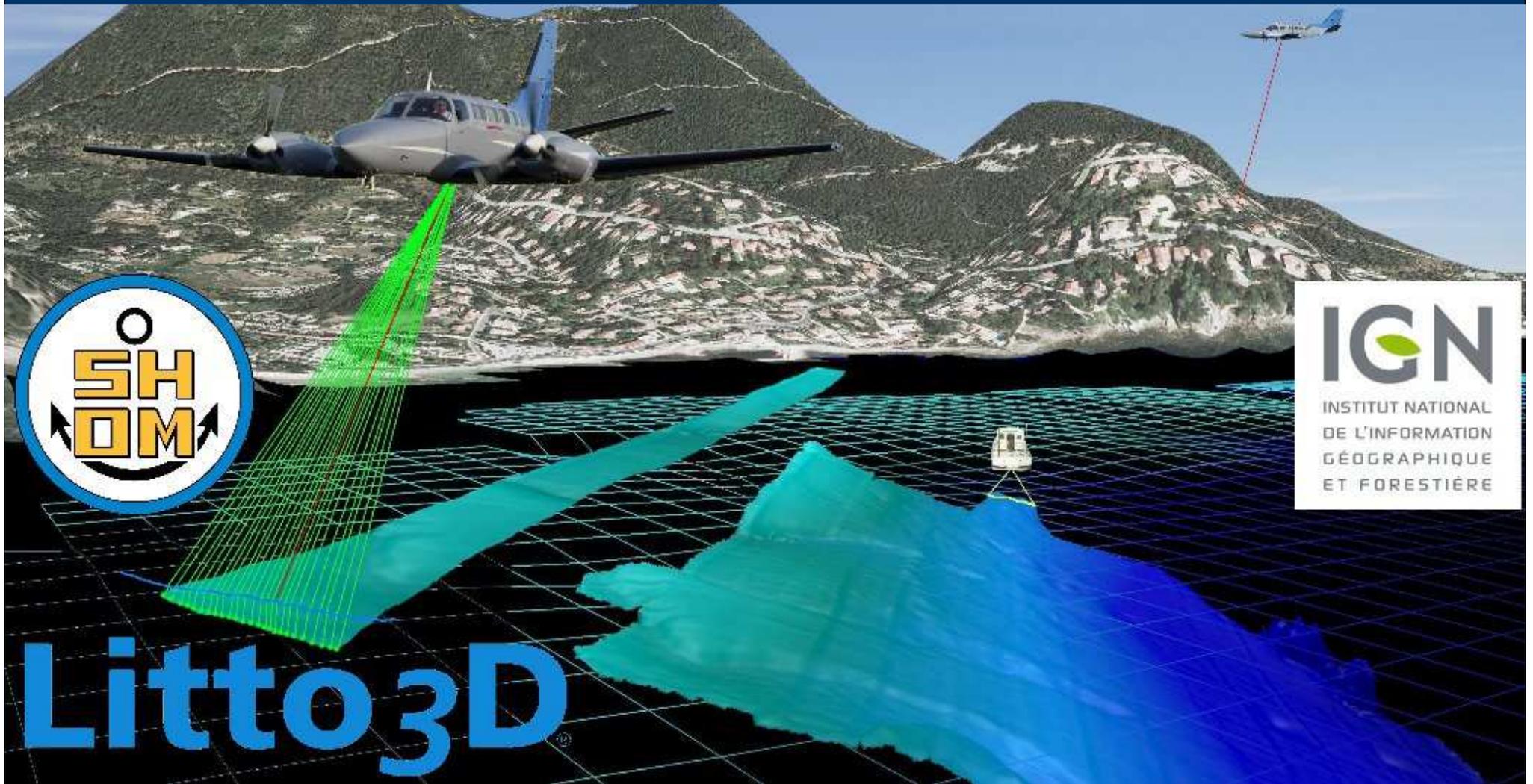


Séminaire national Litto3D®

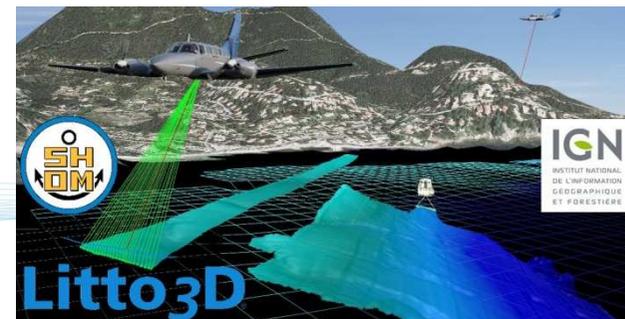
Apport récent des lasers topo-bathymétriques



Litto3D®

4 novembre 2015 – Aix-en-Provence

Sommaire



- **Etat des lieux du domaine technique**
- **Retour d'expérience du SHOM sur les lasers topo-bathymétriques**
- **Enjeux pour les futurs levés**

Etat des lieux du domaine technique

Deux évolutions récentes pour les lasers bathymétriques aéroportés :

1/ Apparition de lasers **topo-bathymétriques** aéroportés

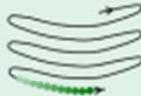
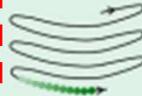
- Longueur d'onde verte ($\lambda = 532 \text{ nm}$) identique aux lasers bathymétriques
- Fréquence d'émission plus importante => densité de points plus importante
- Puissance d'émission plus faible => extinction laser à plus faible profondeur

2/ Amélioration des performances **en zone turbide**

- **Software** : amélioration des performances de détection en zone turbide grâce à des algorithmes dédiés

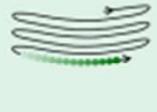
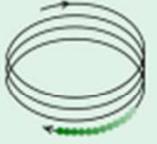
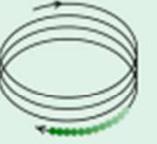
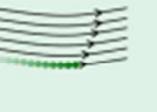
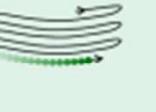
Article de référence :

Quadros, N. [2013], *Unlocking the characteristics of bathymetric lidar sensors*, LiDAR Magazine, Vol. 3 No. 6

	Fugro LADS Mk3	Optech SHOALS 3000	Optech SHOALS 1000T	Optech CZMIL	Optech ALTM Aquarius
Typical Sensor Environment	Bathy	Bathy	Bathy	Topo-Bathy	Topo-Bathy
Origin	Australia	Canada	Canada	Canada	Canada
Year Released	2011	2010	2005	2011	2011
Still in Production	Yes	No	No	Yes	Yes
Laser Wavelength/s	Green 532nm	Green 532nm Infra-Red 1064nm	Green 532nm Infra-Red 1064nm	Green 532nm Infra-Red 1064nm	Green 532nm
Scan Pattern Diagram (Not to Scale)					
Scan Shape	Rectilinear	Circular Arc	Circular Arc	Circular	Elliptic Arc
Scan Direction and Angle From Nadir	Fwd up to 8°	Fwd 22°	Fwd 20°	Fwd and Aft 20°	Fwd 7°
Scan Method	Oscillating Mirror	Oscillating Mirror	Oscillating Mirror	Rotating Prisms	Oscillating Mirror
Laser Energy Per Pulse (Green 532nm)	7mJ	4mJ	4mJ	3mJ	0.1mJ
Pulse Duration	6.5ns	5ns	5ns	2.0–2.2ns	7ns
Peak Measurement Frequency	1.5kHz@532	3kHz@532	1kHz@532	10kHz@532 70kHz@1064	33–70kHz@532
532nm Nominal Footprint Diameter @ Water Surface (1/e ²)	3m	2m	2m	2.4m	0.3–0.6m @ AGL Below
Nominal Flying Height	400–915m AGL	300–400m AGL	300–400m AGL	400–800m AGL	300–600m AGL
Swath Width (as a function of point spacing or altitude)	585m@8x5m 360m@5x5m 125m@2.5x2.5m	160m@2x2m 300m@3x3m	60m@2x2m 130m@3x3m	291m@400m AGL 582m@800m AGL	up to 0.93 x AGL
Typical Bathymetric Point Spacings	2x2m–8x5m	2x2m–5x5m	2x2m–5x5m	2x2m (Deep) 0.7x0.7m (Shallow)	0.4x0.4m–1x1m
Maximum Depth	~80m 2.5–3 x Secchi depth	~50m 2–2.5 x Secchi depth	~50m 2–2.5 x Secchi depth	~60m 2.5–3 x Secchi depth	~20m 1 x Secchi depth
Minimum Depth	The minimum water depth of most systems has improved substantially in recent years.				
Vertical Accuracy	All LiDAR systems have the capability to meet the required IHO accuracy standards.				

