



# PETrA automatisé!

Protocole *Employing Three-dimensional Representations in Archaeology*

## Protocole d'Exploitation des représentations TRidimensionnelles en Archéologie

Valentin Grimaud

LARA, Université de Nantes, Nantes



Lien vers la page internet du PETrA  
URL: <https://github.com/valgrim0/PETrA>

### Origine du protocole & objectifs

Dans le cadre du Programme Collectif de Recherche (PCR) *Corpus des signes gravés néolithiques* (2016-2019, renouvelé 2020-2022 ; dir. S. Cassen), les architectures funéraires néolithiques en région Bretagne possédant des gravures sont numérisées et décrites afin de renouveler le corpus de représentation à l'aide des technologies actuelles. Elles sont systématiquement contextualisées sur leur support ; le support dans le contexte architectural ; l'architecture dans son environnement proche (rayon de protection des Monuments Historiques pour les sites présents dans l'aire prescrite au classement UNESCO -- région de Carnac).

Issu d'une formation en architecture, les modèles 3D sont au cœur de la production graphique et utilisés essentiellement pour produire des **représentations architecturales normées**.

PETrA a été conçu pour décrire:

- les surfaces ornées, avec des détails infra-millimétriques
- les architectures contenant les blocs ornés, avec une résolution infra-centimétrique pour les structures internes, et centimétrique pour les externes
- l'environnement immédiat (en s'appuyant sur le rayon de protection des Monuments Historiques), atteignant une résolution décimétrique.

Transcalaire par nature, et appliqué avec succès sur d'autres types d'objet (céramique), sa diffusion et son adoption nous paraissent être un enjeu important. En 2017, il fallait 2 semaines de formations, à raison de toutes les matinées, pour être autonome avec ce protocole.

### Moyens mobilisés

Pour réduire drastiquement la prise en main du protocole, son automatisation devient nécessaire. Le logiciel principal de mise en oeuvre étant Blender (logiciel *open source*), l'objectif devient possible en créant un plugin.

Le travail de développement a été financé à hauteur de 4000€ par le Consortium 3D SHS, et de 1000€ par le LARA (Université de Nantes).

Le travail a été réparti entre un développeur (M. Belfrage) qui a assuré l'architecture générale du plugin et toutes les fonctions d'interaction. Toutes les parties concernant la configuration du fichier Blender ont été rédigées par V. Grimaud.

### La chaîne opératoire



#### Quels types de données?

- Les **maillages** peuvent être décrits facilement.  
- Les **données SIG** peuvent également être importées à l'aide du plugin BlenderGIS (<https://github.com/domylyz/BlenderGIS>). Les MNT au format \*.geoTiff sont convertis en maillage et placés dans un système de coordonnées translaté.  
- Les **données volumiques** issues de tomographie devraient également pouvoir être décrites grâce au plugin OrtogOnBlender (Morales et al. 2020). <https://github.com/cogitas3d/OrtogOnBlender>

#### Préparation des données

Il est important de préparer les données en accord avec la documentation qui sera produite. En fonction de l'objet documenté, une résolution spatiale spécifique sera choisie. Il convient de corrélérer la résolution du maillage et la résolution spatiale de la documentation afin d'optimiser les maillages tridimensionnels.

#### Étape 2.1

Importer le modèle 3D à décrire, et construire l'environnement PETrA.

#### Étape 2.2

Positionner et orienter correctement le *Framing Box* autour de l'objet à documenter.

#### Étape 2.3

Définir l'échelle de documentation, et la résolution spatiale voulue (1 pixel couvre x mm de l'objet).

#### Étape 3.1

Sélectionner les couches d'information à produire, en fonction de l'objet à décrire (elles ne sont pas toutes pertinentes pour chaque échelle).

#### Étape 3.2

Deux couches d'information nécessitent quelques réglages manuels : R2. Courbes de niveau (définir l'espacement des courbes) et R3. Carte des écarts (calculer les cartes, directement dans Blender).

#### Étape 3.3

En cliquant sur *Produce documentation*, toutes les couches d'informations sont produites. Il est également possible d'exporter les parodonnées de la scène pour conserver la mémoire des paramètres de toutes les caméras.

