



Projet de développement informatique
Groupe 14

Minecraft à la carte de la géologie



Membres du groupe

Vanessa Monnier
Hugo Geslin
Jean-Baptiste Olivier

Commanditaires

François Lecordix
Pierre-Yves Rollos
Nicolas Clausolles

Table des matières

1 Contexte du projet	3
2 Objectifs du projet	3
2.1 Objectifs	3
2.2 Contraintes	3
2.3 Le recueil du besoin - Les acteurs	4
3 Analyse fonctionnelle	5
3.1 Étapes de génération d'un monde Minetest	5
3.2 Structure interne du programme	7
4 Étude technique	8
4.1 Architecture du programme	8
4.2 À propos des données	8
4.3 Les grandes étapes de réalisation du projet	8
5 Suivi de projet	9
5.1 Risques	9
5.2 Planning prévisionnel	10
6 Évaluation de la qualité du rendu	11
6.1 Modèle 2,5D	11
6.2 Modèle 3D	12
7 Conclusion et Perspectives	13
A Annexe	15

1 Contexte du projet

Depuis 2017, l'IGN met à disposition un service web permettant de générer et télécharger des cartes Minecraft et Minetest représentant le sur-sol (i.e relief, occupation du sol et bâtiments) du territoire français(FRÉMONT et al. 2017).

Cette initiative est motivée par le constat que la majorité des jeunes français utilisent Google Maps pour interagir avec les données géographiques plutôt que les données de l'agence nationale de cartographie. Dans le même temps, la majorité de ce jeune public indique connaître le jeu Minecraft.(LECORDIX, KRIAT et LEKHNATI 2019) Dans un souci de communication et d'attractivité, l'IGN a donc créé un générateur de carte que l'on peut associer à un logiciel pédagogique pour visualiser la carte produite.

Reproduire le territoire national sur Minecraft n'est pas une idée nouvelle, puisque d'autres nations européennes (Danemark et Grande-Bretagne) l'ont expérimenté auparavant. Il s'agit d'une carte unique reproduisant l'intégralité du territoire à une date donnée. L'innovation de l'IGN réside dans le fait que la carte est générée en temps réel avec les dernières données à jour à partir d'une API avec une emprise maximale de 5km.

Dans le cadre d'une collaboration de l'IGN via l'**IGNFab** (l'incubateur de startups spécialisées dans les innovations cartographiques) et le **BRGM** (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), une V2 de ce générateur devrait apparaître. Son but est d'optimiser le délai de création de la carte mais aussi de développer une réflexion sur l'intégration d'une **modélisation du sous-sol**. C'est ce dernier point qui fera l'objet du projet de développement décrit dans la suite du document.

Le BRGM, en tant qu'établissement public français de référence dans les applications des Sciences de la Terre, apporte son expertise pour fournir les données du sous-sol et conseiller sur la façon de les représenter. L'IGNFab a, pour sa part, déjà développé un prototype permettant la création de cartes en relief, visualisables dans Minetest, à partir de données géographiques. Cependant, des améliorations sont nécessaires, ce qui implique une analyse détaillée du code pour identifier les modifications requises.

2 Objectifs du projet

2.1 Objectifs

Ce projet de développement contient plusieurs objectifs. Tout d'abord, une analyse des ressources fournies par le BRGM et l'IGN est à effectuer pour estimer la faisabilité du projet. Cette analyse est essentielle pour savoir si les formats des données entre les deux institutions sont harmonisables et quels sont nos moyens mis à disposition pour mener à bien le projet. Elle est aussi essentielle pour estimer le temps de chaque tâche dans le projet.

L'objectif principal de ce projet de développement est de réaliser des démonstrateurs permettant d'intégrer des données géologiques dans un monde Minetest. Ces démonstrateurs devront permettre à un utilisateur de visualiser différentes formations géologiques sur Minetest en chargeant au préalable une zone de 1000m par 1000m. Il pourra observer en temps réel une carte le situant spatialement. Deux solutions finales distinctes (une en 2,5D et l'autre en 3D seront proposées).

Il convient de rappeler que ce PDI constitue un POC (Proof of Concept) d'exploration / d'expérimentation, et que nous n'avons pas pour objectif de livrer à la fin du projet un outil pouvant être directement utilisé par le grand public.

2.2 Contraintes

Premièrement, nous avons l'obligation d'utiliser le langage de programmation Java. L'IGNFab nous a fourni comme ressource une première base de code dans ce langage qui permet de créer une carte sur Minetest à partir d'un MNT.

