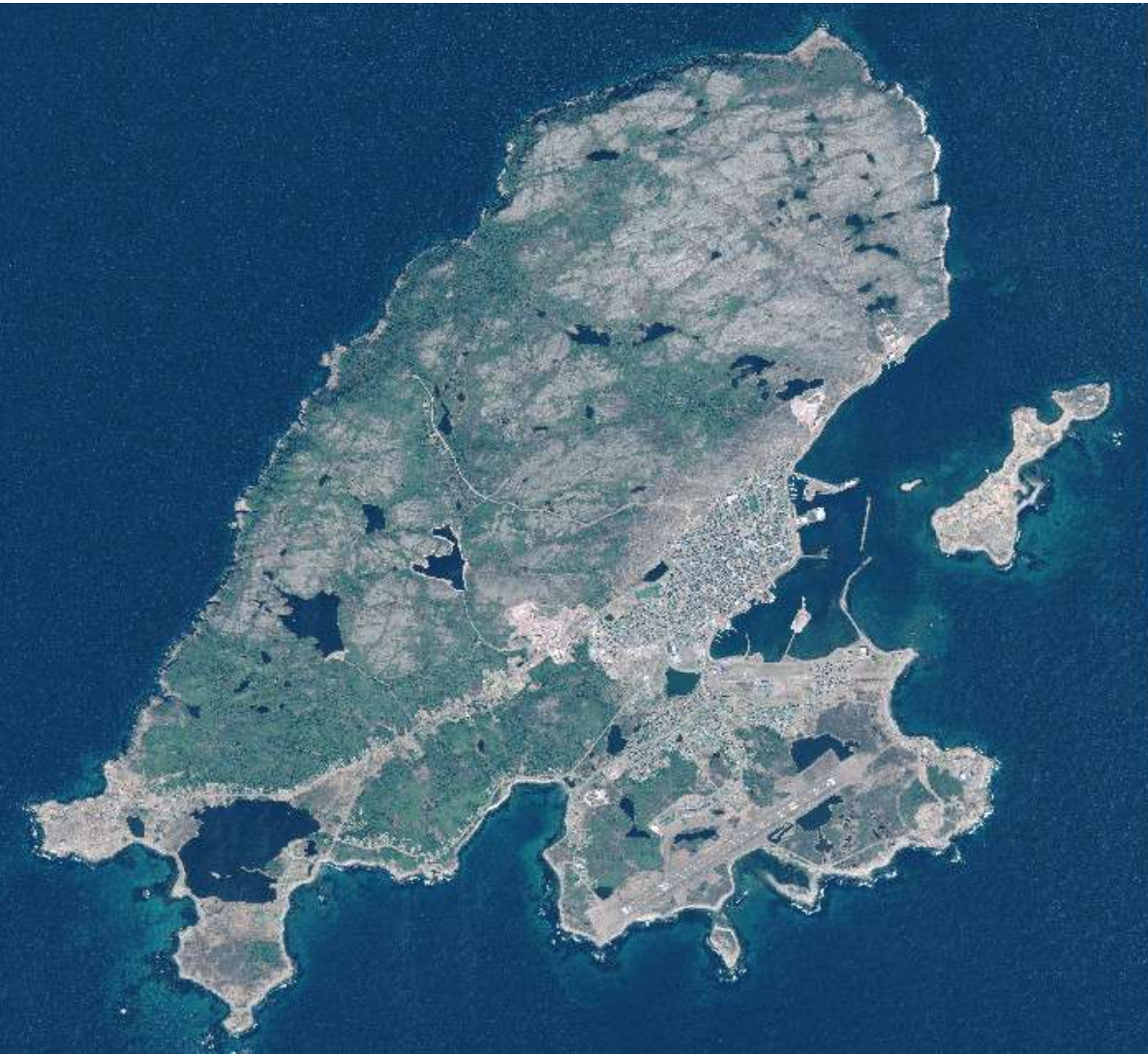




Cerema

Centre d'études et d'expertise sur les risques,
l'environnement, la mobilité et l'aménagement



Saint Pierre et Miquelon **Coastline monitoring**

Didier TREINSOUTROT

Laure Chandelier

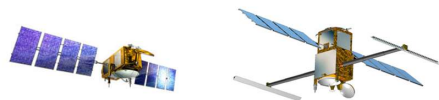
Christelle Bosc

Renaud Lagnous

Muriel Raviola

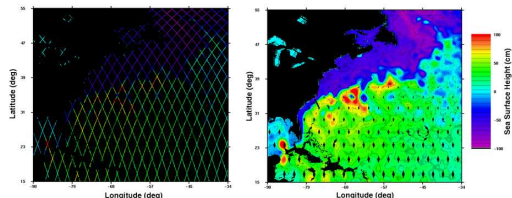
Pôle Applications Satellitaires et
Télécommunications

