

ASSOCIATION TERRE VIRTUELLE

PROJET BREST BAY TOUCH

<https://github.com/terre-virtuelle/navisu.git>
<http://www.navisu.org/les-projets/brest-bay-touch/>
<http://brestbaytouch.fr/>

DOSSIER TECHNIQUE

IMPRESSION DE DONNÉES MARITIMES EN 3D





IMPRESSION DE DONNÉES MARITIMES EN 3D

2018 – 2/45

2018

NaVisu

Version 2.0 - novembre 2018



IMPRESSION DE DONNÉES MARITIMES EN 3D

2018 – 3/45

NaVisu

Version 2.0 - novembre 2018



Traçabilité du document

Rédaction

Personnes ayant participées au projet

Noms
Serge Morvan
Dominique Marques
Mathieu Simonnet
Arnaud Grancher

Historique des évolutions

Version	Date
1.0	mai 2018
2.0	novembre 2018



IMPRESSION DE DONNÉES MARITIMES EN 3D

2018 – 5/45

NaVisu

Version 2.0 - novembre 2018



IMPRESSION DE DONNÉES MARITIMES EN 3D

2018 – 6/45

Table des matières

1 Le Projet Brest Bay Touch	11
1.1 Objet du document	11
1.2 L'équipe	11
1.3 Objectif du projet	11
1.4 Bases du projet	11
1.5 Suivi de projet	12
1.6 Différents types de cartes imprimables	12
1.6.1 Modèle numérique de terrain + cartographie marine	12
1.6.2 Modèle numérique de terrain de la bathymétrie	13
1.6.3 Modèle numérique de terrain altimétrique + modèle numérique de terrain bathymétrique	14
1.6.4 Modèle numérique de terrain altimétrique + isobathymétriques	14
1.6.5 Modèle numérique de terrain + cartographie marine + bathymétrie	16
1.7 Tests	17
2 Les contraintes	19
2.1 Contraintes technologiques	19
2.1.1 Le tuilage	19
2.2 Contraintes géodésiques	19
2.2.1 Systèmes de coordonnées	19
2.3 Contraintes sémiologique	20
3 Les sources de données	21
3.1 Altimétrie	21
3.1.1 Sources	21
3.1.2 Mise en œuvre	22
3.1.3 Etendue spatiale	23
3.2 Bathymétrie	24
3.2.1 Sources	24
3.2.2 Etendue spatiale	25
3.2.3 Mise en œuvre	26
3.3 Cartographie	26
3.3.1 Sources	26
3.3.2 Etendue spatiale	28
3.3.3 Mise en œuvre	28
3.4 Objets 3D géoréférencés	28
3.4.1 Sources	28
3.4.2 Mise en œuvre	28



4 L'export des données	29
4.1 Export STL	29
4.2 Export 3MF	30
4.3 Export KML	30
4.4 Export GeoTiff	31
4.5 Export ASC	31
4.6 Export Shapefile	31
5 Utilisation du logiciel	33
5.1 Interface utilisateur	34
6 Les publications	41
7 Les résultats	43
8 Les futurs travaux	45
8.1 Exploration des détails de bathymétrie	45
8.2 Intégration des données Open Street Building	45

Table des figures

1.1	<i>Un extrait du panneau KANBAN du projet</i>	12
1.2	<i>Rade de Brest</i>	13
1.3	<i>MNT bathymétrique</i>	13
1.4	<i>Les modèles numériques de terrain altimétrique et bathymétrique issus des données IGN et SHOM</i>	14
1.5	<i>Les modèles numériques de terrain altimétrique et DepthArea de la cartographie du SHOM</i>	15
1.6	<i>Les modèles numériques de terrain altimétrique et DepthArea de la cartographie du SHOM</i>	16
1.7	<i>Recherche de la bonne représentation du balisage : planche générale</i>	17
1.8	<i>Recherche de la bonne représentation du balisage</i>	18
1.9	<i>Recherche de la bonne représentation du balisage</i>	18
2.1	<i>Représentation hypsométrique du relief métropolitain</i>	20
3.1	<i>Space Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)</i>	21
3.2	<i>Chargement des données dans la base BD ALTI</i>	22
3.3	<i>Etendue du projet BD ALTI</i>	23
3.4	<i>Chargement des données dans la base BD BATHY</i>	24
3.5	<i>Etendue du projet Homonim PBMA</i>	25
3.6	<i>MNT bathymétrique de la façade Atlantique à une résolution de 0.001° (111m)</i>	26
3.7	<i>Chargement des données dans une des bases cartographiques S57</i>	27
3.8	<i>Entrée de new York City</i>	28
4.1	<i>Export des données en KML, visualisation sur Google Earth</i>	30
4.2	<i>Export des données en KML, visualisation en polygones sur Google Earth</i>	30
4.3	<i>Export des données en GeoTiff, visualisation QGis</i>	31
5.1	<i>Menu principal : choix des paramètres généraux</i>	35
5.2	<i>Choix des objets S57 à représenter</i>	35
5.3	<i>Choix des modèles numériques de terrain à représenter</i>	36
5.4	<i>Choix des formats d'export</i>	37
5.5	<i>Sélection d'une zone et des objets recherchés</i>	38
5.6	<i>Sélection d'une zone et des objets recherchés : résultat en STL</i>	39



IMPRESSION DE DONNÉES MARITIMES EN 3D

2018 – 10/45

NaVisu

Version 2.0 - novembre 2018

Chapitre 1

Le Projet Brest Bay Touch

1.1 Objet du document

Ce document fournit les informations techniques de développement informatique associé au projet BREST BAY TOUCH : aide à la navigation maritime pour les non voyants. Ce développement s'appuie sur le projet NAVISU précédemment développé par l'équipe de Terre Virtuelle.

1.2 L'équipe

- Les associations ORION et UNADEV proposent les spécifications, assure le management du projet, propose et exécute les tests, assure l'impression des cartes.
- les membres de ces associations exécutent les tests et participent au co-développement.
- l'UNADEV diffuse cette technologie.
- L'association Terre Virtuelle assure le développement informatique, permettant à partir des données maritimes et terrestres, la génération des fichiers STL, propres aux imprimantes 3D.

1.3 Objectif du projet

Afin de présenter des informations maritimes et terrestres aux personnes malvoyantes ou non voyantes, nous développons une chaîne de production, open source et libre, d'impression de cartes en 3D.

1.4 Bases du projet

Ce projet : **Brest Bay Touch (BBT)** s'appuie sur un des projets plus anciens de **Terre Virtuelle** : **NaVisu** qui est un framework de développement d'applications géoréférencées. Il est lui-même construit sur une API (Application Programming Interface) développée par la NASA : WorldWind Java : <https://goworldwind.org/>

1.5 Suivi de projet

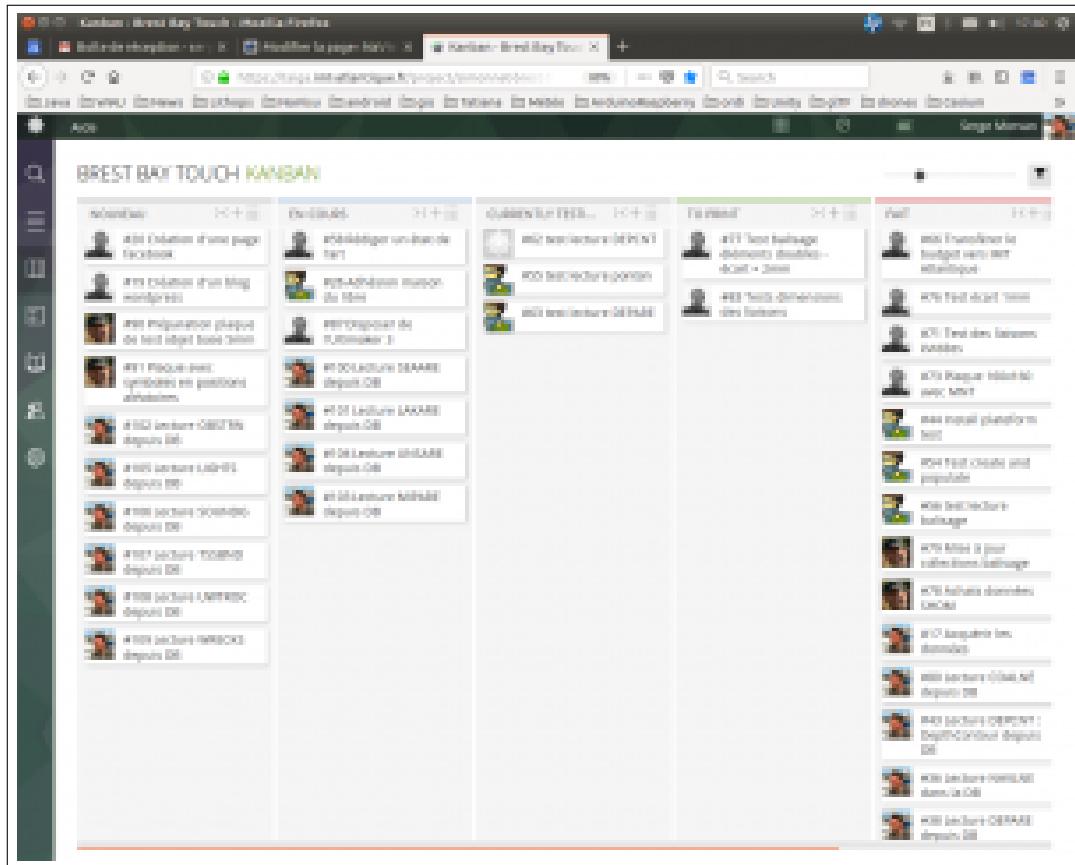


FIGURE 1.1 – Un extrait du panneau KANBAN du projet

1.6 Différents types de cartes imprimables

A partir d'une interface l'utilisateur peut choisir différentes configurations de données à visualiser.