Légende :

-  bathy, utilisé par SHOM
-  bathy, utilisé par SHOM et récent
-  topo-bathy, utilisé par SHOM

AHAB HawkEye IIB	AHAB HawkEye III	AHAB Chiroptera	Riegl VQ-820-G	USGS EAARL-B	NASA EAARL
Bathy	Bathy/Topo-Bathy	Topo-Bathy	Topo-Bathy	Topo-Bathy	Topo-Bathy
Sweden	Sweden	Sweden	Austria	USA	USA
2009	2013	2012	2011	2012	2001
No	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Green 532nm Infra-Red 1064nm	Green 532nm x 2 (Deep and Shallow) Infra-Red 1064nm	Green 532nm Infra-Red 1064nm	Green 532nm	Green 532nm	Green 532nm
					
Elliptic Arc	Elliptical	Elliptical	Elliptic Arc	Elliptic Arc	Elliptic Arc
Fwd 20°	Fwd and Aft 14° Sideways 20°	Fwd and Aft 14° Sideways 20°	Fwd or Aft 20°	Fwd 5° Sideways 22°	Fwd 5° Sideways 22°
Oscillating Mirror	Palmer Scanner	Palmer Scanner	Rotating Multi-Facet Mirror	Oscillating Raster Scanner	Oscillating Raster Scanner
3mJ	3mJ Deep (D) 0.1mJ Shallow (S)	0.1 mJ	0.02mJ	0.4mJ 0.13mJ per beam	0.08mJ
4ns	4ns (D) 2.5ns (S)	4ns	1.2ns	0.85ns	1.2ns
4kHz@532 128kHz@1064	10kHz@532 (D) 35kHz@532 (S) 400kHz@1064	36kHz@532 400kHz@1064	Up to 512kHz@532	15kHz or 30kHz	5kHz
6m	3m (D) 1.5m (S)	1.5m	0.6m @ AGL Below	0.3m per beamlet, 1.6m apart	0.2m
250–500m AGL	400–1000m AGL	250–600m AGL	Nominal 600m AGL	Nominal 300m AGL	300–400m AGL
160m–260m @400m AGL 100m@250m AGL	290m@400m AGL 730m@1000m AGL	300m @400m AGL	400m	230m @300m AGL	230m @300m AGL
0.5x0.5m– 3.5x3.5m	1.7x1.7–3.3x3.3m (D) 0.4x0.4–0.8x0.8m (S)	0.4x0.4m–1 x 1m	0.2x0.2m–0.8x0.8m	1.5 x 1.5m	2 x 3m
~50m 2–3 x Secchi depth	~50m 2–3 x Secchi depth	~20m 1 x Secchi depth	~10m 1 x Secchi depth	~27m 1.5–2.5 x Secchi depth	~27m 1.5–2.5 x Secchi depth

Légende :

 bathy, utilisé par SHOM

 bathy, utilisé par SHOM et récent

 topo-bathy, utilisé par SHOM

Nota :

- Apparition de l'industriel RIEGL (bien connu en topographie pure)
- Pattern elliptique ⇒ double illumination

The minimum depth is now less than 0.2m for most sensors.

Vertical accuracy is dependent on survey design and processing.

4 novembre 2015



Retours d'expérience sur les lasers topo-bathymétriques

Emploi par le SHOM de ce type de lasers :

- **Février 2012 – juillet 2013** : emploi du RIEGL VQ-820-G (en combinaison du LADS mk3) pour le levé Litto3D® Finistère-PACA,
- **Mai 2013** : essai du Chiroptera dans le Golfe de Saint-Tropez et le long des côtes normandes (Courseulles, estuaire de la Seine)
- **Octobre 2014** : emploi du HawkEye III (incluant un Chiroptera) pour le levé partie maritime Litto3D® Languedoc-Roussillon
- **Avril 2015** : étude de faisabilité avec le HawkEye III (incluant un Chiroptera) en Normandie-Picardie (Chausey, baie des Veys, Courseulles, Deauville, baie de Somme)
- **Juin 2015** : emploi du RIEGL VQ-820-G (en combinaison du LADS mk3) pour le levé Lidar Polynésie française (Tahiti, Moorea, Bora Bora)



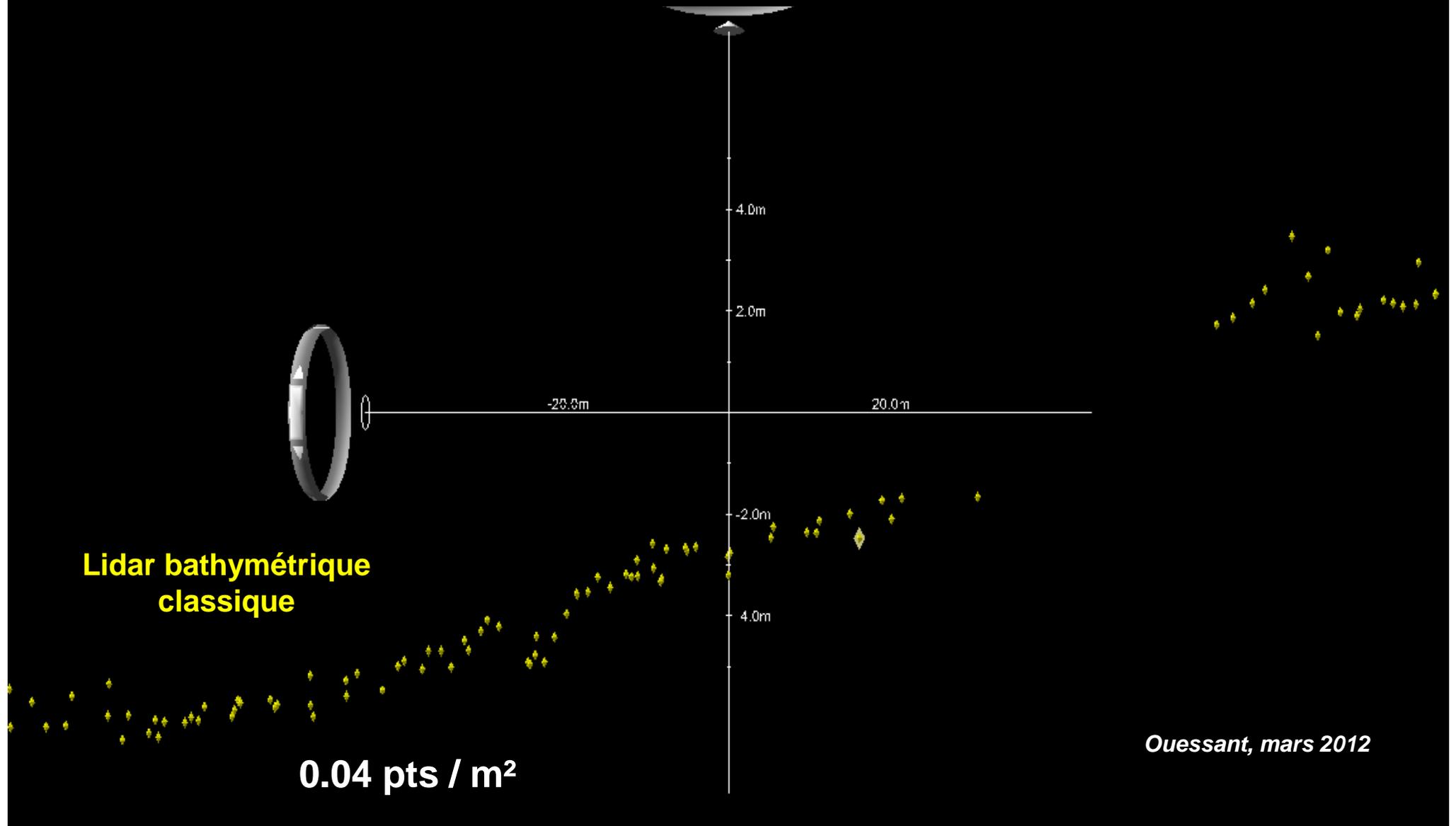
Retours d'expérience du SHOM : un 1^{er} laser topo-bathymétrique

RIEGL VQ-820-G (Autriche)

