jonin, 1966 ; Brousse et al., 1971, 1972 ; Bellon et al., 1988 ; Hallégouët et Van Vliet-Lanoë, 1989a, 1989b), les auteurs ont fortement insisté sur les possibles confusions avec les dépôts anthropiques issus de certaines pratiques maritimes telles que le délestage. Jusqu'à une date relativement récente dans l'histoire de la navigation, les cales des navires marchands étaient chargées de galets prélevés sur l'estran ou sur les berges des cours d'eau qui servaient à assurer la stabilité des embarcations en l'absence de cargaison. Une partie de ce lest était ensuite abandonnée sur les estrans lors du chargement des navires. De cette façon, les cales se remplissaient et se vidaient régulièrement de galets provenant des différents points d'accostage des navires, conduisant à un mélange de stocks de matériel lithique de diverses provenances. On doit donc au déballastage occasionnel de quelques embarcations venues mouiller dans cette zone abritée, la présence de blocs allochtones enchâssés dans le marais médiéval du Loc'h de Landévennec. Quant à l'acheminement par les glaces flottantes, il peut être exclu compte tenu de l'ambiance climatique régnant durant le haut Moyen-âge (Trouet et al., 2009), bien trop tempérée pour permettre ce mode de transport.

Enfin, les unités 3 à 5 qui composent la coupe du Loc'h présentent une épaisseur moyenne de 1m et se composent essentiellement de galets, graviers et sables très grossiers, emballés dans une matrice sablo-limoneuse et colonisés, en surface, par une végétation halophile (figure 8). Localement, ces dépôts sont incisés par d'anciens chenaux de marée colmatés par des galets et graviers en openwork. L'organisation transversale de l'unité 3 montre un litage des galets et graviers caractéristique de la structure interne des cordons de galets. Le pendage des dépôts est d'environ 35° et correspond à la pente d'équilibre du sédiment sur le revers des cordons. Ce type de structure se met en place lors de l'étalement des accumulations littorales après des épisodes successifs de recul occasionnés par de fortes tempêtes.

Ces résultats nous permettent de proposer une nouvelle interprétation de l'évolution morphologique du site du Loc'h au cours des derniers siècles (figure 11). Entre le XIe et le XIIe siècle ap. J.-C., un cordon primitif subit donc une succession d'épisodes érosifs qui s'achèvent par l'étalement du cordon vers l'intérieur de l'anse, peut-être sous l'effet de tempêtes particulièrement violentes ayant touché les côtes occidentales de la Bretagne entre le XIe s. et le début du XIIe s. et dont il existe plusieurs indices en baie d'Audierne et dans le Cap Sizain (Haslett et Bryant, 2007 ; Giot, 1998 ; Devoy et al., 1996). Sur la base de certaines archives historiques et de données sédimentologiques recueillies le long de la façade Manche-Atlantique française, Pouzet et Maanan (2020) placent à l'hiver 1351-1352 un événement d'occurrence millénial aux conséquences quasi-apocalyptiques pour le littoral français, s'accompagnant de nombreuses submersions marines et phénomènes érosifs. Par la suite, un second cordon s'est édifié sur le précédent, plus en avant sur l'estran. Cette seconde accumulation a fait obstacle au drainage de l'étang et conduit à plusieurs modifications dans le tracé des chenaux de marée.

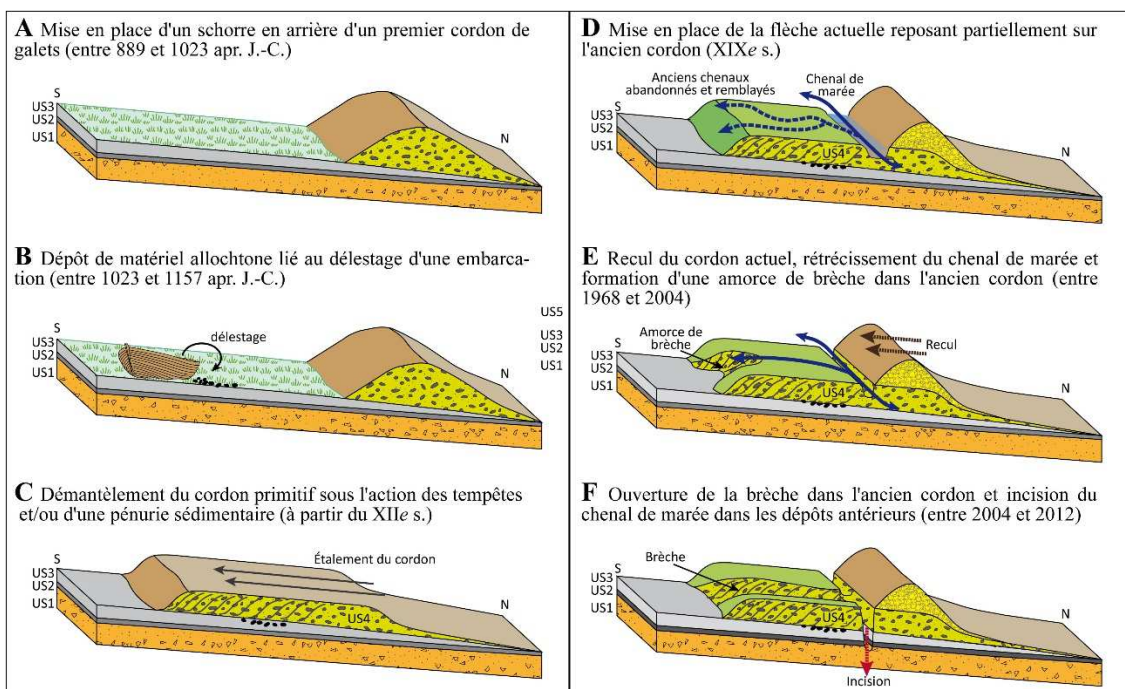


Figure 11 : Séquence d'évolution morphologique des cordons de Loc'h de Landévenec interprétée d'après l'analyse des dépôts holocènes étudiés par Stéphan et Laforge (2013).

Ces changements passés sont assez similaires aux tendances que l'on observe aujourd'hui et montrent qu'après leur démantèlement, les formes d'accumulation littorales peuvent se reconstruire naturellement. Toutefois, une tendance constructive n'est envisageable qu'en présence d'apports sédimentaires abondants. Or, il n'est pas certain que les falaises qui alimentent les grèves du Loc'h livrent des volumes suffisants pour qu'une telle dynamique puisse se mettre en place aujourd'hui.

3.2. Le Sillon des Anglais

Rappel des évolutions de 2005 à 2018

Le sillon des Anglais est une flèche dont le volume s'accroît. Entre 2005 et 2018, la flèche a gagné $+1450 \text{ m}^3$, soit $110 \text{ m}^3/\text{an}$ en moyenne. Cette accrétion est le fruit des apports de la dérive littorale qui injecte sans cesse du matériel frais sur le sillon depuis les plages situées plus à l'ouest, plages extrêmement larges et volumineuses dans le dernier kilomètre précédent le sillon. Ces apports nouveaux migrent lentement vers l'est sous forme d'énormes rides de galets d'orientation SW-NE. Toutefois ces apports ne renforcent pas obligatoirement la résistance du sillon à l'assaut des vagues de tempête. En effet, ils sont cantonnés au tiers occidental de la flèche. Dans la partie centrale du sillon l'érosion domine et, en 13 ans, a transporté un peu plus de 2000 m^3 de sédiments vers le crochet terminal qui, lui, s'engraisse très fortement. Par endroits, le sommet émergé du sillon est extrêmement étroit, large de quelques mètres seulement. Ces secteurs méritent une surveillance car ils constituent des points de faiblesses morphologiques pouvant évoluer en brèche.