1.6.1 Modèle numérique de terrain + cartographie marine

La partie terrestre est réalisée à partir des données de l'IGN ou d'une autre source de telle que GeoTopo30 ou SRTM. La mer est une surface plane et un ensemble d'informations maritimes est extrait des cartes produites par le SHOM.

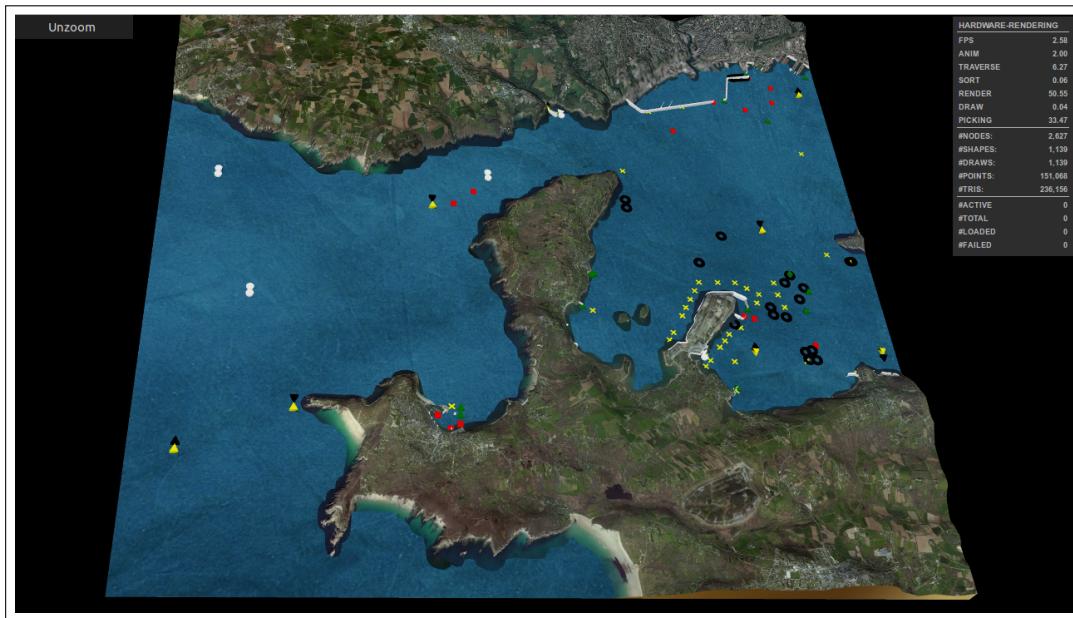


FIGURE 1.2 – *Rade de Brest*

1.6.2 Modèle numérique de terrain de la bathymétrie

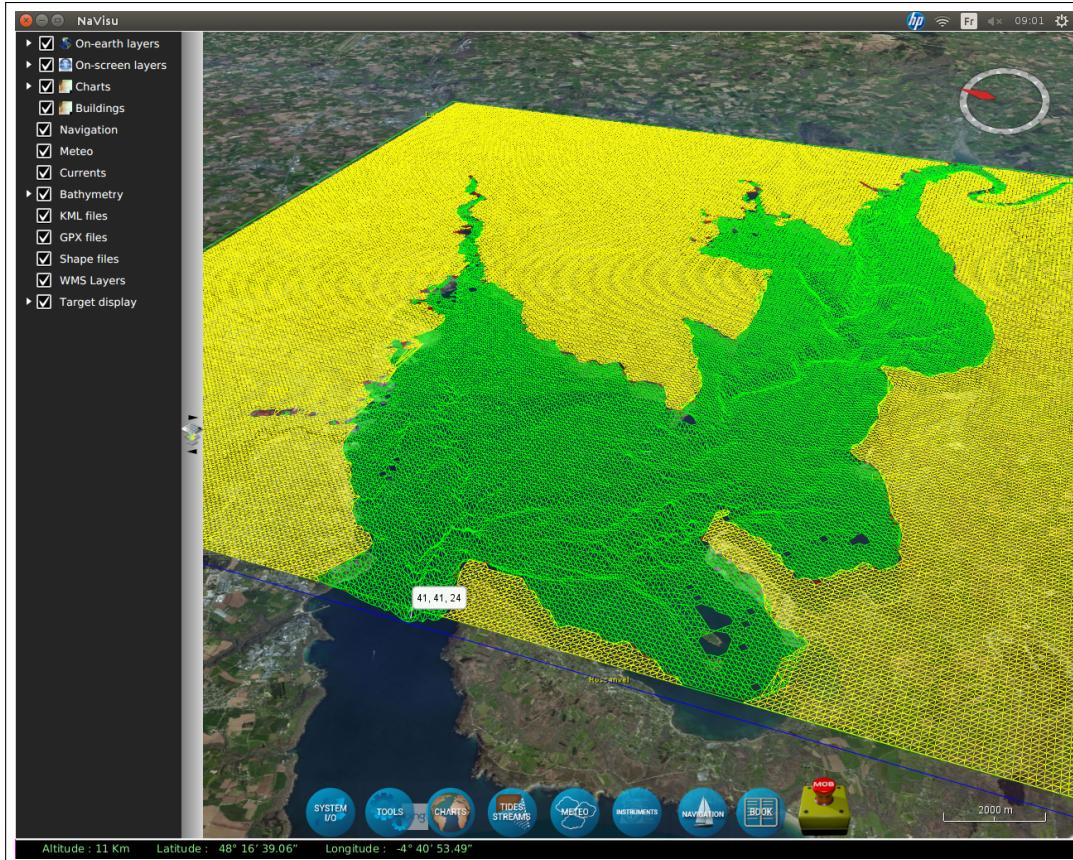


FIGURE 1.3 – *MNT bathymétrique*

Afin d'offrir une connaissance des fonds marins, les données bathymétriques apparaissent sous forme d'un modèle numérique de terrain. Le relief est alors plan.

1.6.3 Modèle numérique de terrain altimétrique + modèle numérique de terrain bathymétrique

Afin de donner une vision des fonds marins, dans cette configuration, pour la France, on représente les données bathymétriques du SHOM sous forme d'un modèle numérique de terrain. Les données altimétriques proviennent de l'IGN ou du SRTM, on procède alors à la fusion des données.

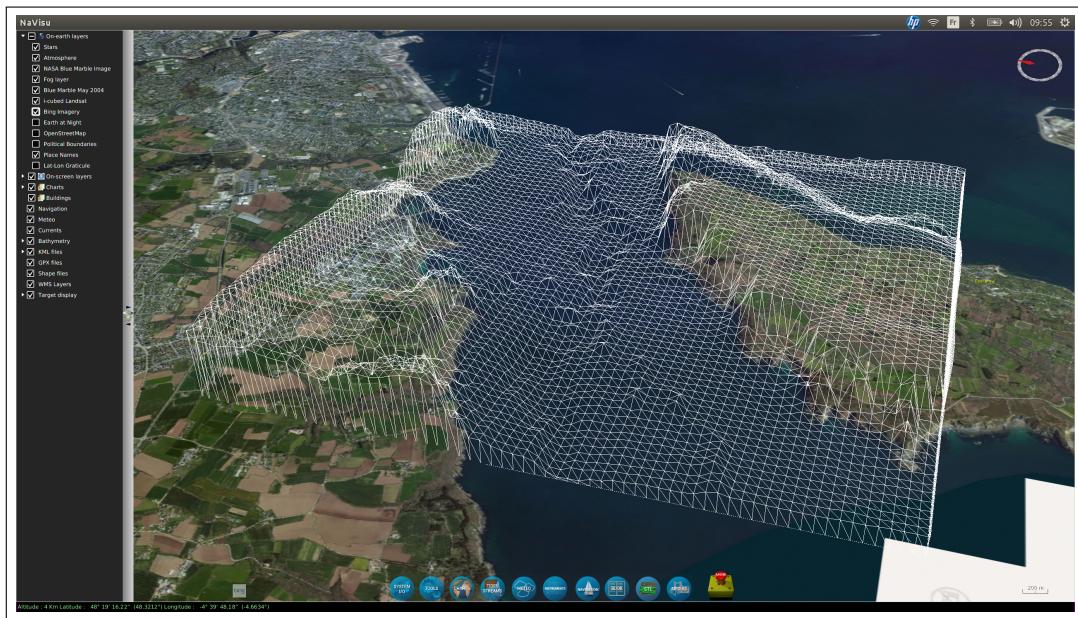


FIGURE 1.4 – Les modèles numériques de terrain altimétrique et bathymétrique issus des données IGN et SHOM

1.6.4 Modèle numérique de terrain altimétrique + isobathymétriques

Les isobathes sont issues de la cartographie vectorielle du SHOM ou de la NOAA.