- En Méditerranée : $\mu=5\text{m}$, $\text{max}=12\text{m}$ (exceptionnellement),
- En Finistère : $\mu=5\text{-}6\text{m}$, $\text{max}=10\text{m}$ sur côte rocheuse, mais attention, $\text{min}=1\text{-}2\text{m}$ en zone plus turbide
- Très petits fonds (Very Shallow Water) : excellent complément d'un laser bathy type LADS
- Difficulté avec les changements d'albédo : détection plus faible si alternance de fonds clairs (sable blanc) et sombres (posidonies, roches noires)
- Outil de traitement (RiProcess) a progressivement fait l'objet d'améliorations : réfraction, surface d'eau automatique

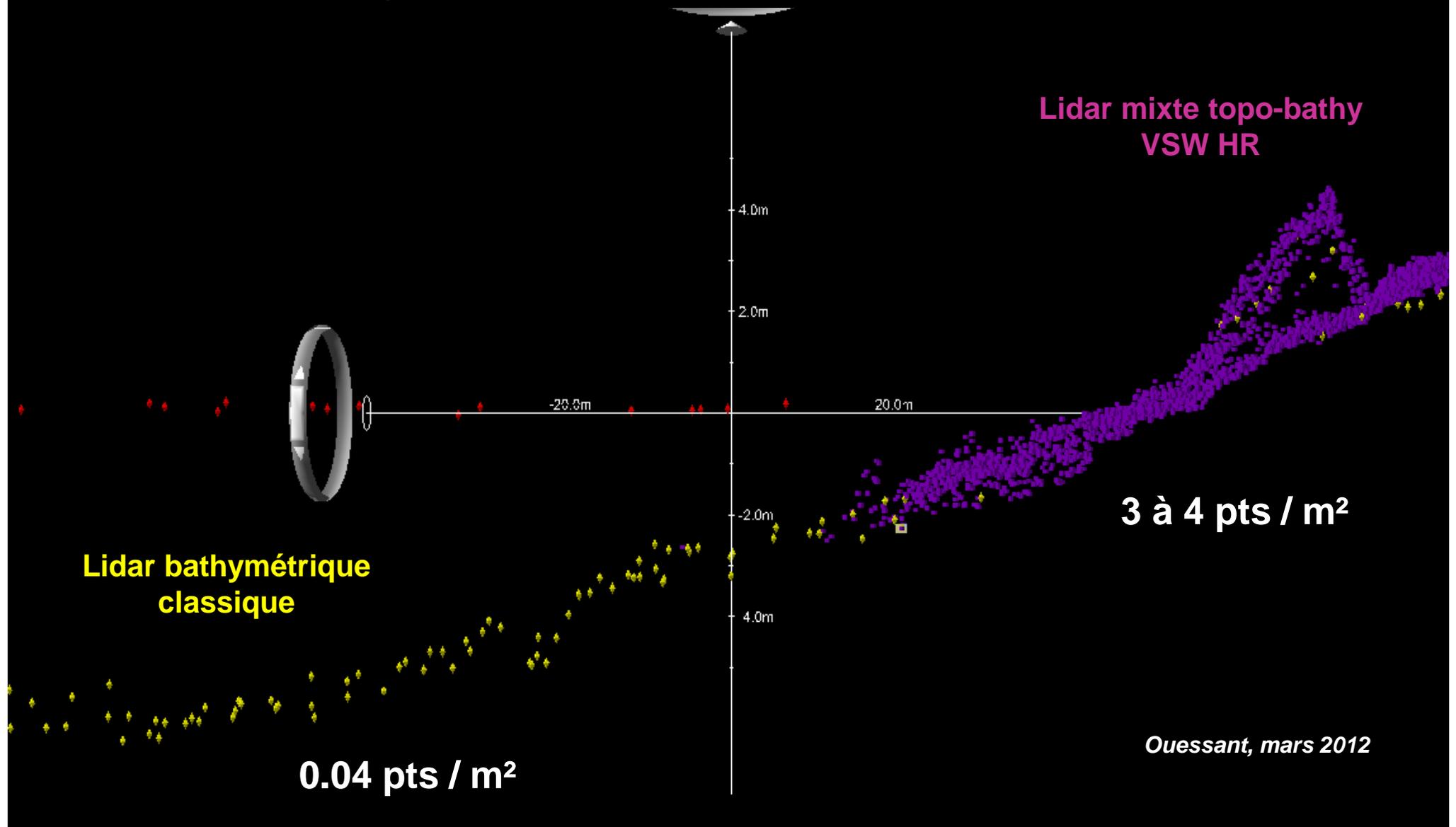
RIEGL VQ-820-G en complément d'un LADS mk3