#### Étape 4.1

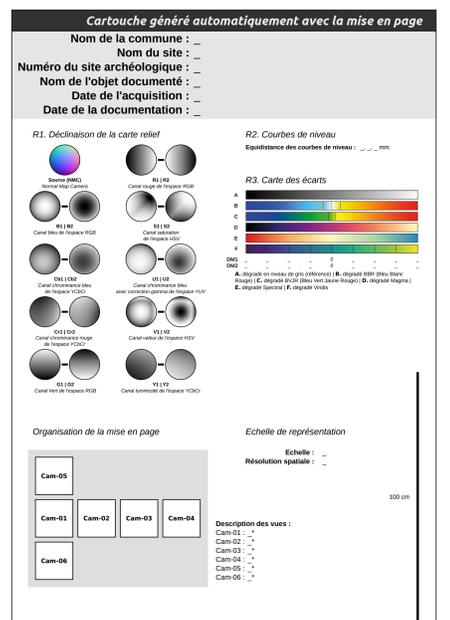
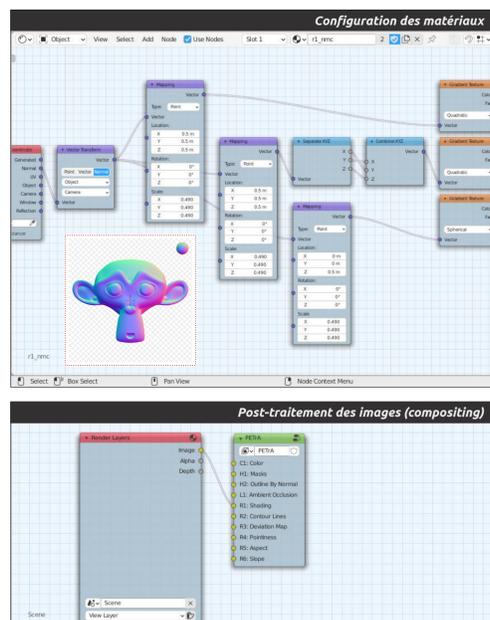
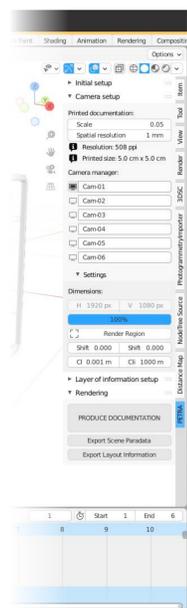
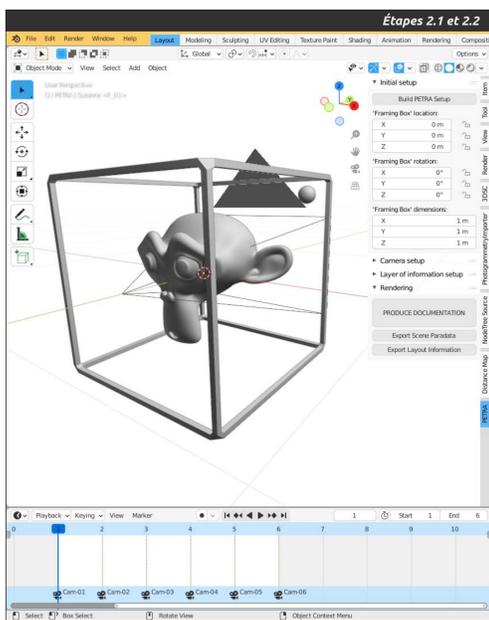
Blender possède une limite : il ne peut générer que des images avec une résolution de 72 ppi. Il faut donc appliquer la résolution déterminée par les réglages à toutes les images produites. Cette étape est automatisée grâce au logiciel *Converseen* (fonctionne sous Linux et Windows)

#### Étape 4.2

Une fois que les images possèdent la bonne résolution, un fichier SVG est généré avec un certain nombre de calque (un calque = une couche d'information). Les images sont automatiquement bien positionnées, comme si un cube était déplié.

#### Étape 4.3

Il suffit enfin d'affiner l'habillage de la description géométrale (masquer les parties lacunaires, l'arrière plan, etc.). Certaines couches doivent être travaillées également (vectorisation des courbes de niveau par exemple). Quelques éléments doivent également être placés correctement (plan de coupe, nord, etc.)



### Fonctionnalités

Le PETrA est capable de **décrire une grande variété d'objet** (de détails inframillimétriques à des environnements de plusieurs kilomètres), **numérisé de diverses manières** (données sous la forme de nuages de points convertis en maillages, données SIG ou encore issues de tomographie).

Le **paramétrage** de la documentation est **simplifié** à son maximum, et est suffisamment **flexible** pour ajouter des caméras ou décrire des développés de surface.

Le PETrA peut **extraire une grande quantité d'information** des modèles 3D, considérant que toutes les informations sont contenues dans le modèle, mais difficiles à analyser car se parasitant les unes les autres. Les informations sont classées selon des identifiants présents dans le nom de chaque image :

- |                                     |                                    |                                 |
|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>C</b> pour la couleur:           | <b>L</b> pour la lumière:          | <b>R</b> pour le relief:        |
| - <b>C1</b> : couleur photoréaliste | - <b>L1</b> : illumination globale | - <b>R1</b> : ombrages          |
|                                     | - <b>L2</b> : ICEO sur R1          | - <b>R2</b> : courbes de niveau |
|                                     | - <b>L3</b> : ICEO sur R3          | - <b>R3</b> : carte des écarts  |
|                                     |                                    | - <b>R4</b> : pointosité        |
|                                     |                                    | - <b>R5</b> : aspect            |
|                                     |                                    | - <b>R6</b> : pente             |

Format d'un nom de fichier:  
Cam-##\_[catégorie|information]\_[id|information]-[réglage].extensionFichier

Un **plan de nommage** est donc **intégré**, facilitant la gestion de la documentation.