Les données fournies par l'IGN et le BRGM au départ peuvent constituer une contrainte. En effet, nous avons à disposition des données vectorielles pour le modèle 2,5D sous la forme de fichiers Shapefile livrés par le BRGM qui contiennent les formations géologiques. Ces données doivent être rasterisées afin d'être correctement transcrit dans Minetest.

En outre, les cartes des formations géologiques fournies par le BRGM sont disponibles par département, mais il n'existe pas de carte harmonisée couvrant l'ensemble du territoire français. Chaque formation géologique est identifiée par un code spécifique à chaque carte départementale, ce qui peut entraîner des différences de codes pour une même formation entre deux cartes adjacentes. Cette situation complique l'harmonisation et limite l'utilisateur à une emprise départementale.

En conséquence, il est impossible pour l'utilisateur de sélectionner une zone qui s'étend sur deux départements.

La colorisation des voxels est une contrainte supplémentaire. En effet, il existe un nombre limité de voxels différents sur Minetest, c'est-à-dire un nombre de matériaux différents qu'il est possible d'attribuer à un bloc. Ainsi, pour le nombre élevé de formations géologiques qu'il existe, certaines se verront attribuer la même couleur de voxel.

Concernant les performances, aucun objectif quantitatif n'a été défini mais nous devrons sortir une solution technique qui prend le moins de temps possible à se générer et le moins d'espace possible.

2.3 Le recueil du besoin - Les acteurs

Ce projet a une vocation pédagogique. Outre l'IGNFab et le BRGM qui sont les maîtres d'ouvrages, les utilisateurs finaux envisagés sont les enseignants et les élèves du primaire et du secondaire qui pourront utiliser l'application finale.

Les cas d'usages pour répondre aux besoins des utilisateurs sont détaillés dans le diagramme de cas d'utilisation ci-dessous (Figure 1).

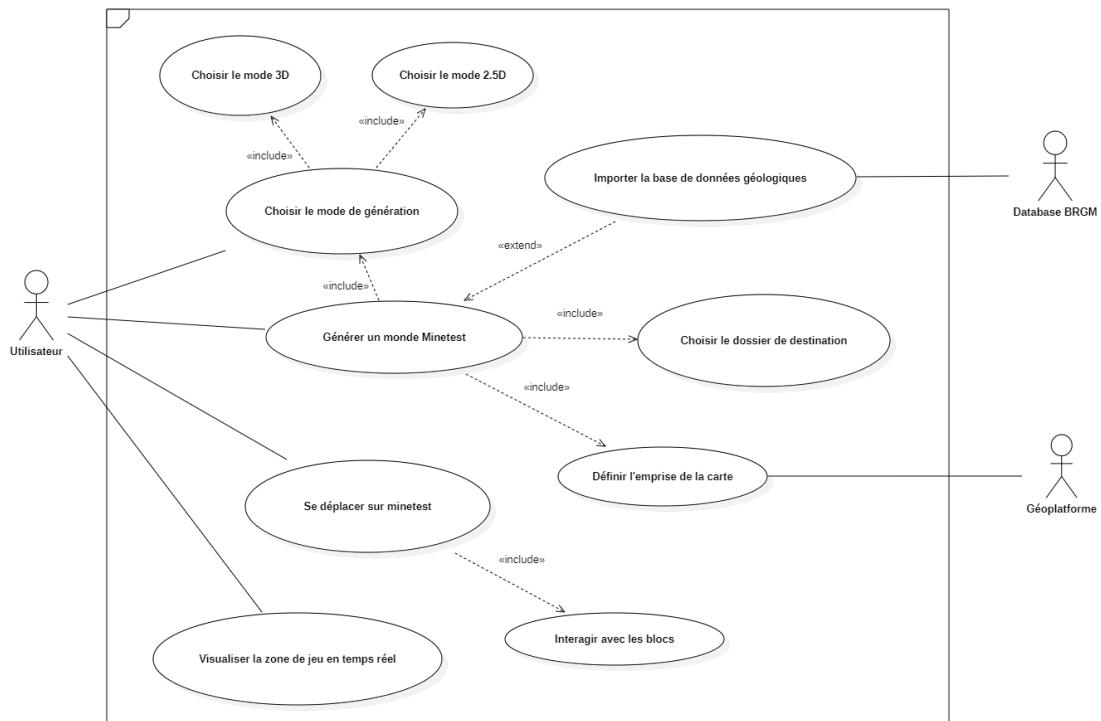


FIGURE 1 – Diagramme de cas d'utilisation

3 Analyse fonctionnelle

3.1 Étapes de génération d'un monde Minetest

Trois options pour générer un monde Minetest sont implémentées (Figure 2).