Evolution technologique : laser mixte topo-bathymétrique à haute résolution

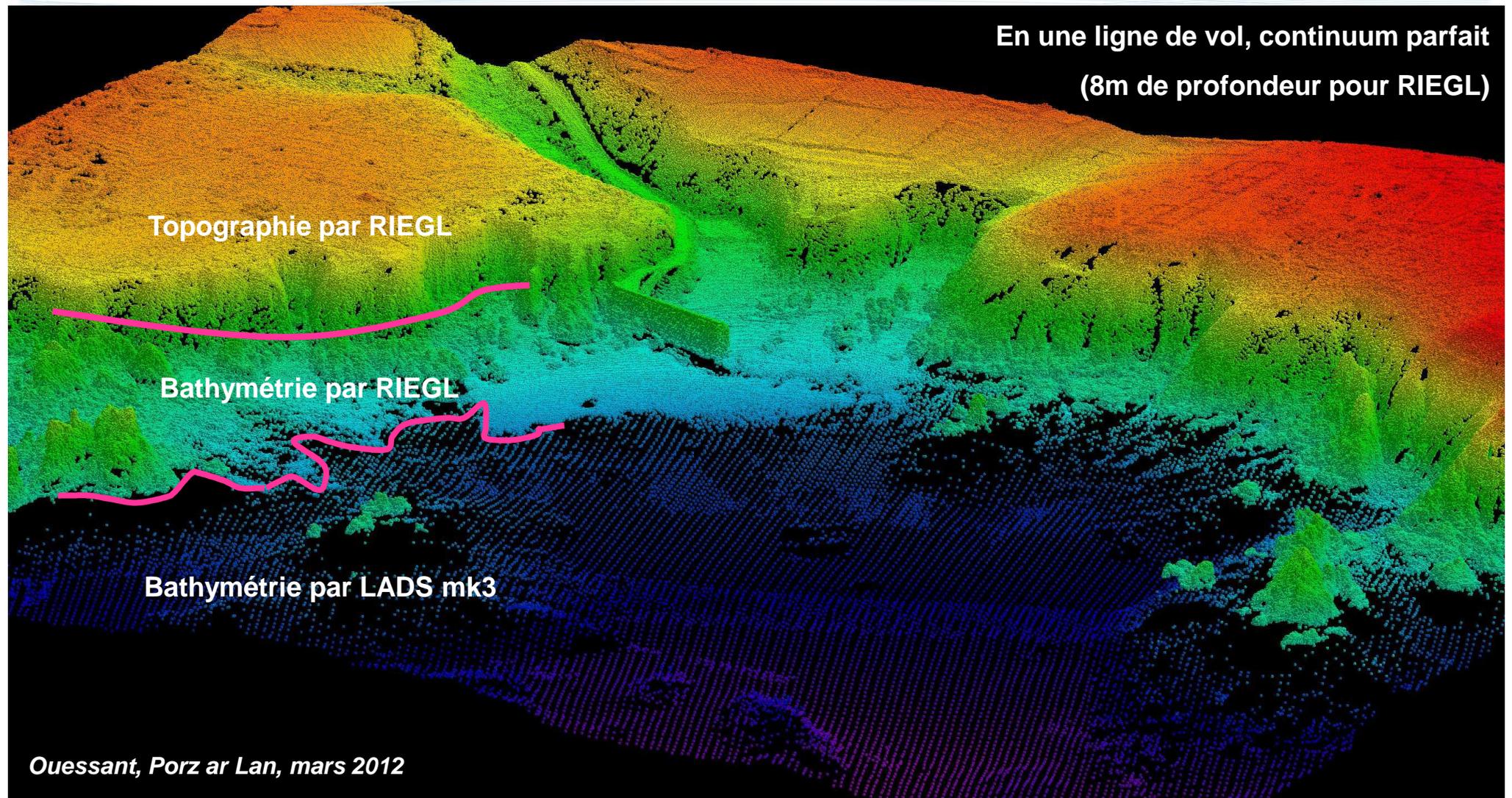


RIEGL VQ-820-G en complément d'un LADS mk3

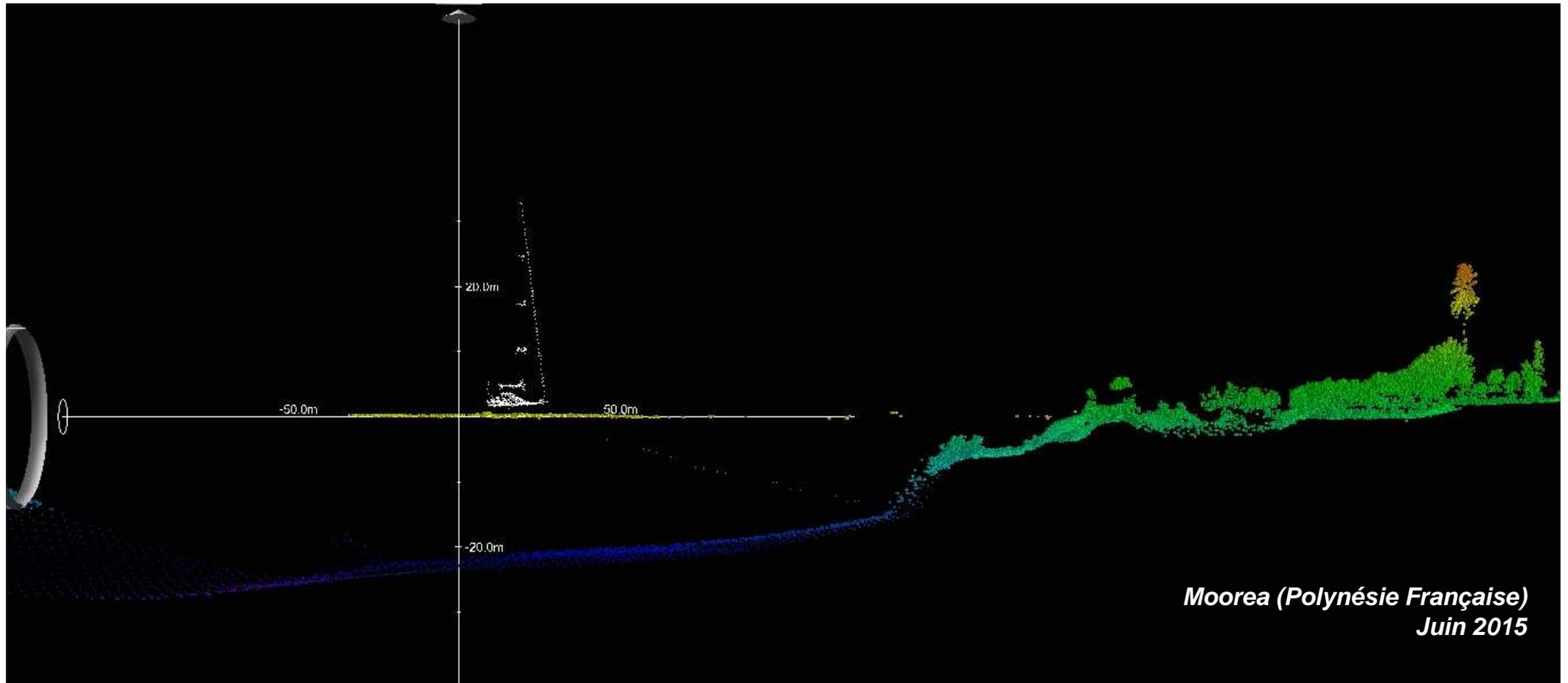
Evolution technologique : laser mixte topo-bathymétrique à haute résolution



