



**HAL**  
open science

# Un système de documentation spatiale pour le suivi et la préservation du chaland romain Arles-Rhône 3 (Arles, France). Une approche innovante pour le suivi des épaves anciennes en bois exposés dans les musées

Marie-Laure Courboules, Daniela Peloso, Vincent Dumas, Henri Bernard-Maugiron

## ► To cite this version:

Marie-Laure Courboules, Daniela Peloso, Vincent Dumas, Henri Bernard-Maugiron. Un système de documentation spatiale pour le suivi et la préservation du chaland romain Arles-Rhône 3 (Arles, France). Une approche innovante pour le suivi des épaves anciennes en bois exposés dans les musées. Colloque CORPUS - Imagerie scientifique et objet archéologique, Université de Caen Normandie, Mar 2023, Caen, France. hal-04104261

**HAL Id: hal-04104261**

**<https://hal.science/hal-04104261v1>**

Submitted on 23 May 2023

**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.

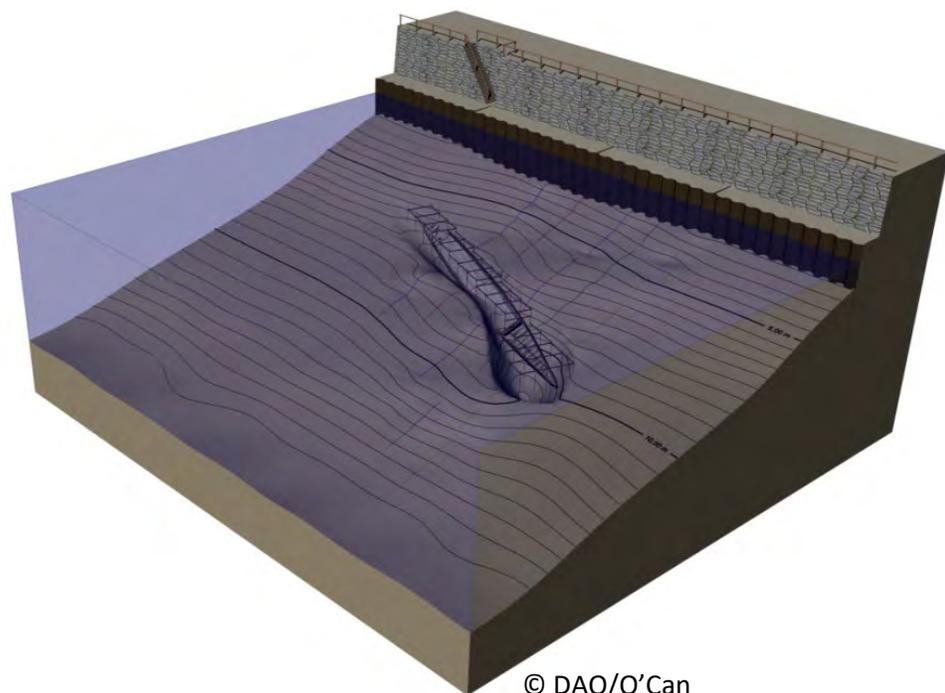
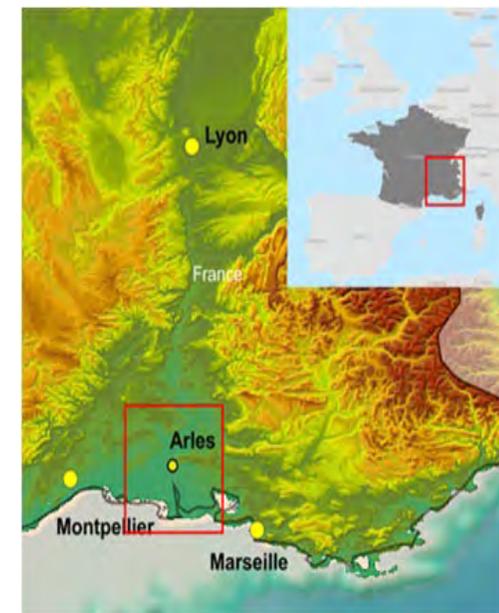
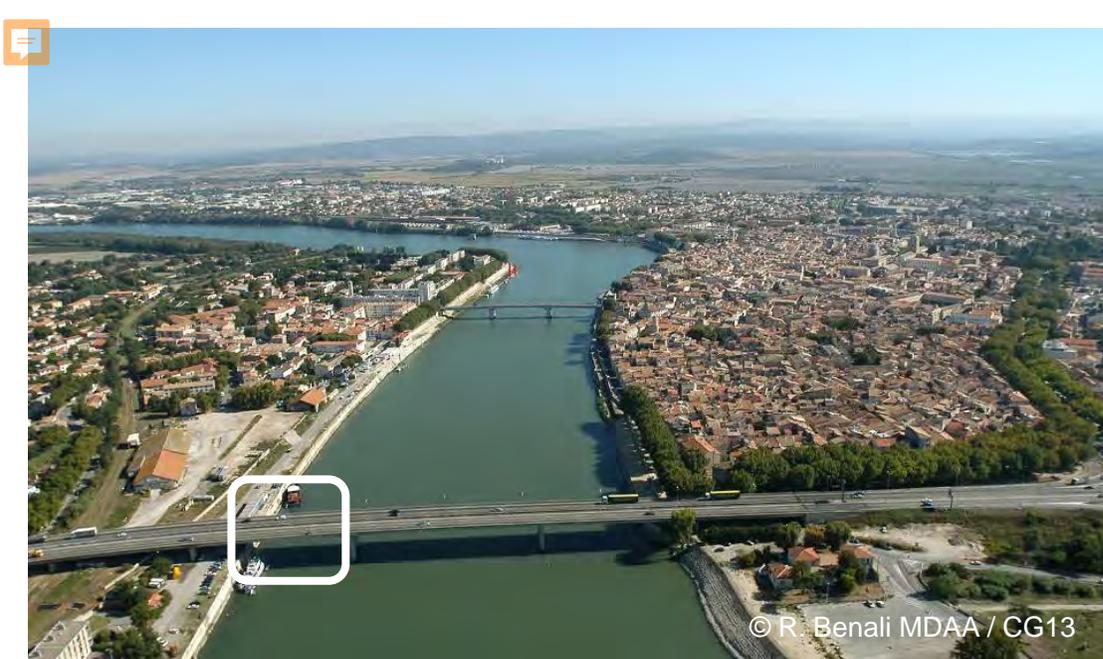
épaves anciennes en bois exposés dans les musées.

Marie-Laure Courboulès  
Daniela Peloso  
Vincent Dumas  
Henri Bernard Maugiron



Imagerie scientifique et objet archéologique  
Colloque CORPUS 2023 – Université de Caen  
8 & 10 MARS 2023



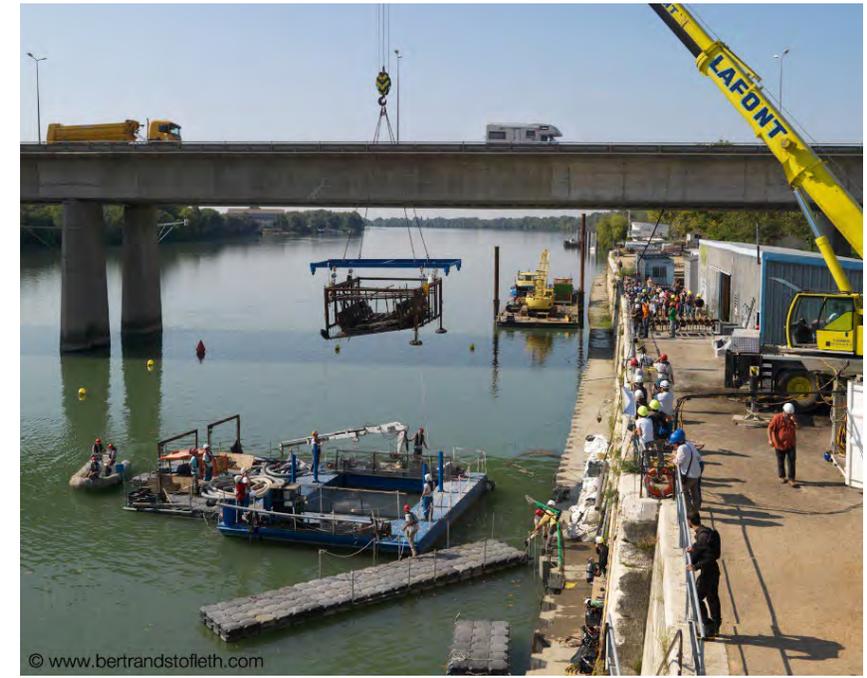
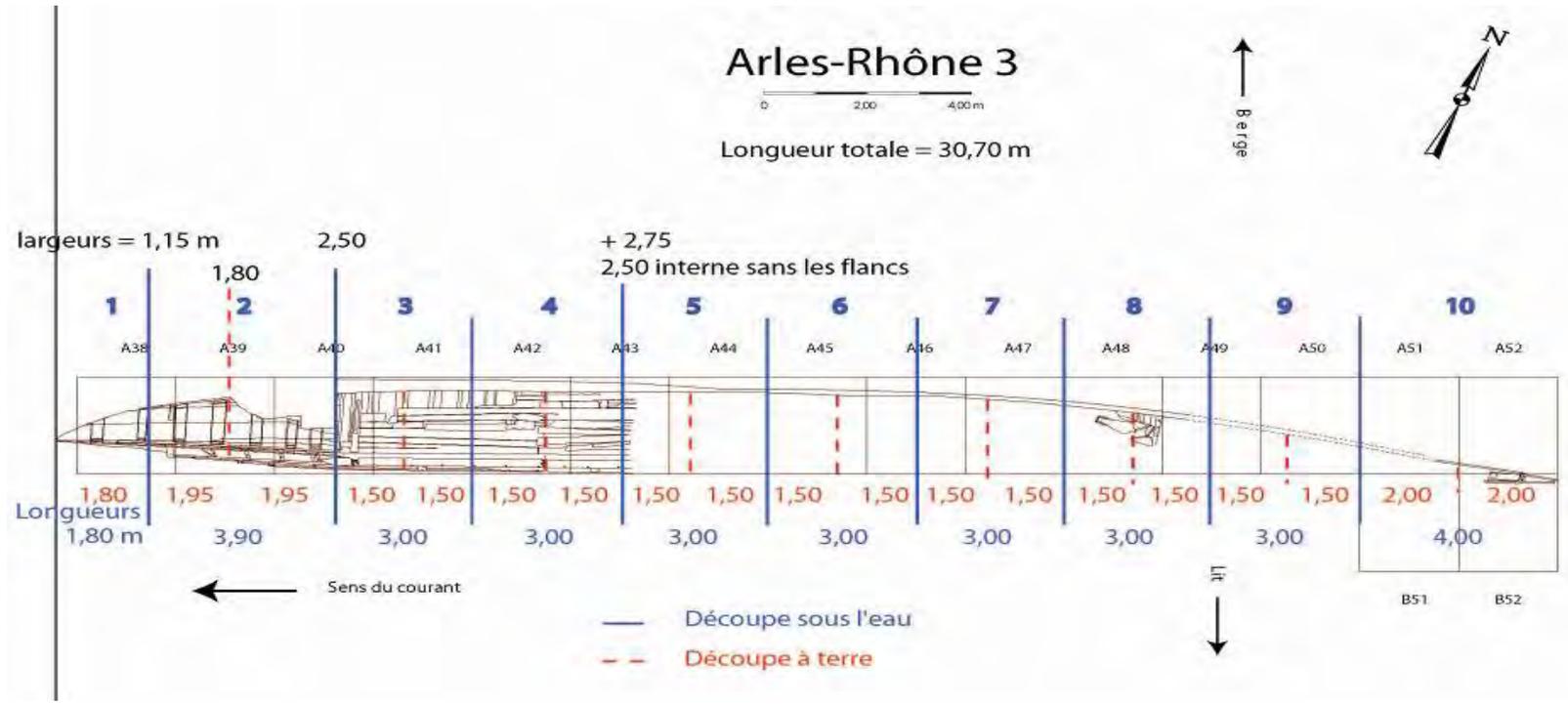


