

**WEBINAIRE CEREMA  
TECHNIQUES D'INVESTIGATION DU LITTORAL NORMAND**

**RECHERCHE APPLIQUÉE À L'ÉTUDE DU LITTORAL PAR  
MÉTHODES GÉOPHYSIQUES TERRESTRES ET AÉRIENNES**

Cyrille Fauchard – Equipe recherche ENDSUM

20/10/2021

---

**1 - MESURES DRONE ET DE RÉSISTIVITÉ ÉLECTRIQUE SUR LES FALAISES**

**2 - ETUDE DE QUAIS PORTUAIRES SUJETS À DES DÉFORMATIONS**

**3 - ETUDE DIACHRONIQUE D'UNE DIGUE A LA MER**

**4 - Projet TéléDéTAC - ETUDE DIACHRONIQUE : FALAISES DES VACHES NOIRES**

# MESURES DRONE ET DE RÉSISTIVITÉ ÉLECTRIQUE SUR LES FALAISES DE SAINTE-MARGUERITE-SUR-MER (76)

ANR Ricochet (24/04/2018)



Vincent Guilbert, Cyrille Fauchard, Cyril Ledun, Raphaël Antoine, Rodolphe Duval, Bruno Beaucamp, Laetitia Aubin, Imen Hassen, Reynald Flahaut, Yan Guiriec, Laetitia Aubin

Cerema NC : DGI/G & ENDSUM et DLAB

# SAINTE-MARGURITE-SUR-MER (76)

Recul du trait de côte

Effondrement des falaises de craie

Altération par infiltration et cycle gel/dégel.

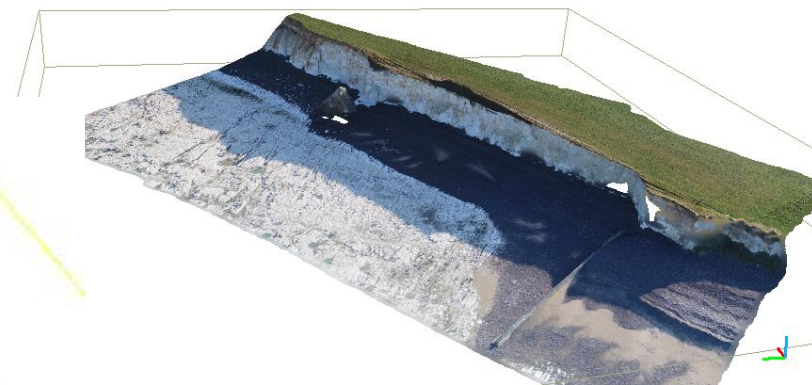


# VOL DRONE, MODÈLE NUMÉRIQUE DE TERRAIN

Drone Phantom 4 => MNT, vue CloudCompare,

MNT : 16 MPts pour 19 photos (20 MPx)

Géoreférencement : 8 cibles GPS corrigées avec bases IGN



# IMPLANTATION DE MESURES ÉLECTRIQUES EN FALAISES

Mesures géophysiques : imagerie de résistivité électrique (IRE), en plateau, sur falaise verticale et sur galet !

Proche proche bord falaise



Vue du plateau



Cordiste



Vue du bord



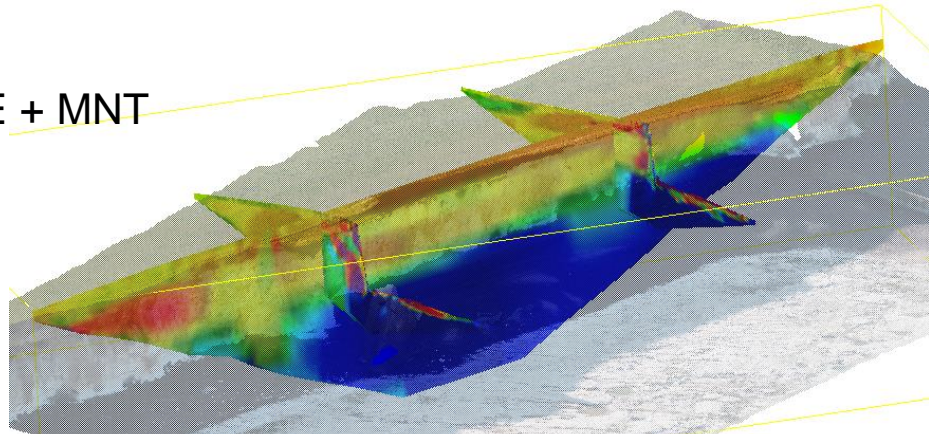
Proche du haut falaise



# COMBINAISON MNT + IRE

Cartographie électrique montre une craie altérée, avec une potentielle pénétration d'un biseau salé

