

Document Pédagogique : Perlin Quest 3D

Amri Hassan, EL Mardah Mehdi, Poplawski David, The Dat Bui, Ayau Mohammed

1 Notre Sujet : La Génération Procédurale de Terrain

Notre projet **Perlin Quest 3D** a pour sujet central la **Génération Procédurale**.

Dans le monde de l'informatique et des jeux vidéo (comme *Minecraft* ou *No Man's Sky*), il est impossible de stocker en mémoire ou de modéliser à la main des planètes entières ou des mondes infinis. La génération procédurale résout ce problème : c'est l'art de **laisser l'ordinateur créer automatiquement** ces mondes à l'aide d'algorithmes mathématiques.

Notre objectif est de rendre cette technologie accessible. Nous montrons comment on peut passer d'un simple concept mathématique (une fonction de bruit) à un paysage 3D complet avec ses montagnes enneigées, ses plaines vertes et ses océans, le tout généré instantanément.

2 Les Concepts Clés de notre Thème

Pour expliquer la magie de la génération procédurale, notre projet décompose le processus en plusieurs thématiques fondamentales que l'ordinateur applique successivement :

A. Le "Faux" Hasard et la Graine (Seed)

Un ordinateur ne peut pas créer de hasard absolu. Il utilise un point de départ appelé **Graine (ou Seed)**.

- **Le principe** : Cette graine est un nombre qui contrôle toute la génération. Si vous donnez la même graine à l'ordinateur, il recréera mathématiquement **exactement le même monde**. C'est un concept fondamental en algorithmique (le pseudo-aléatoire).

B. Le Bruit de Perlin (L'algorithme sculpteur)

C'est le cœur de notre projet. Contrairement à un bruit "blanc" (comme la neige sur une vieille télévision) qui est totalement chaotique, le **bruit de Perlin** génère des ondes douces et continues. C'est parfait pour imiter la nature : les montagnes et les vallées ne sont pas des pics aléatoires, elles forment des pentes graduelles.

C. La superposition des détails (Les Octaves)

Pour rendre le monde réaliste, un seul passage de l'algorithme ne suffit pas. L'ordinateur dessine le paysage comme un peintre :

1. **Octave 1** : Les grandes formes (les énormes montagnes, fréquence basse).
2. **Octave 2** : Les détails moyens (les collines).
3. **Octave 3** : Les petits détails (les rochers et irrégularités, fréquence haute).

En additionnant ces couches (les octaves), on obtient un relief complexe et naturel.

D. De la 2D à la 3D (La carte des hauteurs ou "Heightmap")

L'algorithme génère d'abord une image en 2 dimensions (niveaux de gris).

- **Blanc** = haute altitude (les sommets).
- **Noir** = basse altitude (les profondeurs marines).

E. L'attribution des Biomes (L'habillage du monde)

Une fois le relief brut généré sous forme de carte d'altitudes (Heightmap), il faut lui donner vie en lui attribuant des environnements spécifiques appelés "biomes" (montagnes, plaines, plages, océans). Pour ce faire, l'algorithme parcourt chaque point de la carte et applique une logique conditionnelle basique :

- **Si** l'altitude est très élevée (ex : $> 80\%$) $\rightarrow$ l'ordinateur place un bloc de "Montagne enneigée".
- **Sinon, si** l'altitude est moyenne (ex : $> 40\%$) $\rightarrow$ il place un bloc de "Plaine herbeuse".
- **Sinon**, pour les altitudes les plus basses (ex : $< 20\%$) $\rightarrow$ il génère de l'"Océan".

Cette étape illustre de manière très concrète comment une donnée numérique abstraite (l'altitude) est traduite instantanément en un élément visuel qui compose l'environnement 3D que le joueur peut explorer.

3 L'Animation sur notre Stand

En venant sur notre stand, les enseignants et les élèves pourront manipuler notre application web interactive. Le but n'est pas seulement de regarder un paysage 3D, mais de **comprendre l'impact des mathématiques sur celui-ci. Les activités proposées sur le stand :**

1. **Jouer avec la Graine :** Entrer des nombres différents pour voir le terrain changer drastiquement, puis revenir à la même graine pour prouver que le monde est persistant.
2. **Manipuler les Octaves :** Augmenter le niveau de détail pour observer le terrain passer de collines lisses à des crêtes acérées.
3. **Observer la carte 2D (Heightmap) :** Voir en direct le lien entre la carte topographique calculée par le programme et le rendu 3D final composé de cubes (voxels).
4. **Ajuster le Zoom et l'Amplitude :** Modifier la rugosité du terrain, illustrant de manière ludique les notions d'amplitude et de fréquence d'une fonction.

Activité Pratique Proposée : Le "Défi du Créateur de Mondes"

Pour rendre le stand encore plus interactif et ludique, nous pouvons proposer un petit **défi de création** aux visiteurs ou aux élèves :

- **L'objectif :** Reproduire un type de paysage très précis demandé par l'animateur (par exemple : *"Crée un archipel d'îles lisses"* ou *"Génère une immense chaîne de montagnes abruptes"*).
- **Le défi :** Le visiteur prend les commandes et doit tâtonner, mais surtout comprendre la logique derrière chaque curseur pour réussir.
 - *Pour l'archipel :* Il comprendra qu'il faut trouver une bonne Graine (Seed) avec beaucoup d'eau (zone noire sur la Heightmap), et baisser le niveau de détail (Octaves) et la rugosité pour avoir des plages.
 - *Pour les montagnes abruptes :* Il devra au contraire fortement augmenter l'amplitude et le nombre d'octaves pour que la pierre soit réaliste.
- **La conclusion :** Une fois le défi réussi, le visiteur peut noter sa "Graine" (Seed) victorieuse et ses paramètres. Il comprend ainsi de manière concrète comment un algorithme permet de sculpter un monde.