Evolution entre juin 2018 et juillet 2020

Les évolutions morphologiques observées entre juin 2018 et juillet 2020 confirment les tendances décrites ci-dessus. Le Sillon des Anglais présente un bilan sédimentaire excédentaire sur la période et son volume continue de grossir. Les apports de matériel frais en provenance de l'ouest ont été cinq fois supérieurs à ceux estimés au cours des 15 dernières années, atteignant $+1130 \text{ m}^3$, soit $560 \text{ m}^3/\text{an}$ en moyenne (figure 12). Ces apports sont probablement liés à des conditions d'agitations ayant facilité la mise en mouvement des galets le long de la côte. Les apports s'observent surtout à la racine du sillon où la migration des galets vers l'est s'exprime à travers une succession de zones en érosion et de zones en accrétion qui traduit ainsi le déplacement vers l'est de rides de galets parallèles entre elles. Contrairement à ce que l'on observe généralement sur les plages sableuses, le matériel apporté par les vagues n'est pas ici redistribué de façon homogène sur l'ensemble de la plage. Le déplacement de galets se fait de façon plus graduelle par creusement des rides sur leur face ouest et accumulation de matériel sur leur face orientale. Entre 2018 et 2020, la dernière de cette série de rides a concentré l'essentiel des apports sédimentaires, gagnant $+440 \text{ m}^3$.

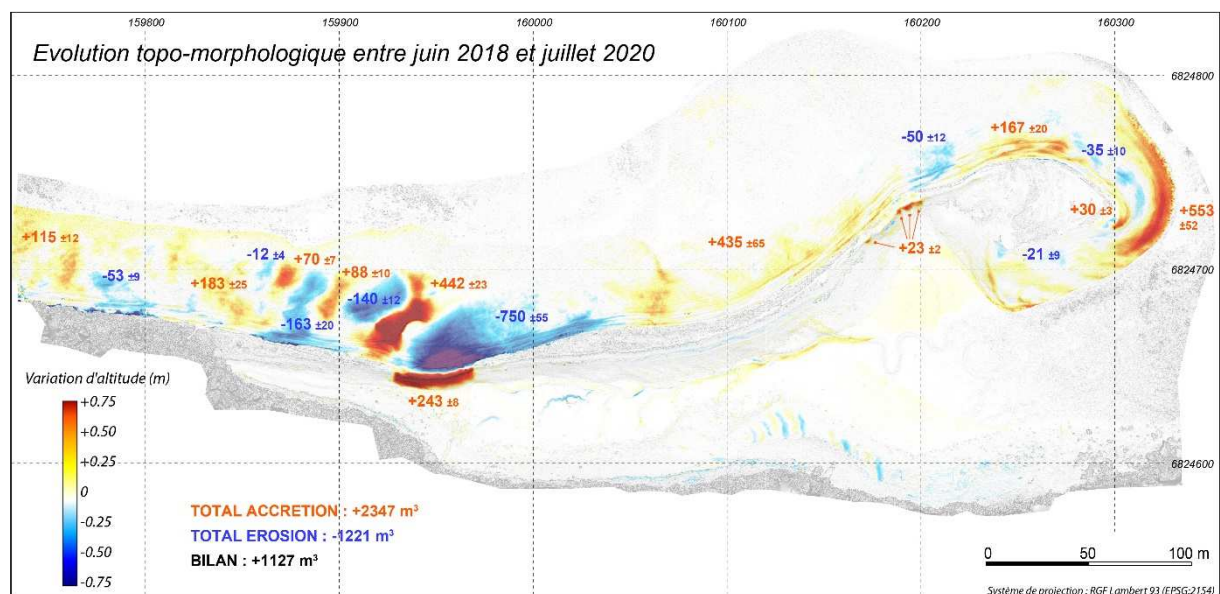


Figure 12 : Evolutions morphologiques et bilan volumique du site du Sillon des Anglais entre juin 2018 et juillet 2020.

Immédiatement en aval, la plage n'étant plus alimentée, elle enregistre une érosion importante (-750 m^3). Le trait de côte (défini ici par le niveau des pleines mers de vive-eau) a reculé de 8 m dans ce secteur depuis 2005 (figures 15 et 16). Surbaissée et très étroite, la crête a de nouveau été franchie par les vagues lors de la pleine mer du 26/03/2021, comme le montre la figure 14. Entre 2018 et 2020, un volume de 243 m^3 de galets situés au sommet du cordon s'est déversé sur le revers. Localement, l'altitude du cordon s'est abaissée de plus d'1 m, comme le montre le profil 01 de la figure 13. En première analyse, ce type d'évolution peut sembler inquiétant car il conduit généralement à l'ouverture d'une brèche. Toutefois, la bonne alimentation sédimentaire du sillon des Anglais et la migration des rides vers l'est devrait favoriser un colmatage naturel de cette zone surcreusée et une reconstruction de la crête dans les mois ou années à venir. Une surveillance de ce point de faiblesse morphologique reste néanmoins préconisée.

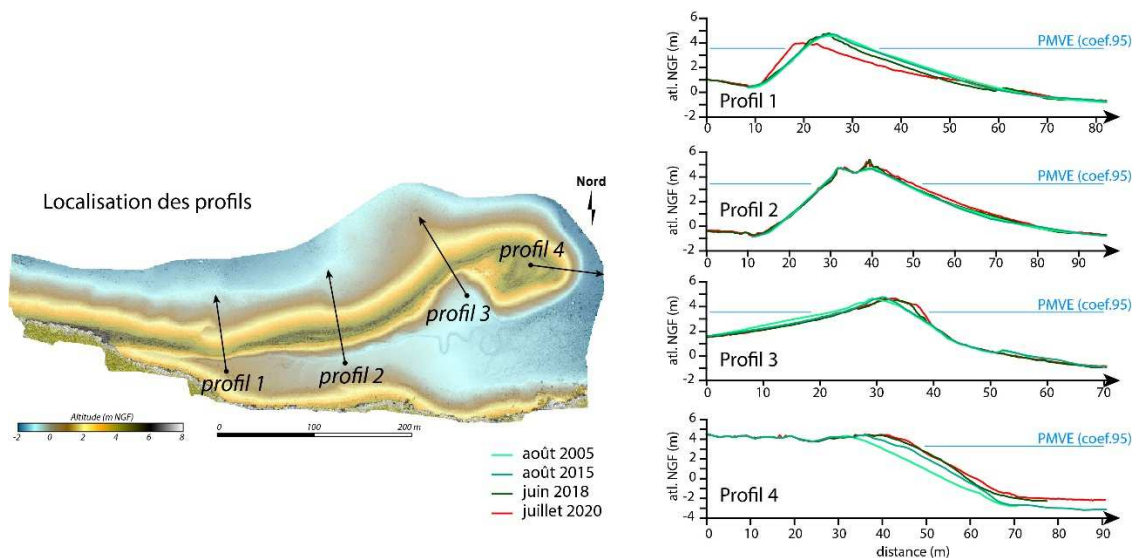


Figure 13 : Evolution du sillon des Anglais le long de quelques profils entre août 2005 et juillet 2020.

La partie médiane du sillon a bénéficié d'un apport sédimentaire d'environ 435 m^3 . Quelques déversements localisés de galets ont été mesurés à la jonction entre le cordon et son crochet terminal, impliquant toutefois de faibles volumes (23 m^3). Enfin, le crochet distal a bénéficié d'apports sédimentaires significatifs ($+553 \text{ m}^3$) entre juin 2018 et juillet 2020 et poursuit ainsi son allongement vers l'est.



Figure 14 : Partie surbaissée dans la partie proximale du Sillon des Anglais, au niveau du profil 1 (Sophie Coat, le 26 mars 2021).

Perspectives d'évolution : la micro-cannibalisation

Le sillon des Anglais peut sembler extrêmement menacé. En effet, le point de faiblesse identifié dans la partie proximale de la flèche fait craindre l'ouverture d'une brèche. Toutefois, cette tendance ne devrait pas se poursuivre dans les années à venir. La bonne alimentation sédimentaire du secteur et la migration des rides de galets en direction de la zone en érosion conduira au colmatage naturel de cette amorce de brèche. Connue sous le terme de micro-cannibalisation, ce processus est fréquemment observé sur les flèches de galets le long desquelles les transports longitudinaux ne sont pas répartis de façon homogène sur l'ensemble du cordon. L'analyse des photographies aériennes anciennes prises entre 1952 et 2004 a montré que le Sillon des Anglais est affecté par ce type d'évolution sur des pas de temps pluri-décennaux (Stéphan, 2011) sans que cela ne conduise à sa rupture.