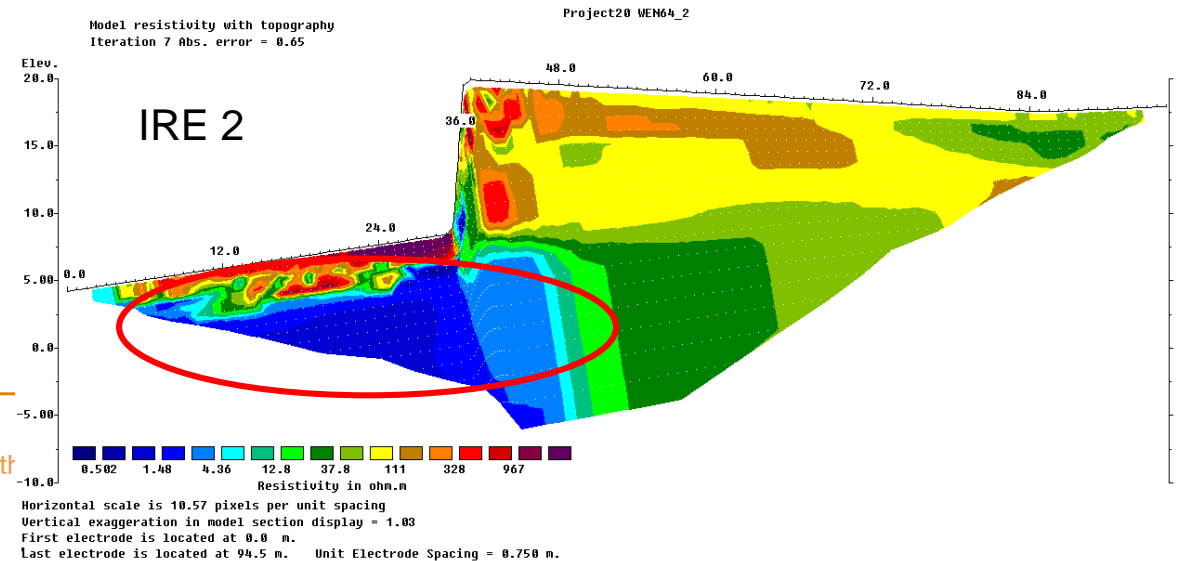
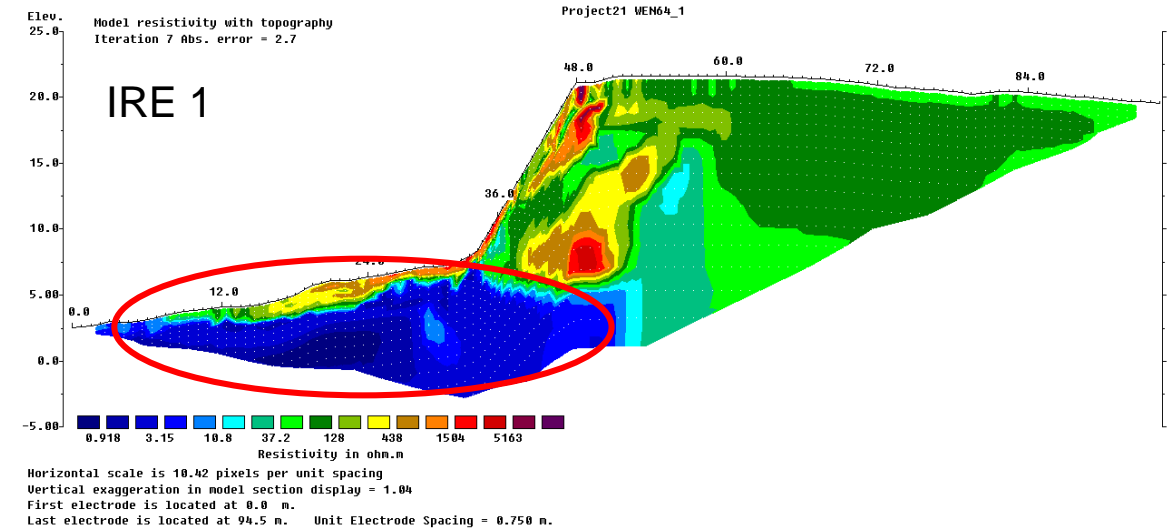
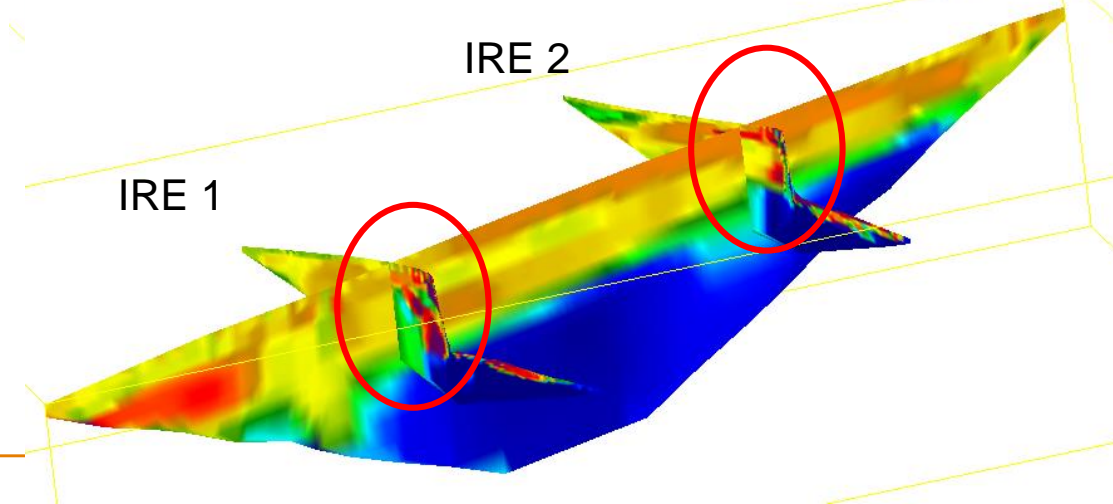
IRE + MNT