Space for coastal management



Altimètre Nadir classique

Altimètre à fauchée



2 kind of satellite altimetry

Source : <http://smc.cnes.fr/SWOT/Fr/>

Different kind of sensor

- Radar altimetry : Jason 2 & 3, AltiKa, Sentinel 3, SWOT...
- Radar : Cosmo-skymed, RadarSat2, TerraSAR-X, Sentinel 1A/B / SMOS, SMAP, SMOS Next
- Optic satellite : Landsat, Spot, Pléiades, Sentinel 2
- Radiometer IR : MODIS
- Satellite IRT : Thirsty
- Satellite meteo, gravimetry

For different use

- Sea Surface Height
- Roughness
- Sea Surface current
- Soil Moisture and Sea Surface Salinity
- Surface Wind
- Shoreline features, coastline
- Water quality
- Bathymetry
- Sea Surface Temperature



Images Pléiades - Lorient

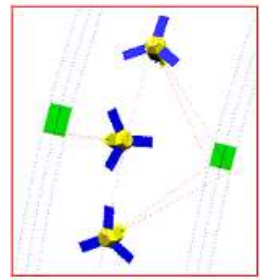
Source :

<http://smc.cnes.fr/PLEIADES/Fr/>

Space benefits and limits

Benefits

- **Revisit capability** (1 - 15 days)
- **Spectral Resolution** (large information)
- **Spatial Resolution** : different scales (50cm for Pleiades)
- **Geographical coverage** : capability to observe large area in a homogeneous way
- **Time saving** to get image and information
- **Automatic treatment to get information from image** (classifications, ...)



Pleiades : 1 jour

LIMITS

- **Meteorological constraints** (optic)
- High temporal repetitivity **VS** high spatial resolution
- **Not easily accessible** for end-users (high level competencies)
- **Cost**, but pooling and projects to reduce costs

CEREMA's Study : Context

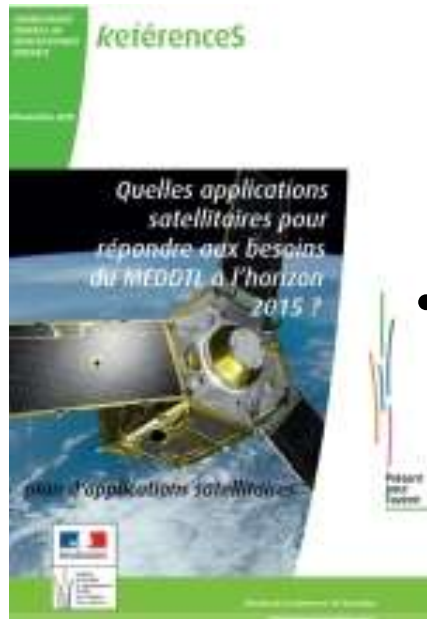
- **Satellite application Plan MEDDE**

Action « Coastal Sustainable development »
→ coastline monitoring

- **Large study for CETMEF**

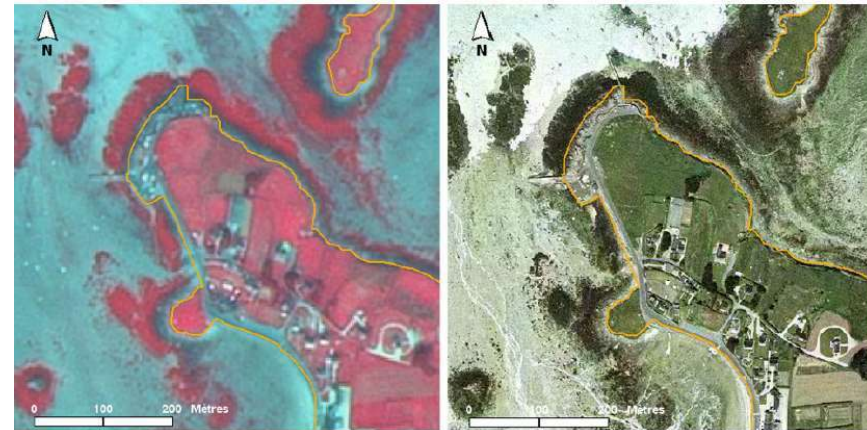
Benefits of using satellite data for coastal management

- State of the art
 - *Use for coastline monitoring*
 - *Use for bathymetry measurements*
- Methodological prototype
 - Miquelon island (2013)
 - 3 areas on St Pierre island (2013-2014)



CEREMA's Study : State of the art

- **Photo-interprétation** : same method as aerial photography
 - With GIS software : on screen detection of coastline indicator
 - 3D possible (stereo)
 - Very accurate and robust
- **But**
 - Necessity of experts
 - Time consuming and potentially cost consuming
 - Difficult to update for frequent monitoring