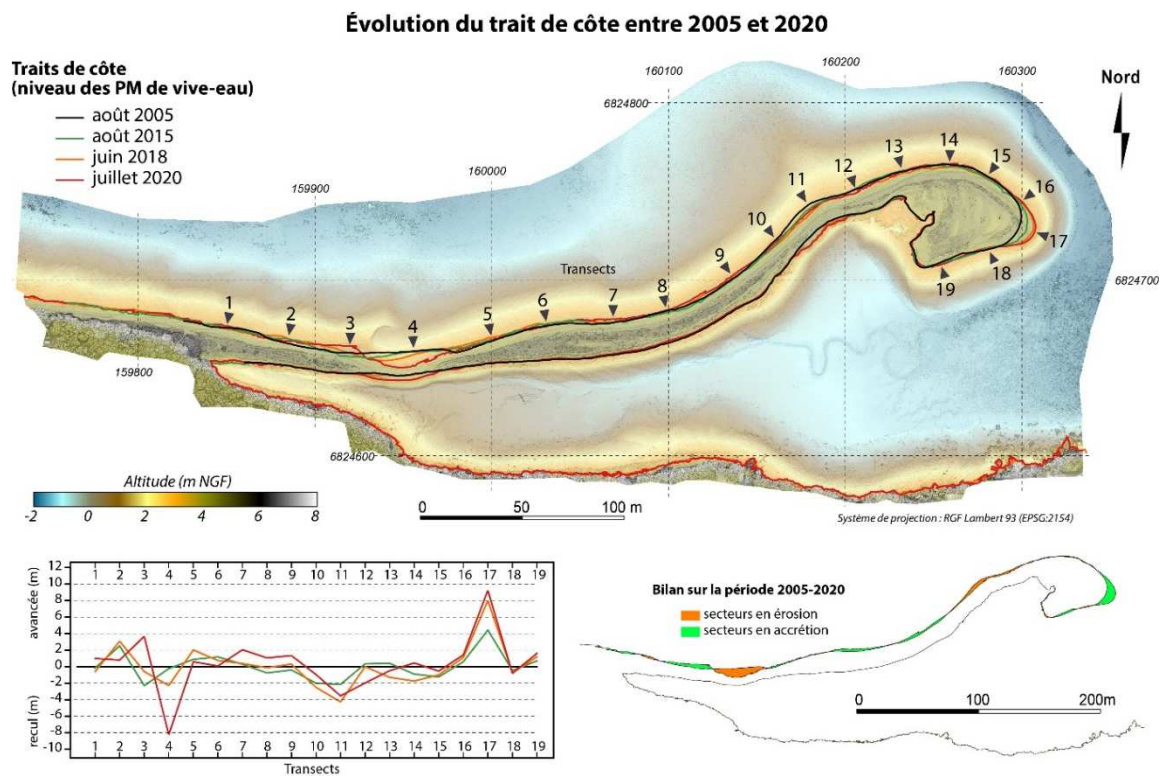


Figure 15 : Evolution du trait de côte le long du Sillon des Anglais entre 2005 et 2020. Le trait de côte est ici défini comme le niveau des pleines mers de vive-eau moyennes (coefficient de marée de 95).

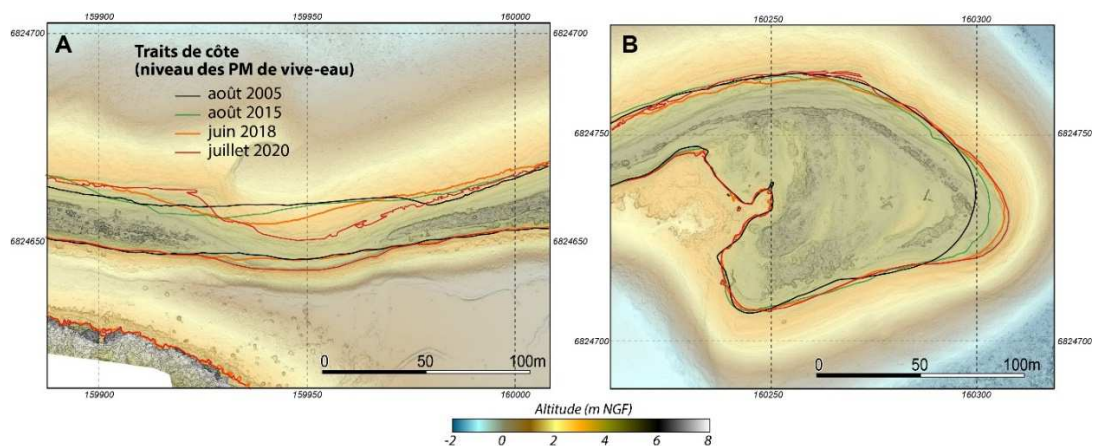


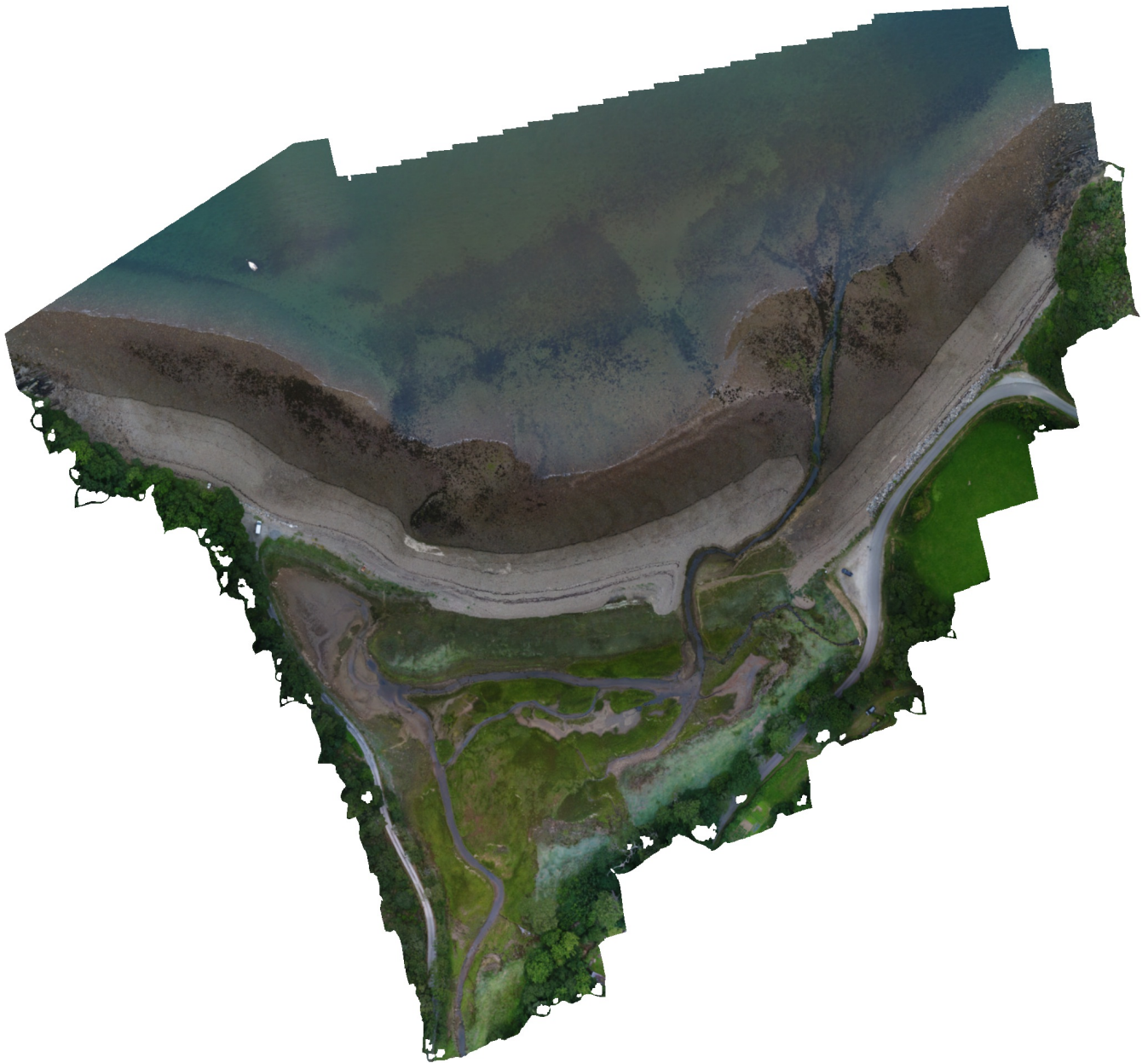
Figure 16 : Evolution du trait de côte le long du Sillon des Anglais entre 2005 et 2020. Zoom sur les parties proximale (A) et distale (B) de la flèche. Le trait de côte est ici défini comme le niveau des pleines mers de vive-eau moyennes (coefficient de marée de 95).