IRE 3

IRE 2

IRE 1



# ETUDE DE QUAIS PORTUAIRES SUJETS À DES DÉFORMATIONS

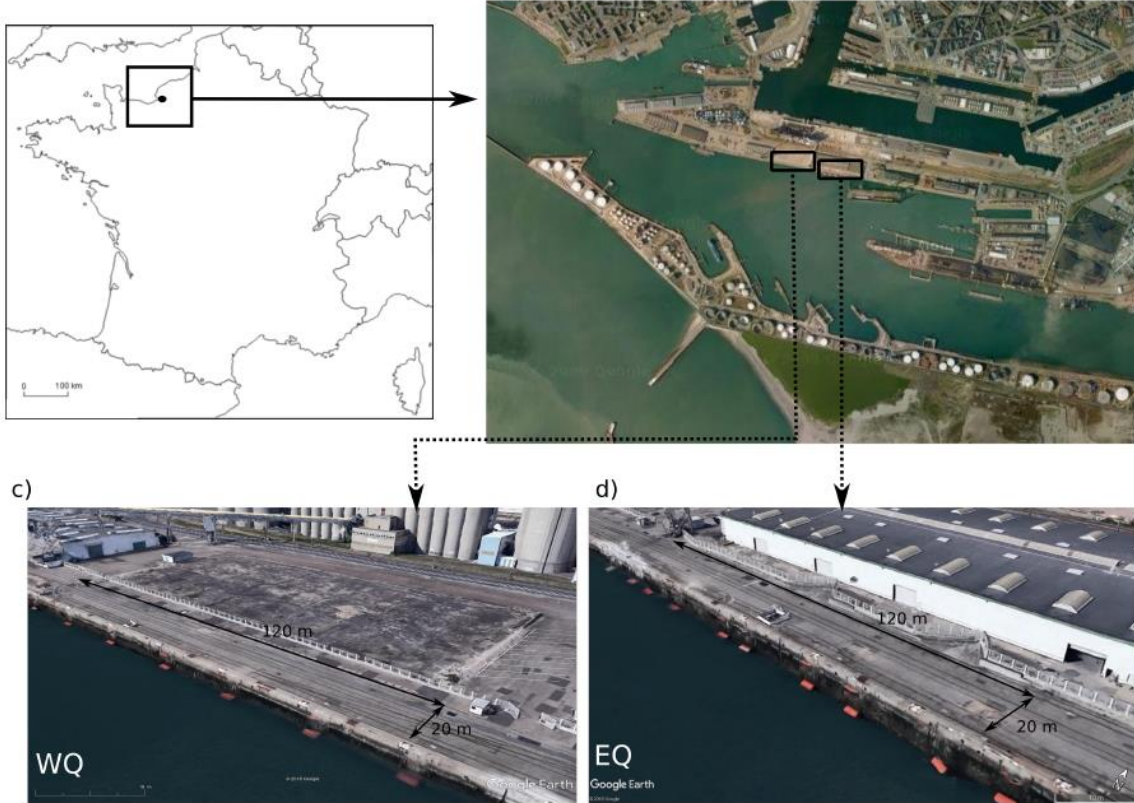


Raphaël Antoine, Cyrille Fauchard, Jean-François Oelher, Philippe Joignant

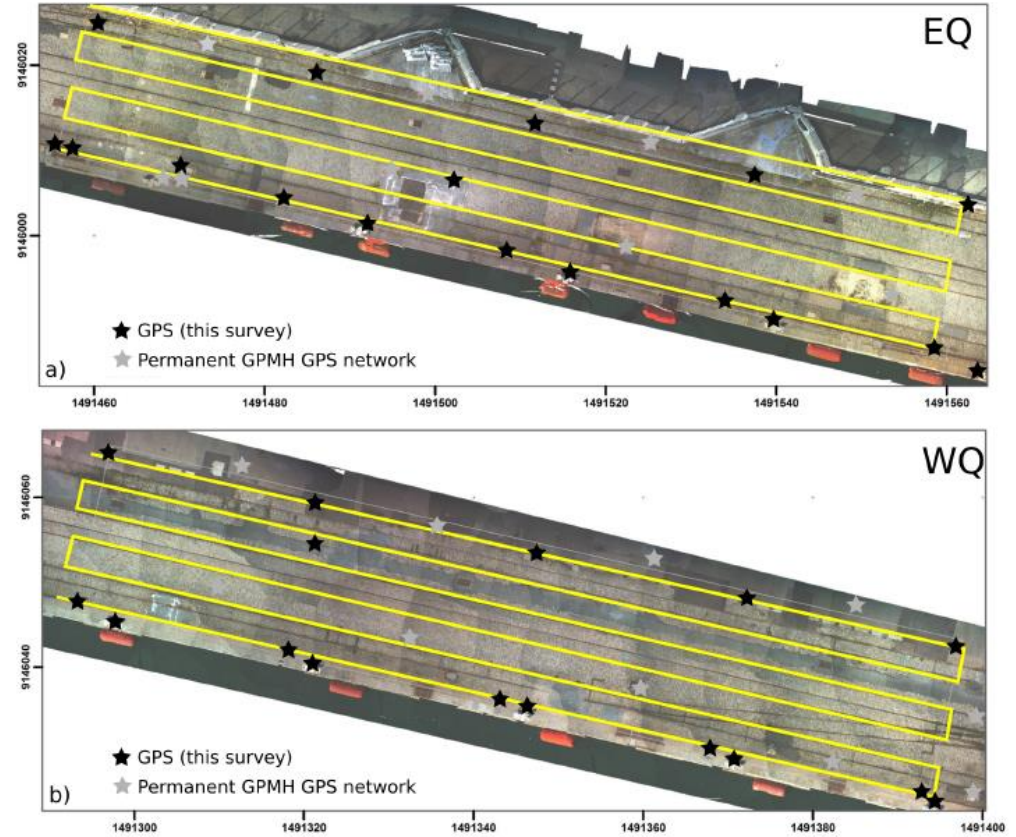


# AUSCULTATION DRONE VISIBLE ET IR DE QUAIS (LE HAVRE, 76)

## Localisation : port du Havre



## Plan de vol drone (quai Joannes Couvert)



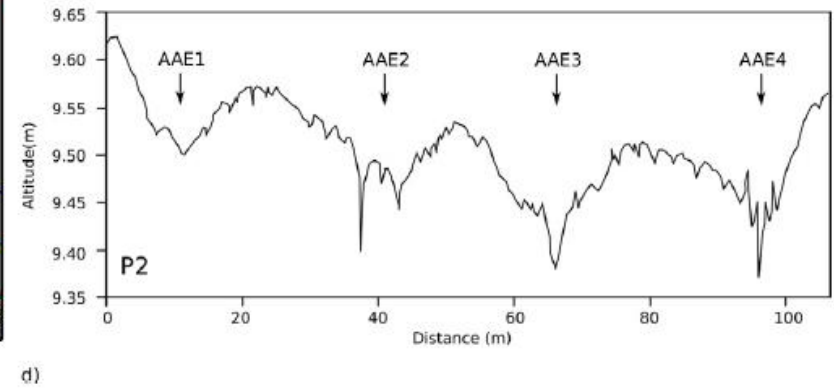
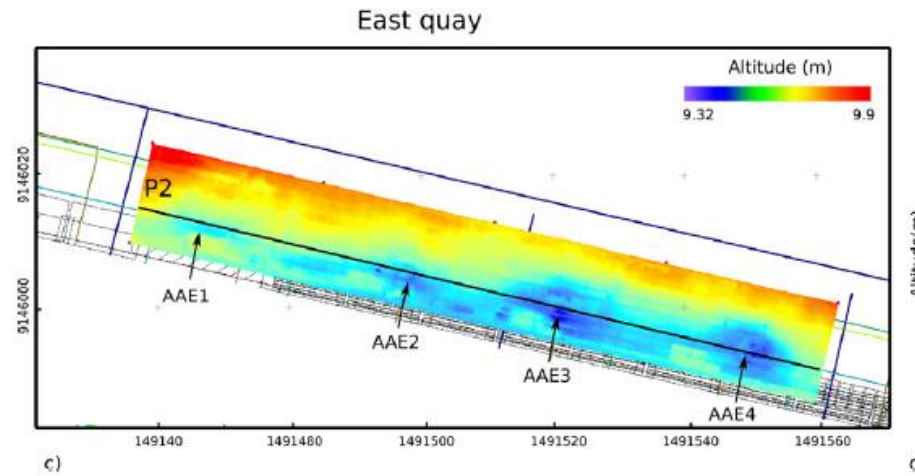
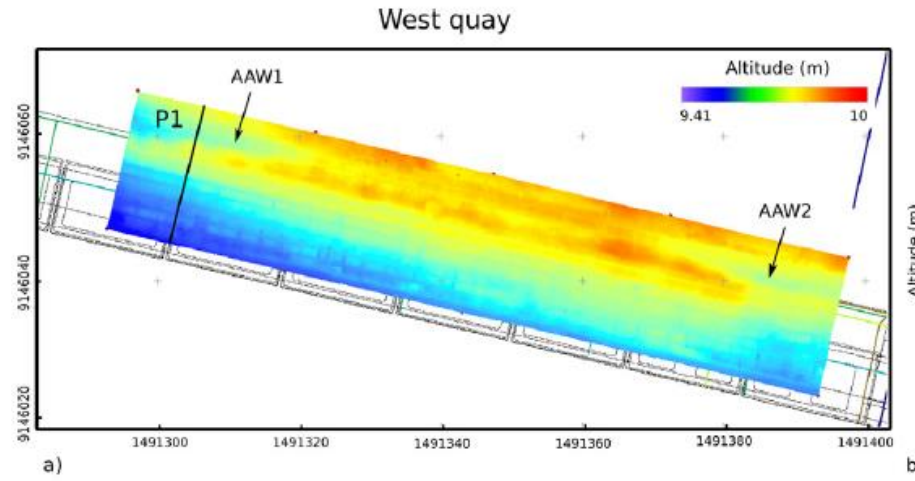
Antoine *et al.*, 2020, Journal of Hydrology

# AUSCULTATION VISIBLE

Création un Modèle Numérique de Terrain par photogrammétrie : précision cm.