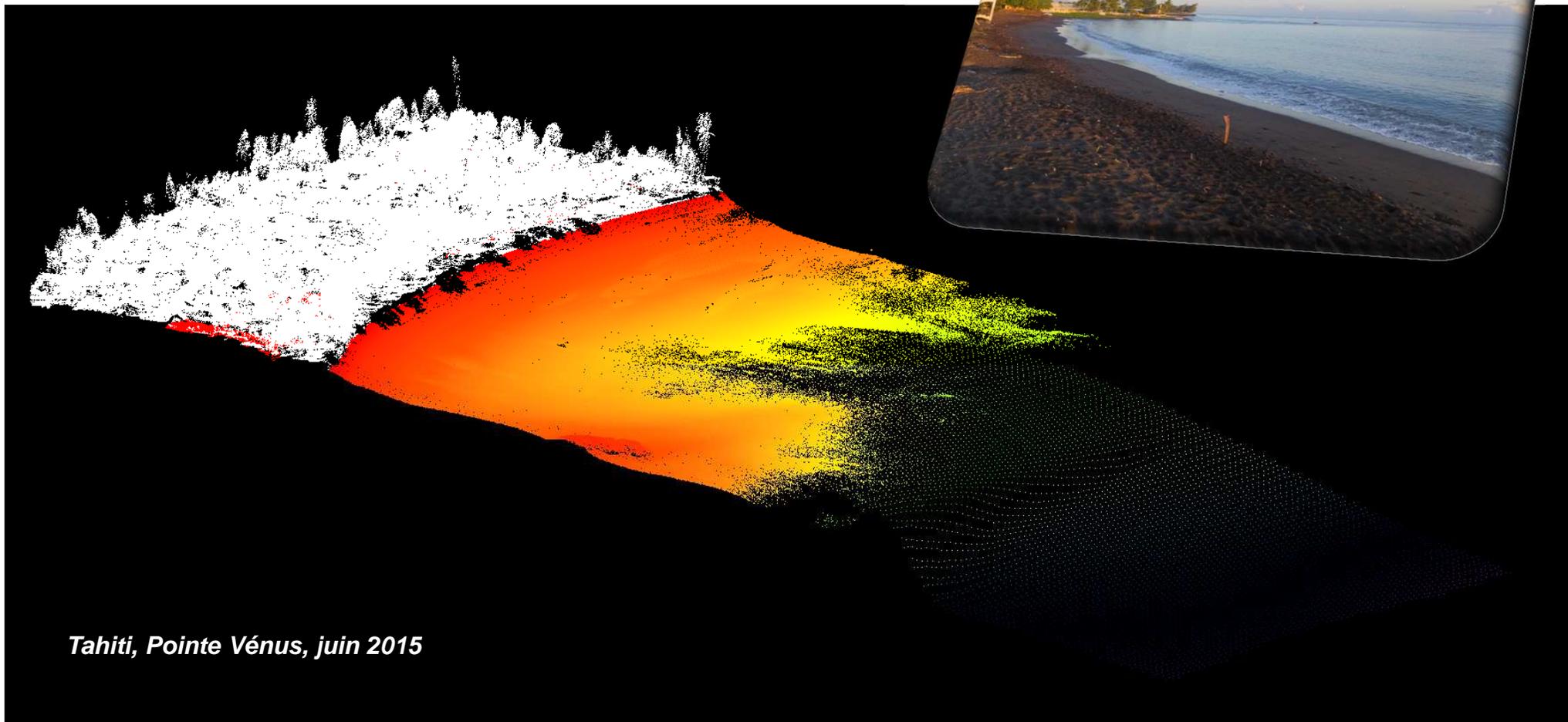
RIEGL VQ-820-G : continuité terre-mer



RIEGL VQ-820-G : continuité terre-mer



RIEGL VQ-820-G : si albedo sombre continu => détection



Retours d'expérience du SHOM : un 2^e laser topo-bathymétrique

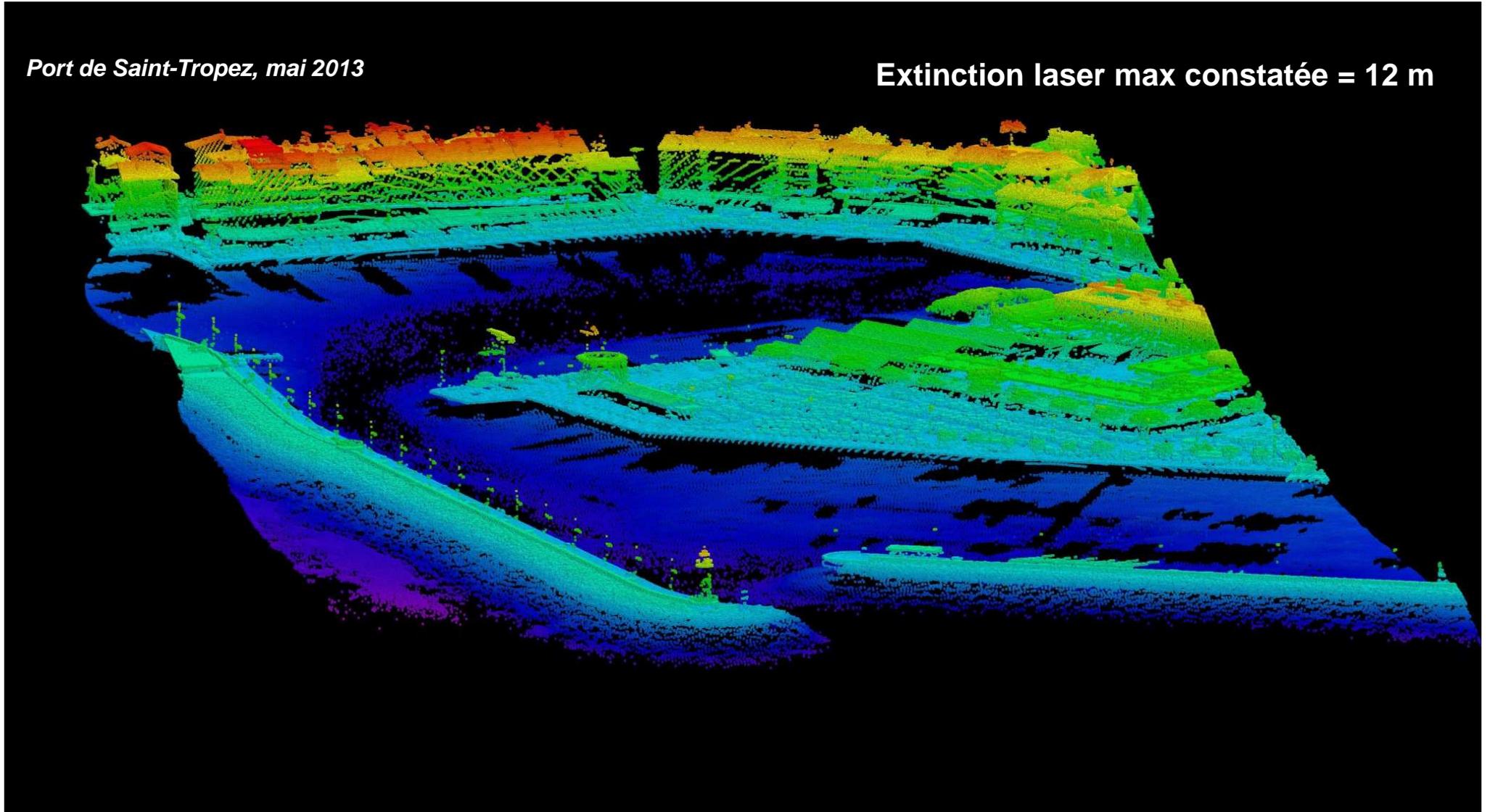
AHAB-Leica Chiroptera (Suède)

- En Méditerranée : $\mu=10\text{m}$, $\text{max}=13\text{m}$ (exceptionnellement),
- Modularité des lasers AHAB :
 - Dual DragonEye = double tête laser topographique IR
 - Chiroptera = DragonEye (simple tête laser topographique IR) + shallow channel green
 - HawkEye III = Chiroptera + deep channel green
- Sur la voie topo (longueur d'onde IR, $\lambda = 1064 \text{ nm}$), $f_{\text{IR}}=500\text{kHz}$ (*anciennement 400kHz*) => détection très fine
- Capacité de détection malgré turbidité :
 - Épisodes cévenoles en octobre 2014 lors du levé Languedoc-Rousillon
 - Etude de faisabilité ROLNP concluante

AHAB Chiroptera : continuité terre-mer

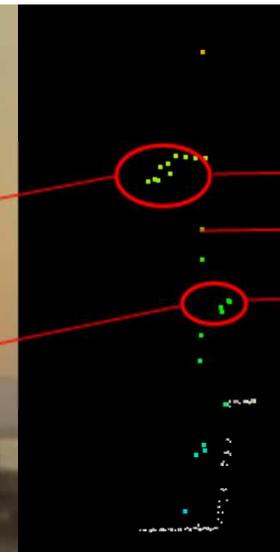
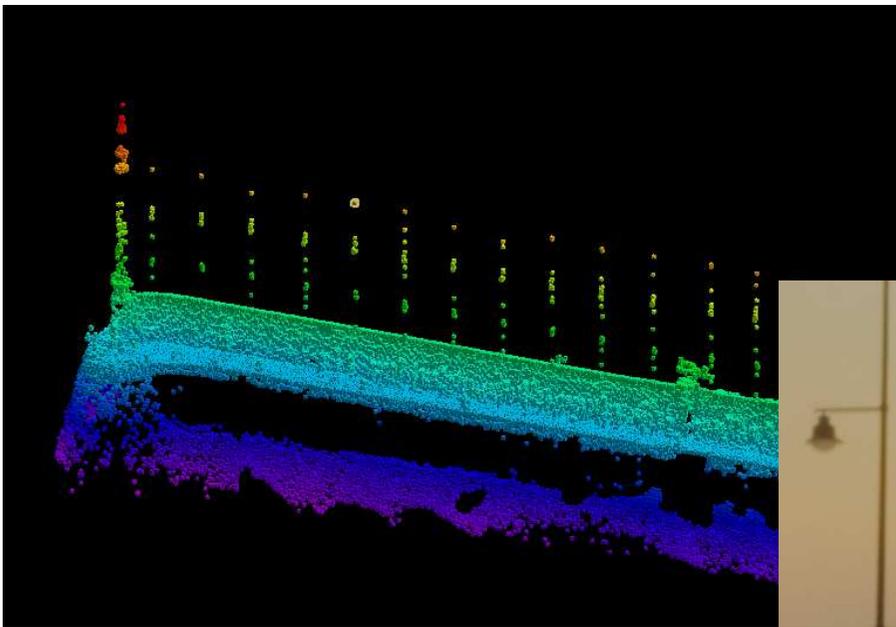
Port de Saint-Tropez, mai 2013

Extinction laser max constatée = 12 m



AHAB Chiroptera : capacité topographique

Lors du levé bathymétrique, la topographie est également acquise de manière très précise.