4. Références

- Bellon H., Chauris L., Hallégouët B., Thonon P. (1988) – Age et origine de roches volcaniques observées sur les estrans de l'extrême ouest du Massif Armoricaïn. *Norois*, 35-139, 331-335.
- Brousse R., Didier J., Jonin M., Thonon P. (1971) – Galets de roches volcaniques sur les côtes de Bretagne occidentale. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, 174-8, 24-25.
- Brousse R., Didier J., Jonin M., Thonon P. (1972) – Galets de roches volcaniques sur les côtes de Bretagne occidentale. *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, 8, 24-26.
- Devoy R.J.N., Delaney C., Carter R.W.G., Jennings S.C. (1996) – Coastal stratigraphies as indicators of environmental changes upon European Atlantic coasts in the Late Holocene. *Journal of Coastal Research* 12, 564-588.
- Didier J., Jonin M. (1966) – Les galets de basalte de la pointe de Pern (île d'Ouessant). *Bulletin de l'Association de Géologie et Minéralogie de Bretagne*, 85-86.
- Giot P.-R. (1998) – La dune ancienne de la baie d'Audierne. *Norois*, 45, 487-494.
- Hallégouët B., Morel V. (1994) – Flèches en chicanes, évolution du complexe du Loc'h en rade de Brest. *Penn ar Bed*, 152, 20-31.
- Hallégouët B., Van Vliet-Lanoë B. (1989a) – Héritages glaciels sur les côtes du Massif Armoricaïn, France. *Géographie physique et Quaternaire*, 43-2, 223-232.
- Hallégouët B., Van Vliet-Lanoë B. (1989b) – Héritages glaciels sur les côtes de Bretagne et de Normandie. *Bulletin du Centre de Géomorphologie de Caen*, 36, 227-230.
- Haslett S.K., Bryant E.A. (2007) – Reconnaissance of historic (post-AD 1000) high-energy deposits along the Atlantic coasts of southwest Britain, Ireland and Brittany, France. *Marine Geology* 242, 1-3, 207-220.
- Pouzet P., Maanan M. (2020) – Climatological influences on major storm events during the last millennium along the Atlantic coast of France. *Scientific Reports* 10:12059.
- Stéphan P. (2011) – Quelques données nouvelles sur la mobilité récente et le bilan sédimentaire des flèches de galets de Bretagne. *Géomorphologie : Relief. Processus. Environnement*, 17, 2, 205-232.
- Stéphan P., Fichaut B., Suanes S. (2019) – *Diagnostic topo-morpho-sédimentaire des sillons du Loc'h et des Anglais (Landévennec) pour l'année 2018*. [Rapport de recherche] Université de Bretagne occidentale - Brest; LETG-Brest UMR 6554 CNRS.
- Stéphan P., Laforge M. (2013) – Mise au point sur l'évolution géomorphologique et le devenir des flèches de galets du Loc'h de Landévennec (Bretagne, France). *Géomorphologie : Relief. Processus. Environnement*, 19, 2, 191-208.

Loch_2020_07_16

Rapport de traitement
16 July 2020



Données du levé

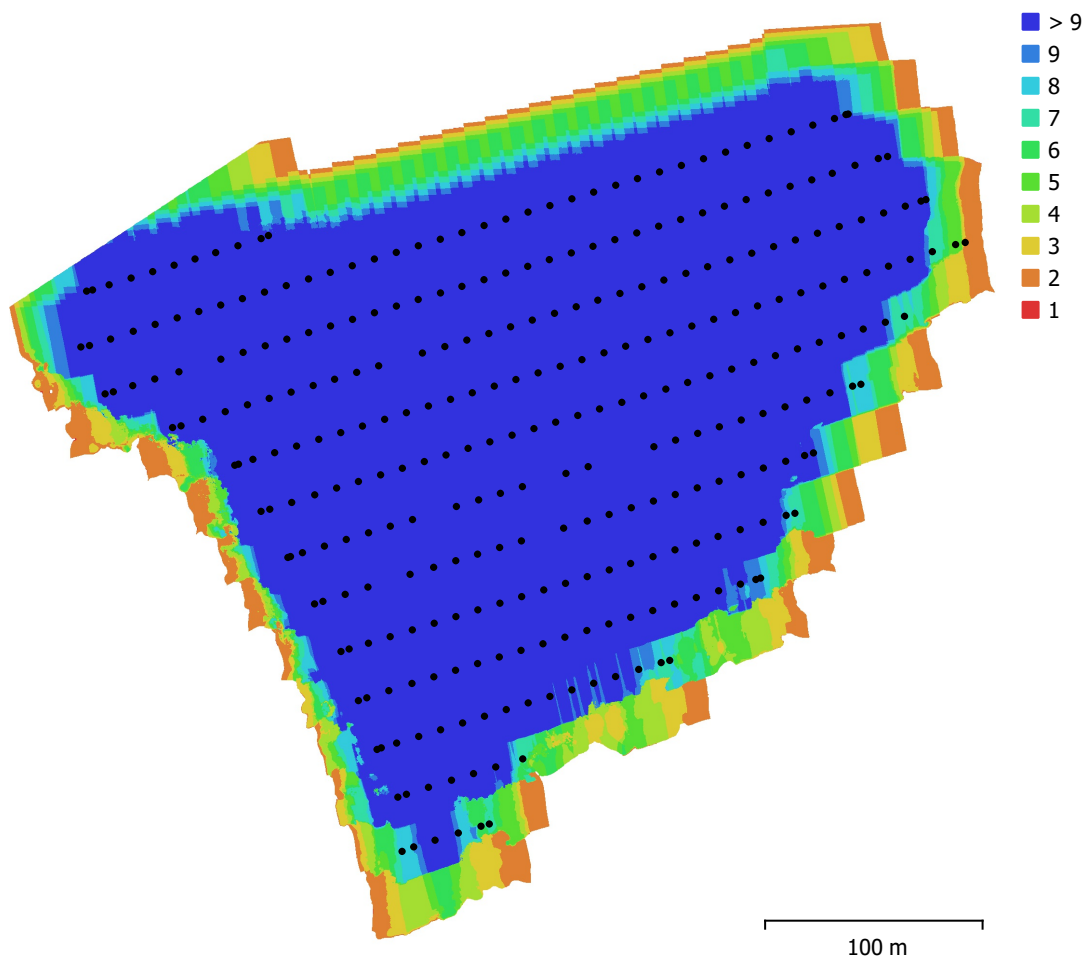


Fig. 1. Emplacements des caméras et chevauchement des images.

Nombre d'images:	310	Stations de caméras:	310
Altitude de vol:	59.8 m	Points de liaison:	249,904
Résolution au sol:	1.47 cm/px	Projections:	1,076,087
Zone de couverture:	0.105 km ²	Erreur de reprojection:	1.36 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 μm	Non

Tableau 1. Caméras.