⇒ Modèles numériques de terrain, a) quai ouest, c) quai est

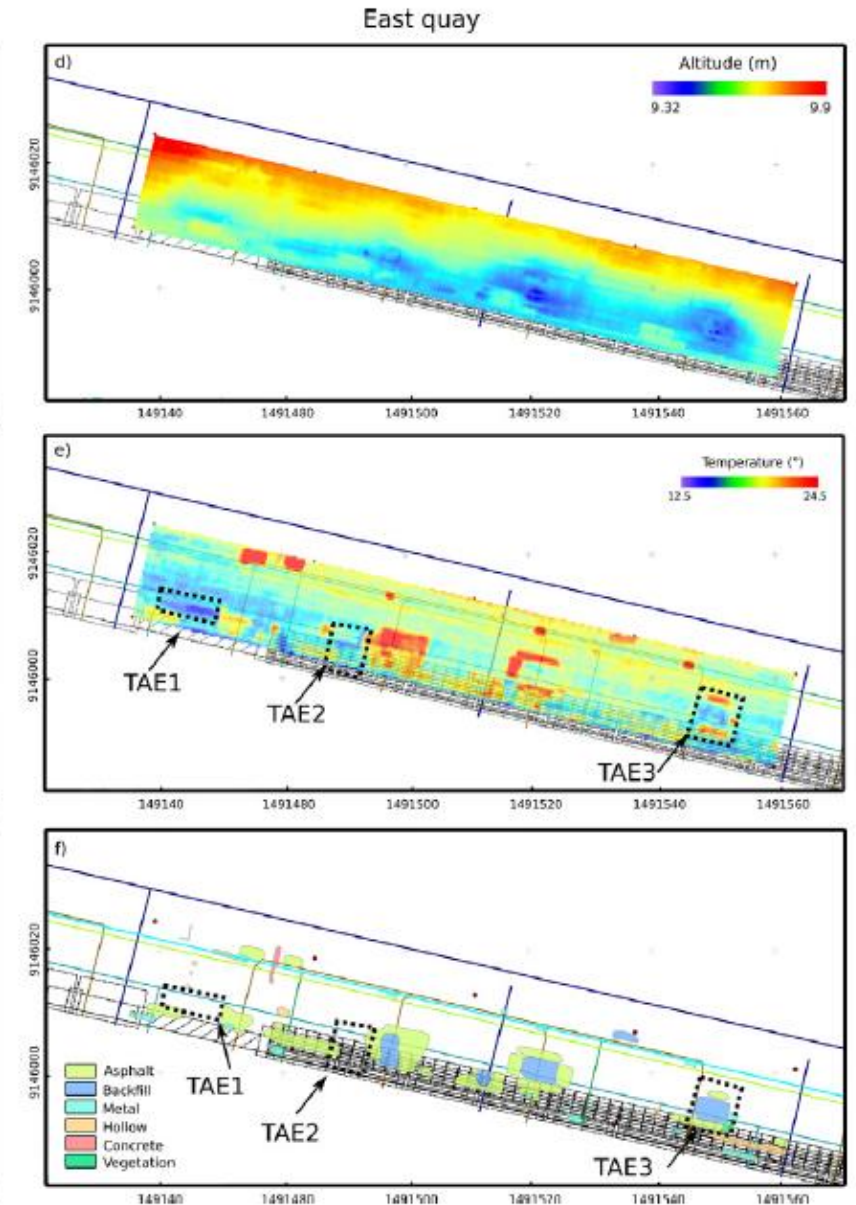
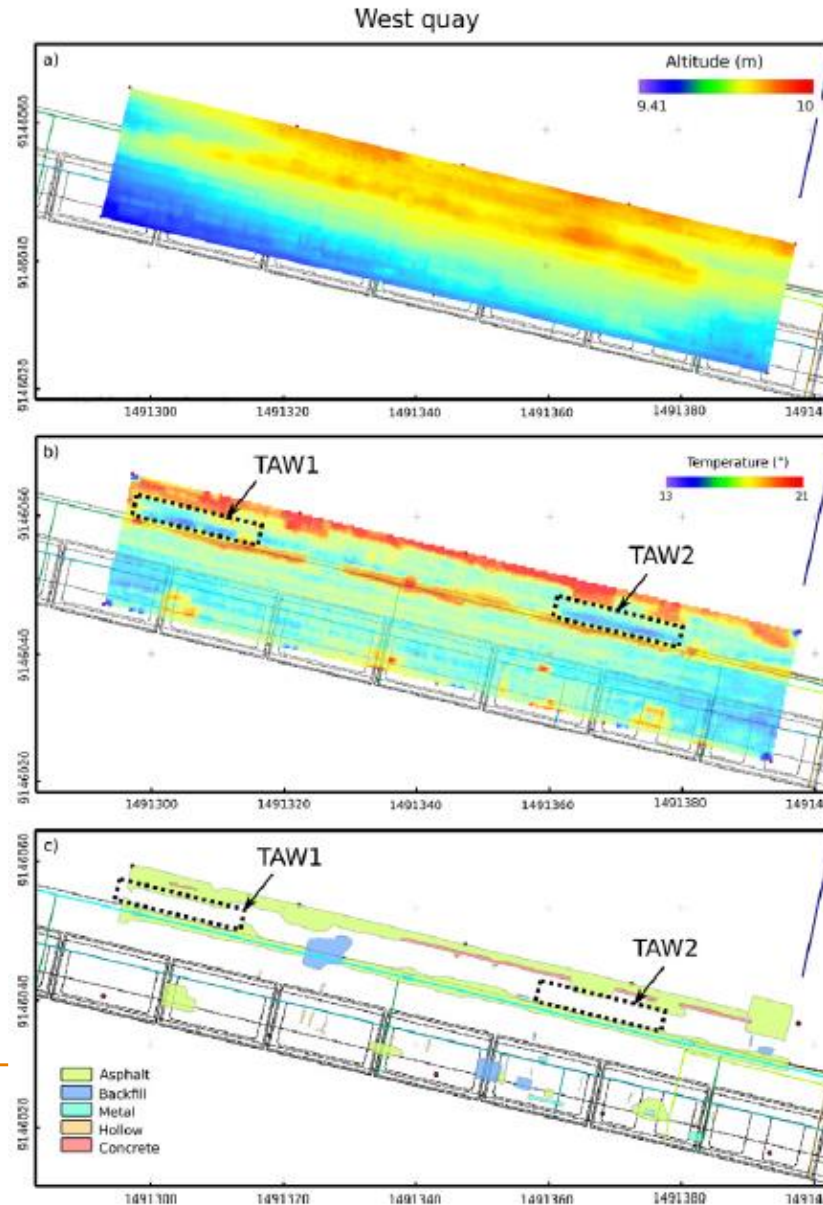
⇒ Profils altimétriques b) P1 et d) P2



# COMBINAISON DRONE VISIBLE & IR + VISITE *IN SITU*

## Comparaison des MNT, des cartographies de T° et des indices de surface

- ⇒ MNT superposées aux plan des quais, a) et d) ;
- ⇒ Anomalies thermiques b) et e) sur des zones fissurées, en bordure d'affaissements
- ⇒ Anomalies thermiques b) et c) ne correspondant au visible
- ⇒ Potentiels vides révélés par des phénomènes de circulation.



