

Rapport TER

Zink Tom - Saperès Clément - Nigh Kai - Bonetti Timothée

avril 2025

Table des matières

1	Introduction	2
2	Conception et recherches	3
2.1	Game design	3
2.2	Planification	4
2.3	Recherche documentaire	5
2.3.1	AutoBiomes : procedural generation of multi-biome landscapes (2020) . . .	5
2.3.2	papier 2	7
2.3.3	papier 3	7
2.3.4	papier 4	7
3	Développement	8
3.1	Génération de la carte	9
3.2	moteur de jeu	12
3.2.1	ecs	12
3.2.2	3C	12
3.3	Interface	12
3.4	Assets	12
3.5	Développement gameplay	12
3.5.1	Mode "péon"	12
3.5.2	Mini-jeux	12
3.5.3	Mode "seigneur"	12
3.6	communication avec le backend	12
4	Conclusion	12

1 Introduction

L'objectif de ce projet est de réaliser un jeu vidéo massivement multijoueur sur navigateur. Celui-ci se joue de deux façons bien distinctes :

- *Mode "Péon"* : Le joueur contrôle un personnage et s'occupe des actions élémentaires telles que récupérer des ressources, construire des bâtiments, etc.. Ces actions seront faites à travers des mini-jeux simples.
- *Mode "Seigneur"* : Le joueur ne contrôle pas de personnage directement, mais a une vision plus globale et donne des ordres aux pions en fonction des besoins du royaume.

Il y aurait plusieurs royaumes gérés par des seigneurs différents, en concurrence pour devenir le royaume le plus puissant. L'idée est inspirée de la "pixel war", l'événement temporaire sur r/place de Reddit où tous les utilisateurs du site pouvaient dessiner sur une page blanche. Ce principe très simple avait créé des dynamiques de groupes autour de communautés d'Internet et de streamers notamment qui voulaient leur place sur ce tableau géant, et nous avons assisté à des guerres d'alliances et des trahisons. Là où le but de la pixel war était purement esthétique, notre jeu serait plus concurrentiel. L'objectif de notre projet est de recréer ces dynamiques de groupes dans les royaumes.

// Image Pixelwar (commentée) ça prend du temps à compiler

Ce projet peut se suffire à lui-même mais il est fait en collaboration avec un autre groupe de TER qui a créé un Backend scalable pour accueillir des applications comme la nôtre. Nous allons donc lier nos projets pour déployer notre frontend sur leur backend.

Les défis que nous avons identifiés avant le début du développement sont les suivants :

- Générer une carte procéduralement avec ressources.
- Choisir la bonne technologie pour faire tourner le projet sur un navigateur.
- Créer un moteur de jeu simple.
- Comment créer une interface utilisateur.
- Créer les minijeux.
- Créer et équilibrer les 2 façons de jouer différents.
- Gérer la communication avec le Backend.
- Créer (ou trouver) des assets.

trouver une problématique

2 Conception et recherches

2.1 Game design

2.2 Planification

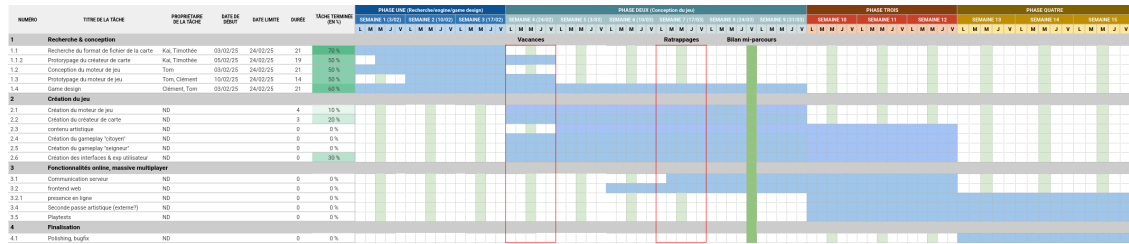


FIGURE 1 – Diagramme de Gantt

2.3 Recherche documentaire

2.3.1 AutoBiomes : procedural generation of multi-biome landscapes (2020)

Approche proposée pour la génération procédurale de terrains Les auteurs présentent un système de génération procédurale de terrain combinant trois types d'approches : synthétique, physique et exemple-based (basée sur des exemples). L'objectif est de créer des paysages étendus, composés de différents biomes et peuplés de nombreux éléments.