Lampe sup. ~ 10 points

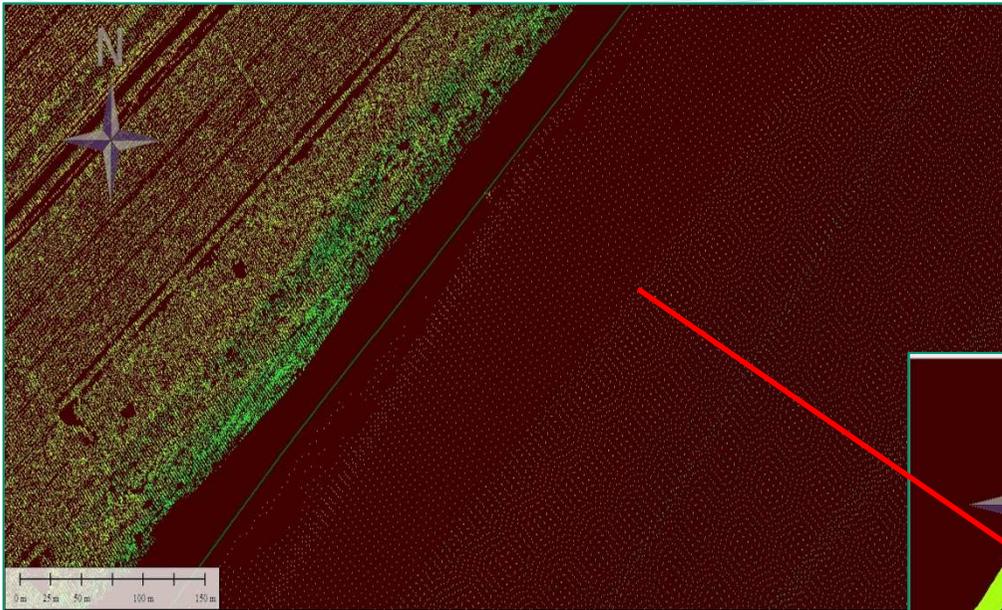
Poteau ~ 8 points

Lampe inf. ~ 4 points

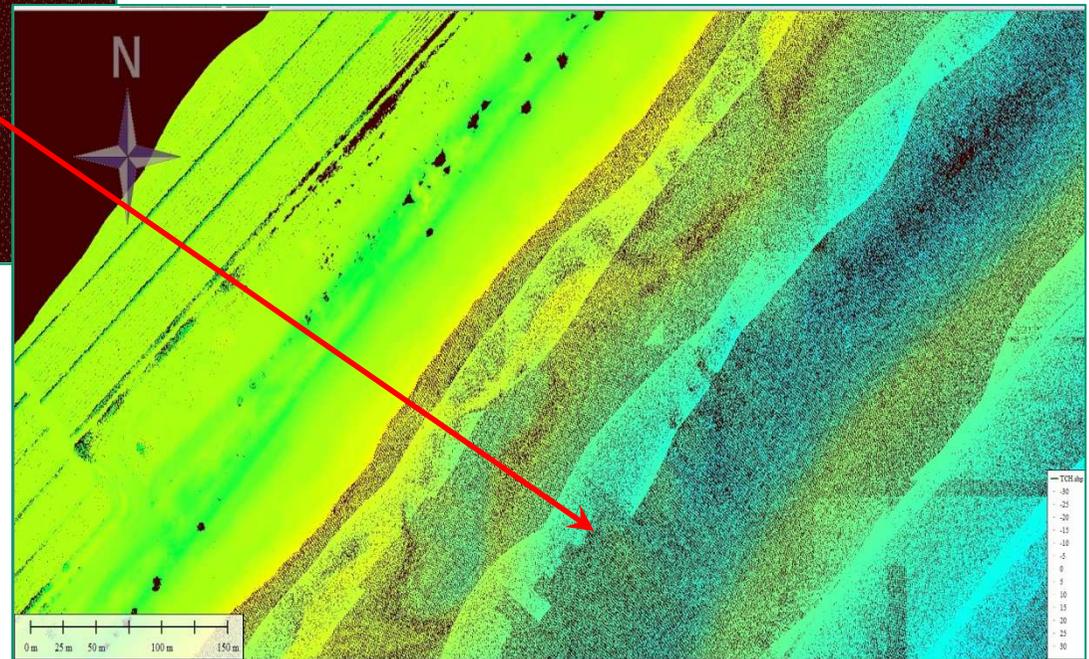
AHAB Chiroptera : densité, résolution

La densité de points en mer a considérablement augmenté => la description géomorphologique est plus complète et précise.