# ETUDE DIACHRONIQUE D'UNE DIGUE A LA MER



**SEINE-MARITIME**  
- LE DÉPARTEMENT -



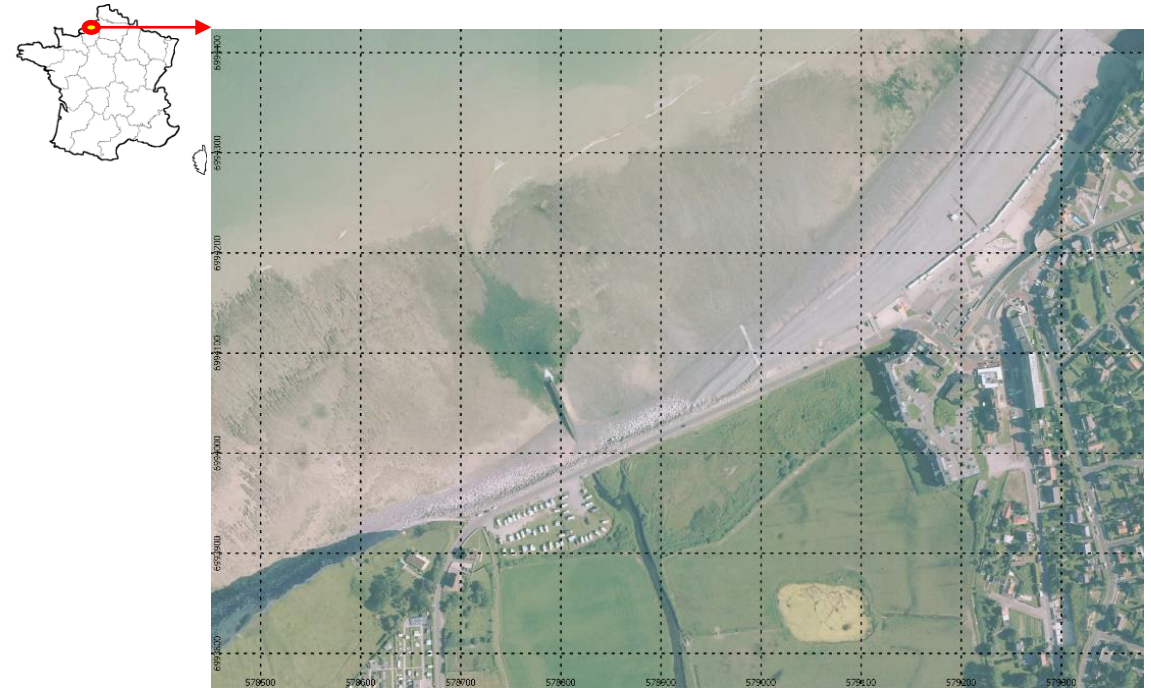
Normandie Université

Vincent Guilbert, Bruno Beaucamp, Cyrille Fauchard, Cyril Ledun, Raphaël Antoine, Rodolphe Duval, Ayoub Saydy, Olivier Maquaire, Stéphane Costa, Robert Davidson, Loick Le Louargant

# CRIEL-SUR-MER (76)

## Objectif de l'étude

- Etude de diachronique (1 an) de la digue maritime de Sotteville-sur-Mer : problématique inondations/changement climatique
- Suivi des enrochements/galets



## Défi

- Observer des mouvements de l'ordre de qq cm sur une période d'un an

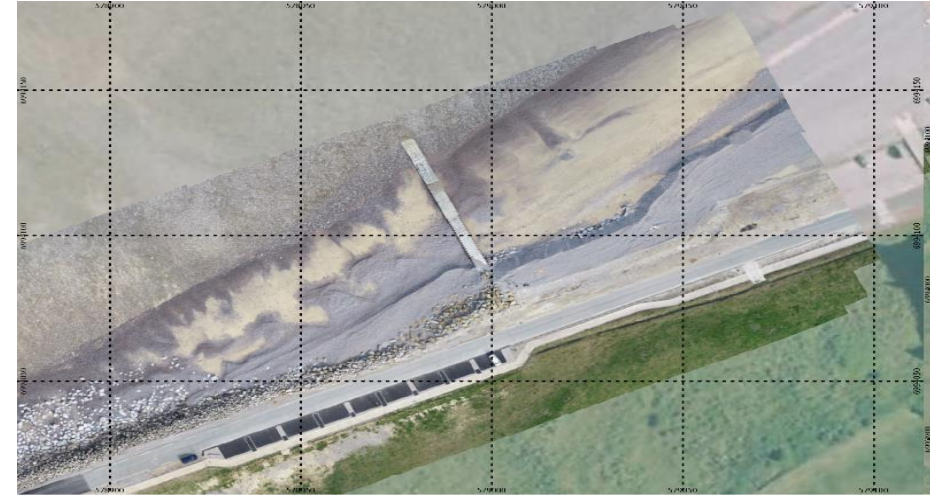
# DEUX VOLS DRONE SÉPARÉS D'UNE ANNÉE

## Vols 2018 et 2019

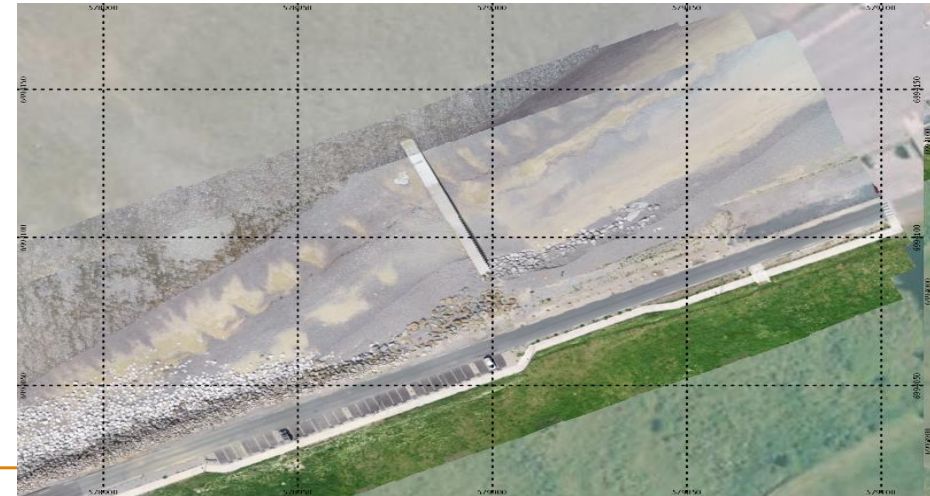
- Drone DJI Phantom 4, hauteur de vol = 30 m => pixel (x,y) de l'ordre de 1 cm



- 10 Cibles GPS répartie sur environ 400 m \* 50 m sur/autour digue + clous de géomètres sur chaussée en crête
- Mesures DGPS des cibles (LETG Geophen, université de Caen Normandie)
- => Création de deux orthophotos (Agisoft Photoscan) de la digue