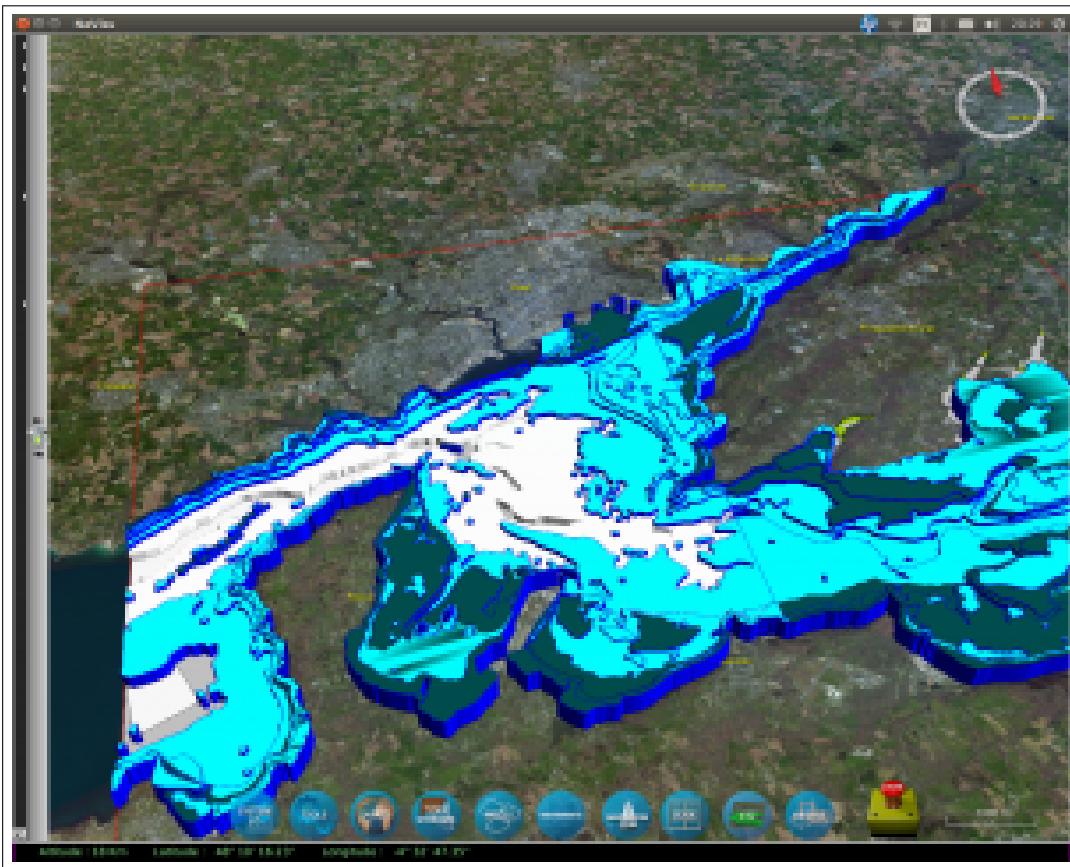


FIGURE 1.5 – *Les modèles numériques de terrain altimétrique et DepthArea de la cartographie du SHOM*

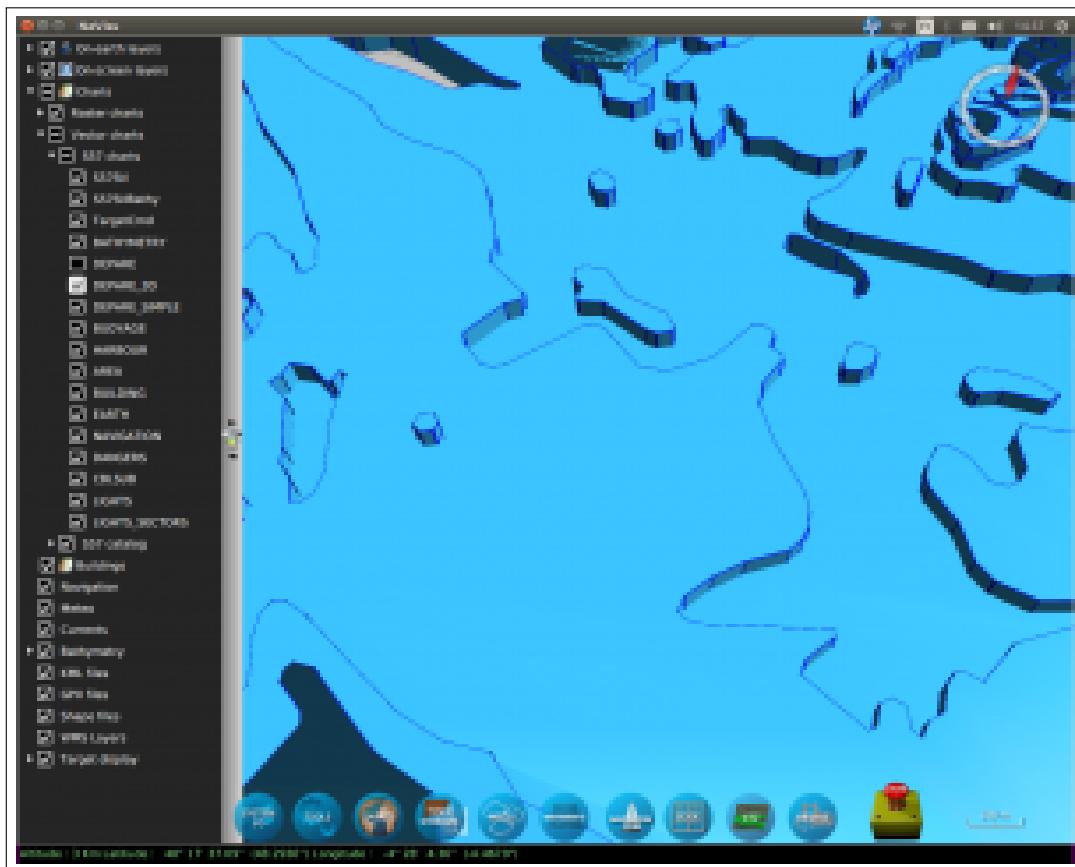


FIGURE 1.6 – Les modèles numériques de terrain altimétrique et DepthArea de la cartographie du SHOM

1.6.5 Modèle numérique de terrain + cartographie marine + bathymétrie

Ici aussi la bathymétrie est représentée sous forme "d'escaliers" correspondant aux isobathes des cartes marines. Il est aussi possible de rajouter les informations maritimes : bouées, phares, ...

