

UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES – FACULTÉ DES SCIENCES
DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE

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

Comment un géant comme Minecraft fait-il pour générer un monde virtuellement infini ? Stocker une carte de 1 million sur 1 million de blocs nécessiterait environ **4 Téraoctets de mémoire** ! Le secret est de ne pas le stocker, mais de le **calculer mathématiquement** à la volée grâce à la **génération procédurale**.

Le principe de base : Pseudo-aléatoire et Déterminisme

Tout commence avec un simple numéro appelé "graine" (seed). Cette graine initialise un générateur de nombres pseudo-aléatoires. Ainsi, l'univers est généré avec une apparence "chaotique et naturelle", mais puisqu'on part de la même graine, le calcul mathématique recréera **exactement le même monde** à chaque fois.

1. Le point de départ (La graine et le bruit)

L'ordinateur utilise la graine pour générer une séquence de valeurs déterministes qui miment le hasard. Placées sur une grille, ces valeurs chaotiques forment le "Bruit Brut".

GRAINE (SEED)

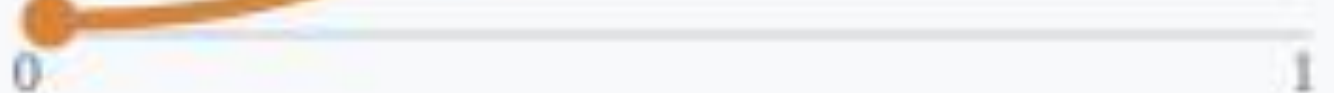
40236

BRUIT 1D BRUT

**2. L'Interpolation (Le génie de Perlin)**

Un simple hasard serait trop laid et saccadé (comme la "neige" sur une vieille télévision). Le Bruit de Perlin utilise une **courbe d'adoucissement mathématique** pour relier les points entre eux en douceur. C'est ce qui crée les vallées et les collines !

INTERPOLATION "SMOOTHSTEP" (COURBE EN S)



La courbe adoucit les transitions brusques de valeurs entre les points.

3. Empiler les couches (Les détails du monde)

Une seule couche de vallées douces, ce serait ennuyeux. Pour imiter la vraie nature (avec ses grandes montagnes et ses petits rochers pointus), on **empile plusieurs couches de "bruit"** (appelées octaves), de plus en plus petites.

COUCHE 1 (LES GRANDES FORMES)



COUCHE 2 (LES PETITS DÉTAILS)



L'ordinateur additionne ces couches pour créer un paysage réaliste et détaillé.

4. La carte des altitudes (Heightmap)

Toutes ces mathématiques fabriquent finalement une image en noir et blanc. Chaque pixel représente une hauteur : le **noir c'est le fond de l'océan**, et le **blanc ce sont les pics des montagnes**.

**5. De l'altitude à la couleur !**

Dernière étape : le jeu lit la carte des altitudes et décide ce qu'il va dessiner. "Ah, c'est très haut ? Je dessine de la neige. C'est très bas ? Je mets de l'eau." C'est comme ça que forêts, plages et océans s'emboîtent parfaitement.

```
if h > 0.8 : MONTAGNE
elif h > 0.6 : FORÊT
elif h > 0.4 : PLAINE
elif h > 0.2 : PLAGE
else : OCÉAN
```

**TESTEZ LE GÉNÉRATEUR !**

Scannez le QR code pour générer votre graine procédurale.