Le système repose sur un pipeline, structuré en quatre étapes principales. Chaque étape peut être visualisée directement, ce qui améliore la facilité d'utilisation. Chaque étape est placée sur une grille comme présenté dans le figure ci dessous. Ce design offre un bon compromis entre les exigences souvent opposées : performance, réalisme, flexibilité et convivialité. Voici les différentes étapes de ce pipeline :

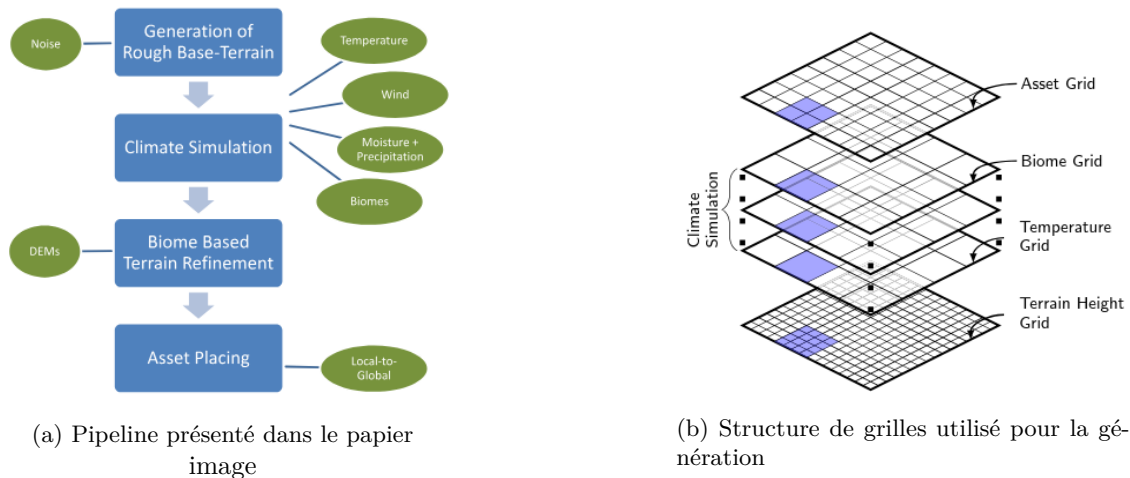


FIGURE 2 – Images tirés du papier

Terrain de Base Généré à l'aide de fonctions de bruit, notamment du simplex noise multi-octaves. Cela permet une création rapide et flexible d'un terrain général, sans se soucier des détails réalistes dès cette étape. L'utilisateur peut ajuster les paramètres, comme le nombre d'octaves ou le seuil de niveau de la mer.

Simulation climatique Cette étape a pour but de calculer la distribution des biomes la plus réaliste possible. Pour cela aucun bruit n'est utilisé mais une approche basée sur la physique a été choisie elle reste simple pour qu'elle soit relativement rapide contrairement à d'autres méthodes basées sur la simulation physique. Elle se compose de 4 étapes :

- **Température** : Calculée par interpolation bilinéaire ou sinusoïdale, en prenant en compte l'altitude (plus c'est haut, plus c'est froid). Cela permet d'avoir un gradient entre régions chaudes et froides.
- **Vent** : Le vent est simulé en définissant des forces aux quatre coins de la carte. Une approche itérative propage les directions de vent dans un champ vectoriel, en combinant les directions des cellules voisines et en ajoutant de petites perturbations aléatoires pour simuler les micro-variations. La proximité d'un coin renforce la persistance de son influence, produisant ainsi un lissage réaliste ou des annulations aux frontières entre courants principaux.
- **Précipitations** : La répartition des précipitations est calculée de manière itérative, en utilisant les données de vent et de température. Les cellules d'eau servent de sources d'humidité, avec une évaporation dépendant de la température. L'humidité est ensuite transportée par le vent vers les cellules voisines, avec une dispersion partielle vers les cellules adjacentes. Cette méthode permet de simuler des phénomènes plus avancés comme les ombres pluviométriques ou l'effet de foehn.

- **Placement des biomes** : Calcul de la grille de Biomes en fonction des propriétés calculées, en particulier la température et les précipitations. À chaque paire de valeurs température-précipitation est ainsi associé un identifiant de biome spécifique, selon une table.

Enrichissement du terrain : Pour enrichir le terrain de base, les auteurs utilisent une approche par exemple en intégrant des DEMs (modèles numériques d'élévation) spécifiques à chaque biome, tirés de sources disponibles publiquement. Les DEMs sont une représentation numérique de la hauteur du terrain sur une surface donnée, généralement sous forme d'une grille régulière où chaque cellule contient une valeur d'altitude. Cette méthode offre un réalisme élevé avec peu d'efforts. Pour obtenir des transitions naturelles entre biomes, les frontières sont déformées avec du bruit fractal (simplex noise), générant une grille de biomes à plus haute résolution. Ensuite, une convolution avec un noyau réglable permet de mélanger les DEMs voisins selon la proportion de chaque biome dans la zone. Le résultat est une somme pondérée des DEMs, fusionnée au terrain de base pour produire une carte de hauteur finale réaliste et cohérente.