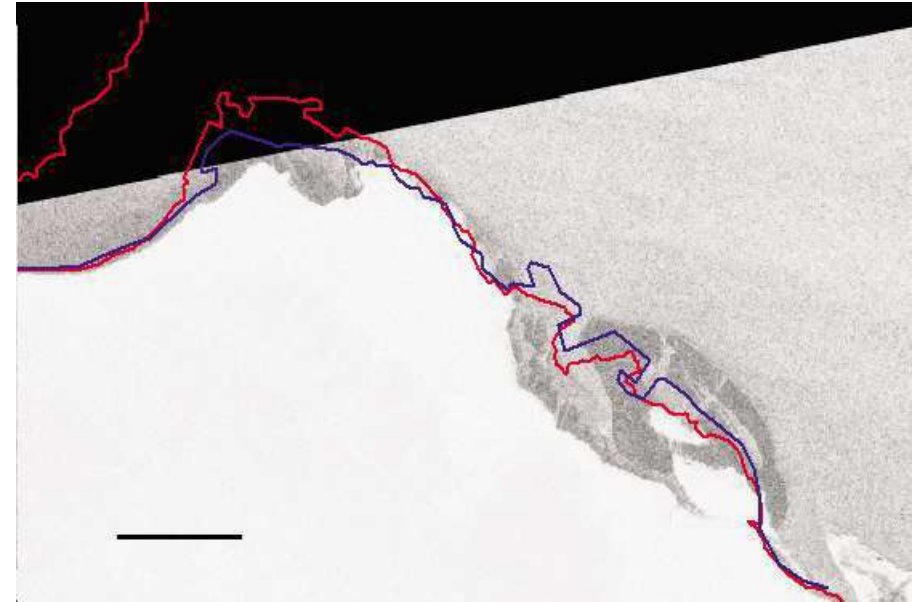
*Numérisation des ouvrages portuaires d'après image Spot 5, à Gauche,
Orthophographie littorale de la zone considérée à droite.
Superposition du trait de côte photointerprété sur SPOT5 (ligne jaune)
Source : Norois, revues.org, Le Berre et al., 2005*

CEREMA's Study : State of the art

- **Semi-automatic coastline extraction**
 - Limit of underwater area with optic data (threshold, index, or classification) or radar (roughness)



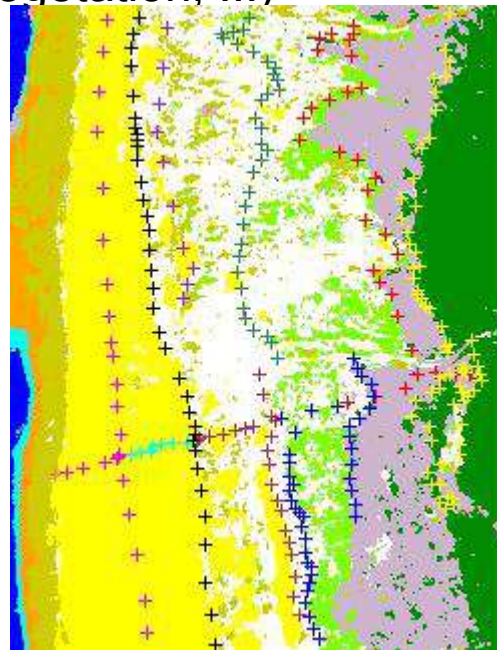
Extraction du trait de côte par classification SVM, regroupement en 2 classes, images Pléiades – Miquelon (Lagnous, CETE SO - 2013)



Evolution du trait de côte (contact terremer) en Guyane extrait à partir d'images Radar entre 2 dates (en bleu, juin 2000 sur image ERS, en rouge, mai 2001 sur Radarsat-HH) superposé à l'image Radarsat-HH de février 1997 (Baghdadi et al., 2004)

CEREMA's Study : State of the art

- **Semi automatic treatments**
 - Mappy shoreline type of land cover (different class : water, sand, vegetation, ...)



Carte F2

	Forêt
	Dune grise
	Dune blanche
	Dune à oyats
	Avant dune/ banquette
	Haut de plage
	Bas de plage
	Sable très humide
	Sable immergé
	Eau