1.7 Tests

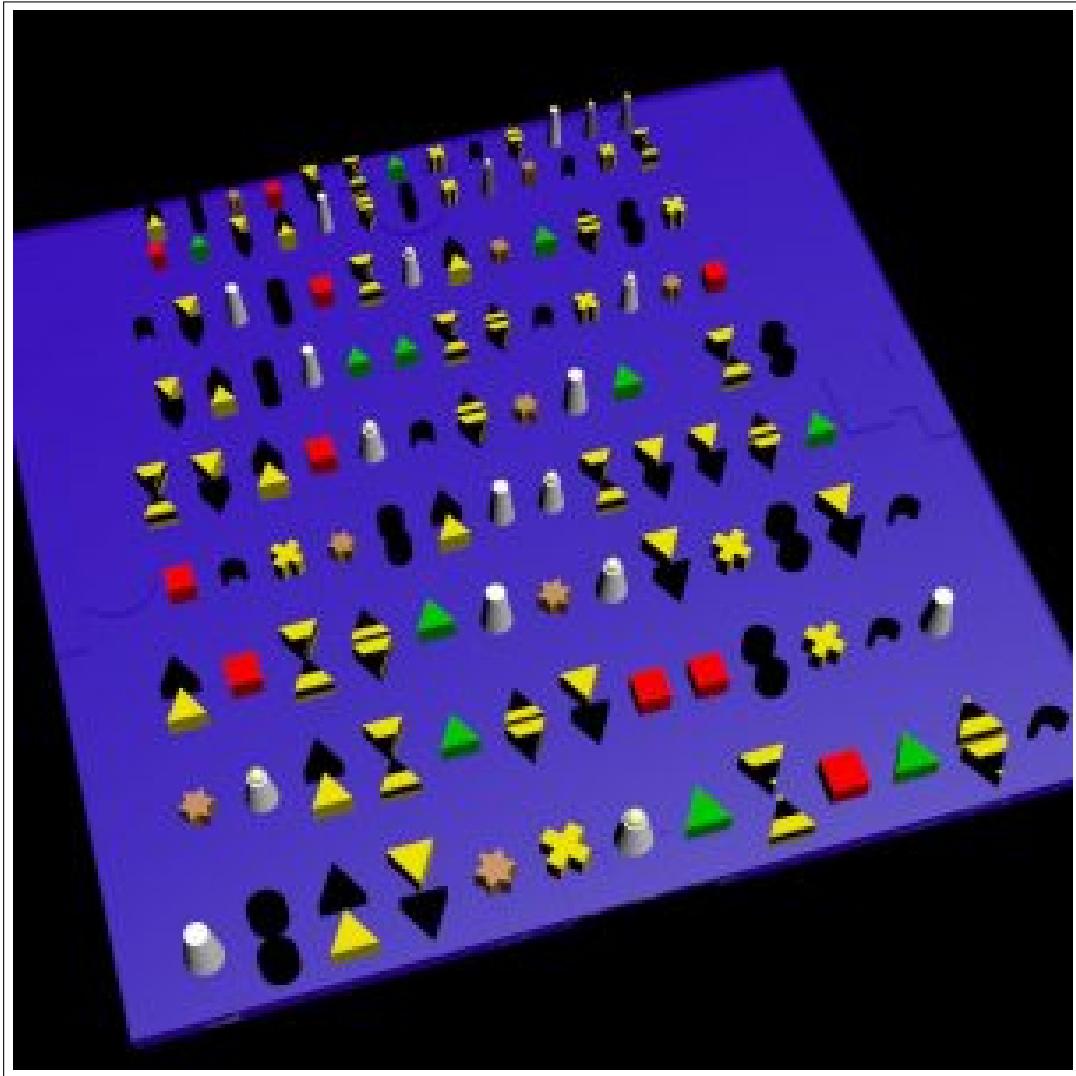


FIGURE 1.7 – Recherche de la bonne représentation du balisage : planche générale



FIGURE 1.8 – Recherche de la bonne représentation du balisage

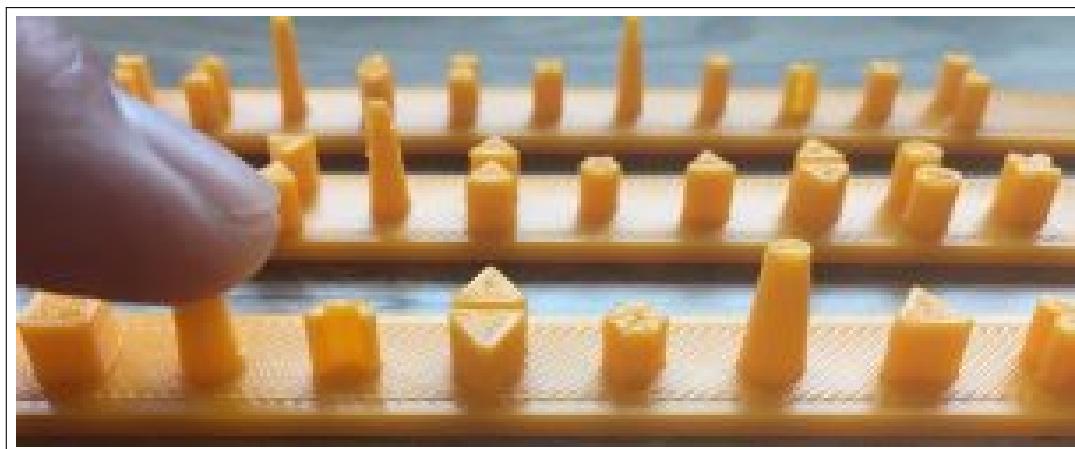


FIGURE 1.9 – Recherche de la bonne représentation du balisage

Chapitre 2

Les contraintes

2.1 Constraintes technologiques

2.1.1 Le tuilage

Les imprimantes 3D dont dispose l'utilisateur peuvent ne pas correspondre aux dimensions que l'on souhaite avoir pour les cartes. Dans ce cas nous proposons un tuilage, qui consiste à découper la zone définie en une série de petites zones. Les cartes imprimées seront ensuite reliées par aimantation. A l'heure actuelle, à cause des contraintes sur les imprimantes ces tuiles sont carrées.

2.2 Constraintes géodésiques

2.2.1 Systèmes de coordonnées

Les données maritimes mondiales sont généralement fournies dans le référentiel WGS 84 (EPSG :4326), en France les données altimétriques distribuées par l'IGN ou les données LIDAR de la côte sont dans le référentiel REF 93 avec la projection Lambert93. Pour effectuer la fusion des données il convient de procéder au changement de projection.

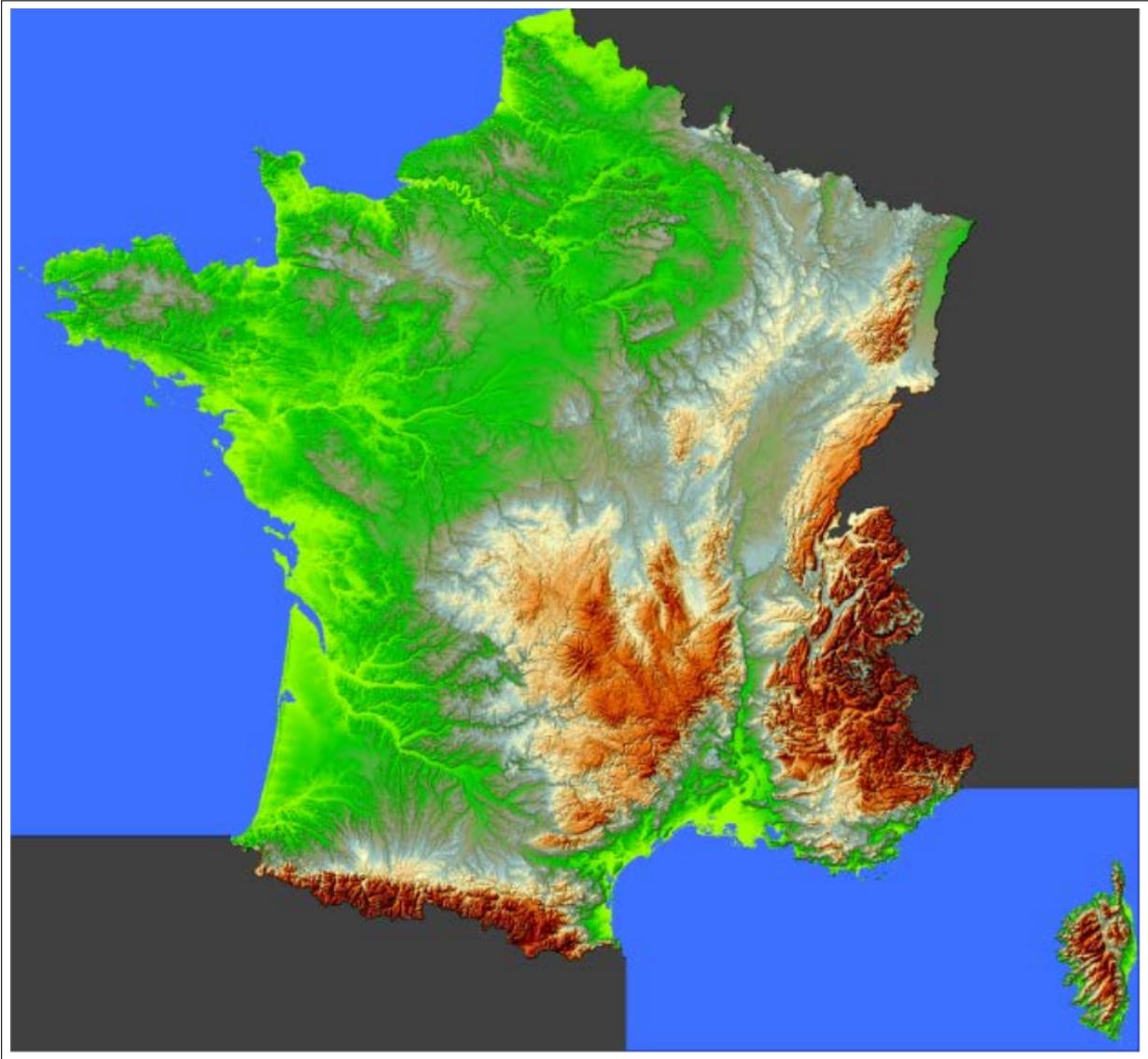


FIGURE 2.1 – Représentation hypsométrique du relief métropolitain

2.3 Contraintes sémiologique

C'est l'objet de notre partenaire l'association Orion. Il s'agit d'imaginer et reconstruire un ensemble de symboles cartographiques pour les non voyants

Chapitre 3

Les sources de données

3.1 Altimétrie

3.1.1 Sources

- Space Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)