Levé LR 2014 : 3 - 4 pts / m²



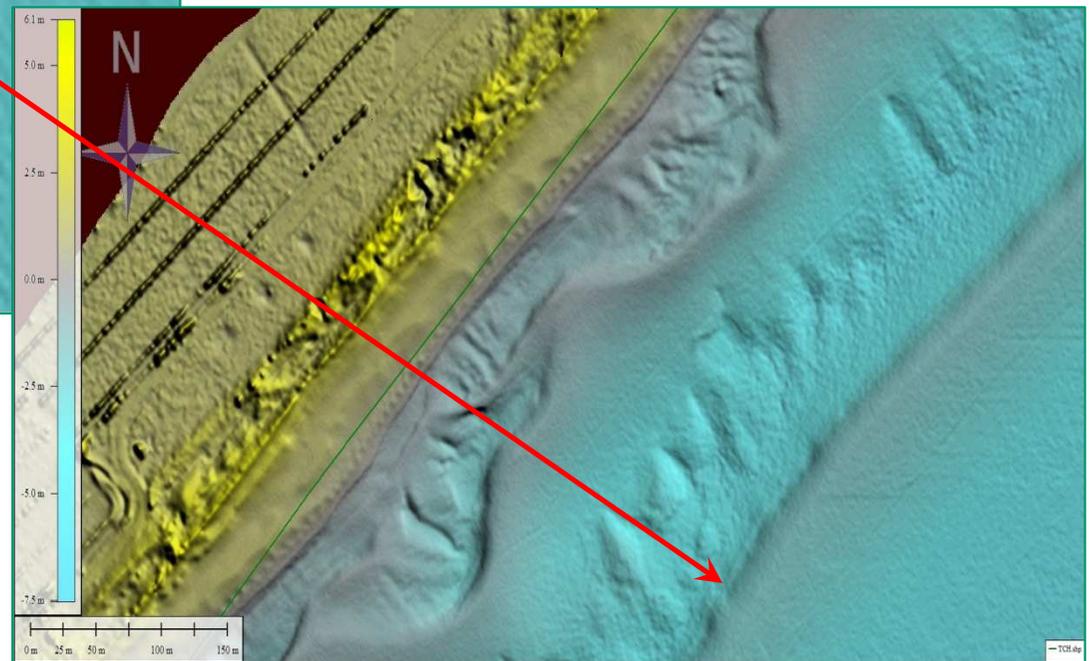
Levé LR 2009 : 0.05 pts / m²



AHAB Chiroptera : densité, résolution

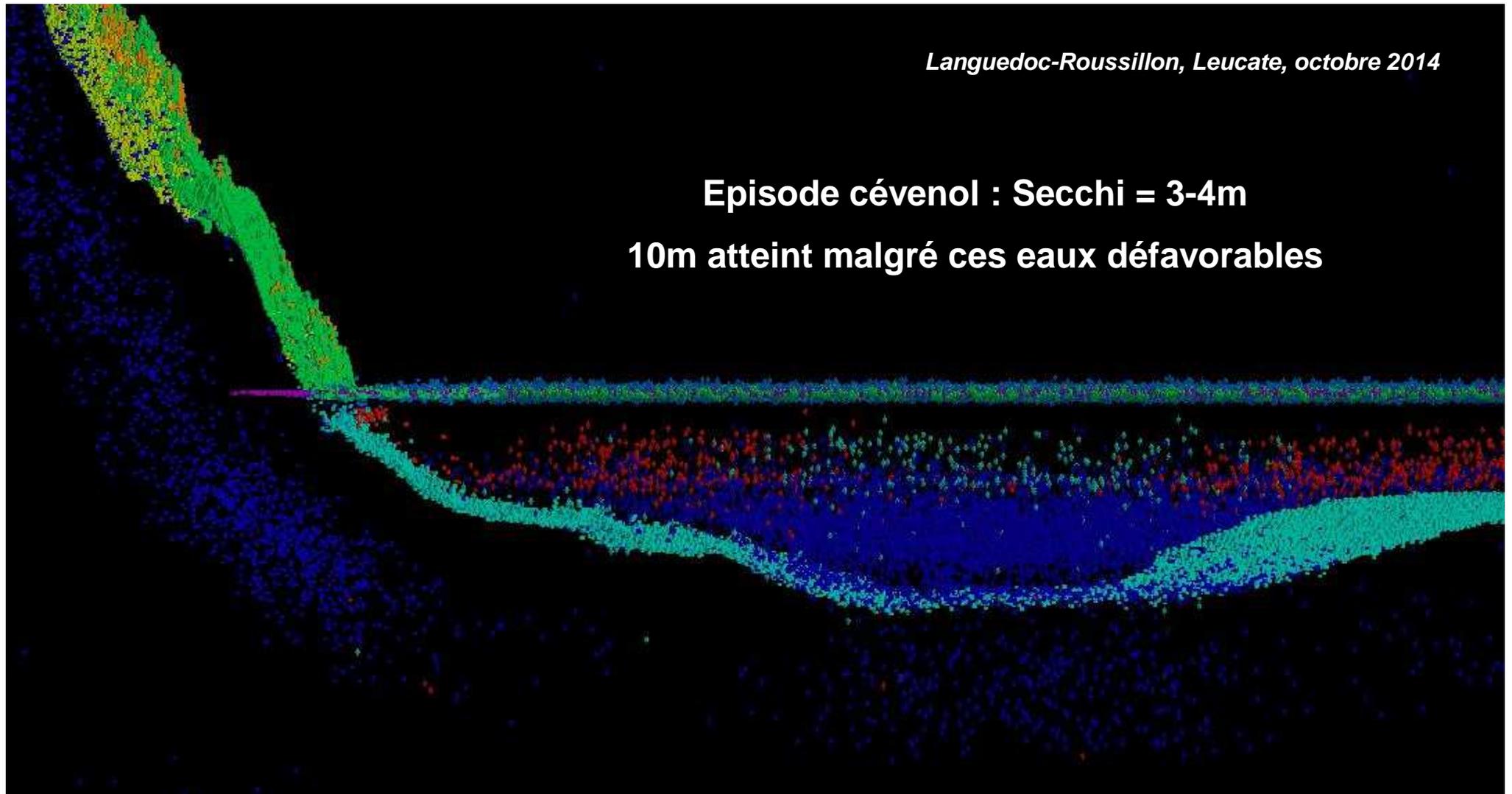


Levé LR 2014 : MNT 1m

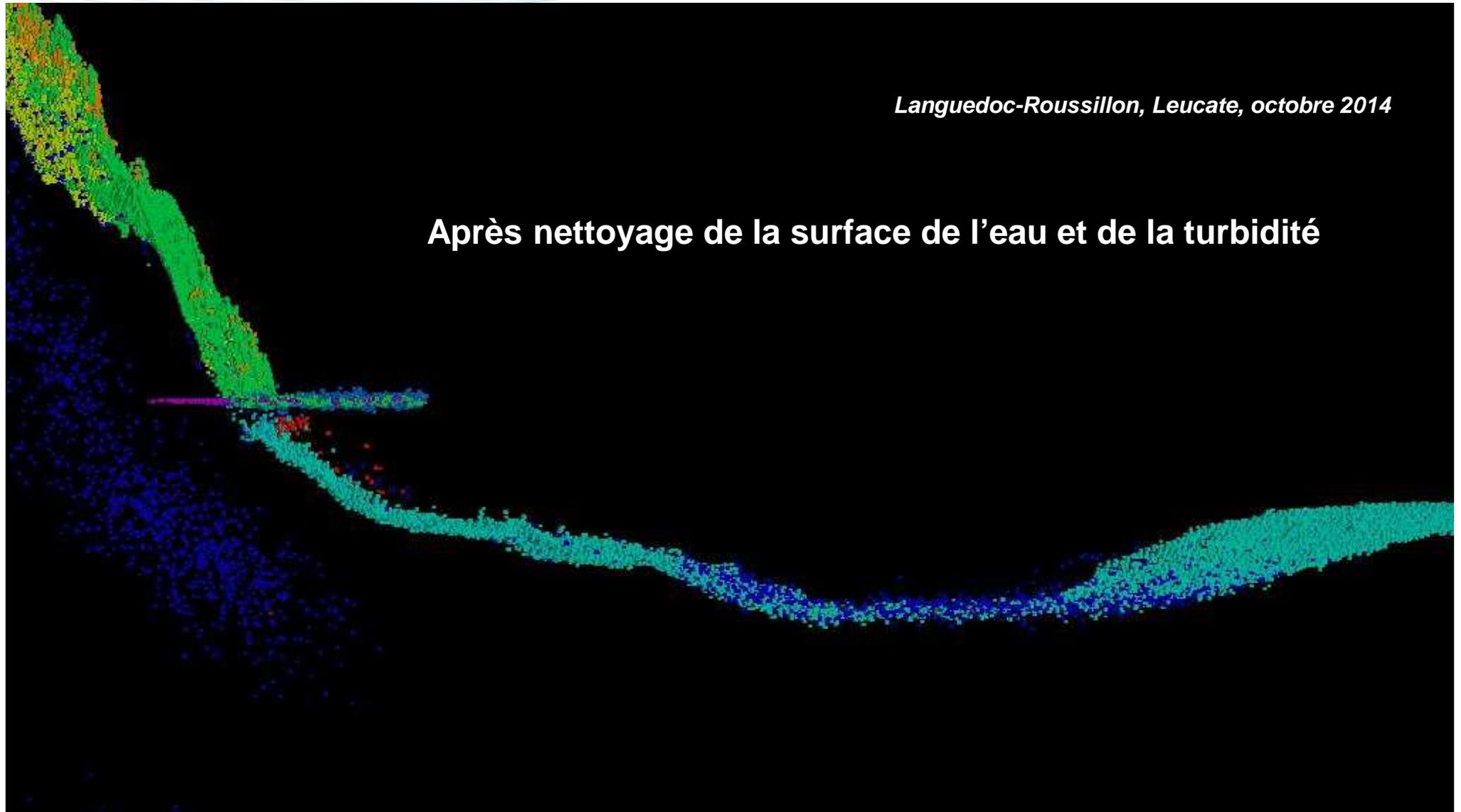


Levé LR 2009 : MNT 5m

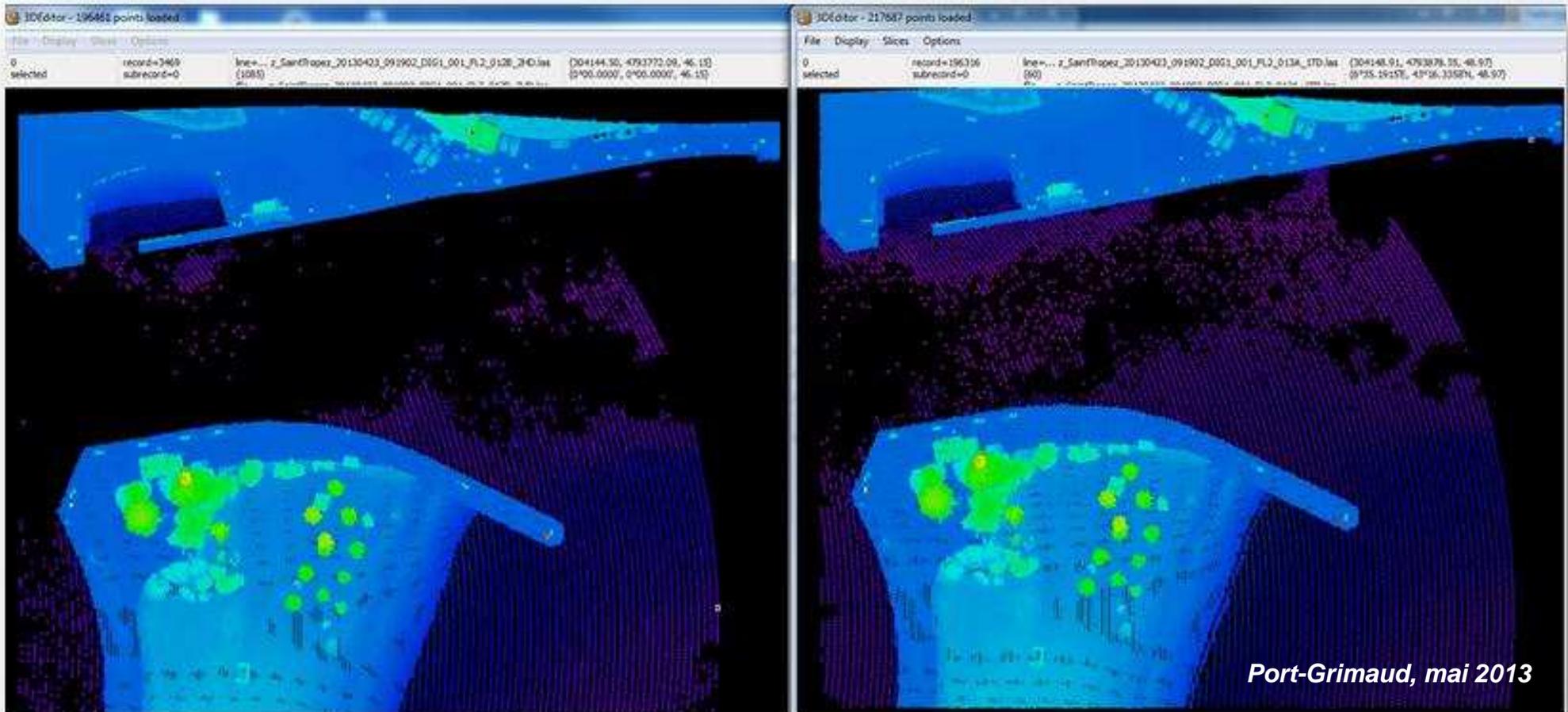
AHAB HawkEye III : détection malgré turbidité