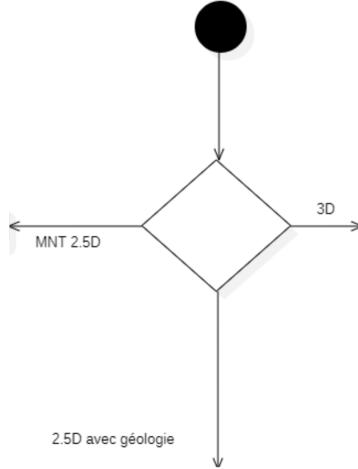


FIGURE 2 – Distinction en 3 cas

La branche MNT 2,5D correspond au code mis à disposition par nos commanditaires. Il permet de générer une carte Minetest à partir d'un MNT mais sans intégrer les données géologiques du BRGM. Il est organisé dans la figure 3. Cette méthode n'a pas subi de modification de notre part.

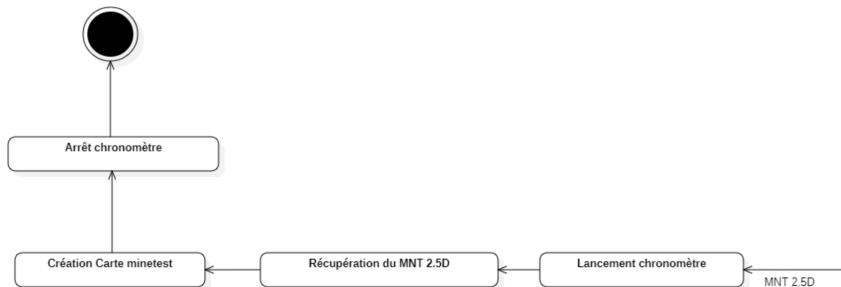


FIGURE 3 – Diagramme d'activité pour la carte MNT 2,5D

Dans un premier temps, nous avons eu comme objectif de créer les fonctionnalités définies dans la branche géologie 2,5D. C'est cette branche qui utilise les données géologiques du BRGM sous la forme de données vectorisées. Il faut charger un fichier shapefile correspondant à la carte géologique d'un département, d'où il sera ensuite extrait une zone de dimensions désirées. Cette branche contient deux étapes essentielles qui sont l'attribution des types sémantiques et la rasterisation. L'attribution des types sémantiques permet d'associer un voxel de couleur à chaque formation géologique tel que décrit dans le diagramme de classe. Cette branche aboutit donc à la création d'une carte Minetest en 2,5D.

La deuxième partie du projet à consister à créer la carte Minetest en 3D (Figure 4). La distinction majeure entre le 2,5D et le 3D se fait dans la superposition des formations géologiques en profondeur.

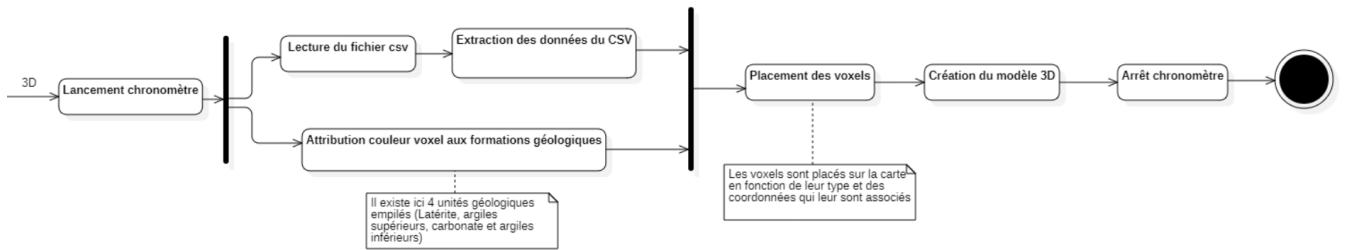


FIGURE 4 – Diagramme d’activité pour la carte 3D

Ici, on a un jeu de données test contenant quatre formations géologiques différentes. Ce jeu de données est purement fictif. Il n'est pas géoréférencé. La génération d'un monde 3D reste relativement similaire à celle d'un monde en 2,5D.