Calibration de la caméra

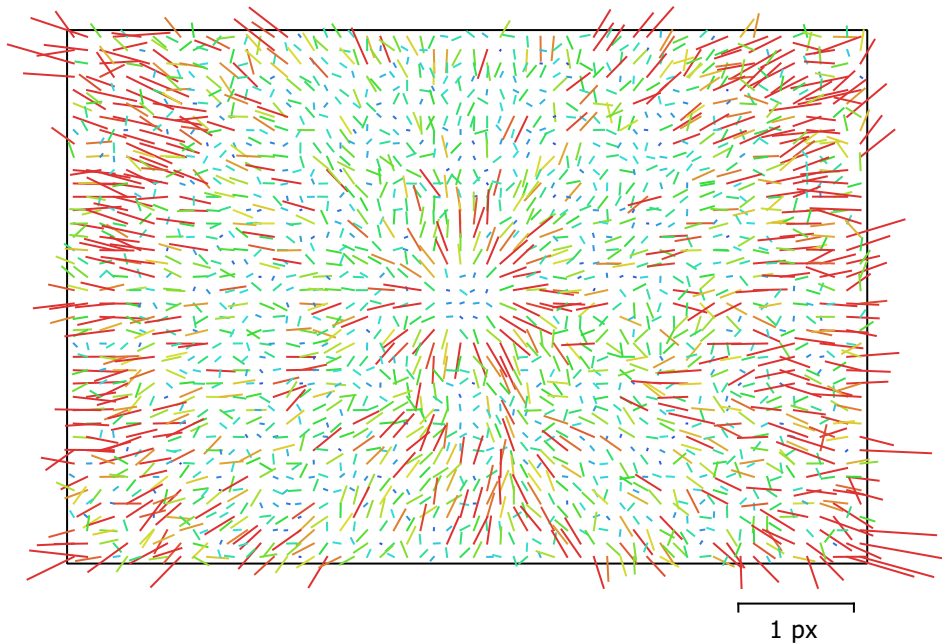


Fig. 2. Résiduelles des points de liaison pour FC6310 (8.8mm).

FC6310 (8.8mm)

310 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	3683.75	0.77	1.00	0.31	-0.54	0.06	-0.07	0.10	-0.05	-0.16
Cx	-3.57602	0.19		1.00	-0.20	0.03	-0.02	0.04	0.21	-0.11
Cy	3.89877	0.21			1.00	-0.04	0.04	-0.06	-0.06	0.26
K1	0.00420916	3.7e-05				1.00	-0.96	0.90	0.01	-0.02
K2	-0.00697542	0.00011					1.00	-0.98	0.01	-0.02
K3	0.00680056	0.0001						1.00	-0.01	0.02
P1	-0.000780127	2.8e-06							1.00	-0.01
P2	-0.00101104	2.4e-06								1.00

Tableau 2. Coefficients de calibration et matrice de corrélation.

Points de contrôle au sol

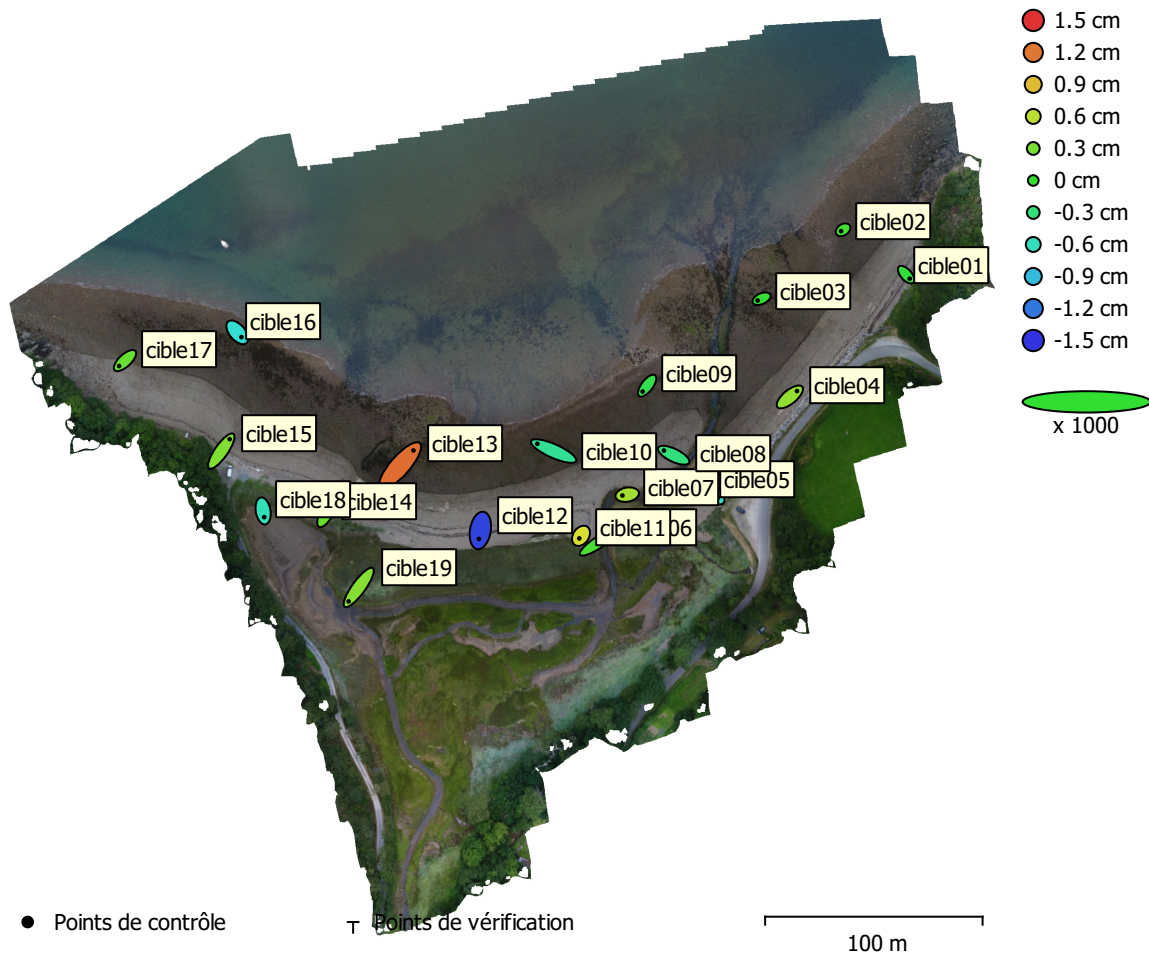


Fig. 3. Emplacements des points de contrôle au sol et estimations d'erreur.

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)
19	0.704227	0.688248	0.58067	0.984693	1.14315

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	0.329018	-0.369461	-0.0378485	0.496172	0.349 (13)
cible02	-0.186175	-0.122096	0.0806157	0.236786	0.191 (18)
cible03	-0.361762	-0.16245	-0.01199	0.396743	0.048 (15)
cible04	0.656478	0.537756	0.417829	0.9459	0.141 (14)
cible05	0.515676	-0.528523	-0.624064	0.966807	0.219 (18)
cible06	1.21102	0.800364	0.10395	1.45532	0.184 (17)
cible07	-0.434944	-0.0781783	0.490649	0.660322	0.133 (13)
cible11	-0.160786	-0.236961	0.729717	0.783894	0.228 (13)
cible08	-0.892331	0.429708	-0.313066	1.03871	0.231 (16)
cible09	-0.407625	-0.537672	-0.118719	0.685087	0.104 (15)
cible10	-1.49866	0.665263	-0.424523	1.69374	0.244 (19)
cible12	-0.134029	-0.777123	-1.42575	1.62931	0.363 (13)
cible13	1.22372	1.39739	1.24203	2.23446	0.417 (14)
cible14	0.373142	0.678773	0.231768	0.808507	0.200 (17)
cible18	0.0970662	-0.571707	-0.576241	0.817511	0.140 (17)
cible19	-0.933691	-1.28208	0.368858	1.62836	0.187 (16)
cible16	0.378166	-0.440499	-0.704021	0.912521	0.178 (15)
cible17	-0.542233	-0.499451	0.226741	0.771285	0.120 (13)
cible15	0.767602	1.09688	0.337066	1.38057	0.211 (12)
Total	0.704227	0.688248	0.58067	1.14315	0.220