## AR3 : historique des opérations

- 2004 : découverte
- 2005-2006 : expertise
- 2007 : sondage
- 2008-2010 : fouille programmée
- 2010 : classement Trésor national
- 2011 : fouille et relevage
- 2011-2013 : traitement et en // extension du musée
- 2013 : inauguration



Ecole MOPA/Arles

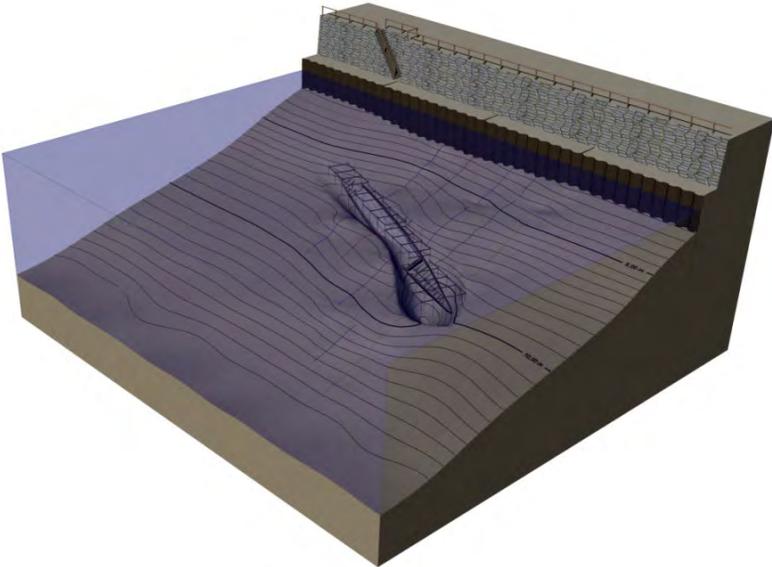


© www.bertrandstofleth.com



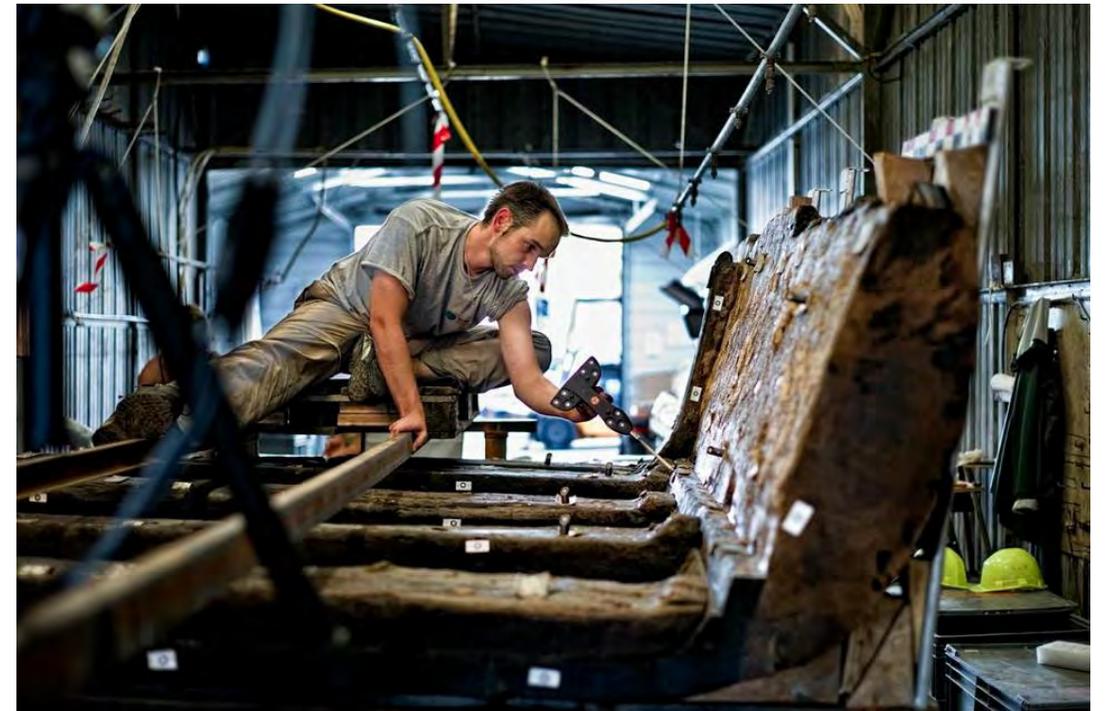
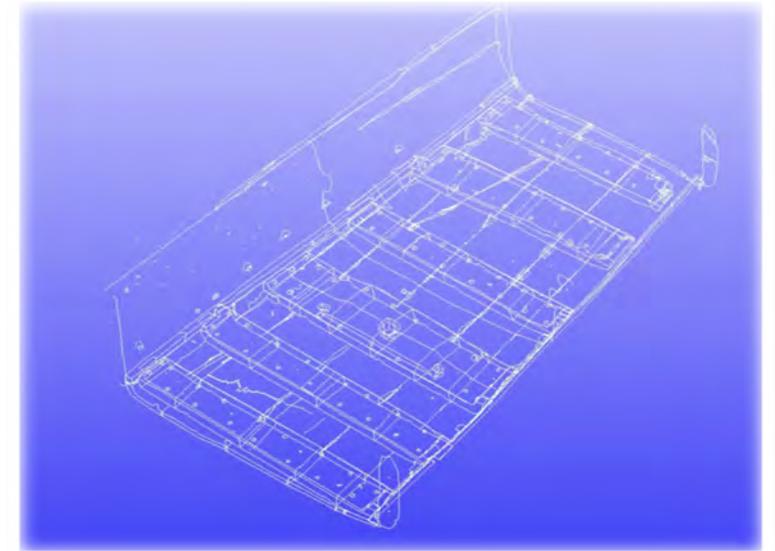
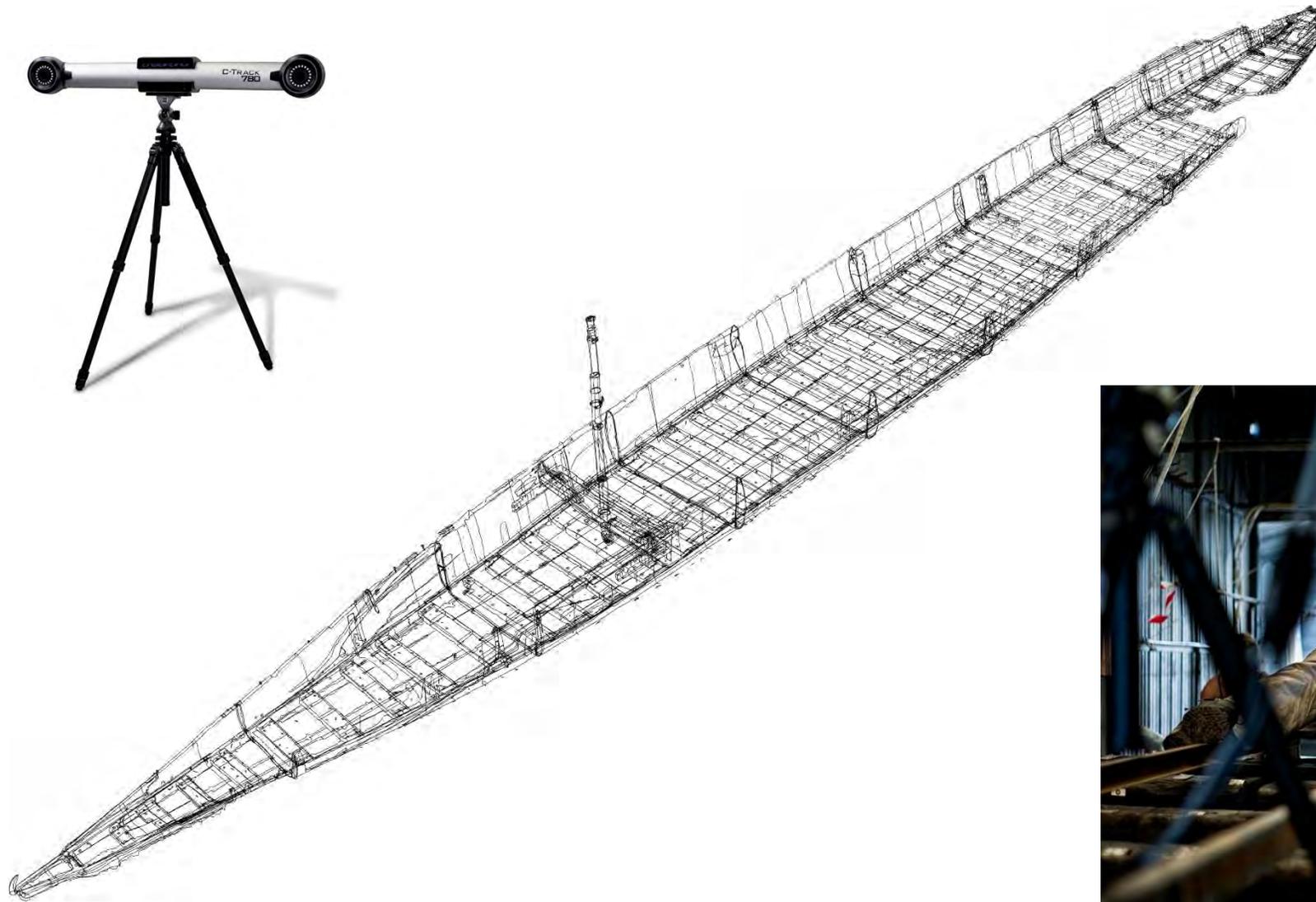
### Les dimensions d'Arles-Rhône 3