DGPS

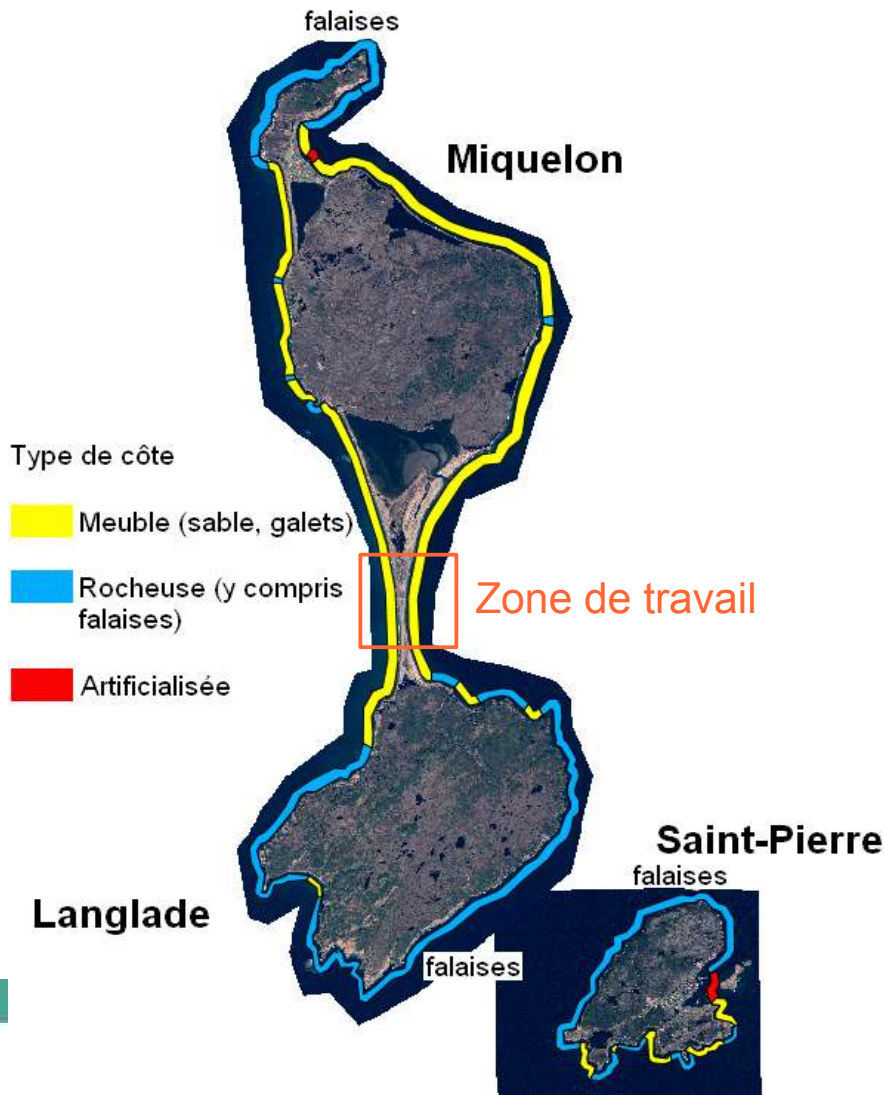
	Forêt
	Dune grise
	Dune blanche
	Dune à oyats
	Avant dune
	Banquette
	Trait de côte
	Haut de plage
	Laisse de basse mer
	Bas de plage

*Résultat de la classification et données terrain de la
côte sableuse de la côte Aquitaine, images Formosat
(Lafon et al., 2010)*

www.geotransfert.epoc.u-bordeaux1.fr

CEREMA's Study : Application

- Area: Miquelon isthmus
- Type of coast : Loose material (sand, pebble), with erosion (3 m / y)



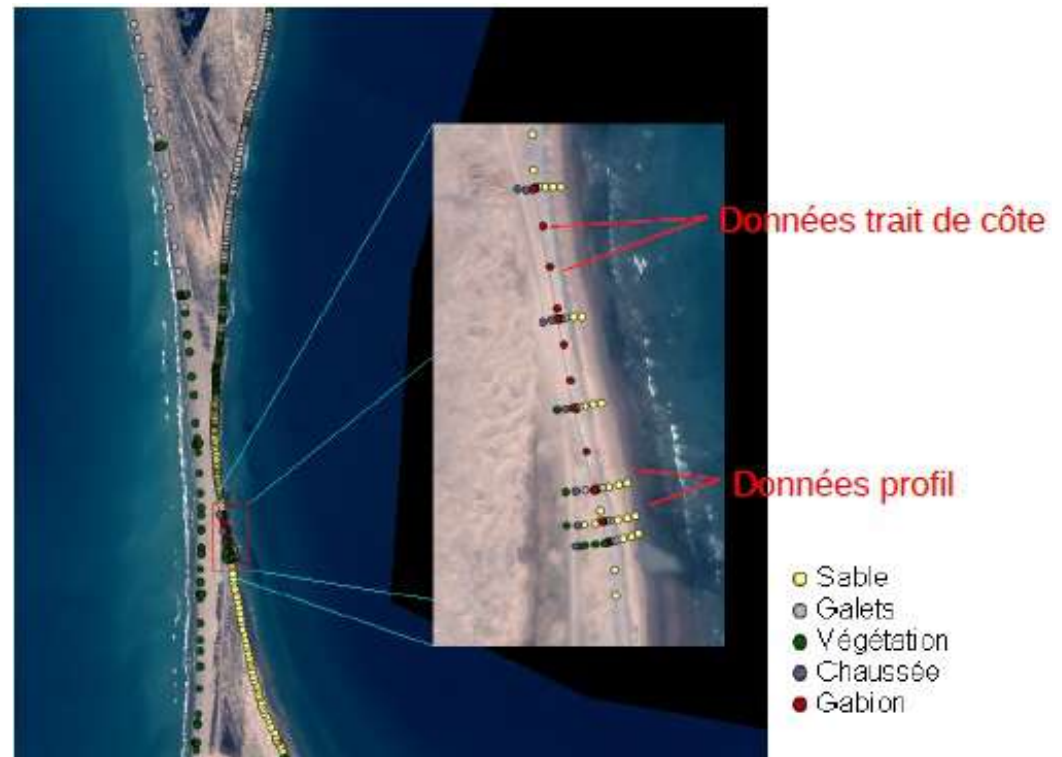
Types de côte à Saint-Pierre-et-Miquelon.
Images : satellite Pléiades.