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

Modèle Numérique d'élévation

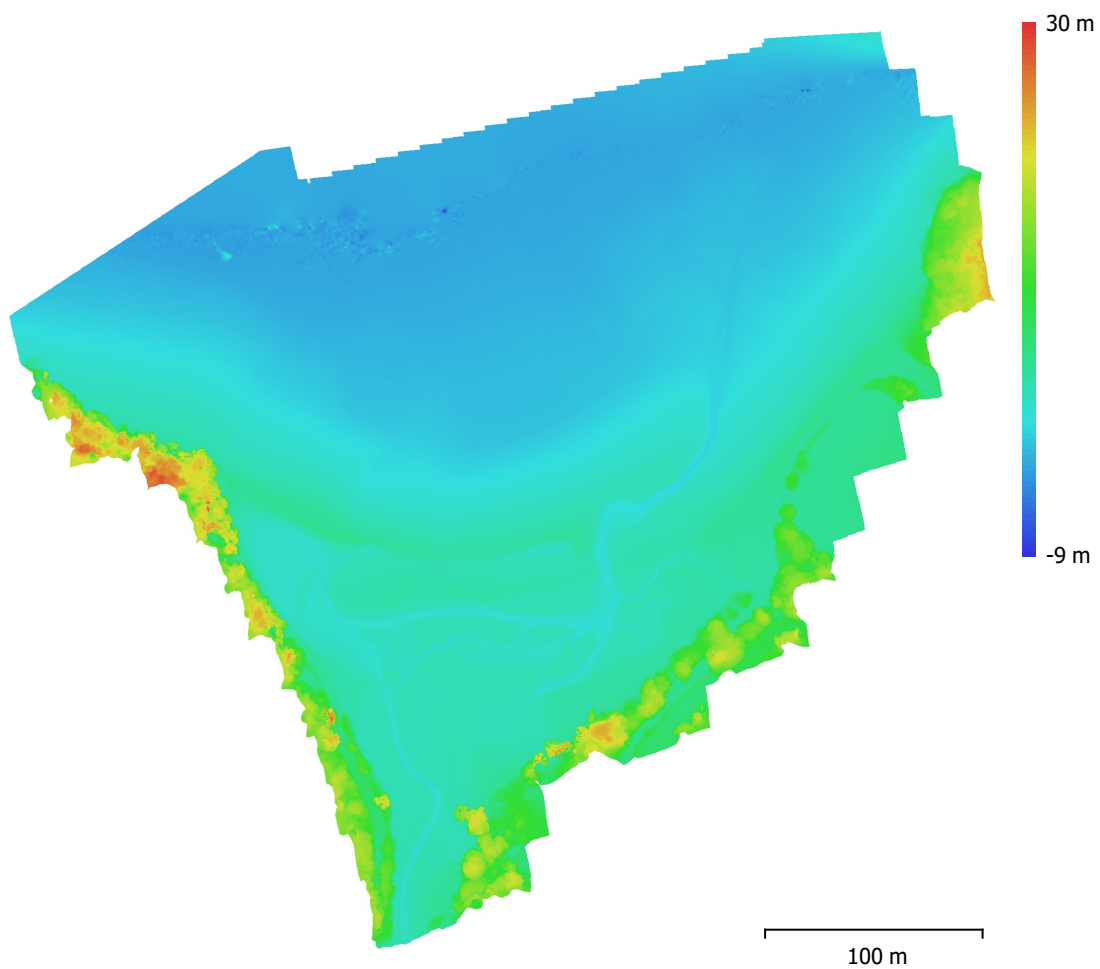


Fig. 4. Modèle numérique d'élévation reconstruit.

Résolution: 2.93 cm/px
Densité des points: 0.116 points/cm²

Paramètres de traitement

Général

Caméras	310
Caméras alignées	310
Repères	19
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)
Angles de rotation	Lacet, Tangage, Roulis

Nuage de point

Points	249,904 de 265,246
Erreur RMS de reprojection	0.148339 (1.36054 px)
Erreur Max de reprojection	0.51579 (40.9747 px)
Taille moyenne de point	7.90396 px
Couleurs des points	3 bandes, uint8
Points-clé	Non
Multiplicité moyenne des points de liaison	4.49262

Paramètres d'alignement

Précision	Moyenne
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	12 minutes 51 secondes
Utilisation de la mémoire de correspondance	330.80 MB
Temps d'alignement	3 minutes 28 secondes
Utilisation de la mémoire d'alignement	109.05 MB

Paramètres d'optimisation

Paramètres	f, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Non
Durée d'optimisation	6 secondes
Version du programme	1.6.2.10247

Cartes de profondeur

Nombre	310
--------	-----

Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Modéré
Temps de traitement	53 minutes 58 secondes
Version du programme	1.6.3.10732

Nuage de points dense

Points	151,323,064
Couleurs des points	3 bandes, uint8

Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Modéré
Temps de traitement	53 minutes 58 secondes

Paramètres de génération du nuage de points dense

Temps de traitement	1 heure 6 minutes
Version du programme	1.6.3.10732

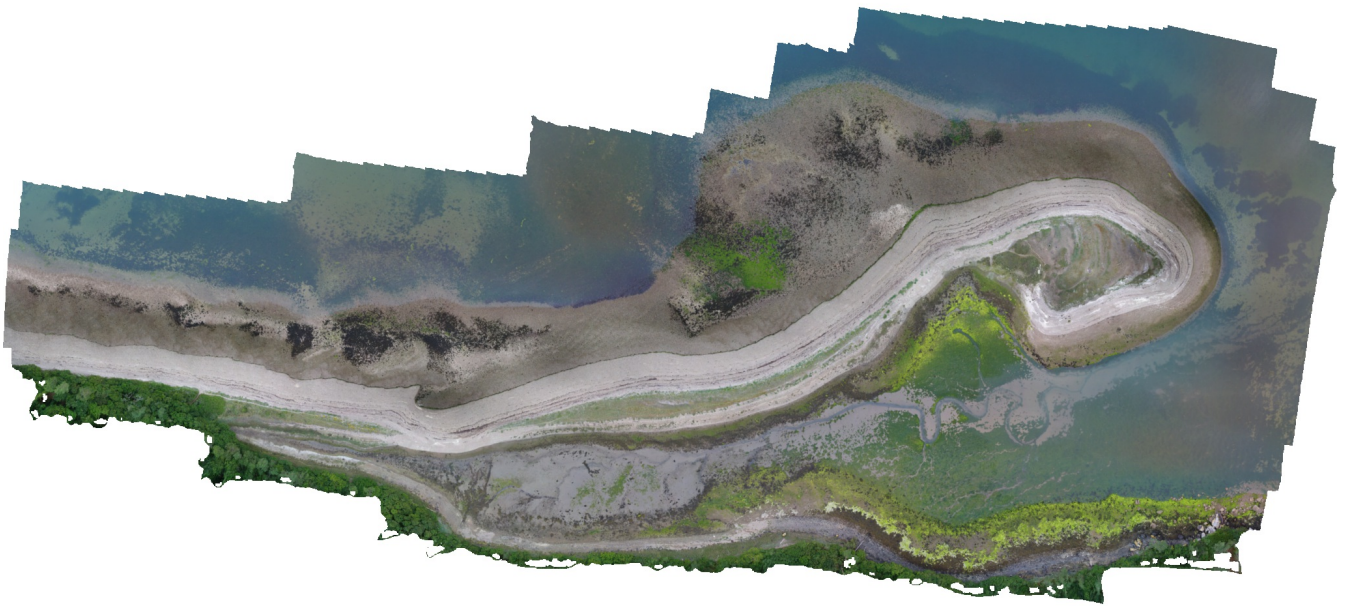
MNE

Taille	21,873 x 20,605
--------	-----------------

Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)
Paramètres de reconstruction	
Données source	Nuage dense
Interpolation	Activé
Temps de traitement	6 minutes 40 secondes
Version du programme	1.6.3.10732
Orthomosaïque	
Taille	30,970 x 28,752
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
Temps de traitement	14 minutes 3 secondes
Version du programme	1.6.3.10732
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 des Anglais : 2020_07_17