Placement d'objets : Dans la dernière étape, les biomes sont peuplés par des objets 3D (assets) placés selon un modèle itératif. Ce modèle permet des distributions naturelles et adaptables aux transitions entre biomes. Les objets sont sélectionnés depuis une base d'assets (arbre, rocher, etc.), chacun possédant des propriétés spécifiques (ex. : tolérance à l'ombre, distance minimale, etc.). Le placement se fait via un échantillonnage de type Poisson-disk, adapté pour gérer des distributions complexes avec contraintes. Les objets sont traités par catégories (organique/inorganique, petite/grande taille) pour une répartition plus réaliste. On obtient une répartition uniforme et performante d'objets sur le terrain généré.

Résultats obtenus Voici les résultats présentés par les auteurs :

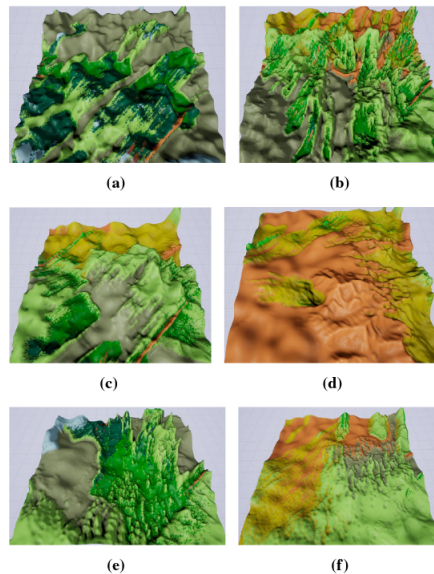


FIGURE 3 – Un ensemble de terrains différents générés avec différents paramètres

Conclusion Ce papier présente une méthode intéressante pour la génération de terrain et de placement d'objets mais nous n'avons pas décidé de suivre cette méthode pour notre projet, celle-ci est complexe et les résultats présentés ne nous ont pas convaincus. En effet pour une méthode qui met l'accent sur le réalisme nous trouvons les résultats trop aléatoires et peu esthétiques. Nous avons quand même utilisé certaines idées comme la table en fonction de l'élévation et de l'humidité pour les biomes.

2.3.2 papier 2

2.3.3 papier 3

2.3.4 papier 4

3 Développement

3.1 Génération de la carte

Pour ce projet nous voulions créer un outil pour créer une carte procéduralement. Pour cela nous avons écrit un programme en C++ qui crée un fichier .OBJ à partir de cartes de bruits.

Cartes de bruits Une carte de bruit, ou "noisemap", dans le contexte de la génération procédurale, est une technique utilisée pour créer des textures, des terrains ou des environnements de manière algorithmique. Les noisemaps dans la génération procédurale sont utilisées pour introduire des variations naturelles et réalistes dans les modèles générés par ordinateur.

La génération d'une noisemap implique l'utilisation de fonctions de bruit, telles que le bruit de Perlin, le bruit de Simplex ou d'autres algorithmes de bruit procédural. Ces fonctions génèrent des valeurs pseudo-aléatoires qui varient de manière continue et douce à travers l'espace. L'utilisation la plus élémentaire de ce genre de cartes est de lier l'élévation du terrain aux valeurs de la carte de bruit.



FIGURE 4 – Visualisation de Carte de bruit

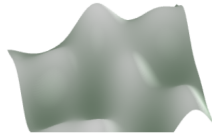
Nous pouvons manipuler l'aléatoire des fonctions qui génèrent ce genre de carte grâce à différents paramètres :

- La fréquence dans le contexte des fonctions de bruit, comme le bruit de Perlin, détermine la granularité ou la finesse des détails dans la carte de bruit générée. Une fréquence élevée signifie que les variations de bruit se produisent plus rapidement, ce qui entraîne des détails plus fins et plus nombreux dans la carte. À l'inverse, une fréquence basse produit des variations plus lentes et plus douces, résultant en des caractéristiques plus larges et moins détaillées.
- Les octaves sont utilisées pour ajouter de la complexité et du réalisme aux cartes de bruit. Chaque octave est une couche supplémentaire de bruit générée à une fréquence différente. En superposant plusieurs octaves, on peut créer des textures plus riches et plus variées. Les octaves sont généralement ajoutées avec des fréquences de plus en plus élevées et des amplitudes de plus en plus faibles.