Exemples de trait de côte. Photos : DTAM 975

CEREMA's Study : Application

DATA

- **Orthoimages Pléiades :**
 - R,V,B, PIR
 - Resolution 50cm
 - Geometric accuracy : 1m
 - Date : 1^{er} may 2012
 - Source : Geosud
(free for end-user)
- **In situ coastline data**
 - From DTAM 975
 - Précision : some cm
 - In situ Interprétation
 - Date : mai / juin 2012 (?)



CEREMA's Study : Application

Method

- Coastline = limit between 2 kind of land use
- Steps
 - 1 : cartography of different kind of land use
 - 2 : extract coastline as limit between 2 kind of land use
 - 3 : évaluation
- Use of open software
 - Orfeo Toolbox
 - QGIS
 - GRASS
 - PCI AST algorithm



CEREMA's Study : Application

Method

Shorten
area of
work



Zone de travail réduite

Addition of
index



Exemple d'indice : le NDVI

Classification
et post-
treatment

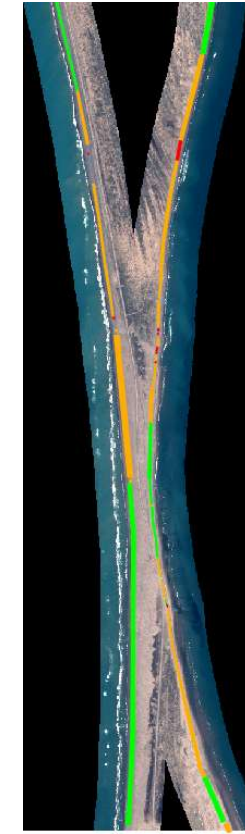


Résultat de la classification effectuée par la chaîne à 8 classes.

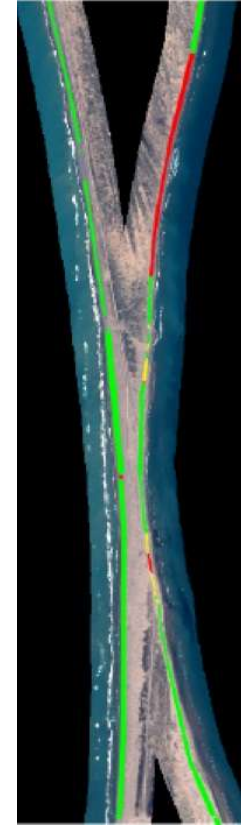


Trait de côte obtenu.

Évaluation



Évaluation visuelle du trait de côte.



Évaluation de la distance entre le trait de côte et les données de terrain.

CEREMA's Study : Application

Method

- Several algorithms
 - unsupervised classification K-Means
 - supervised classification SVM
 - combinaison of both (**internal algorithm**)
- Several nomenclatures
 - Based on in situ data & observation orthoimage => 25 themes
 - Based on morphological analysis & simplification => **8 themes/class**

CEREMA's Study : Application

RESULTS « CEREMA's algorithm 8 classes »

- Numerical quality indicator

N° classe	1 – Anthropisé	3 – Végétation	11 – Bas de plage	12 – Plage	13 – Haut de plage	14 – Galets -	15 – Galets +	20 – Eau
F-score	0,000	1,000	0,855	0,586	0,911	0,773	0,672	1,000

Classification SVM « chaîne 8 classes »
F-Score

	1 – Bâti	3 – Végétation	11 – Bas de plage	12 – Plage	13 – Haut de plage	14 – Galets -	15 – Galets +	20 – Eau
1 – Antropisé	0,00	22,15	0,00	0,00	77,85	0,00	0,00	0,00
3 – Végétation	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11 – Bas de plage	0,00	0,00	84,45	0,40	7,59	4,50	2,78	0,28
12 – Plage	0,00	0,00	0,01	87,98	11,90	0,04	0,07	0,00
13 – Haut de plage	0,00	0,00	3,72	9,14	87,14	0,00	0,00	0,00
14 –Galets -	0,00	0,00	0,22	2,28	0,46	78,27	18,77	0,00
15 – Galets +	0,00	0,00	3,50	0,54	0,09	29,15	66,73	0,00
20 – Eau	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00