Rapport de traitement
18 July 2020



Données du levé

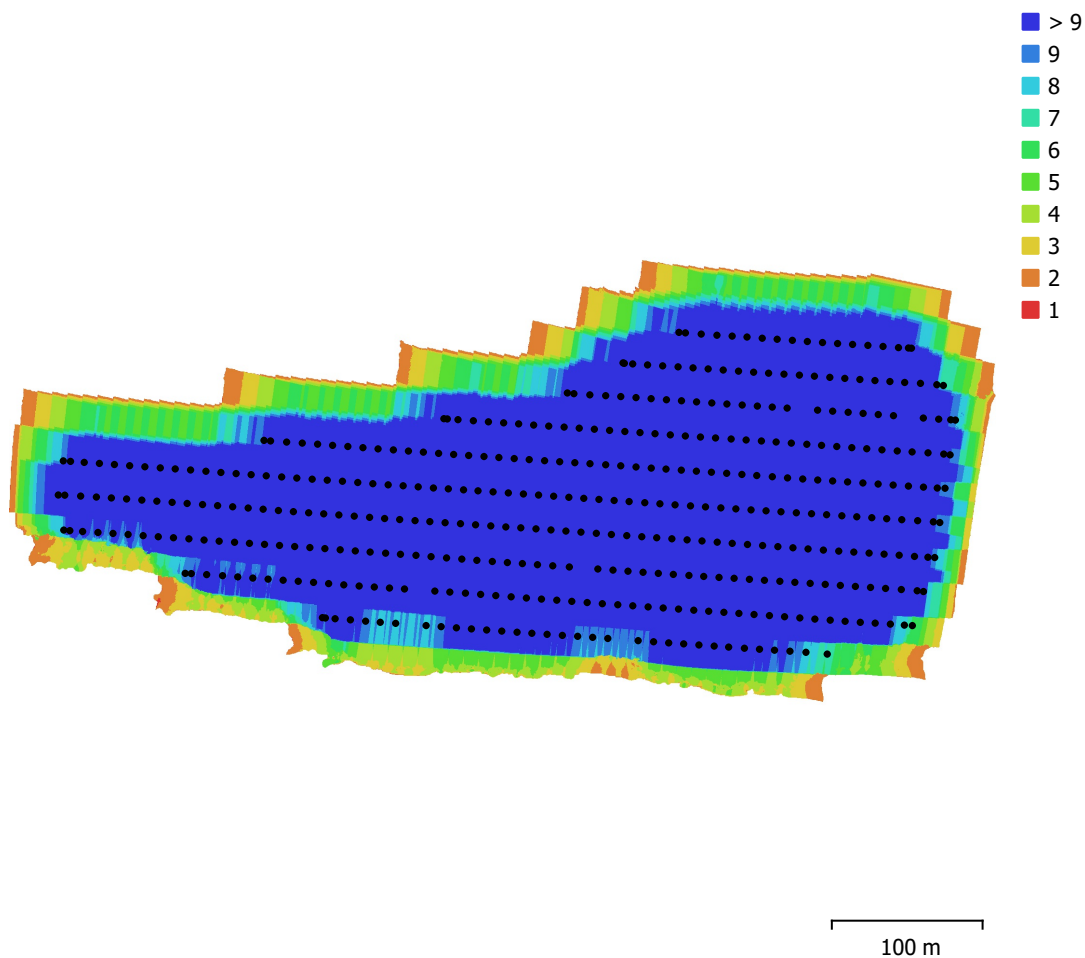


Fig. 1. Emplacements des caméras et chevauchement des images.

Nombre d'images:	411	Stations de caméras:	411
Altitude de vol:	57.4 m	Points de liaison:	225,885
Résolution au sol:	1.42 cm/px	Projections:	1,560,467
Zone de couverture:	0.133 km ²	Erreur de reprojection:	1.03 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 µm	Non

Tableau 1. Caméras.

Calibration de la caméra

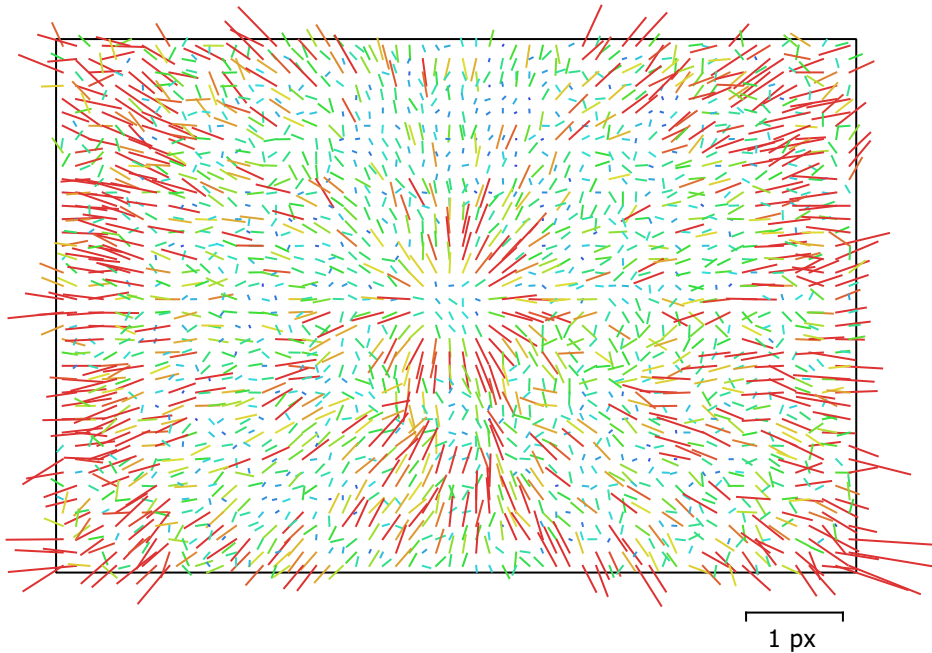


Fig. 2. Résiduelles des points de liaison pour FC6310 (8.8mm).

FC6310 (8.8mm)

411 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	3659.03	0.32	1.00	0.09	-0.44	0.01	-0.02	0.04	-0.03	-0.10
Cx	-5.54026	0.11		1.00	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.20	-0.00
Cy	8.49355	0.12			1.00	-0.01	0.01	-0.02	-0.04	0.22
K1	0.00386752	2.1e-05				1.00	-0.96	0.91	0.00	-0.02
K2	-0.0056974	6.3e-05					1.00	-0.98	-0.01	-0.03
K3	0.00555331	5.5e-05						1.00	0.00	0.03
P1	-0.000752667	1.6e-06							1.00	0.05
P2	-0.00101176	1.3e-06								1.00

Tableau 2. Coefficients de calibration et matrice de corrélation.

Points de contrôle au sol



● Points de contrôle

⊥ Points de vérification

100 m

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	1.03416	1.0593	0.629714	1.48041	1.60877

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)
cible04	-2.74937	-0.130631	1.03507	2.94066	0.349 (15)
cible05	1.65583	1.92889	-1.00193	2.73244	0.653 (15)
cible06	0.779122	-0.173541	0.103765	0.804932	0.164 (9)
cible09	-0.738036	0.80106	0.199913	1.10741	0.643 (14)
cible01	0.984137	1.24919	-0.693858	1.73506	0.532 (14)
cible02	-0.19836	-0.0576647	1.02856	1.0491	0.661 (18)
cible03	0.171848	-2.3975	-0.592313	2.47556	0.694 (19)
cible10	0.846426	-1.94498	-0.0879486	2.12299	0.456 (20)
cible08	-0.952109	0.0577653	-1.13699	1.48411	0.812 (18)
cible11	0.273237	-0.392796	-0.235996	0.533518	0.662 (16)
cible12	0.0793058	1.69514	-0.109805	1.70054	0.659 (15)
cible13	-0.599072	0.151048	0.464089	0.77271	0.520 (21)
cible18	0.813183	-0.049684	0.094065	0.820112	0.526 (16)
cible14	-0.612538	-0.00935194	-0.44087	0.754756	0.095 (19)
cible15	0.201286	0.196268	0.316924	0.423648	0.337 (16)
cible17	1.1861	-1.24333	-0.180529	1.7278	0.158 (15)
cible16	-1.45465	0.148251	0.157192	1.47061	0.565 (14)
cible07	0.313388	0.176248	1.08488	1.14291	0.531 (15)
Total	1.03416	1.0593	0.629714	1.60877	0.545