AHAB HawkEye III : détection malgré turbidité



Amélioration en zone turbide : logiciel

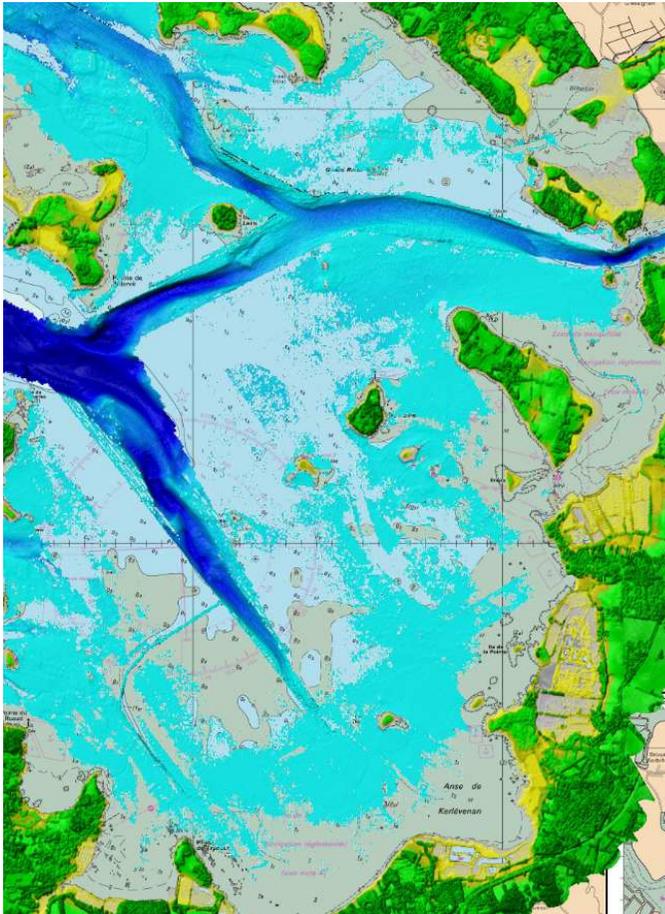


Traitement initial

Traitement avec WMA
(Water-Mud Algorithm)

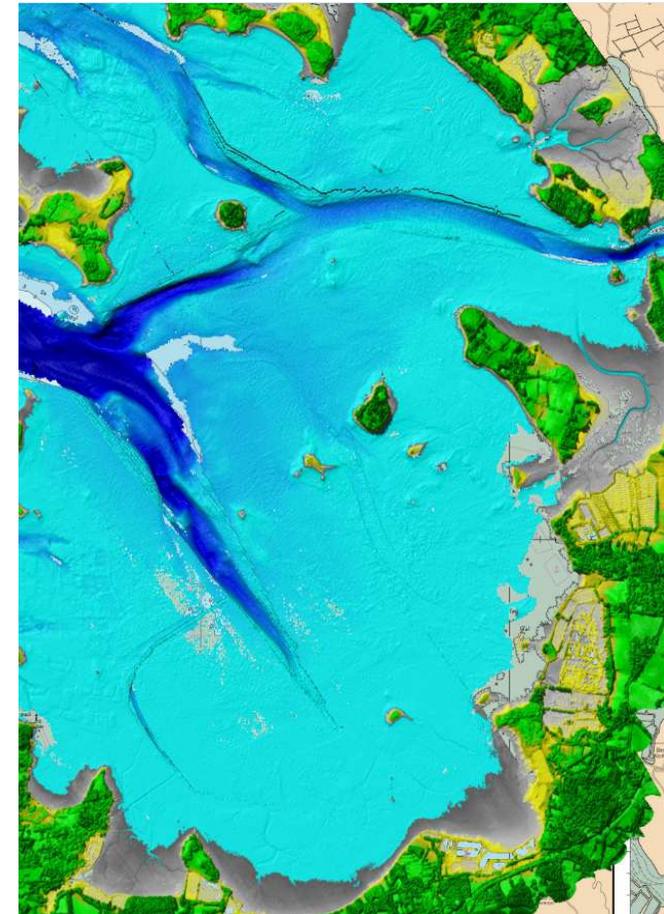
Amélioration en zone turbide : logiciel

Optech : algorithme Very Shallow Water



Données 2005 / Traitement 2005

Golfe du Morbihan
Données SHOALS



Données 2005 / Traitement 2010

Enjeux pour les levés

1/ Utilisation systématique de ce capteur de complément sur tout levé Litto3D® partie maritime

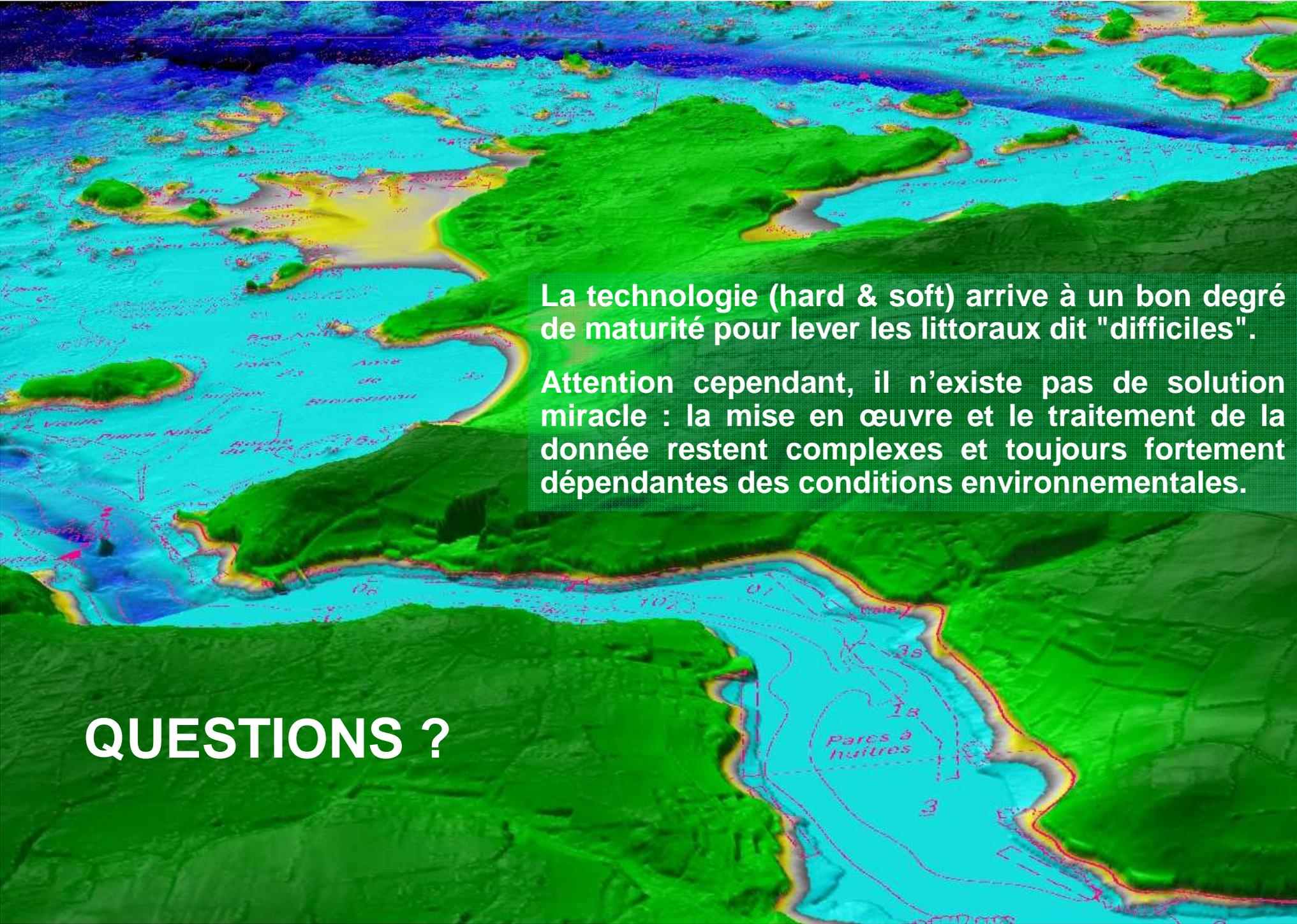
Meilleure prise de décision (densité de points) mais allongement de la durée de traitement
Meilleure description des petits fonds

2/ Fusion de données terre-mer (IGN-SHOM) décalée de l'estran vers l'arrière dune

Profil de plage en continuité avec la bathymétrie : continuum parfait

3/ Ouverture aux zones de levé considérées impossibles par laser aéroporté

Possibilité de levé sur les zones manquantes Litto3D® de la façade Manche-Atlantique
Couche d'eau fine sur de grandes surfaces (étangs, rivières etc.)



La technologie (hard & soft) arrive à un bon degré de maturité pour lever les littoraux dit "difficiles".

Attention cependant, il n'existe pas de solution miracle : la mise en œuvre et le traitement de la donnée restent complexes et toujours fortement dépendantes des conditions environnementales.

QUESTIONS ?