Ortho  
2018

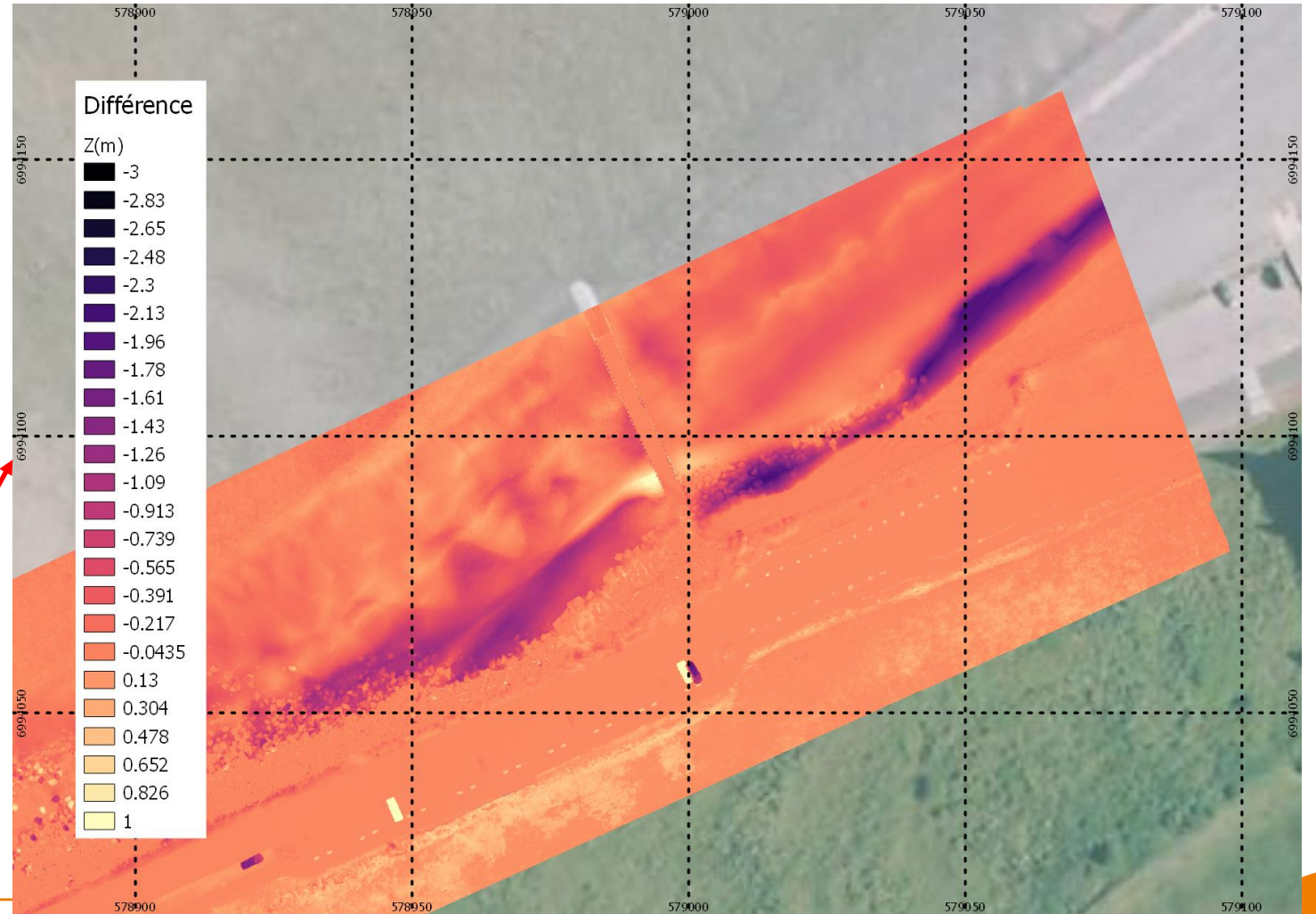
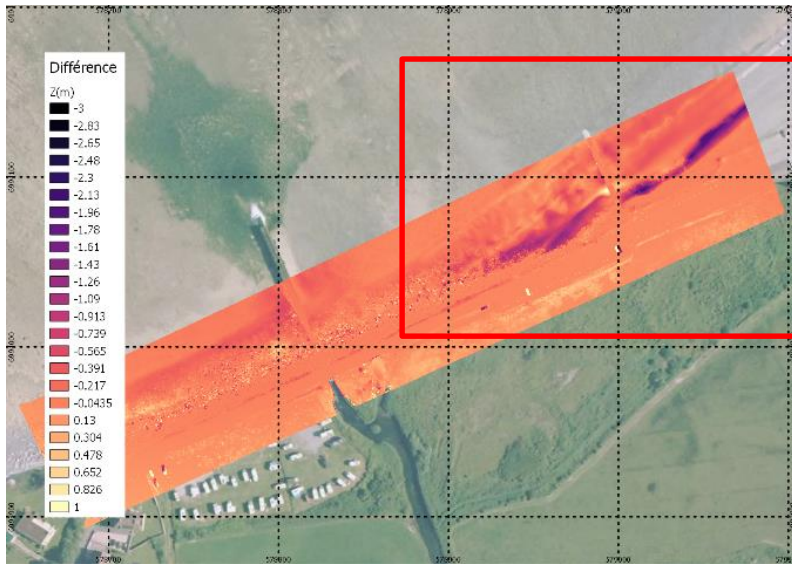


Ortho  
2019

# EVALUATION DES DIFFÉRENCES DE HAUTEUR ENTRE 2 MNT : VUE GLOBALE

Différence de hauteur (z)  
Vol 2019 – Vol 2018

- Traitements sous CloudCompare et QGIS
- Déplacement massif des cordons de galets entre les épis