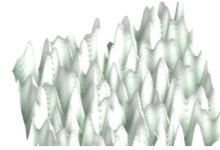
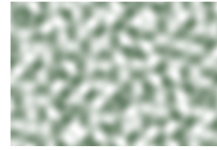
Effet sur la Carte Générée

- *Fréquence Basse* : Une fréquence basse produit des caractéristiques larges et douces. Par exemple, dans la génération de terrains, une fréquence basse peut créer des collines et des vallées larges et douces.
- *Fréquence Élevée* : Une fréquence élevée produit des détails fins et nombreux. Par exemple, dans la génération de terrains, une fréquence élevée peut ajouter des rochers, des crevasses et d'autres détails fins à la surface.
- *Octaves Multiples* : L'utilisation de plusieurs octaves permet de combiner des caractéristiques larges et douces avec des détails fins. Par exemple, une première octave avec une fréquence basse peut créer les grandes formes du terrain, tandis que des octaves supplémentaires avec des fréquences plus élevées ajoutent des détails fins comme des rochers et des textures de surface.

Voici des exemples en images de la différence.



(a) Exemple carte et élévation avec une fréquence basse
image



(b) Exemple carte et élévation avec une haute fréquence

FIGURE 5 – Comparaison de niveau de fréquences

Génération de biomes Sur notre carte nous voulons différents biomes c'est à dire différents environnements repartimanges le plus naturellement possible. Pour cela en plus de la carte de bruit qui va gérer l'élévation du terrain nous allons générer une autre carte de bruit qui va simuler l'humidité du milieu. En combinant ces deux cartes on peut obtenir des biomes plutôt cohérents. En plus de cela nous pouvons définir une élévation minimale qui va permettre de créer des océans. Enfin nous avons défini une aire de jeu circulaire au milieu de la carte celle ci sera plate mais utilise quand même les noisemap pour gérer les biomes.

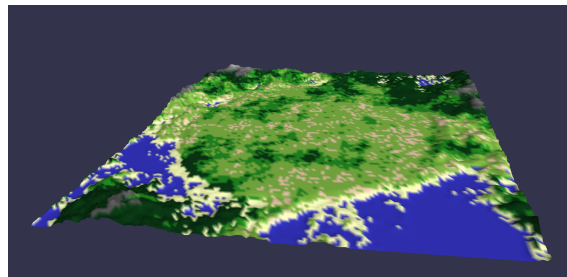
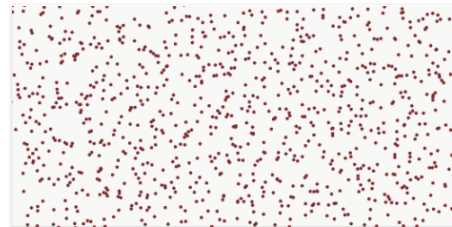


FIGURE 6 – Une carte générée avec notre code

Placer des ressources Un autre défi de la création de la carte est de placer des ressources sur la carte en favorisant les potentielles interaction entre les royaumes, c'est à dire créer des ressources qui seront rares et ne pas les répartir de manière uniforme pour obliger les royaumes à interagir entre eux. Si on prend simplement des positions aléatoires sur la carte par exemple on se retrouve avec un résultat trop uniforme on aimerait avoir une génération avec des trous et des endroits plus concentrés. La solution que nous avons trouvé pour cela ce sont les "Jittered grid" on peut traduire cela par "grille perturbée". Le principe est de générer une grille carrée ou hexagonale et d'appliquer une perturbation aux points de la grille. Voici le résultat.



(a) Grille avant la perturbation



(b) Gille après la perturbation

FIGURE 7 – Visualisation de jittered grid

On voit apparaître des zones avec peu de points et d'autres avec beaucoup de points.

Résultat sur la carte Les triangles violets représentent les positions des ressources.

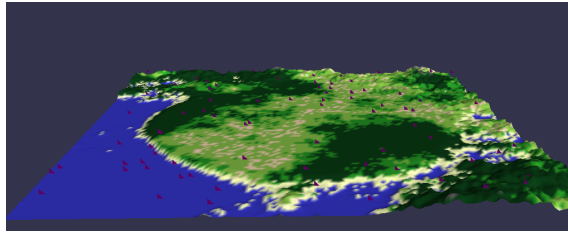


FIGURE 8 – Carte avec position de ressources générés

Il suffira de re-exécuter ce code le même nombre de fois que de ressources.

3.2 moteur de jeu

3.2.1 ecs

3.2.2 3C

3.3 Interface

3.4 Assets

3.5 Développement gameplay

3.5.1 Mode "péon"

3.5.2 Mini-jeux

3.5.3 Mode "seigneur"

3.6 communication avec le backend

4 Conclusion