3.2 Structure interne du programme

Un diagramme de classe final a été réalisé (Figure 18 en annexe). Il schématise les différentes classes de notre programme et les liens entre elles. Le package Minetest regroupe les classes qui permettent de créer les voxels sur Minetest. Ce code nous a été fourni par l'IGN. L'exécution finale du code se fait dans la main classe SampleImplementation qui contient trois méthodes principales correspondant aux trois branches décrites dans le diagramme d'activité ci-dessus. Ce sont : createWorldFromMNT, createWorldFromSHP et createWorldFromCSV. Ces méthodes ont été implémentées par nous, ainsi que la classe AttributionType et MinimapPicture. AttributionType est la classe permettant d'attribuer le code leg contenu dans le fichier shapefile, (correspondant à une formation géologique) à un voxel de couleur. Cette attribution se réalise une fois l'emprise de travail définie. MinimapPicture permet de créer automatiquement une vignette correspondant à la zone dans laquelle on se trouve afin de pouvoir se repérer spatialement. Cette vignette est extraite via une requête vers le portail Geoservice du BRGM.

4 Étude technique

4.1 Architecture du programme

La figure 5 ci-dessous décrit l'agencement des matériels physiques nécessaires au bon fonctionnement du produit une fois terminé.

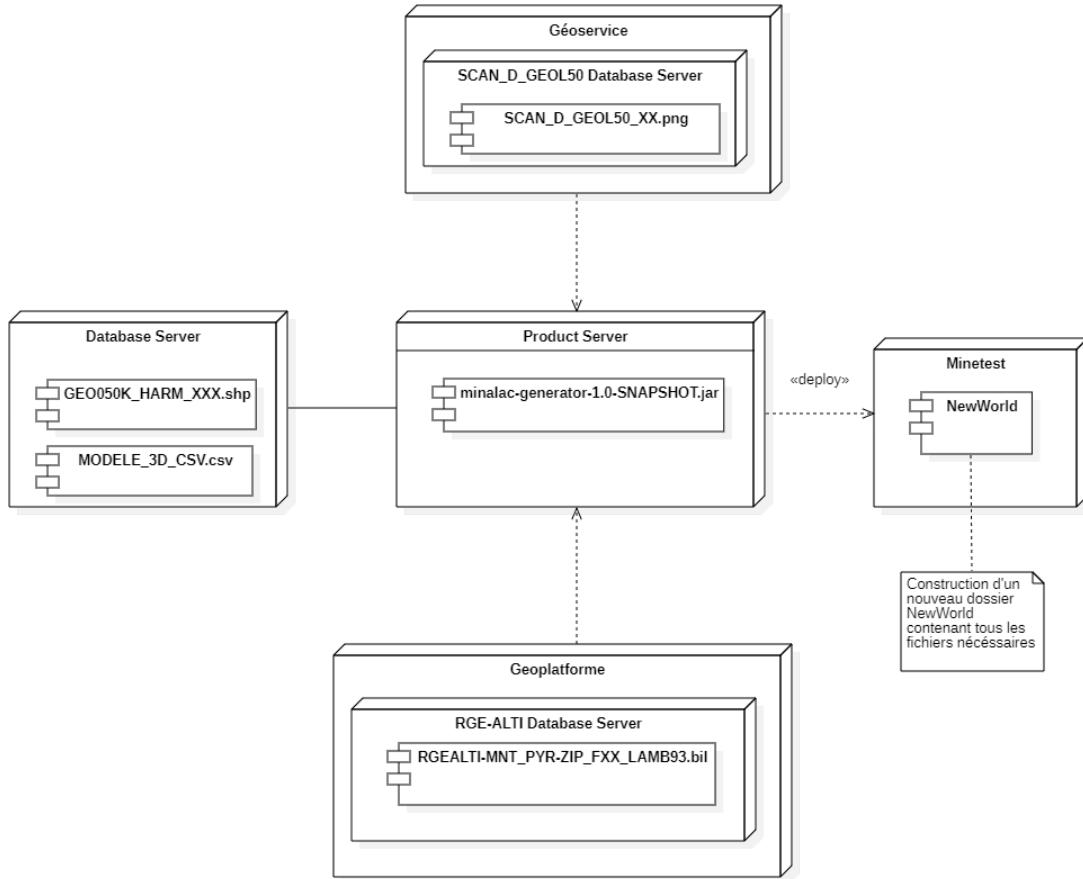


FIGURE 5 – Diagramme de déploiement

4.2 À propos des données

- **Carte géologique 1/50 000ème harmonisée** : Il s'agit d'une carte au format vecteur, permettant une harmonisation uniquement à l'échelle du département. Ces données ne sont pas disponibles via un web service, ce qui nous contraint pour l'instant à télécharger les bases de données pour les utiliser en local. Notre interlocuteur au BRGM nous a dit que cela serait peut-être amené à évoluer dans le temps.
- **Carte géologique 1/50 000ème scannée** : Cette carte est une version numérisée et géoréférencée d'une carte géologique historique. Elle est accessible via un flux WMS (Web Map Service).
- **Modèle de test** : Ce modèle est disponible en format CSV et représente des données géologiques sous forme de Modèles Numériques de Terrain (MNT) empilées.

4.3 Les grandes étapes de réalisation du projet

1. **Création du projet Maven** : La première étape consiste à initialiser un nouveau projet en utilisant Maven, un outil de gestion de projets et de dépendances. Cela permet d'organiser le projet de manière structurée et de gérer les bibliothèques nécessaires.
2. **Import de la librairie SIG Geotools** : Après la création du projet, la librairie Geotools, qui est spécialisée dans le traitement des données géospatiales, est importée. Cette librairie fournit des outils et des API pour manipuler et analyser des données géographiques.

