

# Planètes Procédurales

Aurélien Besnier

Master 2 IMAGINE

13 janvier 2023



## 1 Introduction

## 2 Initialisation

- Création de la sphère
- Segmentation
- Elevation

## 3 Collisions

## 4 Démonstration

## 1 Introduction

## 2 Initialisation

- Création de la sphère
- Segmentation
- Elevation

## 3 Collisions

## 4 Démonstration

## Objectif

Générer des planètes procédurales et pouvoir les faire évoluer (en temps réel).

## Objectif

Générer des planètes procédurales et pouvoir les faire évoluer (en temps réel).



## Objectif

Générer des planètes procédurales et pouvoir les faire évoluer (en temps réel).



Figure – Technologies utilisées

## 1 Introduction

## 2 Initialisation

- Création de la sphère
- Segmentation
- Elevation

## 3 Collisions

## 4 Démonstration

# Création de la sphère

**Données** :  $\text{goldenRatio} = (1 + 5^{0.5})/2$   
**pour**  $i$  de 0 à  $\text{nb\_elem}$  **faire**  
     $\text{theta} \leftarrow 2 \times i / \text{goldenRatio}$ ;  
     $\text{phi} \leftarrow$   
         $\arccos(1 - 2 \times (i + 0.5) / \text{nb\_elems})$ ;  
     $x \leftarrow \cos(\text{theta}) \times \sin(\text{phi})$ ;  
     $y \leftarrow \sin(\text{theta}) \times \sin(\text{phi})$ ;  
     $z \leftarrow \cos(\text{phi})$ ;  
**finpour**

Appliquer ensuite une triangulation de Delaunay sur le nuage de point résultant.

Source : [extremelearning.com.au](http://extremelearning.com.au)



# Création de la sphère

**Données** :  $\text{goldenRatio} = (1 + 5^{0.5})/2$   
**pour**  $i$  de 0 à  $\text{nb\_elem}$  **faire**  
     $\theta \leftarrow 2 \times i / \text{goldenRatio}$ ;  
     $\phi \leftarrow$   
         $\arccos(1 - 2 \times (i + 0.5) / \text{nb\_elems})$ ;  
     $x \leftarrow \cos(\theta) \times \sin(\phi)$ ;  
     $y \leftarrow \sin(\theta) \times \sin(\phi)$ ;  
     $z \leftarrow \cos(\phi)$ ;  
**finpour**

Appliquer ensuite une triangulation de Delaunay sur le nuage de point résultant.

Source : [extremelearning.com.au](http://extremelearning.com.au)

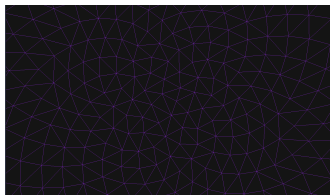
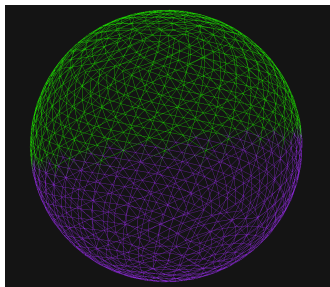
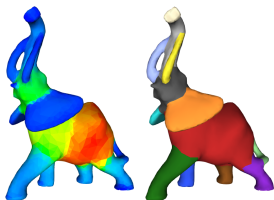


Figure – Visualisation des triangles du pôle

# Segmentation

## Définition

Découpage du maillages en sous régions pour y associer une sémantique.