Classification SVM « chaîne 8 classes »
Matrice de confusion



Légende nomenclature chaîne 8 classes



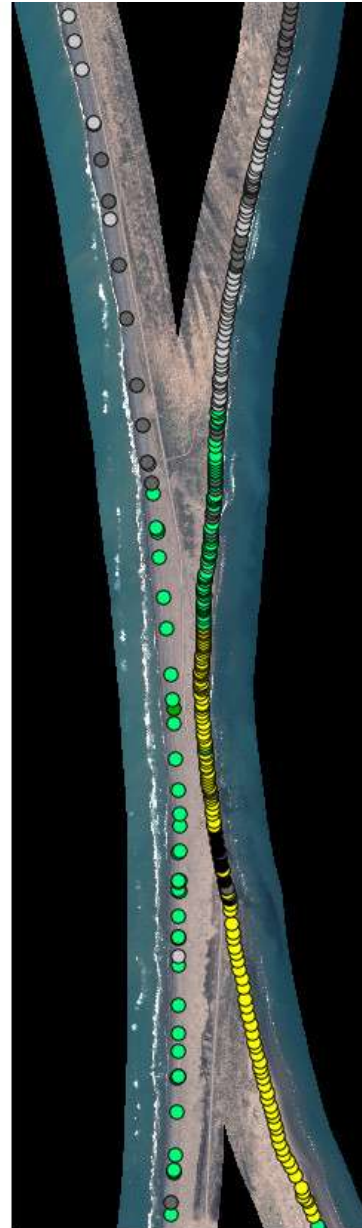
CEREMA's Study : Results 8 classes



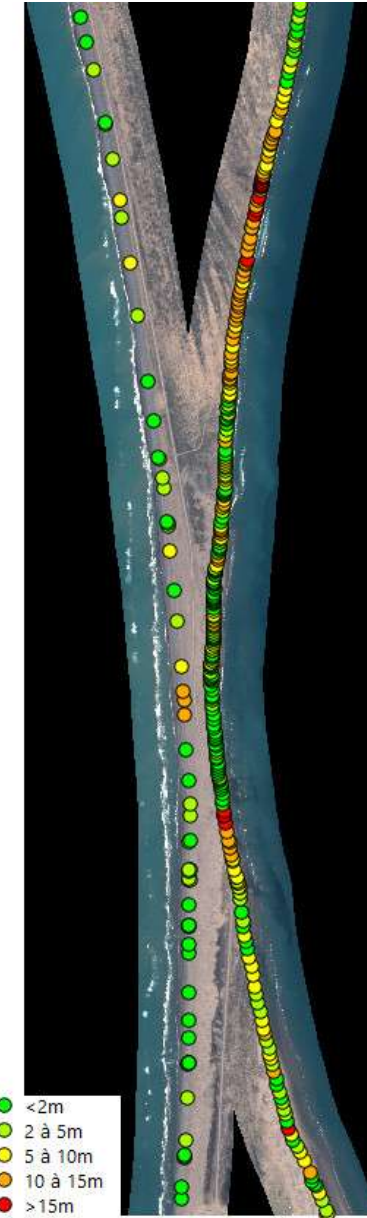
- Mauvais
- Moyen
- Bon

Évaluation visuelle de la classification à proximité du tdc

- Gabions
- Galet
- Galet 2
- Végétation
- Sable



Type d'indicateurs utilisés pour le levé du tdc



Distance tdc extrait / levé terrain

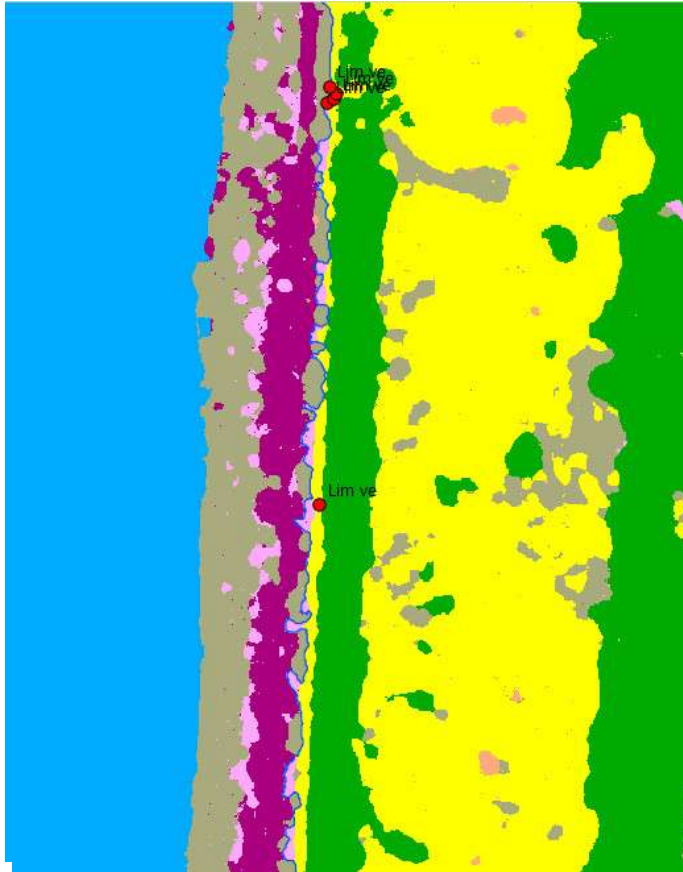
$d_{\text{moy}} = 5,3\text{m}$

Removing gabions & berm
 $d_{\text{moy}} = 2,2\text{m}$

CEREMA's Study : Results 8 classes

Vegetation

Zone indicateur végétation



Classification obtenue



Image Pléiades