3. **Méthodes de génération d'un monde 2D et 3D** : Ensuite, les méthodes nécessaires pour générer des cartes en 2D et 3D sont développées.
4. **Implémentation du choix entre 2D et 3D** : Cette étape consiste à intégrer un mécanisme permettant à l'utilisateur de choisir entre une représentation en 2D ou en 3D.
5. **Création du fichier exécutable et tests** : La dernière étape est la compilation du projet en un fichier exécutable qui peut être lancé indépendamment. Des tests sont effectués pour s'assurer que le code fonctionne correctement et que toutes les fonctionnalités sont opérationnelles.

5 Suivi de projet

5.1 Risques

Les risques inhérents à ce projet sont majoritairement des problèmes de disponibilité et de format des données. Étant contraint par le temps, la standardisation des données pour les exploiter a été un facteur de retard critique dans l'avancement du projet. Nous avons défini un diagramme de risque ci-dessous. Voici la dernière version actuellement utilisée (Figure 6). Trois versions de matrices de risques ont été définies (une pour chaque coaching) et vous pouvez les visualiser en annexe (Figure 19 et Figure 20).

Nature	Probabilité	Conséquence	Solution Corrective	Évolution
Problème de communication	Faible	Échec de répartition des tâches	Plan d'action partagé	→
Suppression accidentelle de fichiers	Faible	Perte de temps	Git/ Sauvegardes multiples/ Drive	→
Problème de compatibilité avec Maven	Moyenne	Impossible de lancer le démonstrateur avec seulement une commande	Solution alternative de lancer le générateur via eclipse	==
Format des données 3D non/difficilement exploitables	Moyenne	Surcharge de travail/ pas de 3D	Diminution du périmètre de travail de travail	==
Temps de calcul	Forte	Démonstrateur non exploitable	Optimisation des codes/ Gestion de facteur d'échelle	→
Problème dans l'harmonisation des couleurs	Forte	Pas de logique présente entre les couleurs de notre démonstrateur et les couleurs usuelles présentes sur les cartes géologiques	Discussion avec le commanditaire pour envisager un démonstrateur où cette difficulté est laissé de côté	==
Manque de temps dans la réalisation des tâches	Moyenne	Livrables moins complet	Discussion en continu grâce à des réunions... avec les commanditaires pour envisager une réduction du périmètre de travail	→

FIGURE 6 – Matrice de risque en date du 24/04/2024

Ces matrices de risque sont essentielles car elles permettent d'anticiper les problèmes futurs et d'y apporter des solutions préventives ou correctives si le problème est inévitable. Il est ainsi intéressant de comparer les trois tableaux car ils mettent en avant les risques qui persistent dans le temps et ceux qui disparaissent entre deux tableaux.