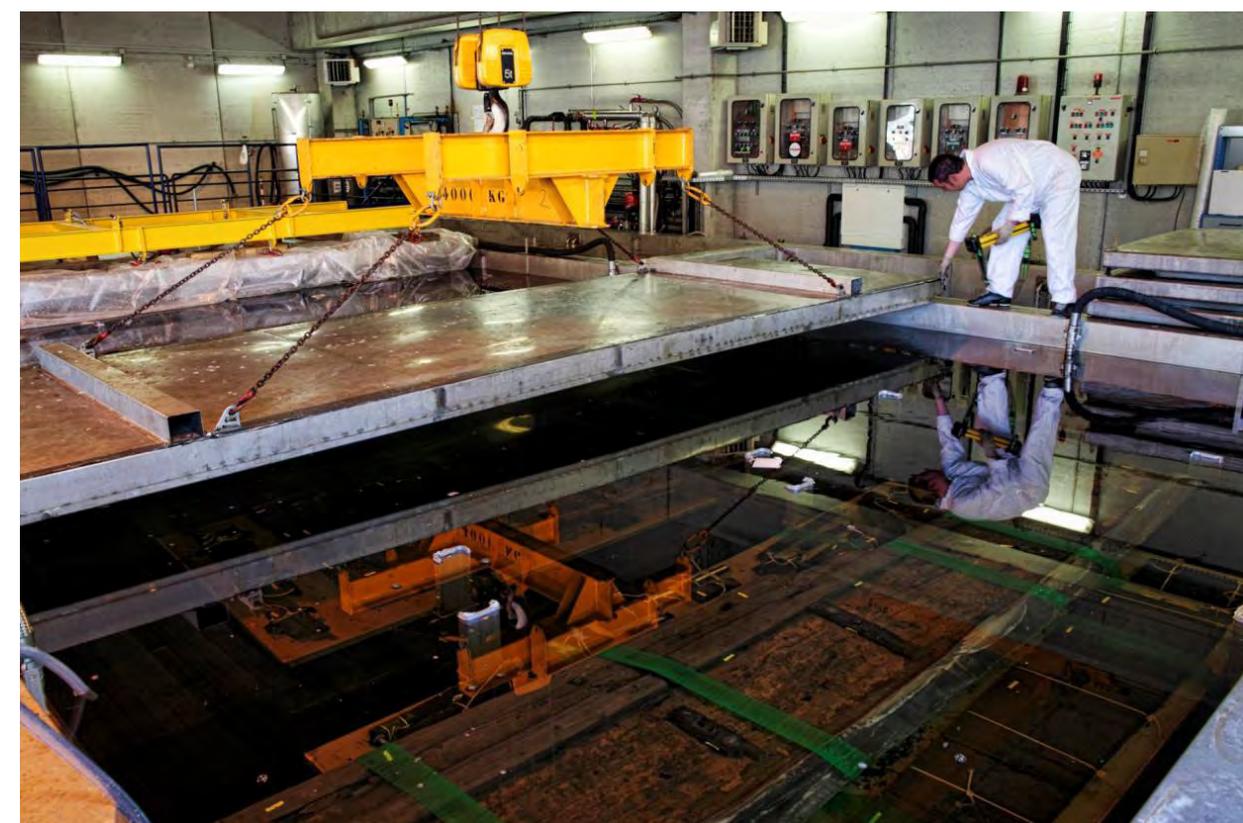
Longueur hors-tout : 31,00 m  
largeur après redressement : 2,90 m  
Hauteur hors-tout (avec le mat en place) : 3,81 m





## Premiers relevés une fois les tronçons à terre





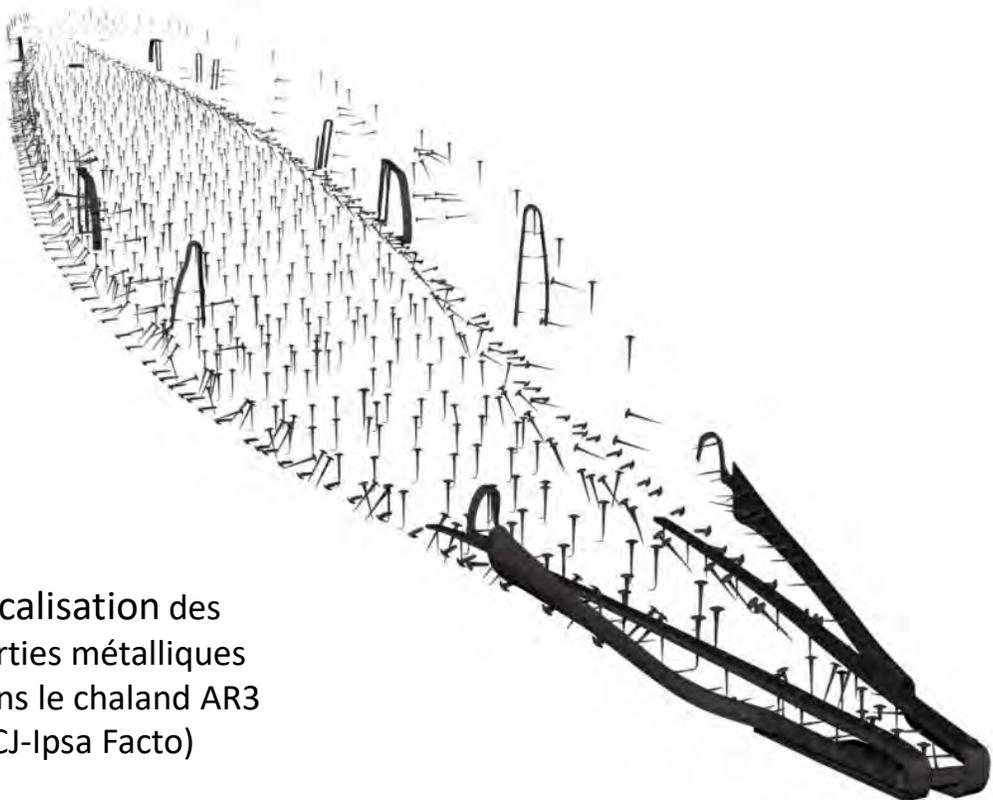


Le bateau Vasa  
Stockholm



© R. Benali / Studio Atlantis / MDA / CG13

MDA avec sa nouvelle extension de 800m2



Localisation des  
parties métalliques  
dans le chaland AR3  
(CCJ-Ipsa Facto)