Données terrain (en rouge) et trait de côte (en bleu) correspondants.

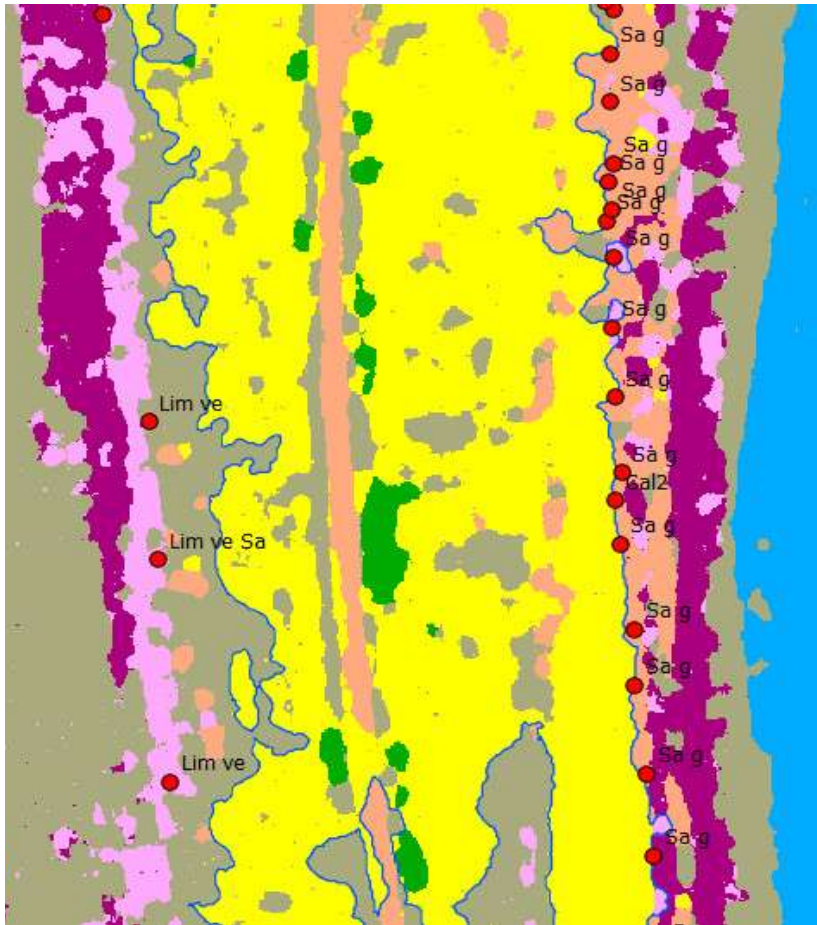
- Anthropisé
- Végétation
- Bas de plage
- Plage
- Haut de plage
- Galets -
- Galets +
- Eau



CEREMA's Study : Results 8 classes

Sand / Pebble

Zone indicateur sable / galet

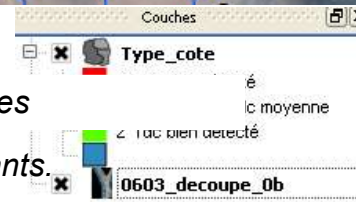


Classification obtenue

Données terrain(en rouge) et trait de côte (en bleu) correspondants.



Image Pléiades



- Anthropisé
- Végétation
- Bas de plage
- Plage
- Haut de plage
- Galets -
- Galets +
- Eau

CEREMA's Study : Results 8 classes

Pebble

Zone indicateur galet



Classification obtenue



Image Pléiades

Données terrain(en rouge) et trait de côte (en bleu) correspondants.