5.2 Planning prévisionnel

Pour faciliter la communication et l'organisation au sein de l'équipe, nous avons défini trois rôles décrits ci-dessous :

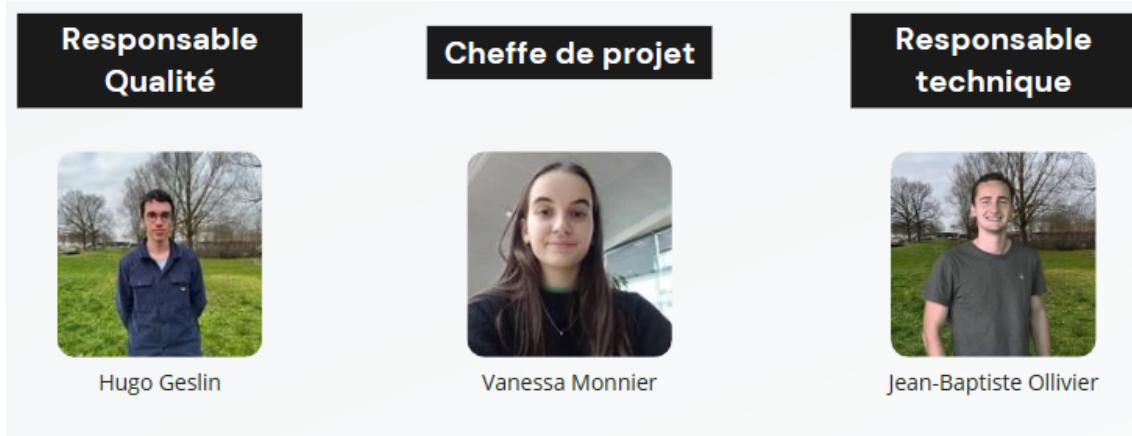


FIGURE 7 – Rôles attribués pour le projet

La cheffe de projet, représentée par Vanessa Monnier, est chargée de la répartition des tâches au sein du groupe et de la vérification du respect des échéances. En tant que responsable qualité, Hugo Geslin, s'occupe de réaliser une relecture finale de tous les rendus, de vérifier la visibilité de l'aspect géologique sur les cartes, et d'évaluer les performances de nos codes. Pour finir, le responsable technique, représenté par Jean-Baptiste Olivier, supervise l'architecture de la solution.

Pour mener à bien le projet en ce qui concerne la répartition des tâches et le respect des échéances, nous avons utilisé deux outils de gestion. Tout d'abord, un outil appelé "Diagramme de Gant" nous permettant d'avoir un suivi des échéances en temps réel. Trois grandes parties ont été définies : "Analyse informatique", "Développement" et "Finalisation du projet et vérification" (Respectivement Figure 8, Figure 9 et Figure 10).

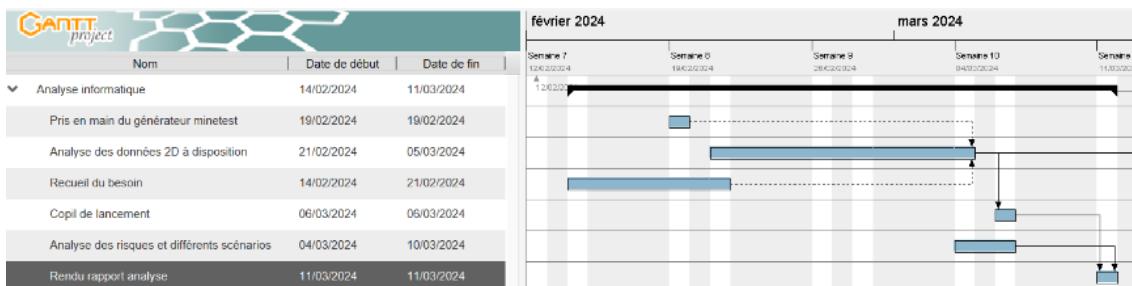


FIGURE 8 – Partie analyse informatique



FIGURE 9 – Partie développement

Le deuxième outil utilisé a été un plan d'action sous forme de tableau Excel actualisé à chaque séance (Figure 11). Les figures 21 et 22 représentent d'autres versions du plan d'action actualisé. Il permet à chacun de voir les tâches qui lui sont attribuées, de renseigner l'état d'avancement de la tâche, sa priorité et son échéance.