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

Modèle Numérique d'élévation

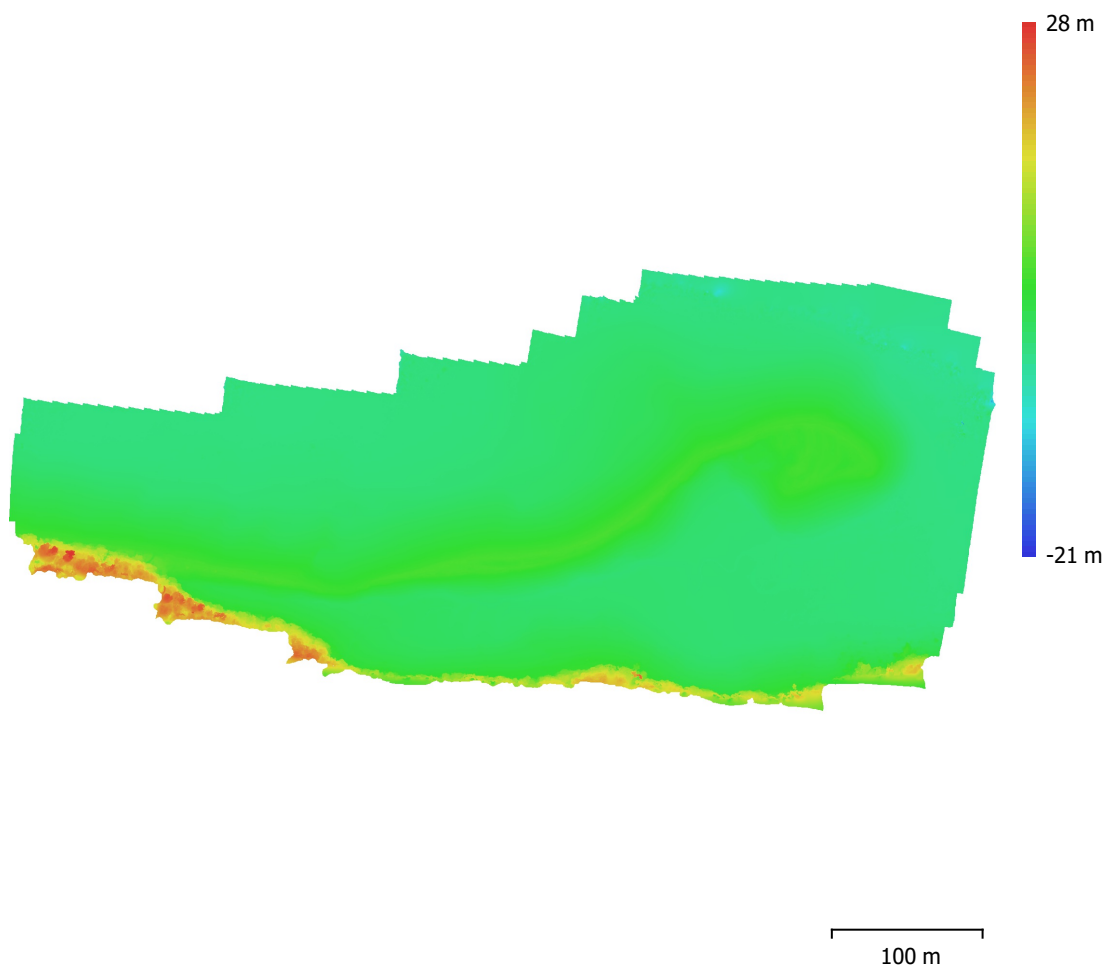


Fig. 4. Modèle numérique d'élévation reconstruit.

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

Paramètres de traitement

Général

Caméras	411
Caméras alignées	411
Repères	18
Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)
Angles de rotation	Lacet, Tangage, Roulis

Nuage de point

Points	225,885 de 246,092
Erreur RMS de reprojection	0.140328 (1.03096 px)
Erreur Max de reprojection	0.503269 (31.3619 px)
Taille moyenne de point	6.75337 px
Couleurs des points	3 bandes, uint8
Points-clé	Non
Multiplicité moyenne des points de liaison	7.1267

Paramètres d'alignement

Précision	Moyenne
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	16 minutes 5 secondes
Utilisation de la mémoire de correspondance	339.41 MB
Temps d'alignement	5 minutes 28 secondes
Utilisation de la mémoire d'alignement	143.16 MB

Paramètres d'optimisation

Paramètres	f, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Ajustement progressif du modèle de la caméra	Non
Durée d'optimisation	15 secondes
Version du programme	1.6.2.10247

Cartes de profondeur

Nombre	411
--------	-----

Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Modéré
Temps de traitement	1 heure 10 minutes
Version du programme	1.6.3.10732

Nuage de points dense

Points	186,464,424
Couleurs des points	3 bandes, uint8

Paramètres de génération des cartes de profondeur

Qualité	Haute
Mode de filtrage	Modéré
Temps de traitement	1 heure 10 minutes

Paramètres de génération du nuage de points dense

Temps de traitement	1 heure 4 minutes
Version du programme	1.6.3.10732

MNE

Taille	29,477 x 12,935
--------	-----------------

Système de coordonnées	RGF93 / Lambert-93 (EPSG::2154)
Paramètres de reconstruction	
Données source	Nuage dense
Interpolation	Activé
Temps de traitement	6 minutes 44 secondes
Version du programme	1.6.3.10732
Orthomosaïque	
Taille	46,085 x 20,627
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
Temps de traitement	15 minutes 28 secondes
Version du programme	1.6.3.10732
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

Les sillons littoraux sous haute surveillance scientifique



Pierre Stéphan et son équipe de scientifiques de l'Institut universitaire européen de la mer étudient régulièrement les évolutions des sillons littoraux protégés de la Réserve naturelle de la presqu'île.

À Landévennec et Argol, les sillons du Loc'h, des Anglais et du Pal, classés dans la réserve naturelle de la presqu'île de Crozon, font l'objet d'une attention toute particulière de la Communauté de communes, gestionnaire de ces sites protégés. Un suivi scientifique régulier est assuré par Pierre Stéphan et son équipe, de l'Institut universitaire européen de la mer, pour étudier et analyser ces changements morphologiques dus à l'action des vagues, des courants et des tempêtes. Si le Loc'h s'érode depuis une trentaine d'années, le sillon du Pal, lui,

reste stable et celui des Anglais évolue au fil des galets qui continuent de l'alimenter. Les relevés topo-morpho-sédimentaires menés en ce moment permettront d'anticiper le futur de ces formes géologiques remarquables.

Camping, barbecues et feux interdits

Pour rappel : le camping, les feux et les barbecues sont strictement interdits sur ces sites fragiles, qui font l'objet d'une surveillance régulière par les gardes des espaces naturels de la Communauté de communes.

À lire sur le sujet

[Presqu'île de Crozon. La réserve naturelle est née](https://www.letelegramme.fr/finistere/crozon/les-sillons-littoraux-sous-haute-surveillance-scientifique-27-07-2020-12589641.php)

Landévennec

Le suivi des sillons littoraux de la réserve naturelle

À Landévennec et Argol, les sillons du Loc'h, des Anglais et du Pal, tous trois classés dans la réserve naturelle de la presqu'île de Crozon, font l'objet d'une attention particulière de la communauté de communes, gestionnaire de ces sites protégés.

Ces flèches de galets, modelées par la mer, évoluent différemment sous l'action des vagues, des courants et des tempêtes. Alors que le site du Loc'h s'érode depuis une trentaine d'années, le sillon du Pal reste stable et celui des Anglais évolue au gré des apports de galets qui continuent de l'alimenter.

Afin de rendre compte de ces changements morphologiques, un suivi scientifique régulier est assuré par l'Institut universitaire européen de la mer (IUEM). Pierre Stéphan et son équipe renouvellent actuellement les relevés topo-morpho-sédimentaires qui permettront d'analyser la situation et de prévoir le devenir de ces formes



Pierre Stéphan (au centre) et son équipe de l'IUEM.

| PHOTO : ROGER LARS

géologiques remarquables.

Rappelons que le camping, les feux et les barbecues sont strictement interdits sur ces sites fragiles, qui font l'objet d'une surveillance régulière par les gardes des espaces naturels de la communauté de communes.