© R. Benali / Studio Atlantis / MDA / CG13

Le chaland exposé au MDA

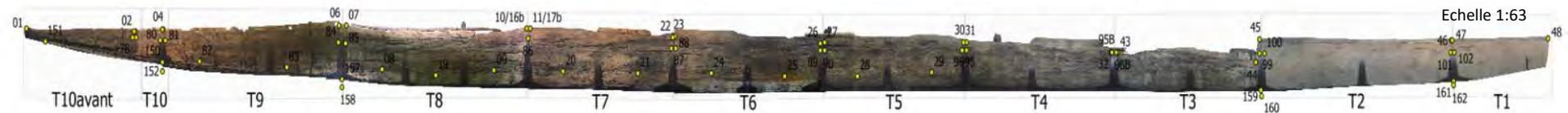




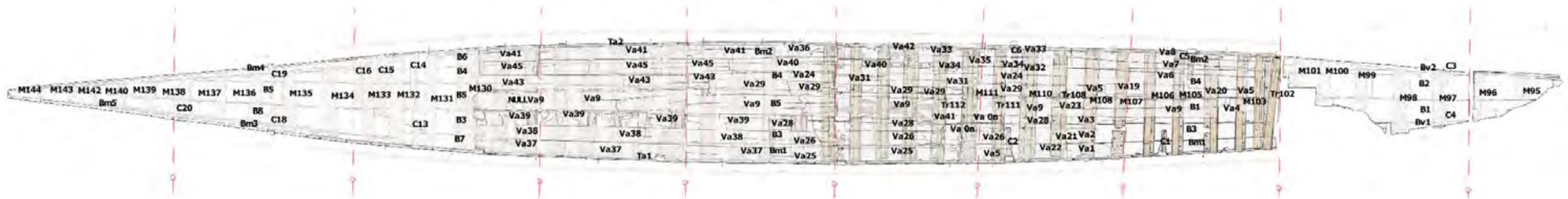
# Système d'Information Géographique



## Ortho-image



## Cartographie thématique





# Base de donnée relationnelle



CEZ016\_BOIS MATERIAUX

Date: 2016-12-07

Année: 2016

NomRéféré: M Courboulos

Équipe: MSA

TRONÇON

T10 avant

T10

T9

T8

T7

T6

T5

T4

T3

T2

T1

MAT

Mât'avant

Mât'avT

Mât'avantB

Mât'avantT

BORDE

BDE

BBI

BTE

BTI

SOLE

1/5SoleAv

1/5SoleArr

BOIS

CAT ALTERATION BOIS

Fissure

Fendillem

Ecroisement

FragDetach

Ecalie

SouRatine

RésineN/Br

RésiduPEG

B\_Evol\_OUI

B\_Evol\_NON

B\_RAS

DescrCatB: NULL

PhotoBOIS

D:\ARLES\SK\_AR3\PHOTO\CE3\_2016\_BOIS\_DSC0060.jpg

TISSU POISSE

Deformé

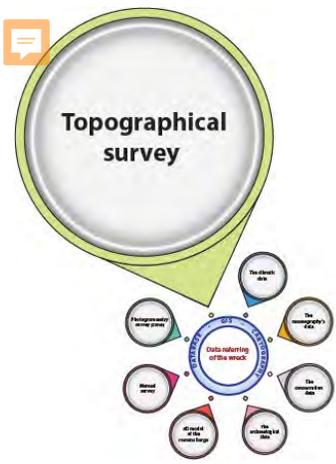
TP\_EvolOUI

TP\_EvolNON

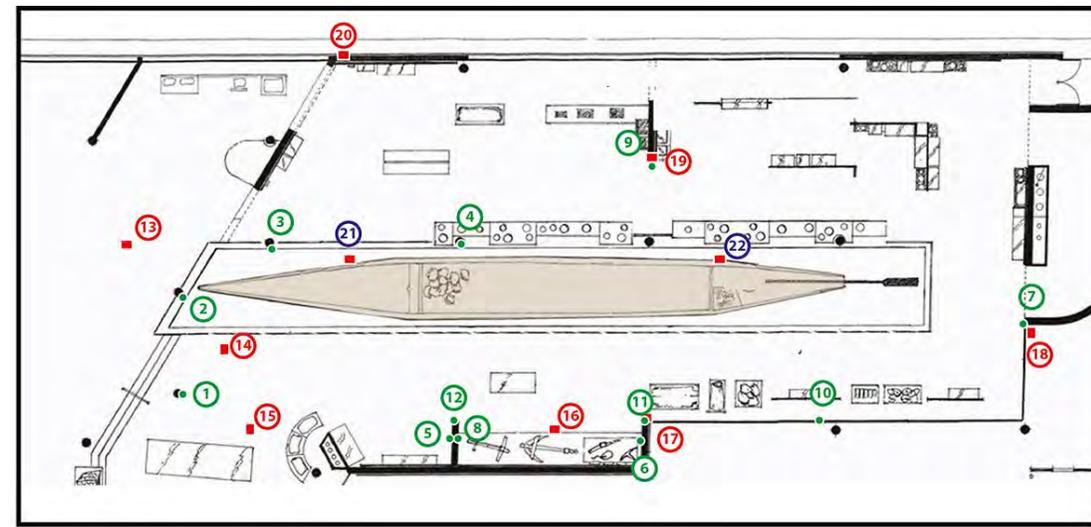
TP\_descrip: NULL

PhotoTP: NULL





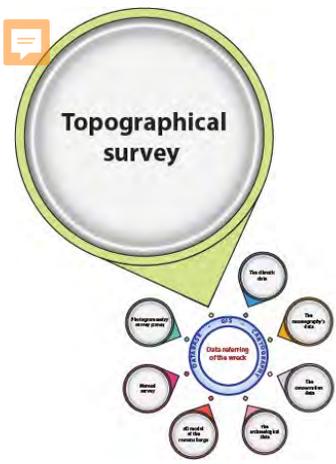
# Monitoring : Levé tachéométrique



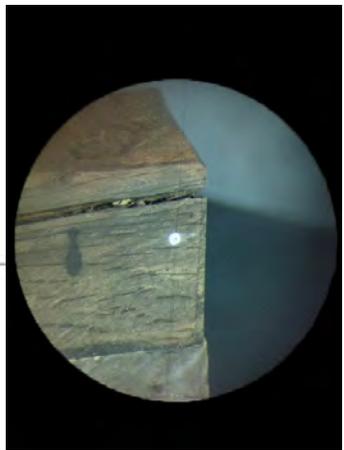
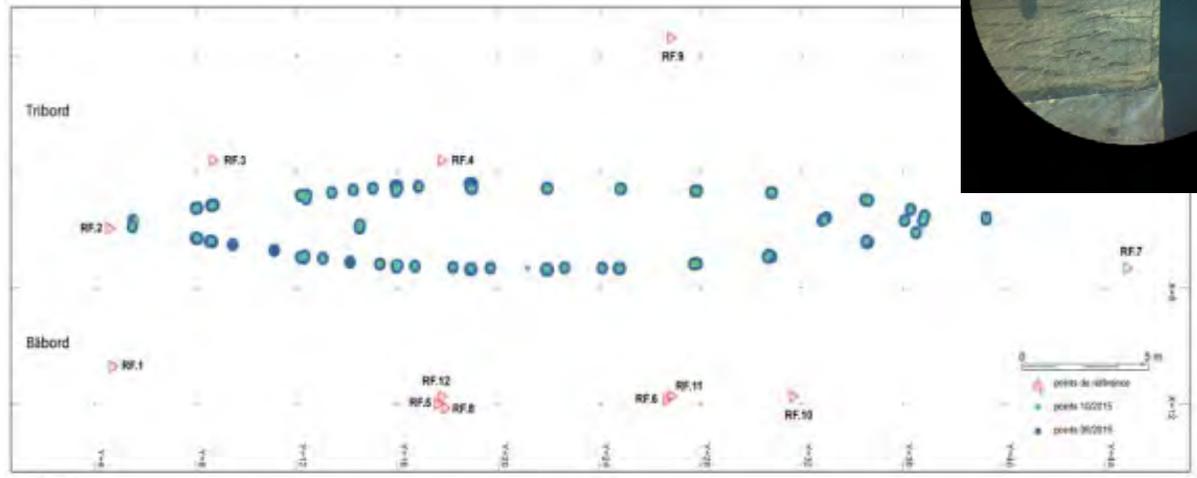
- Réseau de références principal
- Réseau de référence secondaire
- Contrôle mouvement du fond de fosse



- Un réseau de points de références :
- 12 points et 10 prismes,
- Station totale : Leica TS15 3''



# Monitoring : Levé tachéométrique - les points

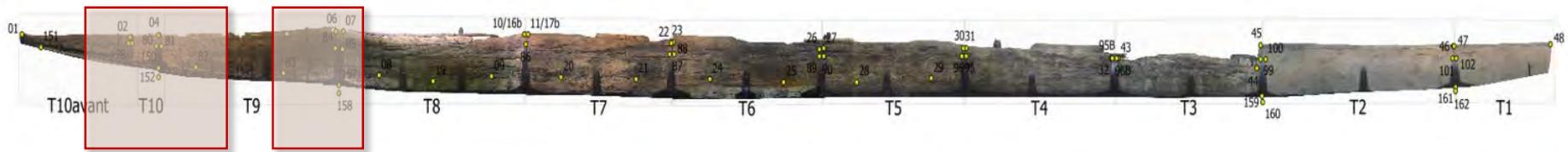


- Mesures effectuées sans prisme,
- 120 points :
  - Sur bordé /mat /gouvernail.
  - Sur le support métallique.
  - Au sol.



DUMAS Vincent  
 Aix-Marseille Univ, CNRS, MCC, CCJ, Centre Camille Jullien, F-13000, Aix-en-Provence, France - 2015

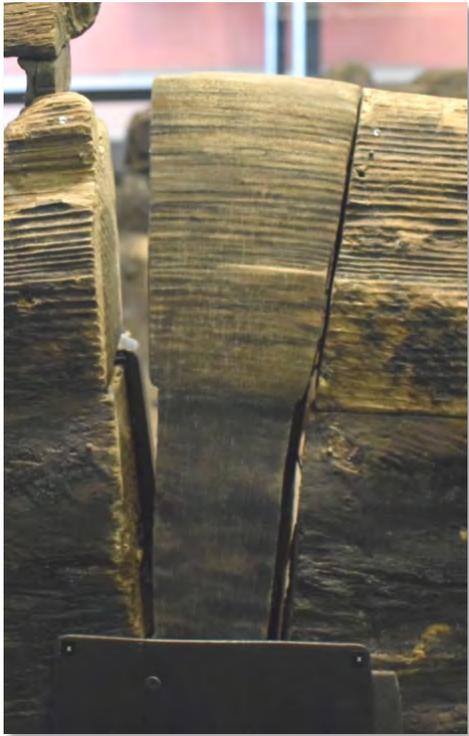
# Monitoring : Levé tachéométrique



T10-T10 AV : 2015



T8-T9 : 2013



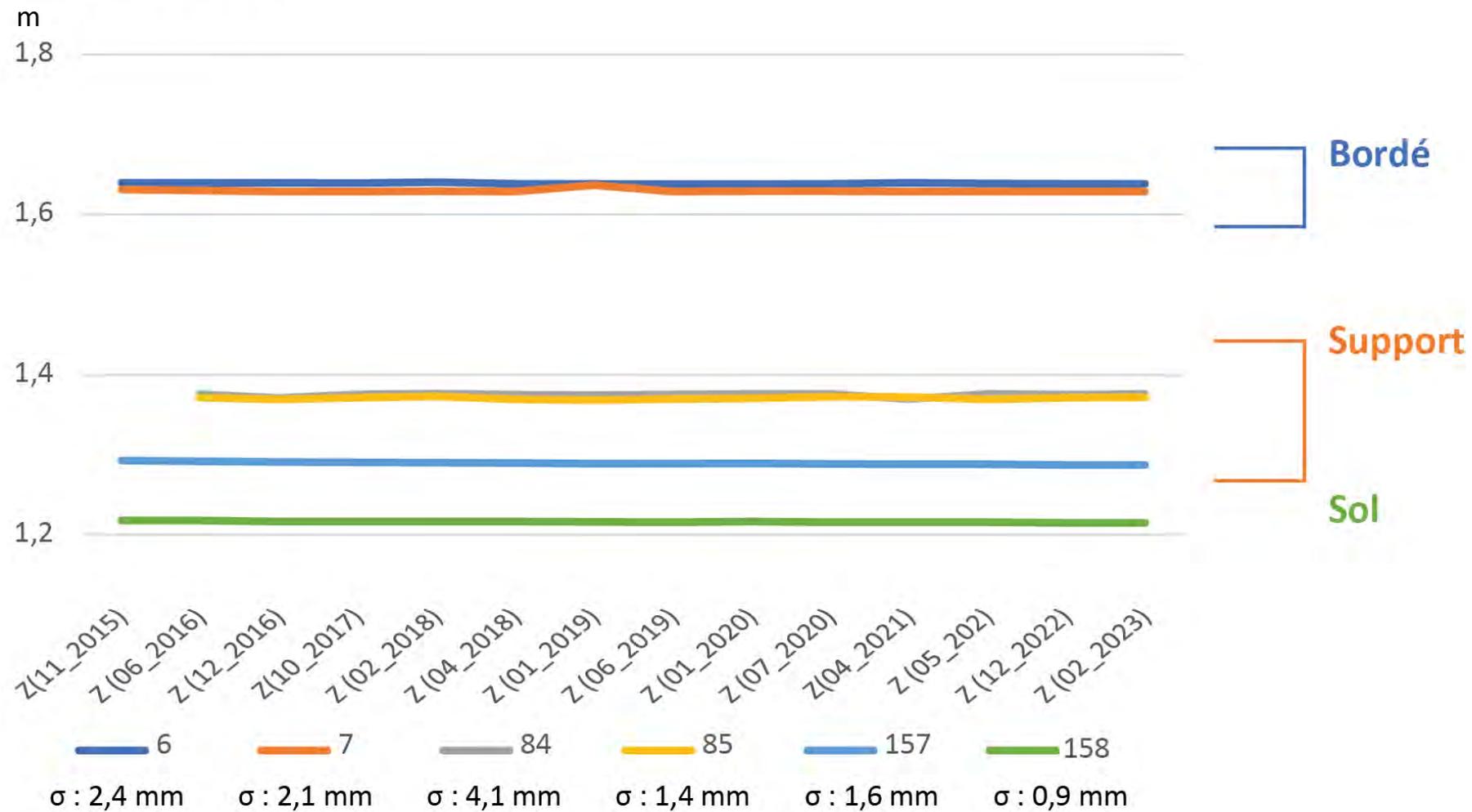
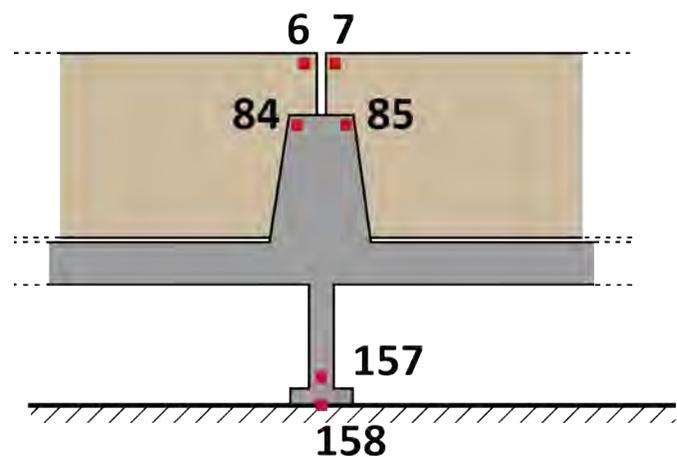
T8-T9 : 2015