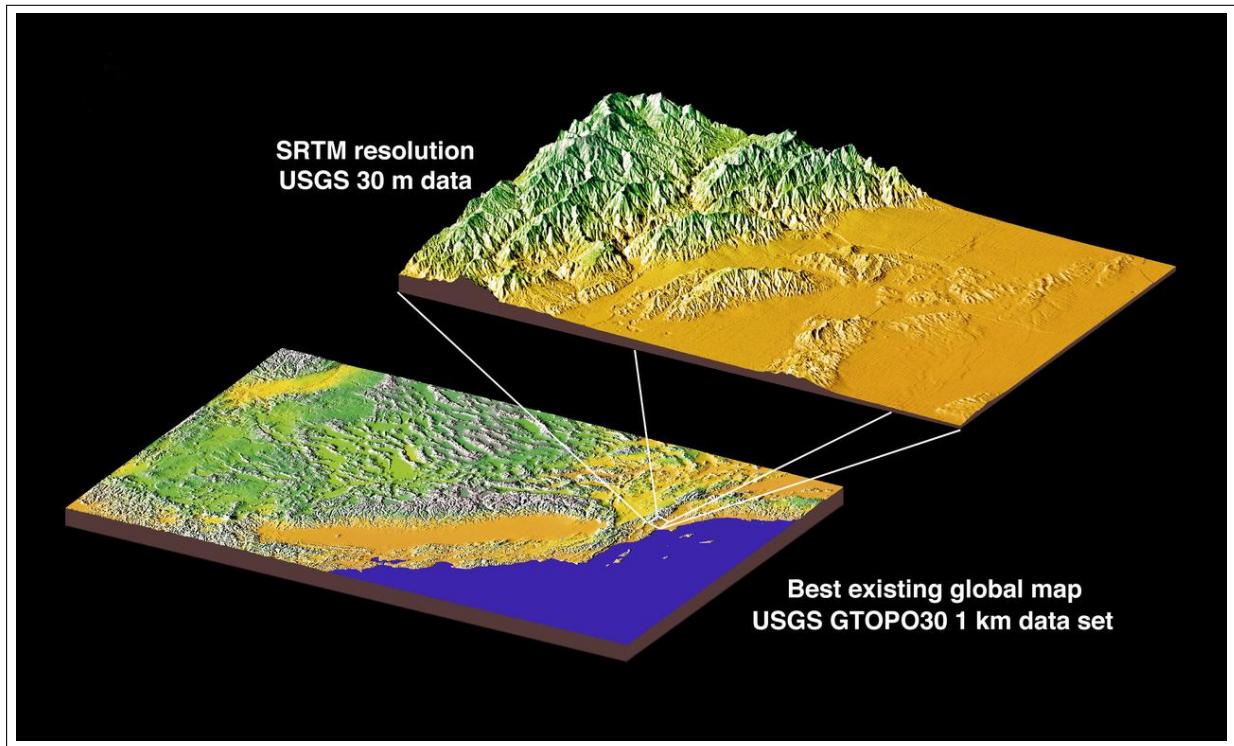


FIGURE 3.1 – *Space Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*

- L'IGN

Actuellement (2018) l'IGN : BD ALTI, fichiers : BDALTI2_75M_FXX_xxxx_xxxx_MNT_LAMB93 IGN69.asc, fourni gracieusement des données altimétriques tous les 75m. Nous pouvons utiliser ces données à partir de nos bases de données, mais nous préférerons les données du SRTM, tous les 30m, depuis 2014. Le travail effectué pour décodage des données de l'IGN, ainsi que



la reprojection vers le système EPSG : 4326, nous sera utile pour l'utilisation des données LIDAR.

3.1.2 Mise en œuvre

La distribution des données de l'IGN, vient sous forme d'une collection de fichiers au format .asc. Chaque fichier représente 75Km² sur la terre, à raison d'un point tous les 75m, ils sont donc relativement volumineux.

The screenshot shows the 'Create databases' interface of the NaVisu software. At the top, there are three tabs: 'S57 Databases', 'Bathymetry Databases', and 'Elevation Databases'. The 'Elevation Databases' tab is selected. Below the tabs, there are two main sections: 'IGN .asc elevation data directory' (containing a text input field with the value '/home/navisu/Downloads/') and 'Elevation database name' (containing a text input field with the value 'AltiV2_2-0_75mlgnDB'). In the bottom left corner of the main area, there is a 'Configuration' section with three fields: 'psql Path' (set to '/usr/bin'), 'Login' (set to 'admin'), and 'Password' (set to 'admin'). At the bottom right of the main area, there is a large green 'Create' button. In the bottom right corner of the entire window, there is a red 'Help' button.