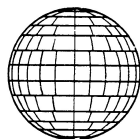


(a) Segmentation par valeurs de SDF <sup>a</sup>

a. source : CGAL



Uniform Segmentation



Variable Segmentation

(b) Segmentations sur sphères

Figure – Différentes segmentations

# Segmentation

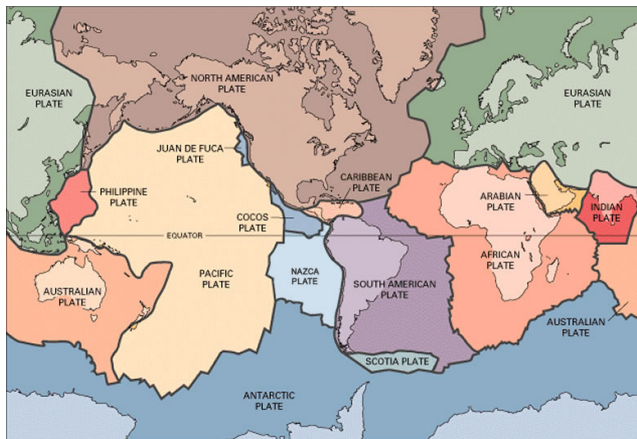


Figure – Plaques tectoniques de la Terre

Source : <https://geology.com/plate-tectonics.shtml>

# Solution

- Calculer le 1-voisinage de chaque point.
- Pour chaque plaques, choisir un point de départ aléatoire.
- Faire un grossissement de régions de chaque plaque avec le 1-voisinage
- Itérer jusqu'à ce que chaque point soit assigné.

# Solution

- Calculer le 1-voisinage de chaque point.
- Pour chaque plaques, choisir un point de départ aléatoire.
- Faire un grossissement de régions de chaque plaque avec le 1-voisinage
- Itérer jusqu'à ce que chaque point soit assigné.



Figure – Résultat de segmentation avec 60000 éléments

# Solution

- Calculer le 1-voisinage de chaque point.
- Pour chaque plaques, choisir un point de départ aléatoire.
- Faire un grossissement de régions de chaque plaque avec le 1-voisinage
- Itérer jusqu'à ce que chaque point soit assigné.



Figure – Résultat de segmentation avec 60000 éléments

## Inconvénient

Calcul du 1-voisinage long sur de grand maillages(>60000).

Initialisation des élévations :

```
pour chaque plaques selon leur type faire  
  pour chaque point p de la plaque faire  
     $rng \leftarrow noise.fractal(octave, p.x + offsetX, p.y + offsetY, p.z + offsetZ) + offsetType;$   
     $elevation \leftarrow (plateParams.plateType) \times rng;$   
     $elevation \leftarrow (plateParams.plateType) \times rng;$   
     $mesh.vertices[p].pos \leftarrow$   
       $mesh.vertices[p].pos + ((elevation) \times mesh.vertices[p].normal);$   
     $mesh.vertices[p].elevation \leftarrow rng;$   
  finpour  
finpour
```

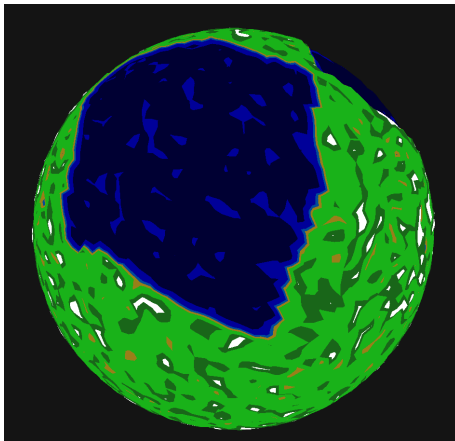


Figure – Résultat initialisation avec rayon 637km, 6000 éléments, 8 octaves



## 1 Introduction

## 2 Initialisation

- Création de la sphère
- Segmentation
- Elevation

## 3 Collisions

## 4 Démonstration

## Exemple collision Continent/Continent :

```
pour chaque plaques continentales faire
|
|   pour chaque point  $p$  de la plaque faire
|   |
|   |   si  $p$  est voisin avec une autre plaque continentale alors
|   |   |
|   |   |    $voisin \leftarrow voisin_p$ ;
|   |   |    $cpy\_pos \leftarrow p.pos + déplacement$ ;
|   |   |   si  $distance(cpy\_pos, voisin) < distance(p, voisin)$  alors
|   |   |   |
|   |   |   |    $elevation \leftarrow p.elevation \times 0.00013$   $p.elevation \leftarrow p.elevation + elevation$ ;
|   |   |   |    $mesh.vertices[p].pos \leftarrow$ 
|   |   |   |        $mesh.vertices[p].pos + ((elevation) \times mesh.vertices[p].normal)$ ;
|   |   |   finsi
|   |   finsi
|   finpour
finpour
```

## 1 Introduction

## 2 Initialisation

- Création de la sphère
- Segmentation
- Elevation

## 3 Collisions

## 4 Démonstration

# Démonstration