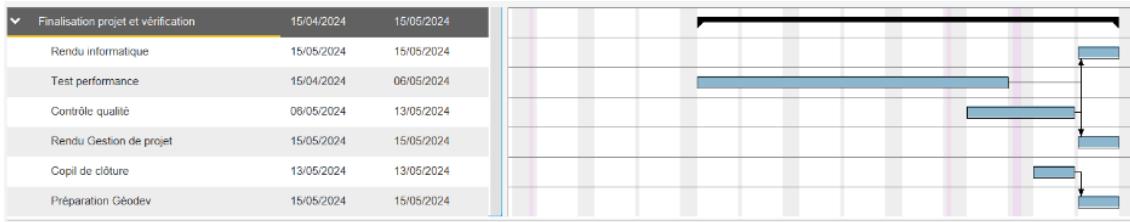


FIGURE 10 – Partie finalisation du projet et vérification

Plan d'action 18/03/2024							
Nom de la tache	objectif	Responsable tache	Priorité	Statut	Début	Fin	Détails de la tache à effectuer
Nouvelle version diagramme de classe		JB	...	NON DEMARRE	18/03	20/03	
MAJ Recap Réunion	tout le monde		...	EN COURS	always	always	rajouter nos notes de réunions perso
Faire un cahier des charges	Envoyer au commanditaires	tout le monde	...	EN COURS	28/02	13/03	y indiquer ce que l'on souhaite obtenir comme résultat, préciser en détail toutes les fonctionnalités de la solution finale. Suivre cette organisation de relecture : Hugo commence V1, Vanessa relis et émet une v2, JB relis la v2 et émet v3
Trouver un shapefile contenant les contours de chaque département	Faciliter la correspondance pour les emprises des bbox	Vanessa	...	FAIT	18/03	18/03	

FIGURE 11 – Plan d'action en date du 18/03/2024

6 Évaluation de la qualité du rendu

6.1 Modèle 2,5D

En ce qui concerne la section du projet en 2,5D, voici un tableau récapitulatif (Figure 12) présentant deux captures d'écran de deux cartes distinctes générées sur Minetest. D'un côté, nous avons les Causses du Quercy, et de l'autre l'anticlinal de Lavelanet. Les résultats dans Minetest correspondent concrètement à la projection de la carte géologique vectorisée harmonisée sur le Modèle Numérique de Terrain (MNT) fourni par l'IGN. En outre, deux images extraites de la carte géologique historique sont incluses afin de vérifier les données sur Minetest à l'aide d'éléments d'analyse spatiale.

Source	Causse du Quercy (46)	Anticlinal de Lavelanet (09)	Analyse
Minetest			<ul style="list-style-type: none"> Conservation des positions relatives des objets Même couleur pour deux formations géologiques différentes à Lavelanet
Géoservice Cartes géologiques scannées au 1/50 000			<ul style="list-style-type: none"> À l'échelle, les zones avec un fort relief sont difficiles à visualiser pour Minetest

FIGURE 12 – Comparaison des mondes générés par rapport aux cartes géologiques représentant la même zone

6.2 Modèle 3D

Ci-dessous, la carte Minetest obtenue à partir des données fournies par le BRGM.

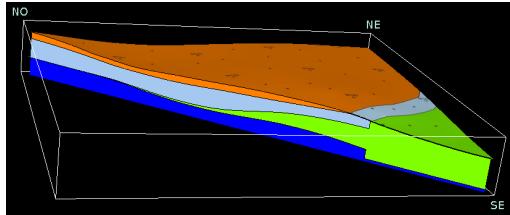


FIGURE 13 – Vue en coupe des données 3D du BRGM

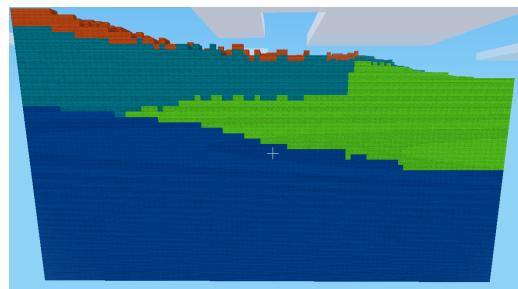


FIGURE 14 – Coupe de la carte obtenue dans Minetest



FIGURE 15 – Vue du dessus des données 3D du BRGM



FIGURE 16 – Vue du dessus de la carte obtenue dans Minetest

Les conclusions rejoignent celles concernant le modèle 2,5D. Les figures 13 et 14 montrent que les positions relatives des couches géologiques sont conservées après l'opération, ce qui est crucial pour l'aspect pédagogique du projet. Les figures 15 et 16 démontrent également l'apport de la perspective inhérente à Minetest, rendant l'information de hauteur beaucoup plus visuelle.