# Levé tachéométrique : variation des Z

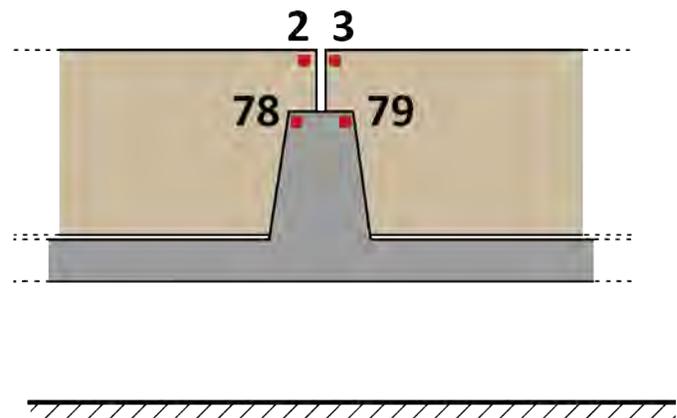
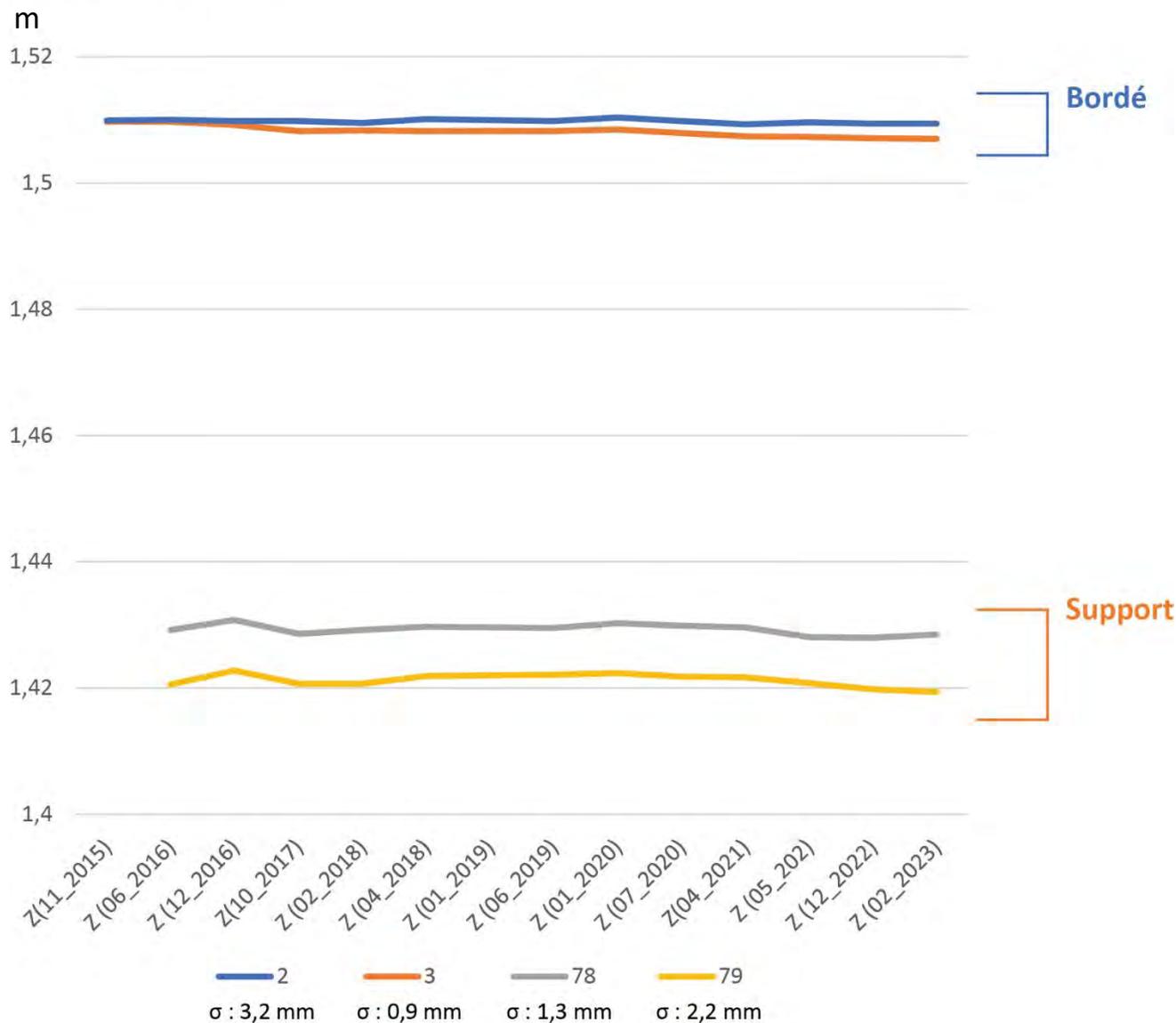
Tronçon T8\_T9