FIGURE 3.2 – Chargement des données dans la base BD ALTI

3.1.3 Etendue spatiale

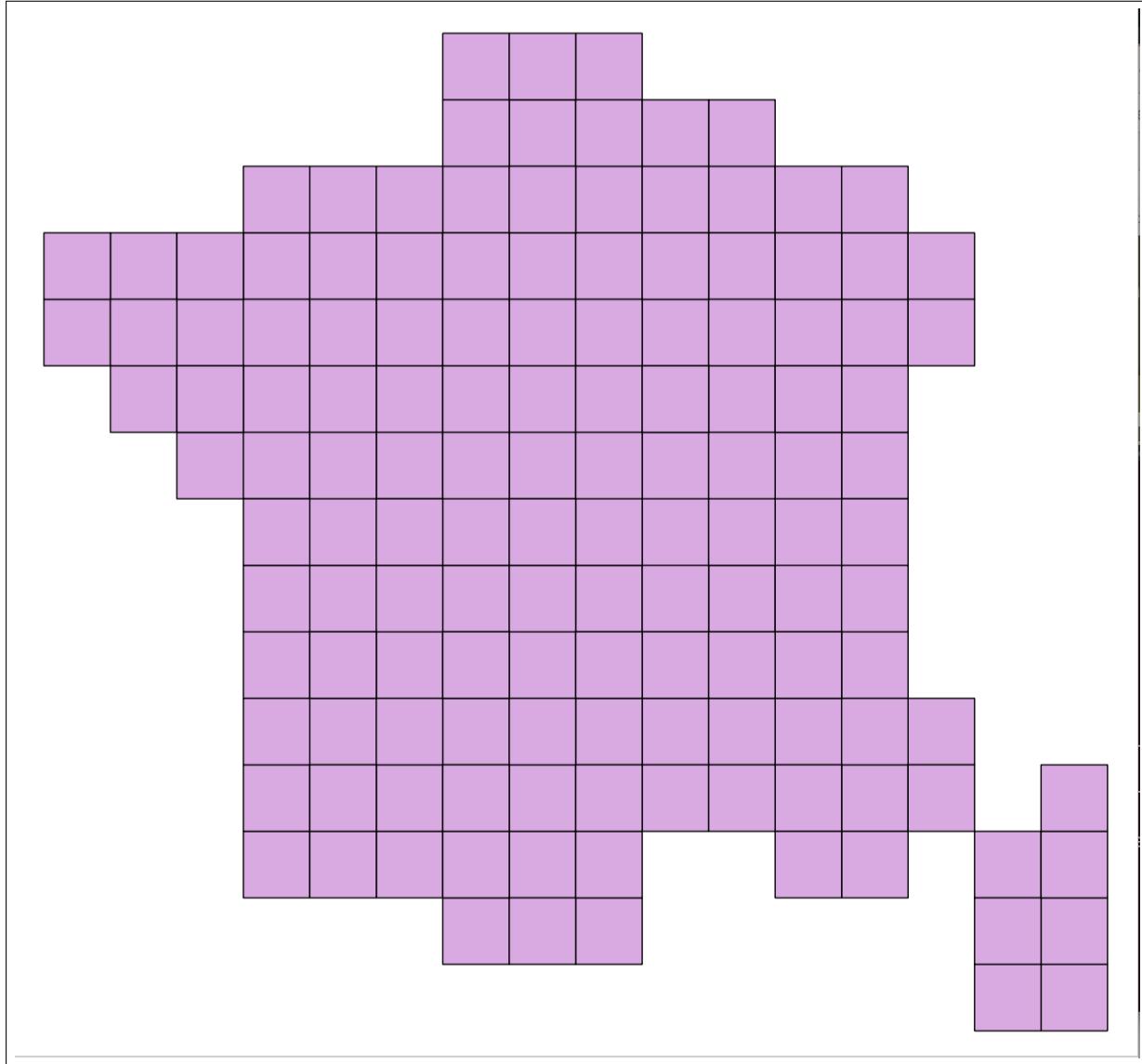


FIGURE 3.3 – *Etendue du projet BD ALTI*



3.2 Bathymétrie

3.2.1 Sources

Create databases

S57 Databases Bathymetry Databases Elevation Databases

Bathymetry data file

Bathy database name

Configuration

psql Path

Login

Password

FIGURE 3.4 – Chargement des données dans la base BD BATHY

3.2.2 Etendue spatiale

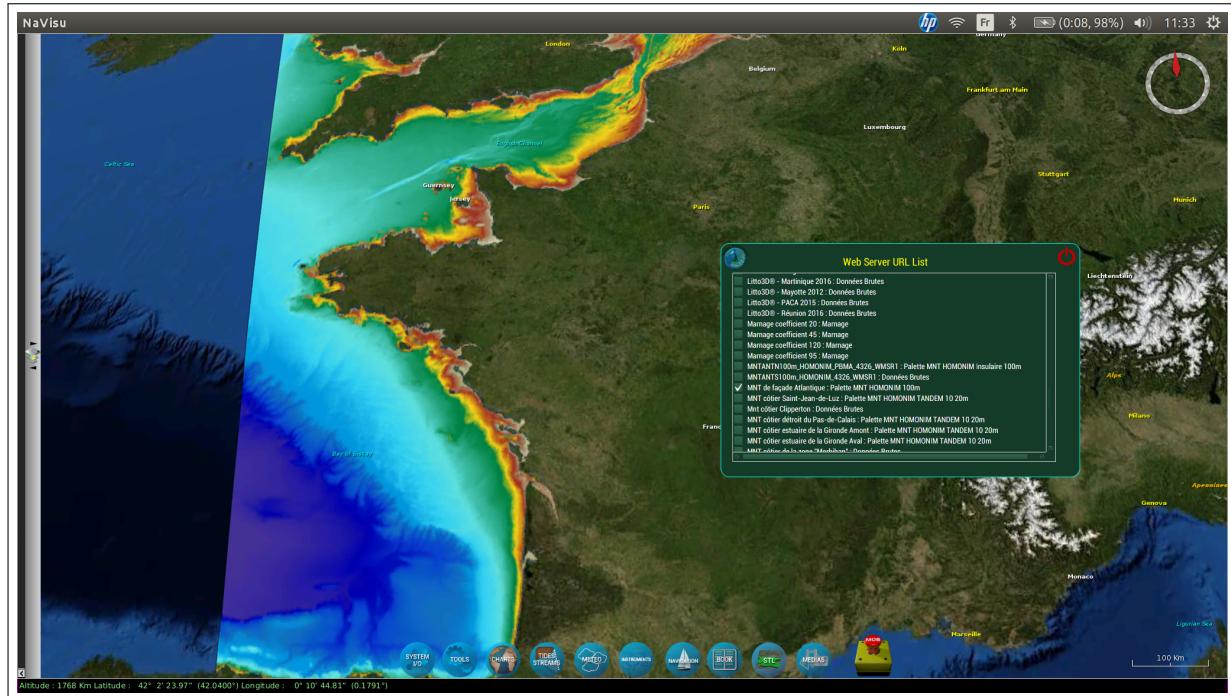


FIGURE 3.5 – Etendue du projet Homonim PBMA

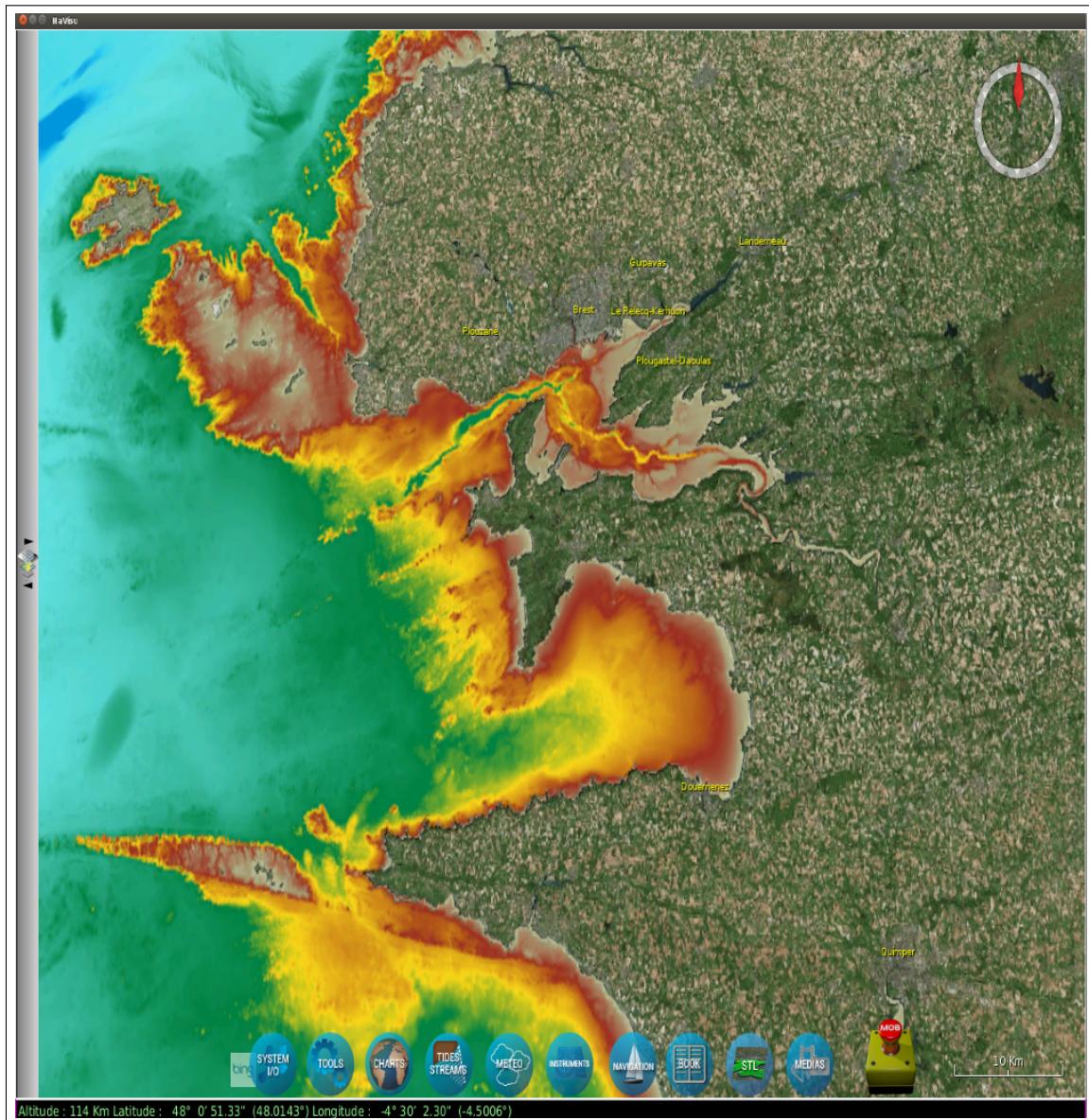


FIGURE 3.6 – MNT bathymétrique de la façade Atlantique à une résolution de 0.001° (111m)

3.2.3 Mise en œuvre

3.3 Cartographie

3.3.1 Sources

SHOM NOAA



Create databases

TERRE VIRTUELLE
NAVISU

S57 Databases Bathymetry Databases Elevation Databases

S57 Charts Dir: /home/serge/Data/cartography/data/ENC [Browse](#)

Country: FR [FR](#)

Catalog: ENC_NP5.kml [5](#)

Database name: s57NP5DB

Actual configuration:

psql Path: /usr/bin [Modify](#)

gdal Path: /usr/bin [Modify](#)

ulhysses Path: /opt/ULHYSSES/app [Modify](#)

Login: admin

Password: admin

[Create](#) [Help](#)

FIGURE 3.7 – Chargement des données dans une des bases cartographiques S57

3.3.2 Etendue spatiale

3.3.3 Mise en œuvre

3.4 Objets 3D géoréférencés

3.4.1 Sources

3.4.2 Mise en œuvre

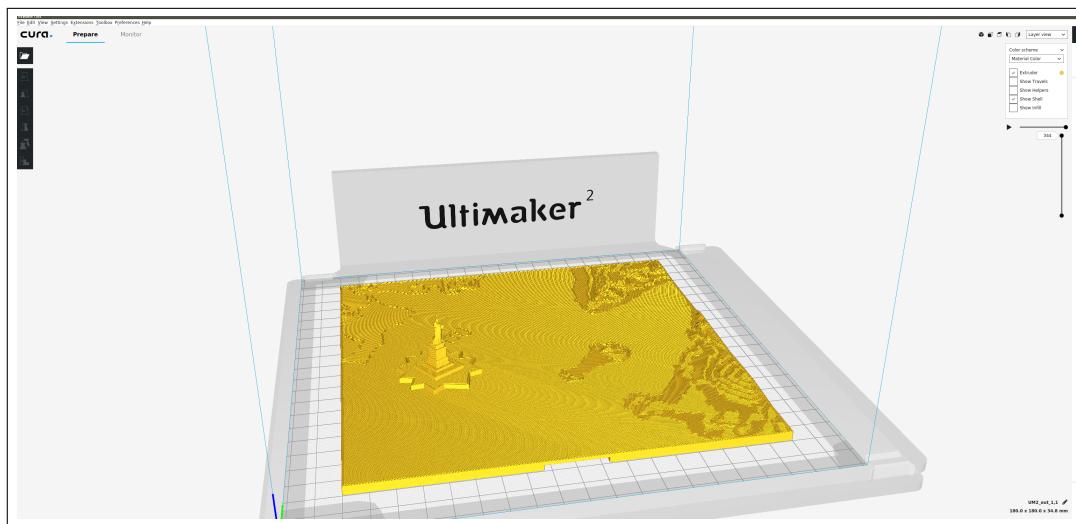


FIGURE 3.8 – Entrée de new York City

Chapitre 4

L'export des données

4.1 Export STL

Le format STL (Standard Tessellation Language), initialement développé par **3D Systems**, est extrêmement simple. Un fichier STL décrit les surfaces de mailles telles des caractéristiques géométriques. Un solide est composé de faces triangulaires, qui sont elles-mêmes composées d'une normale et de 3 sommets décrits par leurs coordonnées.

```
solid
  facet normal 0.0 -0.9882392306514677 0.15291573823970914
    outer loop
      vertex 137.95979903830215 138.60046315913647 4.0
      vertex 137.57078026018425 136.08637518871737 4.807470290632069
      vertex 137.95979903830215 138.60046315913647 4.807470290632069
    endloop
  endfacet
  facet normal 0.0 -0.9882392306514677 0.15291573823970914
    outer loop
      vertex 137.95979903830215 138.60046315913647 4.0
      vertex 137.57078026018425 136.08637518871737 4.0
      vertex 137.57078026018425 136.08637518871737 4.807470290632069
    endloop
  endfacet
end solid
```

Ce format a l'avantage d'être accepté par la plupart des imprimantes, mais oblige le concepteur à faire de nombreux calculs. De plus la couleur n'est nativement pas supportée.