Le PETrA est **évolutif** : de nouvelles couches d'information pourront facilement être ajoutées.

Le **protocole ICEO** -- pour documenter les motifs en relief -- est **complètement compatible** avec le PETrA.

**Mise en page automatique** de la description géométrale

**Export** en un simple clic **des parodonnées** de la scène (au format YAML) permettant de poursuivre la documentation sans le fichier Blender.

Le PETrA est **entièrement documenté** à travers un wiki et un tutoriel pas à pas.

Tous les **traitements** sont **transparents** : grâce au système de noeuds de Blender, tous les matériaux et post-traitements des images peuvent être analysés et modifiés.

### Développements réalisés

**Version 0.1** - Construction de l'interface du plugin  
- Paramétrage de Blender pour appliquer PETrA : scène 3D, matériaux, compositing

**Version 0.2** - Implémentation de toutes les interactions, dans leur état actuel :  
- **Initial Setup** : Interactions depuis l'interface PETrA pour positionner orienter et dimensionner l'objet "Framing Box"  
- **Camera Setup** : Paramétrage des caméras à partir de deux données (échelle de documentation et résolution spatiale), permettant de configurer à la volée toutes les caméras ; *fondations pour de futurs développements*  
- **Layer of information Setup** : Liste des différentes couches d'information à produire ; *fondations pour de futurs développements*  
- **Rendering** :  
- *Produce documentation* et *Export Scene Paradata* ne fonctionnent pas encore  
- *Export Layout Information* est implémenté

### Développements à venir

**Version 0.3** - Implémenter le rendu de toutes les couches d'information sélectionnées (sans passer par un plugin tiers)  
- Finir l'export des parodonnées de la scène  
- Correction de bugs concernant la visualisation de certaines couches

**Version 0.4** - Ajout de contrôle pour les couches d'information dans l'interface du plugin  
- Application de la résolution (ppi) définie par les réglages directement au sein de PETrA (sans avoir à passer par *Converseen*)  
- Classement automatique des images dans une arborescence

**Version 0.5** - Implémenter la décorrélation d'image dans le calcul de la couche C1: Couleur

**Version 0.6** - Implémenter le calcul de la carte des écarts directement dans l'interface du plugin (sans passer par un plugin tiers)

**Version 0.7** - Implémentation du protocole ICEO afin de décrire les motifs en relief

**Version 0.8** - Intégration des caméras ajoutées dans la description dans la mise en page de la description géométrale  
- Intégration des éléments de "décoration" de la mise en page (plan de coupe, une partie de l'habillage, etc.)  
- Meilleure intégration des parodonnées dans l'export du fichier SVG

### Bibliographie

Grimaud, V., Cassen, S., Rodríguez-Rellán, C., 2016. De l'usage de la représentation tridimensionnelle pour documenter les architectures funéraires monumentales ornées du Néolithique de l'ouest de la France. *Les Nouvelles de l'archéologie* 146, 23-27.

Grimaud V., Cassen S., 2017. Représentation multi-échelle pour la documentation du patrimoine mégalithique orné. In : *Folle Journée de l'Imagerie Nantaise, 7/02/2017* (Université de Nantes, Ecole Centrale, INSERM, INRA), p.39.

Grimaud V., Cassen S., 2019. Implementing a protocol for employing three-dimensional representations in archaeology (PETrA) for the documentation of neolithic funeral architecture in Western France. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, <https://doi.org/10.1016/j.daach.2019.e00096>

### Logiciels de l'écosystème PETrA

**Blender**, <https://www.blender.org/> et ses plugins :  
- **BlenderGIS**, <https://github.com/domylyz/BlenderGIS>  
- **DistanceMap**, <https://www.blendermarket.com/products/distance-map>  
- **MyRenderButton**, <https://blendermarket.com/products/render-buttons>  
- **OrtogOnBlender**, <https://github.com/cogitas3d/OrtogOnBlender>

**CloudCompare**, <http://cloudcompare.org/>

**Converseen**, <https://converseen.fasterland.net/>

**DStretch**, <https://dstretch.com/>

**Inkscape**, <https://inkscape.org/fr/>

**Krita**, <https://krita.org/fr/>

**Meshlab**, <https://www.meshlab.net/>