# Levé tachéométrique : variation des Z

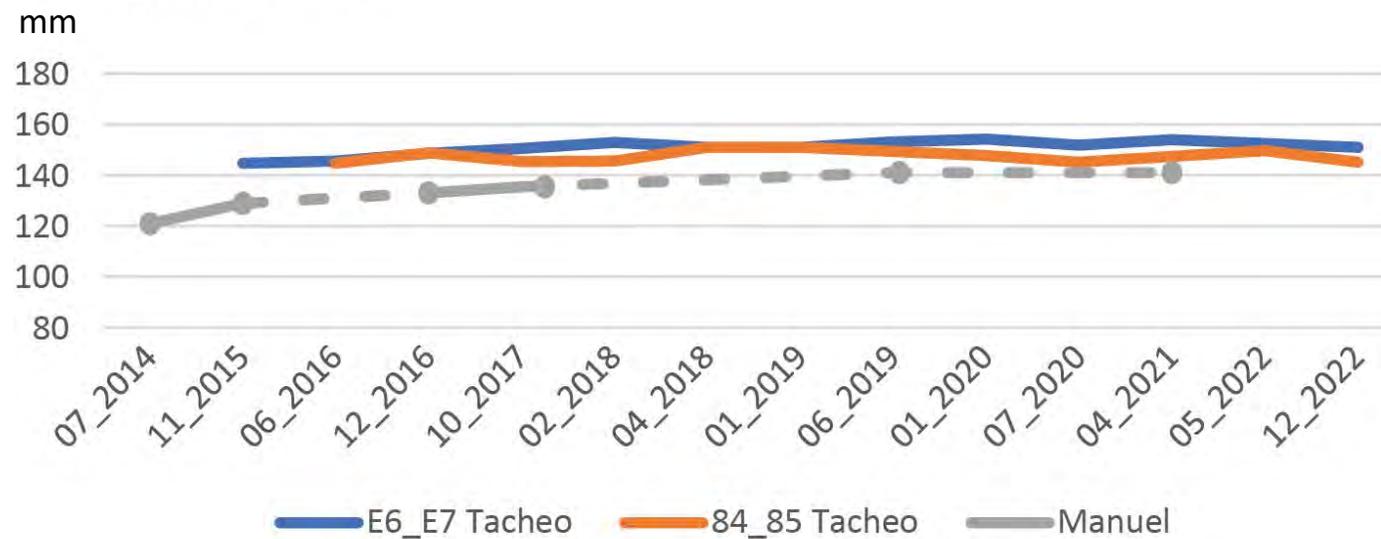
Tronçon T10\_T10av



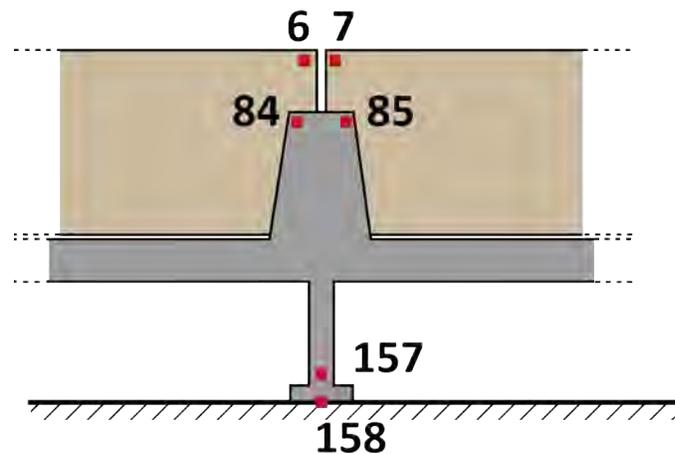


# Levé tachéométrique : variation des distances entre points

## Tronçon T8\_T9



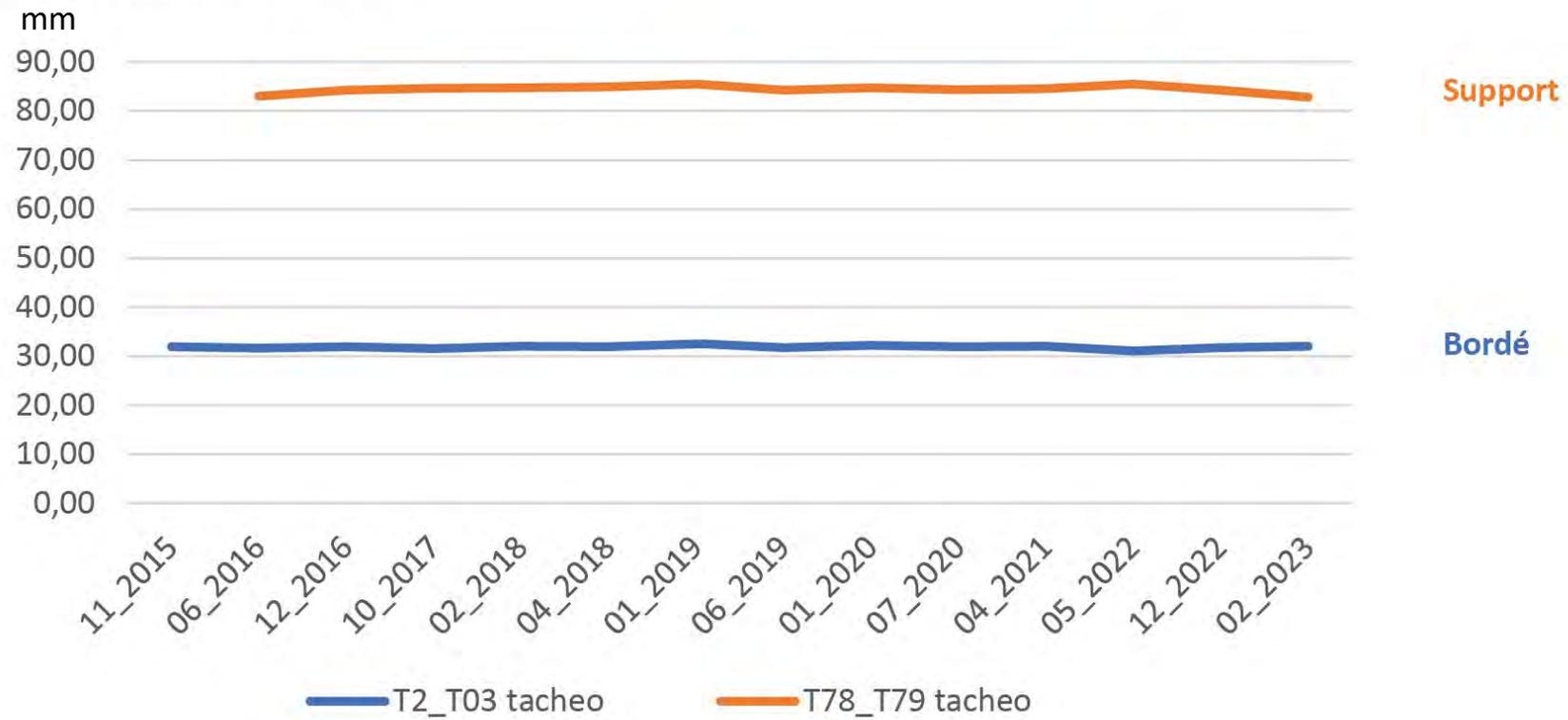
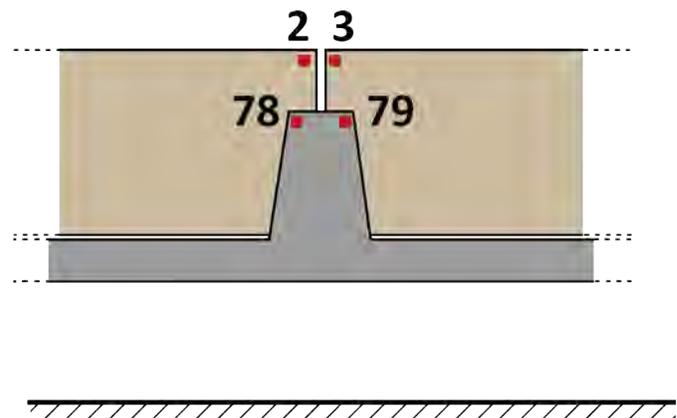
**Bordé**  
Support  
interstice





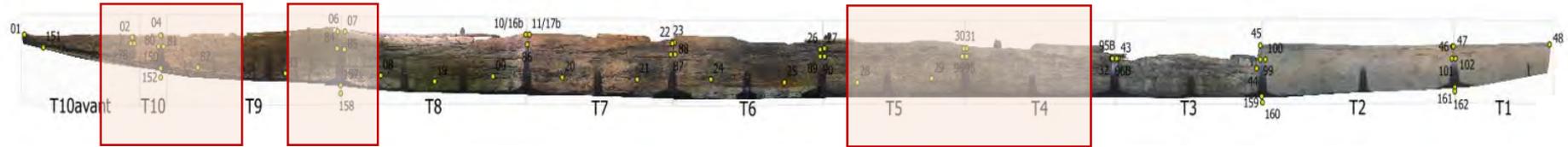
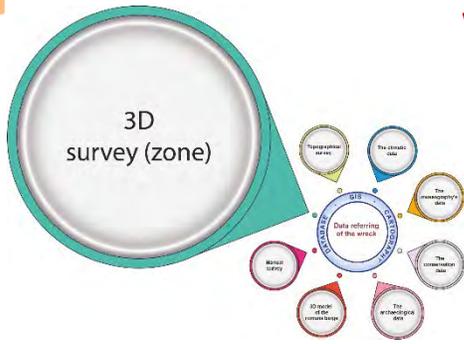
# Levé tachéométrique : variation des distances entre points

## Tronçon T10\_T10av

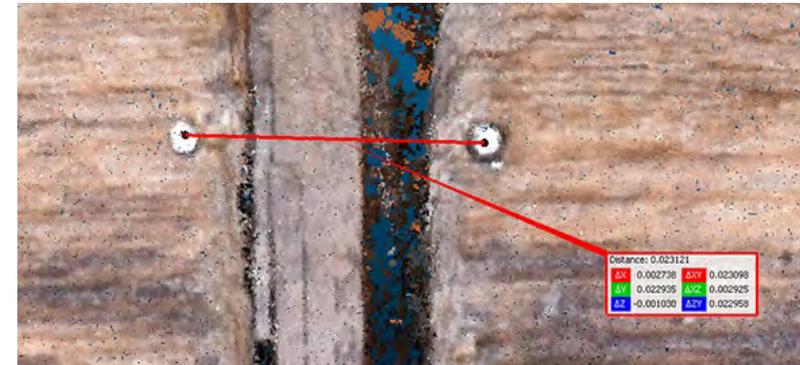




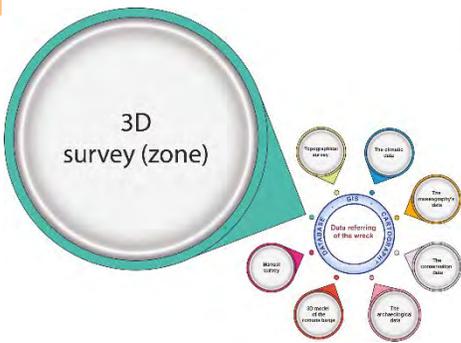
# Vérification de la mesure : photogrammétrie



	Levé tachéomètre 2018_12	Mesure sur facsimilé 2018_12
Tronçon T4-T5 (pt30-31)	0.0587	0.0584
Tronçon T8-T9 (pt 6-7)	00.1528	0.1520
Tronçon T9-T10 (pt 4-5)	<b>0.0231</b>	<b>0.0232</b>

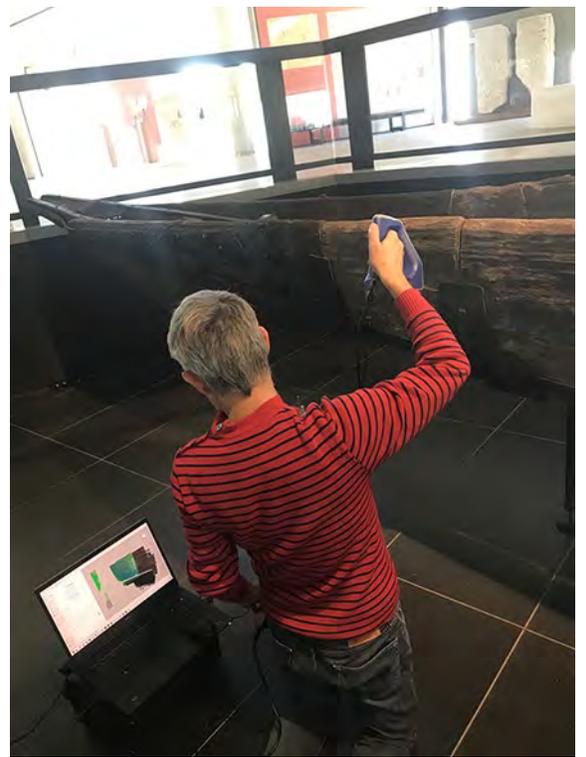
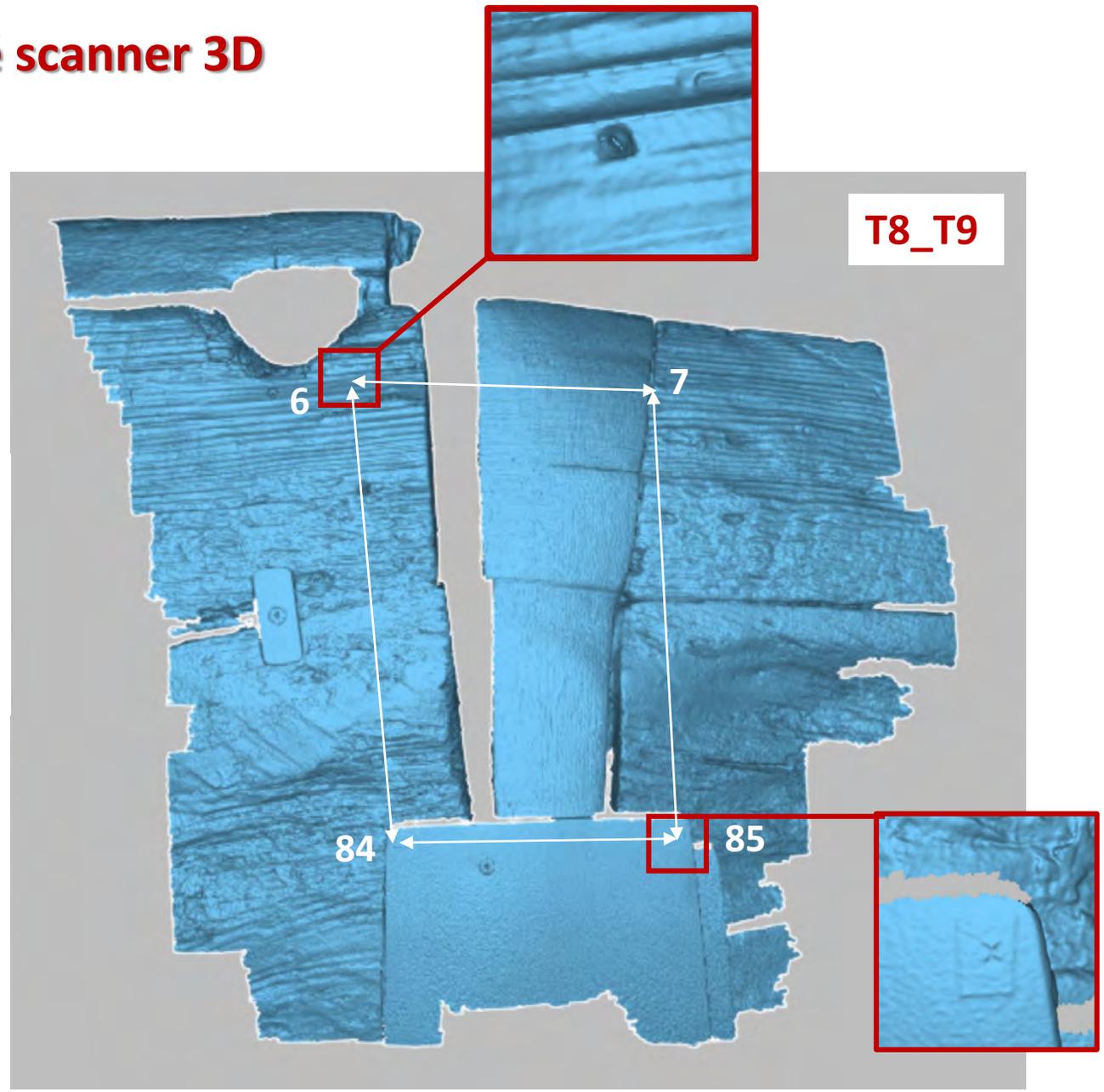