4.2 Export 3MF

4.3 Export KML

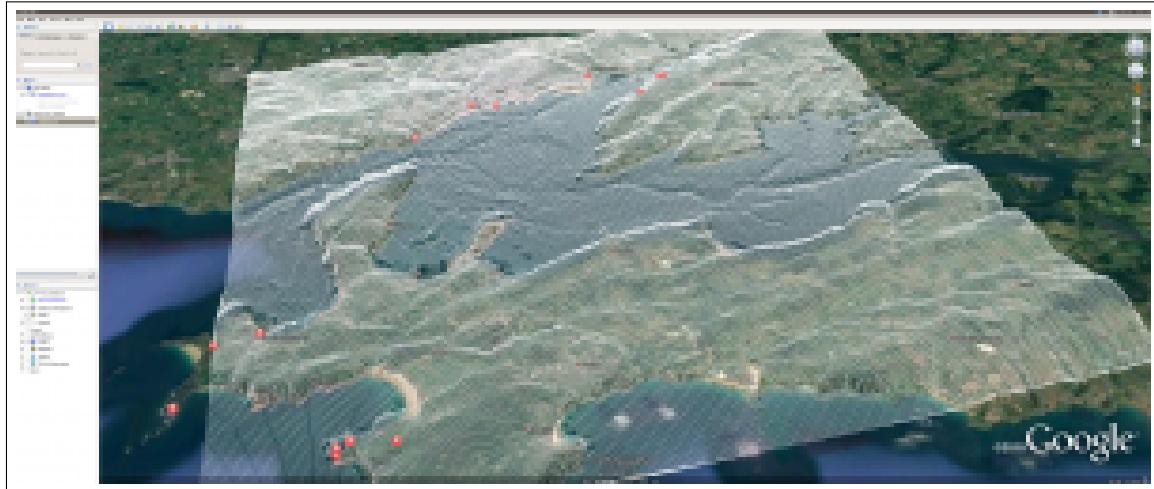


FIGURE 4.1 – *Export des données en KML, visualisation sur Google Earth*

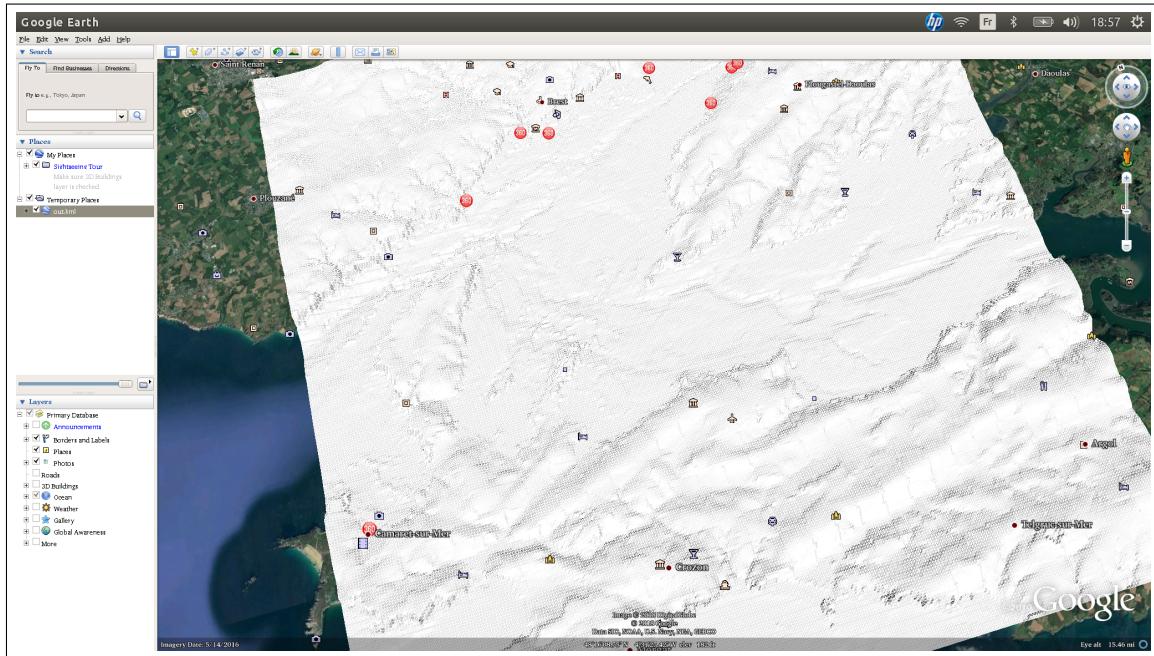


FIGURE 4.2 – *Export des données en KML, visualisation en polygones sur Google Earth*

4.4 Export GeoTiff

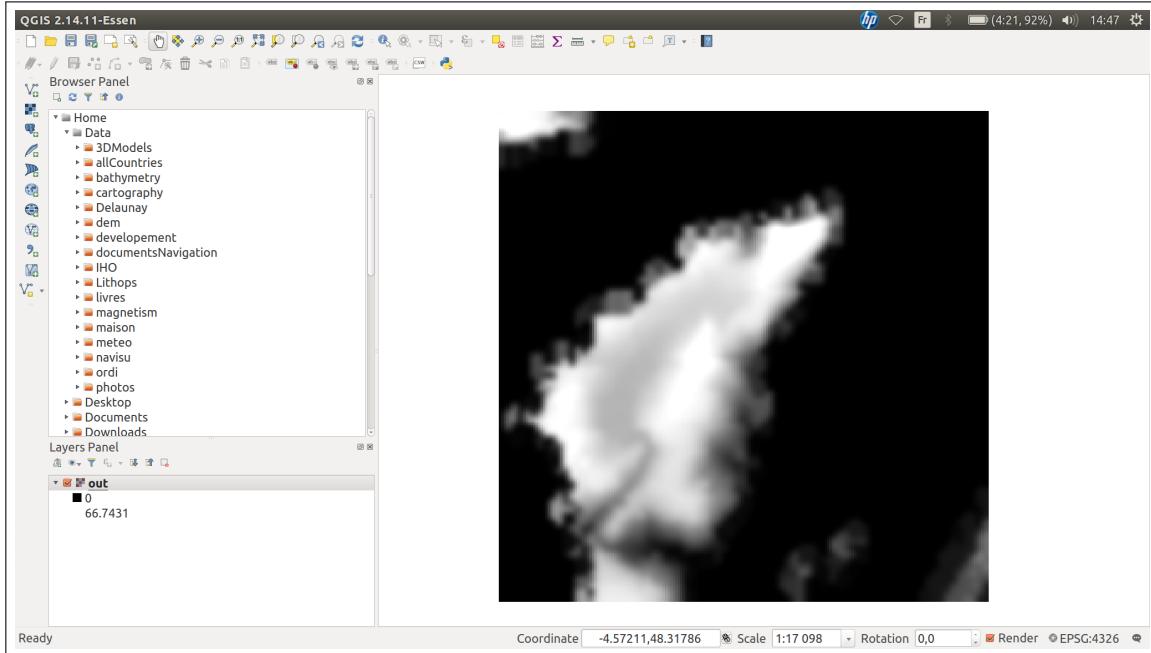


FIGURE 4.3 – Export des données en GeoTiff, visualisation QGis

4.5 Export ASC

4.6 Export Shapefile



IMPRESSION DE DONNÉES MARITIMES EN 3D

2018 – 32/45

NaVisu

Version 2.0 - novembre 2018



Chapitre 5

Utilisation du logiciel

5.1 Interface utilisateur

Parameters and selections for 3D printing

Help 

Tiles S57 objects Alti / Bathy Exports

Elevation magnification

Tiles count

Tiles size LxWxH

Grid sizes (m)

Range on earth (m)

Scale

OutFile name Close box

SELECTION MODE

Keyboard

Graphic selection

Selected corners coordinates

min coord. max coord.

FIGURE 5.1 – *Menu principal : choix des paramètres généraux*

Parameters and selections for 3D printing Help

Tiles **S57 objects** **Alti / Bathy** **Exports**

S57 objects database s57NP5DB **s57NP5DB** ▾
Selected objects
Distance tolerance (m) 10 Simplify DEPARE

ACHARE BUOYAGE COALNE DEPCNT
 DOCARE NAVLNE SLCONS LIGHTS
 DRGARE PONTON RESARE LNDMRK
 ALL

Scale : **Tile number** **Origin location** **Import STL File**

SELECTION MODE

Keyboard **Enter coordinates**
Graphic selection **Marquee tool** **Valid**

Selected corners coordinates
min coord. max coord. **Request DB**

FIGURE 5.2 – *Choix des objets S57 à représenter*



The screenshot shows the 'Parameters and selections for 3D printing' interface in NaVisu. The top navigation bar includes tabs for 'Tiles', 'S57 objects', 'Alti / Bathy' (which is selected), and 'Exports'. A red power button icon is in the top right. The main configuration area has two sections:

- Altimetry:** Radio buttons for 'Database DEM' (selected) and 'SRTM DEM'. Below is a dropdown for 'Elevation database' set to 'AltiV2_2-0_75mlgnDB'.
- Bathymetry:** Radio buttons for 'NoBathy' (selected), 'Database...', 'DEPARE', and 'DEPARE ULHYSSES'. Below is a dropdown for 'Bathymetry database' set to 'BathyShomDB'.