- Anthropisé
- Végétation
- Bas de plage
- Plage
- Haut de plage
- Galets -
- Galets +
- Eau

CEREMA's Study : criticism

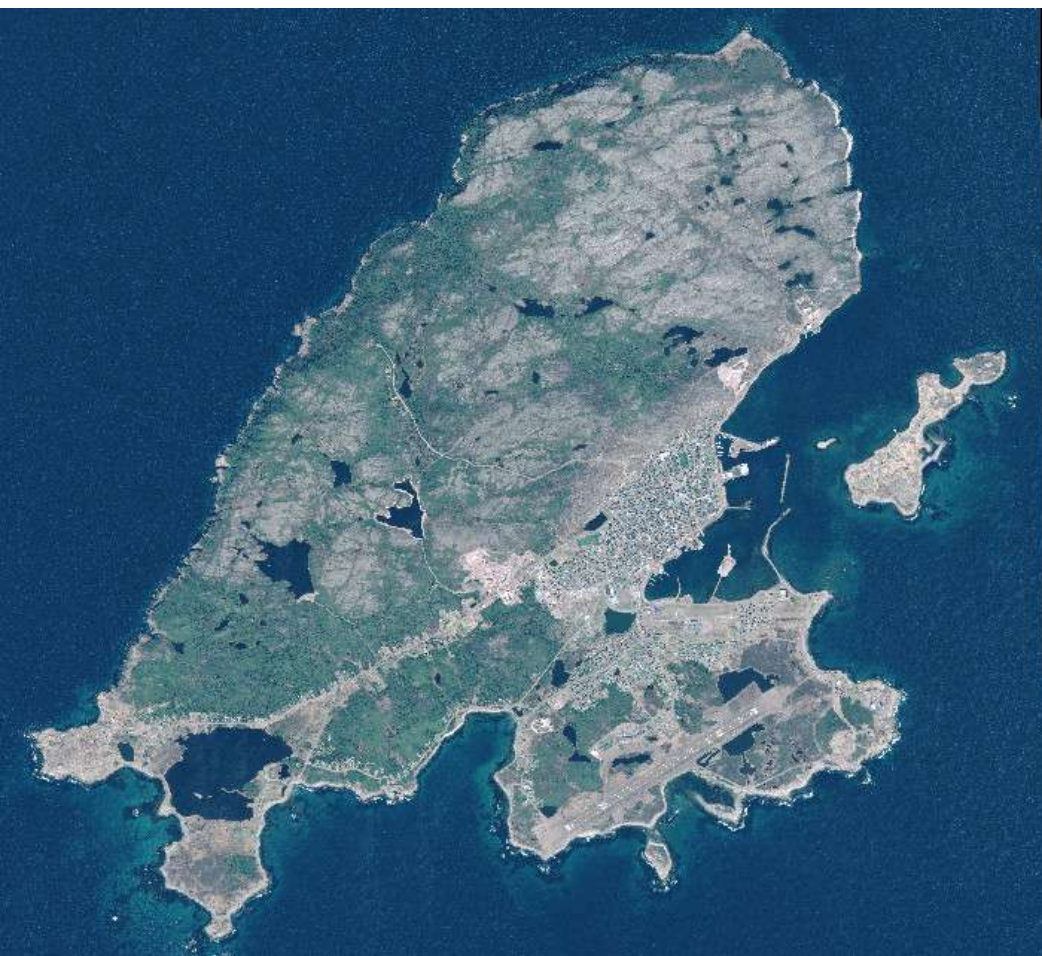
- Method
 - Rapid to use
 - Take benefit of open software
 - Interest for end user to have more than the coastline but the coastal king of land cover mapping
- Classification :
 - Generally good results
 - With gap for some kind of land cover
- Coastline
 - Good precision (2,2m)
 - Method to extract coastline to be improved
- Evaluation :
 - Quality estimation based on in situ data not always relevant (different date ? Not visible)

CEREMA's Study : To go further

- Reinforce the method : produce a tool for end-user
- Other tests of classification
 - on other kind of coast (rock, 2014)
 - Between 2 dates (evolution, 2014)
 - Integrate DTM
- Broaden the analysis at the evolution of land cover and not only coastline
- Work on coastline indicator suggested by satellite data and not only thematic indicator (will of end-user to have homogeneous national definition)

CEREMA's Study : Perspectives

- Interets: 2 dates



Orthoimage Pléiades 2012 (à gauche) et 2013 (à droite)

Perspectives : St Pierre



Perspectives : St Pierre





- Cha
- f. eau
- Gab
- Gal
- Gal Gal2
- Ganiv. Lim ve
- Lim Er
- Lim Er Roc
- Lim et
- Lim ve
- Roc
- rocher



- bord.
- Gab
- Gab Lim ve
- lim bgal
- lim bgal Lim ve
- lim bgal Veg
- Lim Er
- lim prop
- Lim ve
- Lim ve lim bgal

END