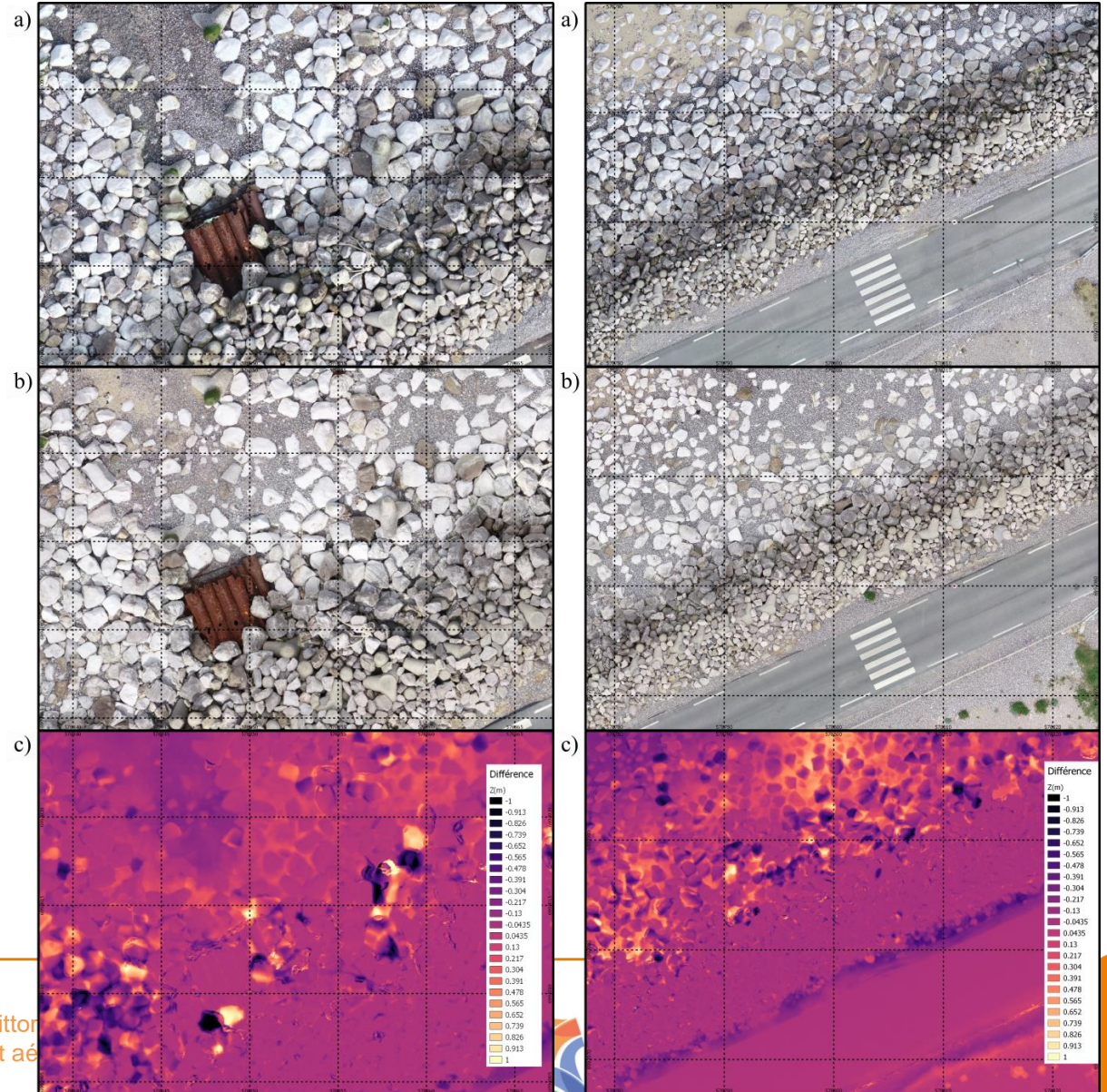


# EVALUATION DES DIFFÉRENCES DE HAUTEUR ENTRE 2 MNT : VUE LOCALE

Différence de hauteur (z)  
Vol 2019 - Vol2018 – Zoom sur zones spécifiques

Ici, zoom sur enrochements et tripodes

- Déplacements des enrochements (~1m<sup>3</sup>) en pied de digue
- des blocs rocheux en bordure de route





# PROJET REGION NORMANDIE (2017-2019)



## Projet TéléDéTAC - ETUDE DIACHRONIQUE : FALAISES DES VACHES NOIRES



Vincent Guilbert, Bruno Beaucamp, Cyrille Fauchard, Cyril Ledun, Raphaël Antoine, Rodolphe Duval, Ayoub Saydy, Olivier Maquaire, Stéphane Costa, Robert Davidson, Jean-Luc Saurin

# FALAISES DES VACHES NOIRES À VILLERS-SUR-MER (14)



# ETUDE DIACHRONIQUE : VOLS DRONE

- 10 vols, 8 en bonnes conditions, 7 comparaisons de MNT



Surveycopter



DJI Phantom 3 and 4



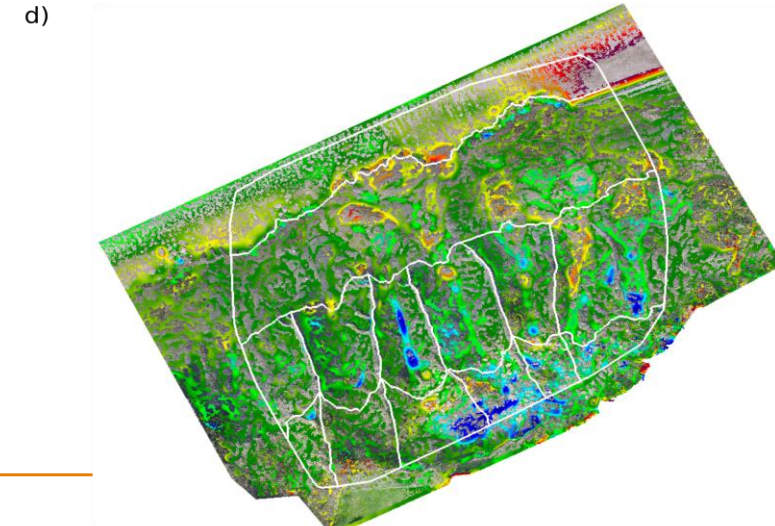
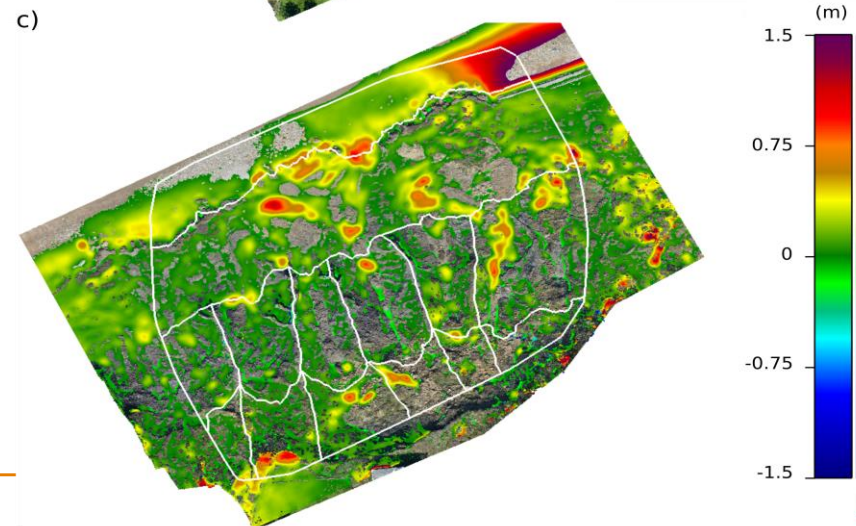
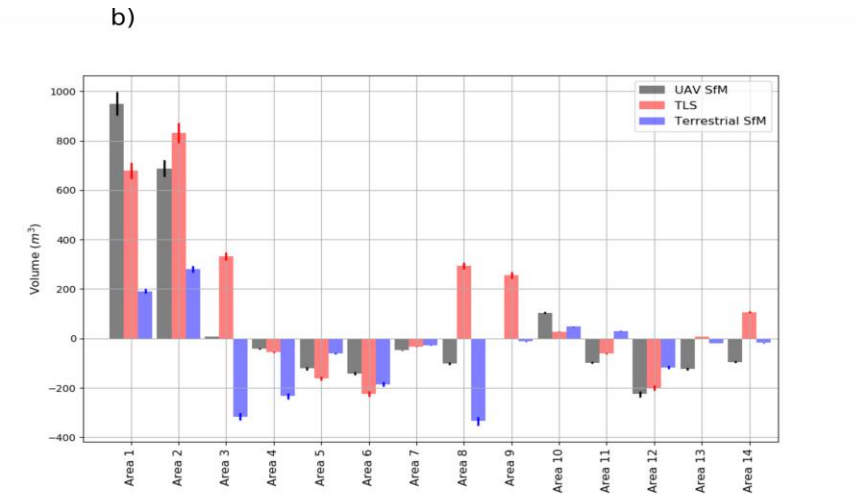
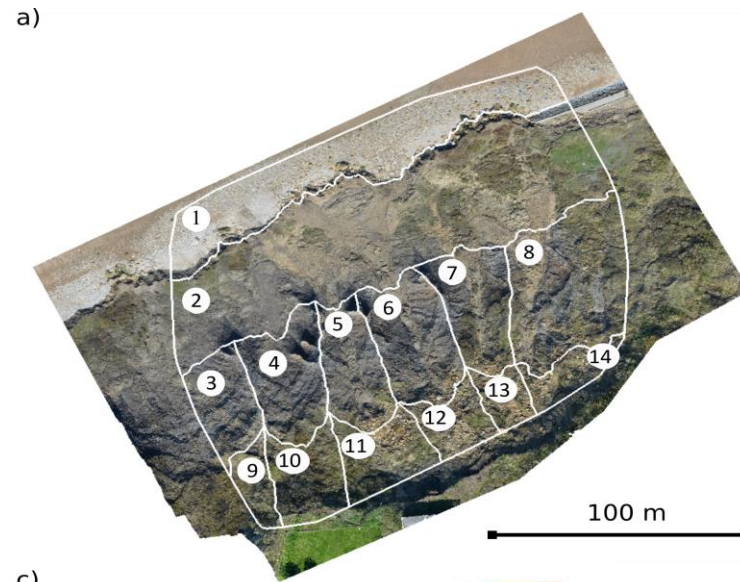
Flight parameters