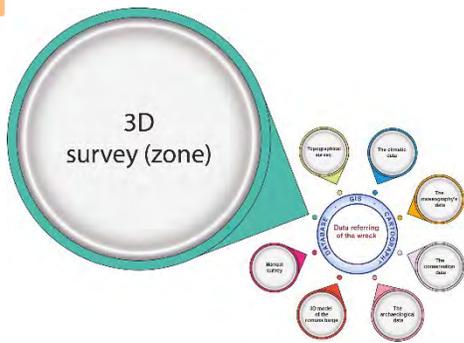
T9-T10



# Levé scanner 3D

**Scanner Artec : Spice Spider**  
 Précision 0,05 mm  
 Resolution 0,01 m





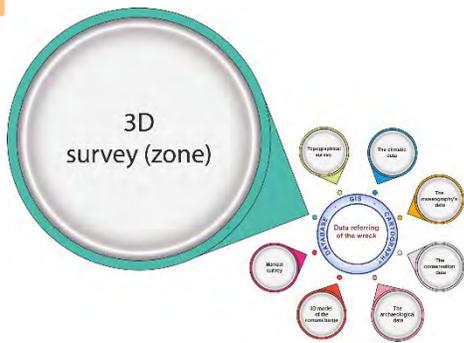
## Répétabilité de la mesure : outil mesure

Distance (mm)	T8_T9						
	dist-PT6_PT7	dist-PT84_PT85	dist_PT6_PT84	dist_PT7_PT85			
06_12_22_11h00	152,28	144,69	264,54	259,84	Spice Spider	valeur de référence	
06_12_22_11h15	152,28	indet	indet	259,84	Spice Spider		
Différence	0			0			

Distance (mm)	T10_T10av					
	dist-PT2_P3	dist-PT78_PT79	dist_PT2_PT78	dist_PT3_PT79		
06_12_22_11h00	32,1	84,78	91,53	87,37	Spice Spider	valeur de référence
06_12_22_11h15	32,1	84,59	91,13	87,14	Spice Spider	
Différence	0	0,19	0,4	0,23		

2 acquisitions simultanées : l'erreur de pointage est submillimétrique





# Répétabilité de la mesure : comparaison des modèles

T10\_T10av

06\_12\_22\_11h00

06\_12\_22\_11h40

Des différences submillimétriques

← **Distance Map** ×

Name  
Distance map 1

---

From 061222\_T10\_T10av\_10h27

To 161222\_T10\_T10av\_10h40

Search distance **1,00** mm

Recalculate

---

Mean:

Absolute distance **0,06890** mm

Absolute deviation **0,06844** mm

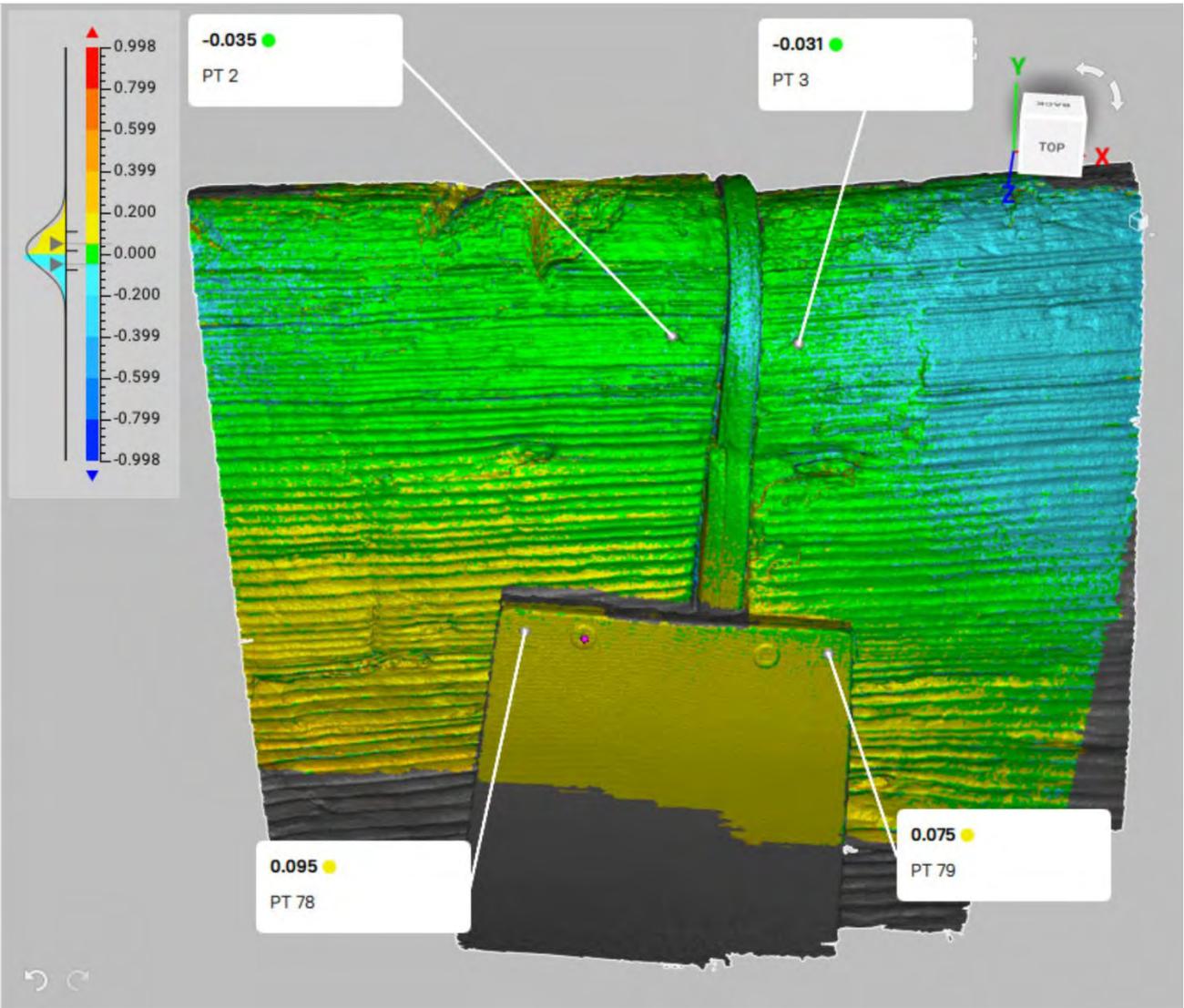
Signed distance **0,01532** mm

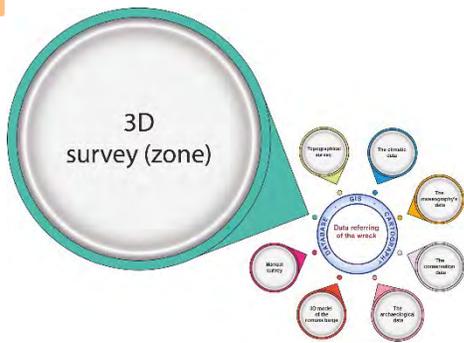
Root mean square **0,09256** mm

Error scale 0,998 mm

Tolerance check

Ctrl+click to add a note.





Distance (mm)	T8_T9						
	dist-PT6_PT7	dist-PT84_PT85	dist_PT6_PT84	dist_PT7_PT85			
06_12_22_11h00	152,28	144,69	264,54	259,84	Spice Spider	valeur de référence	
06_12_22_11h15	152,28	index	index	259,84	Spice Spider		
Différence	0			0			
06_12_22_15h20	152,5	144,79	264,72	259,76	Spice Spider		
Différence : 11h00_15h20	-0,22	-0,1	-0,18	0,08			
07_02_2023_17h20	152,43	144,67	261,1	257,41			
Différence	-0,15	0,02	3,44	2,43			

## Mesures scan 3D : 02-2023

- Deux mois plus tard :
- Mouvements longitudinaux inexistant
  - Mouvements transversaux légèrement plus marqués

**Distance Map** [X]

Name: Distance map 1

From: AR3\_T8\_T9\_2023\_0702 16h... 17

To: AR3\_T8\_T9\_2022\_12\_06\_11h00

Search distance: **2,00** mm

**Recalculate**

---

Mean:

Absolute distance: **0,78052** mm

Absolute deviation: **0,79635** mm

Signed distance: **0,33772** mm

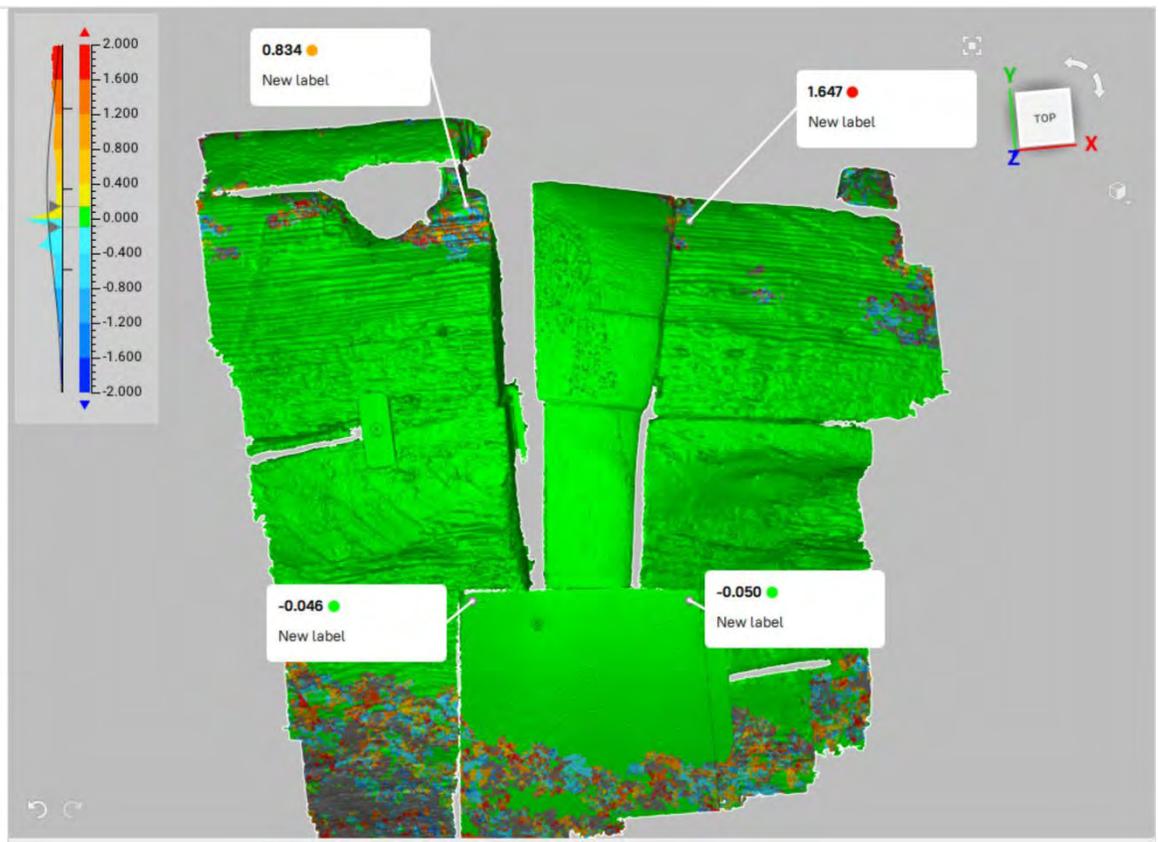
Root mean square: **0,92578** mm

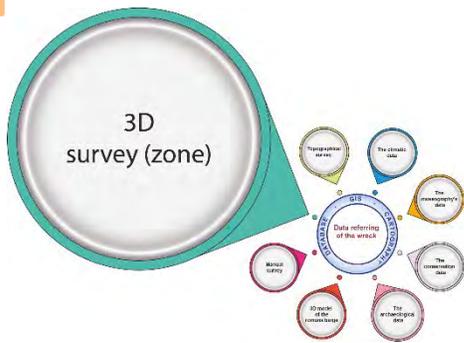
Error scale: 1,000 mm

Tolerance check:

Ctrl+click to add a note.

**Cancel** **Reset**





Distance (mm)	T10_T10av				Spice Spider	valeur de référence
	dist-PT2_P3	dist-PT78_PT79	dist_PT2_PT78	dist_PT3_PT79		
06_12_22_11h00	32,1	84,78	91,53	87,37		
06_12_22_11h15	32,1	84,59	91,19	87,14		
Différence	0	0,19	0,4	0,23		
06_12_22_15h40	31,63	84,58	91,17	87,74		
Différence	0,47	0,2	0,36	0,6		
07_02_2023_16h00	32,1	84,55	90,9	86,05		
Différence	0	0,23	0,63	1,32		

## Mesures scan 3D : 02-2023

Des différences submillimétriques

**Distance Map** [X]

Name: Distance map 1

From: 061222\_T10\_T10av\_10h27

To: 07022023\_T10\_T10av\_16h00

Search distance: 1,00 mm

---

Mean:

Absolute distance: 0,20530 mm

Absolute deviation: 0,20416 mm

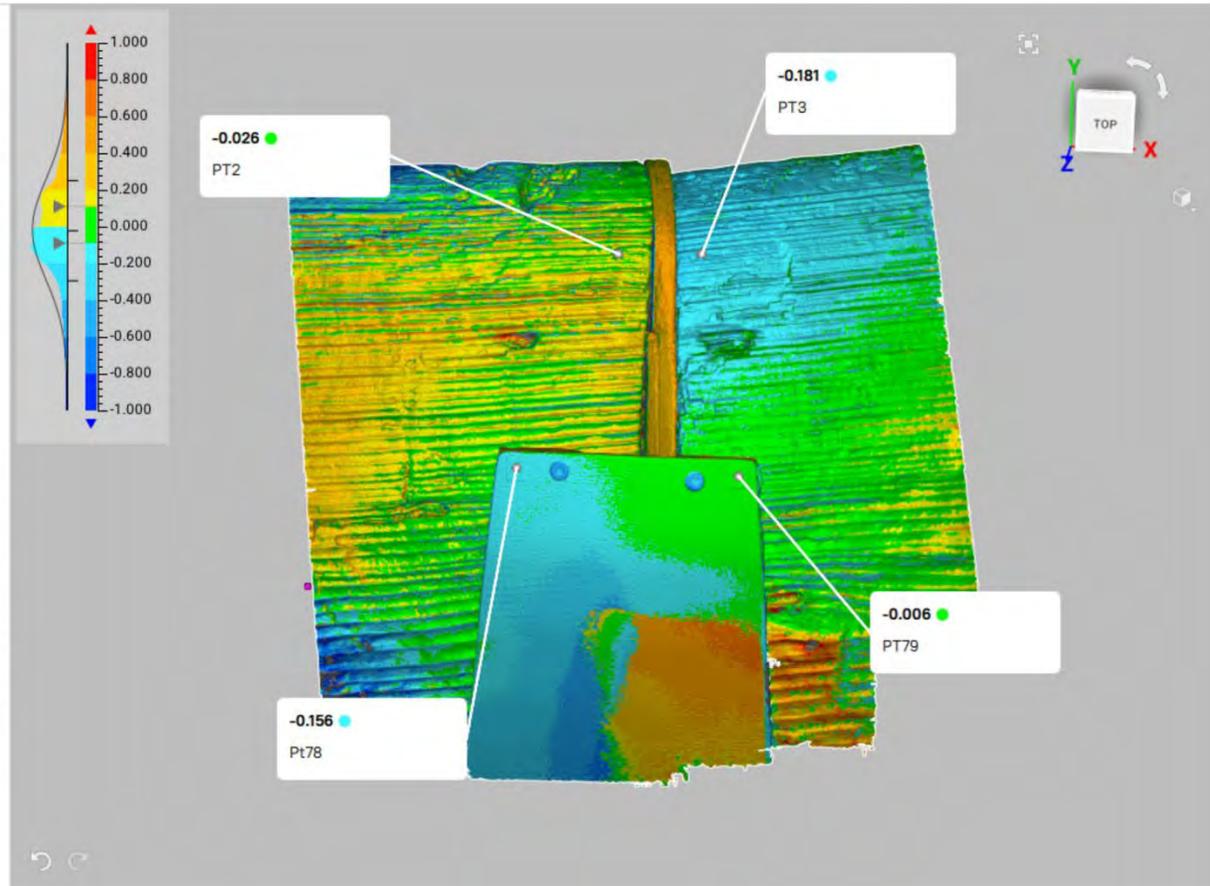
Signed distance: -0,02190 mm

Root mean square: 0,27267 mm

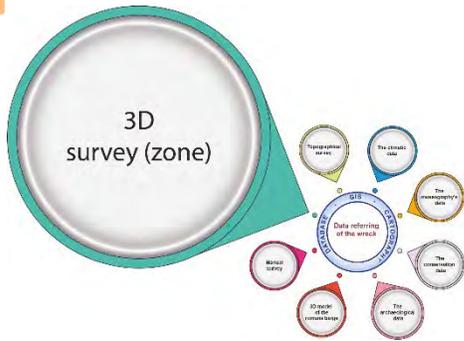
Error scale: 1,000 mm

Tolerance check:

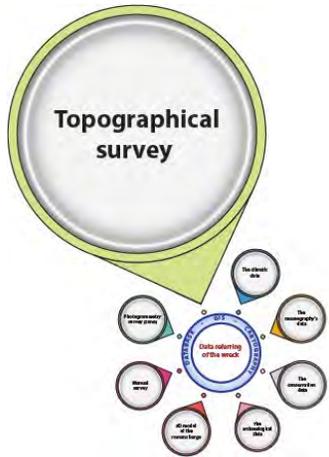
Ctrl+click to add a note.



# Comparaison : mesures tachéométriques et scan 3D



Distance (mm)	T8_T9					
	dist-PT6_PT7	dist-PT84_PT85	dist_PT6_PT84	dist_PT7_PT85		
06_12_22_11h00	152,28	144,69	264,54	259,84	Spice Spider	valeur de référence
06_12_2022	151	145	263,46	259,15	Tachéométrie	
Différence	<b>1,28</b>	-0,31	<b>1,08</b>	0,69		
07_02_2023_17h20	152,43	144,67	261,1	257,41	Spice Spider	
07_02_2023	153,1	144,9	262,69	259,25	Tachéométrie	
Différence	-0,67	-0,23	<b>-1,59</b>	<b>-1,84</b>		



Distance (mm)	T10_T10av					
	dist-PT2_P3	dist-PT78_PT79	dist_PT2_PT78	dist_PT3_PT79		
06_12_22_11h00	32,1	84,78	91,53	87,37	Spice Spider	valeur de référence
06_12_2022	31,8	84,3000	93,82	87,53	Tachéométrie	
Différence	0,3	0,48	<b>-2,29</b>	-0,16		
07_02_2023_16h00	32,1	84,55	90,9	86,05	Spice Spider	
07_02_2023	32	82,9	92,94	87,77	Tachéométrie	
Différence	0,1	<b>1,65</b>	<b>-2,04</b>	<b>-1,72</b>		

## **Conclusion :**

**Il semble que les principales déformations se sont produites entre 2013 (exposition) et 2015 (début de notre intervention).**

**A partir de 2015, année de mise en place du protocole de suivi on observe :**

**Une relative stabilité des points observés en Z avec ponctuellement des tendances à la baisse.**

**Des petits mouvements dans l'espace sont perceptibles mais ne dénotent pas de tendance fortes.**

**Les objectifs sont de finaliser l'application SIG développée afin de pouvoir agréger ces informations géométriques aux données climatiques aux autres informations liées aux constats d'état.**