Below these are fields for 'ULYSSES isoValues' containing '0;2;4;6;8;10;12;14;16;18;20' and options for 'Visualization' (radio buttons for 'Solid' and 'Wireframe') and 'STL Preview' (checked).

The bottom section is titled 'SELECTION MODE' and includes:

- Buttons for 'Keyboard' and 'Graphic selection'.
- A 'Enter coordinates' button.
- A 'Marquee tool' button.
- A 'Valid' button.
- A box for 'Selected corners coordinates' with 'min coord.' and 'max coord.' input fields, and a 'Request DB' button.

FIGURE 5.3 – Choix des modèles numériques de terrain à représenter



The screenshot shows the 'Parameters and selections for 3D printing' window. At the top, there are tabs for 'Tiles', 'S57 objects', 'Alti / Bathy', and 'Exports'. A red power button icon is in the top right. Below the tabs, four export options are listed with checkboxes: 'Generate STL' (checked), 'Generate KML' (checked), 'GeoTIFF' (unchecked), and 'ASCII' (unchecked). A large central area is empty. Below it, a 'SELECTION MODE' section contains three buttons: 'Keyboard', 'Graphic selection' (selected), and 'Valid'. Under 'Graphic selection', there is a sub-section for 'Selected corners coordinates' with fields for 'min coord.' (two input boxes) and 'max coord.' (two input boxes), followed by a 'Request DB' button.

FIGURE 5.4 – *Choix des formats d'export*

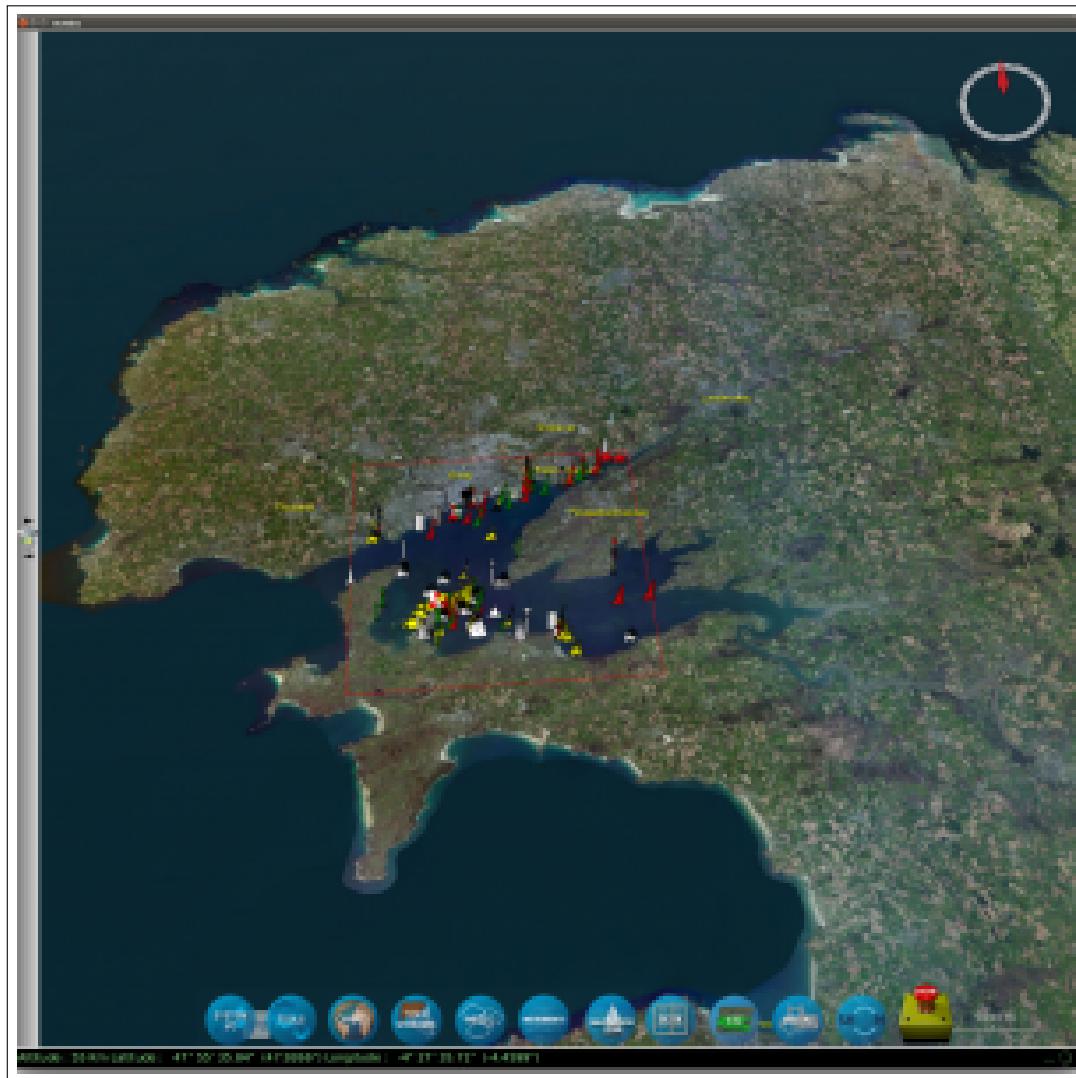


FIGURE 5.5 – Sélection d'une zone et des objets recherchés

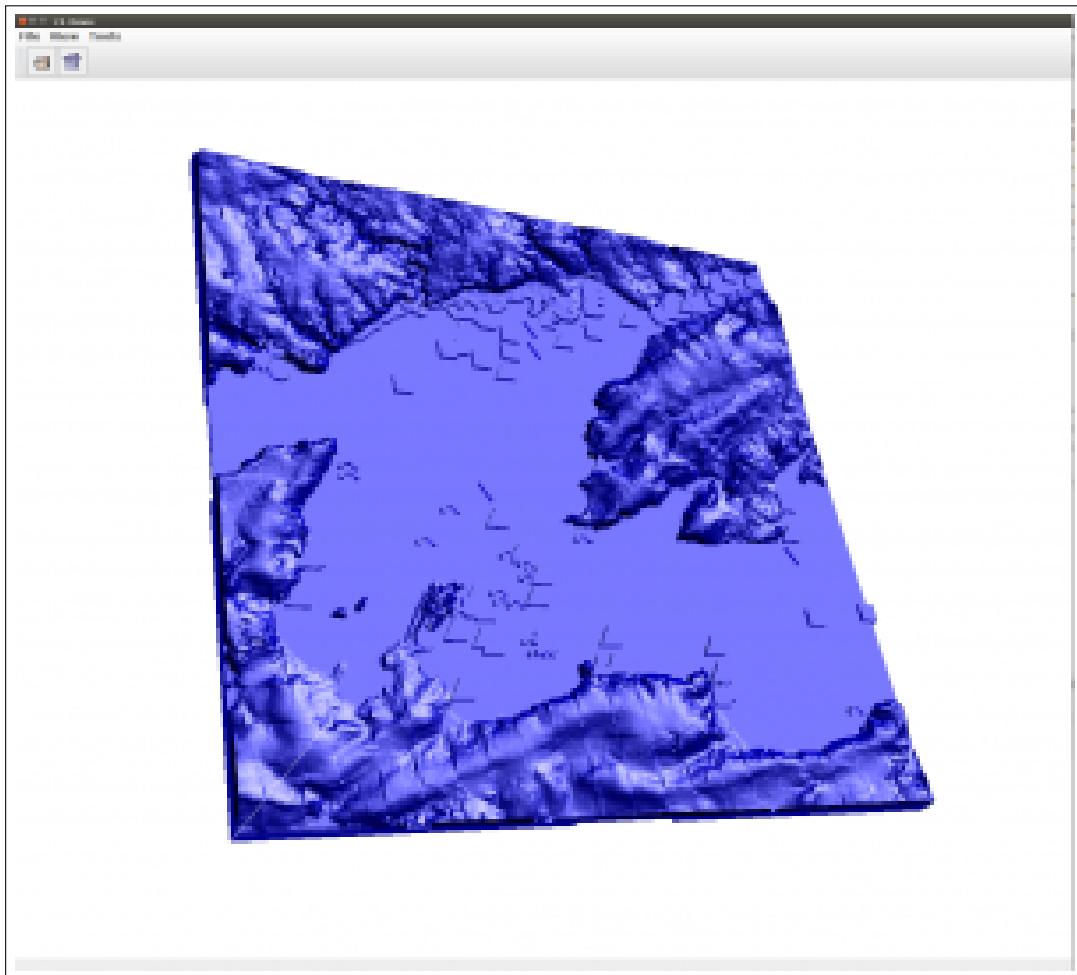


FIGURE 5.6 – Sélection d'une zone et des objets recherchés : résultat en STL



IMPRESSION DE DONNÉES MARITIMES EN 3D

2018 – 40/45

NaVisu

Version 2.0 - novembre 2018

Chapitre 6

Les publications



IMPRESSION DE DONNÉES MARITIMES EN 3D

2018 – 42/45

NaVisu

Version 2.0 - novembre 2018

Chapitre 7

Les résultats



Chapitre 8

Les futurs travaux

8.1 Exploration des détails de bathymétrie

LIDAR

8.2 Intégration des données Open Street Building