Dates	UAV	Image size (Px)	Flight height (m)	Pixel size (cm)
18/04/2016	Surveycopter	4928*3264	150	~ 9
23/11/2016	DJI Phantom 3	4000*3000	110	~ 6.5
04/04/2017	DJI Phantom 3	4000*3000	110	~ 6.5
30/10/2017	Surveycopter	4928*3264	150	~ 9
22/02/2018	DJI Phantom 4	5472*3648	110	~ 3
24/05/2018	DJI Phantom 4	5472*3648	110	~ 3
27/09/2018	DJI Phantom 4	5472*3648	110	~ 3
24/01/2019	DJI Phantom 4	5472*3648	110	~ 3

# FAISABILITÉ : ÉTUDE SUR UNE ANNÉE

Etude diachronique sur 1 an :  
avril 2016-avril 2017

- a) Définition de zones morphodynamiques
- b) Bilan volumes érodés/accumulés sur un an par zone
- c) Volumes accumulés et d) érodés

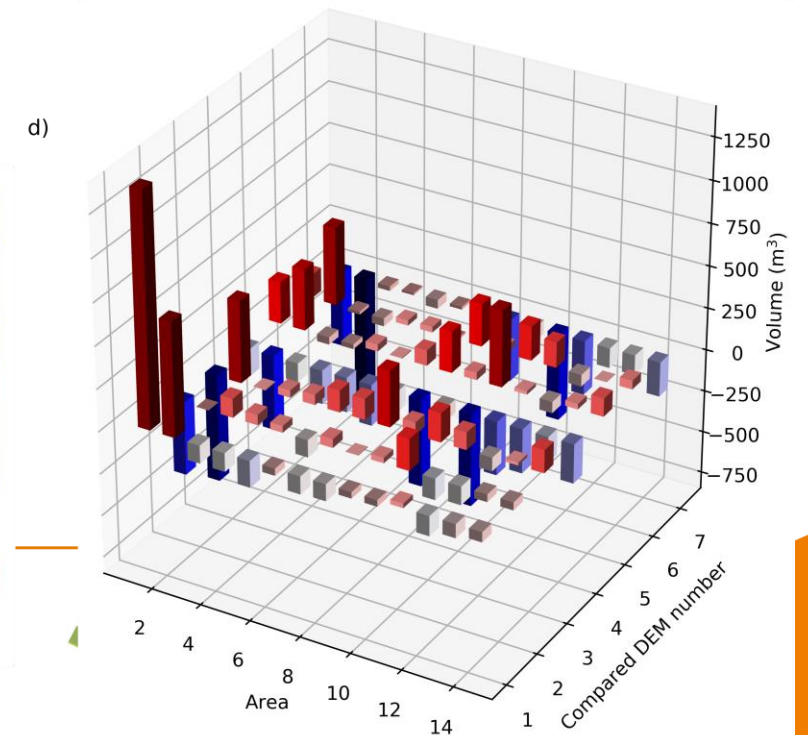
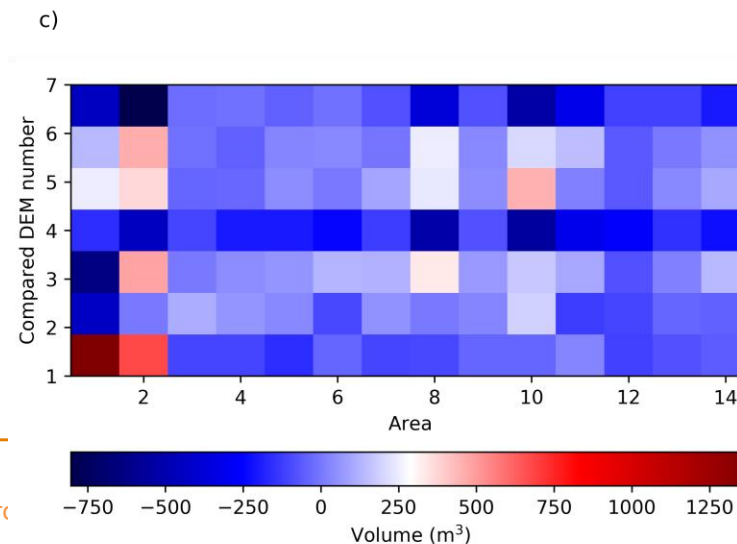
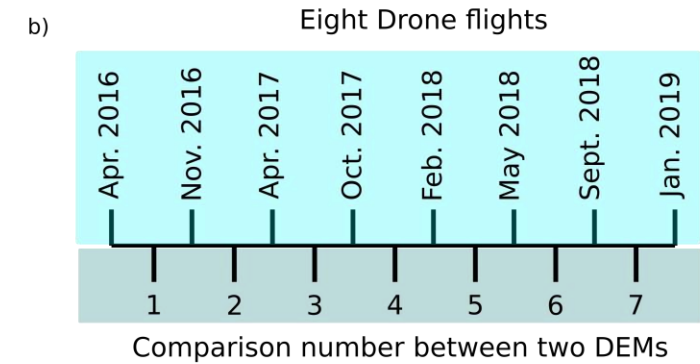
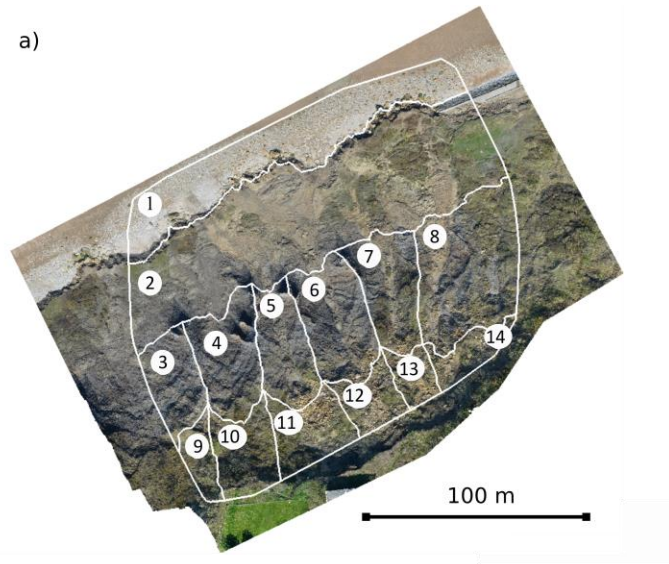


Recherche appliquée à l'étude du littoral par méthodes géophysiques terrestres et aériennes

# EROSION/ACCUMULATION SUR 4 ANNÉES

Etude diachronique sur 4 ans :  
avril 2016-janvier 2019

- a) Définition de zones morphodynamiques
- b) Chronologie des vols drone
- c) Carte et d) histogramme des volumes accumulés et érodés



# Merci pour votre attention

[cyrille.fauchard@cerema.fr](mailto:cyrille.fauchard@cerema.fr)