Deux défauts persistent :

1. L'image semble déformée. En effet, un voxel représente en réalité un pavé de $2,5 \times 2,5 \times 1$ mètre, et nous étions limités par la fréquence d'échantillonnage spatial de l'information géologique dans le modèle fourni.
2. Une légère différence est visible sur le bord de la figure 16. La couche de surface a une épaisseur inférieure à 1 mètre dans cette zone, et nous avons tenté de trouver un équilibre entre la déformation par rapport au modèle et la représentation exacte de l'information géologique.

7 Conclusion et Perspectives

L'objectif premier de ce projet était de produire un démonstrateur permettant d'exploiter les données du BRGM, ce qui a été fait. Cependant, dans un souci de réalisation du projet, nous nous sommes concentrés sur les fonctions principales du projet.

Une première piste d'amélioration pour le projet actuel consiste à coloriser les cartes selon les standards de la CCGM. En effet, les cartes départementales utilisées peuvent contenir jusqu'à 250 couches géologiques distinctes, chacune avec sa couleur représentative. Avec seulement 15 voxels de couleurs disponibles dans Minetest, notre outil effectue une généralisation arbitraire. Plusieurs solutions sont envisageables, comme la création d'un mod ajoutant des voxels supplémentaires. D'autres approches, telles que la gestion de l'échelle ou l'intégration de la nomenclature géologique dans Minetest, permettraient de rendre les cartes plus lisibles et pédagogiques. La gestion des chevauchements des cartes géologiques aux frontières des départements pourrait être abordée par l'analyse spatiale, bien que cela relève davantage de l'expertise des géologues.

La modélisation du sous-sol dans Minetest pose un défi plus complexe. Les données 3D du BRGM n'étant pas encore standardisées, il est difficile de les utiliser à l'échelle nationale. De plus, les cartes géologiques vectorisées harmonisées ne fournissent que des informations de surface, et extrapolier ces données pour modéliser la géologie en profondeur dépasse nos compétences en tant qu'étudiants de l'ENSG.

Références

- FRÉMONT, David et al. (avr. 2017). « Minecraft® à la carte. Le nouveau service de l'IGN qui allie jeu et cartographie 3D ». In : *Mappemonde* 120.
- LECORDIX, François, Sofiane KRIAT et Mouna LEKHNATI (mars 2019). « Le concours Villes et territoires de demain avec Minecraft® à la carte ». In : *Géogr. cult.* 109, p. 11-30.

A Annexe

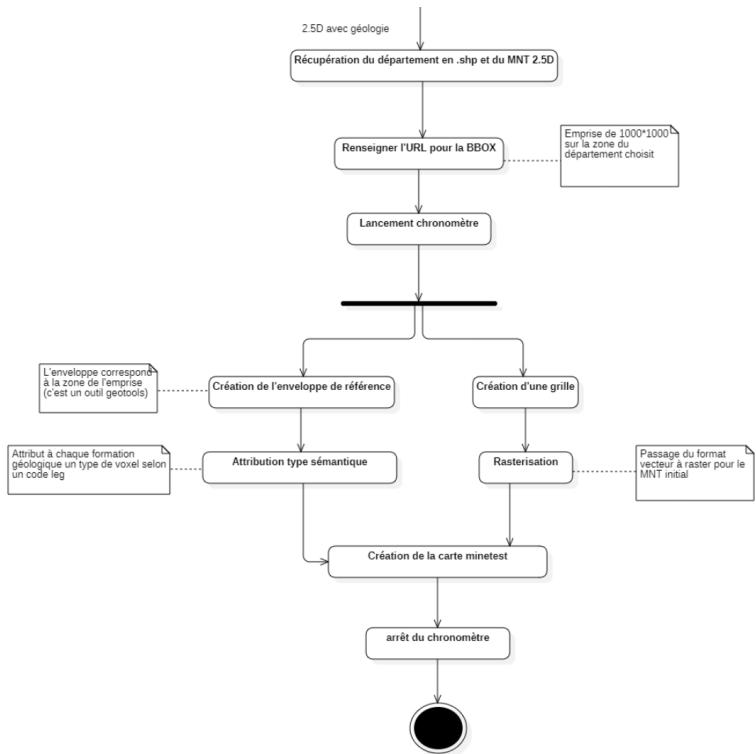


FIGURE 17 – Diagramme d'activité pour la carte géologique 2,5D

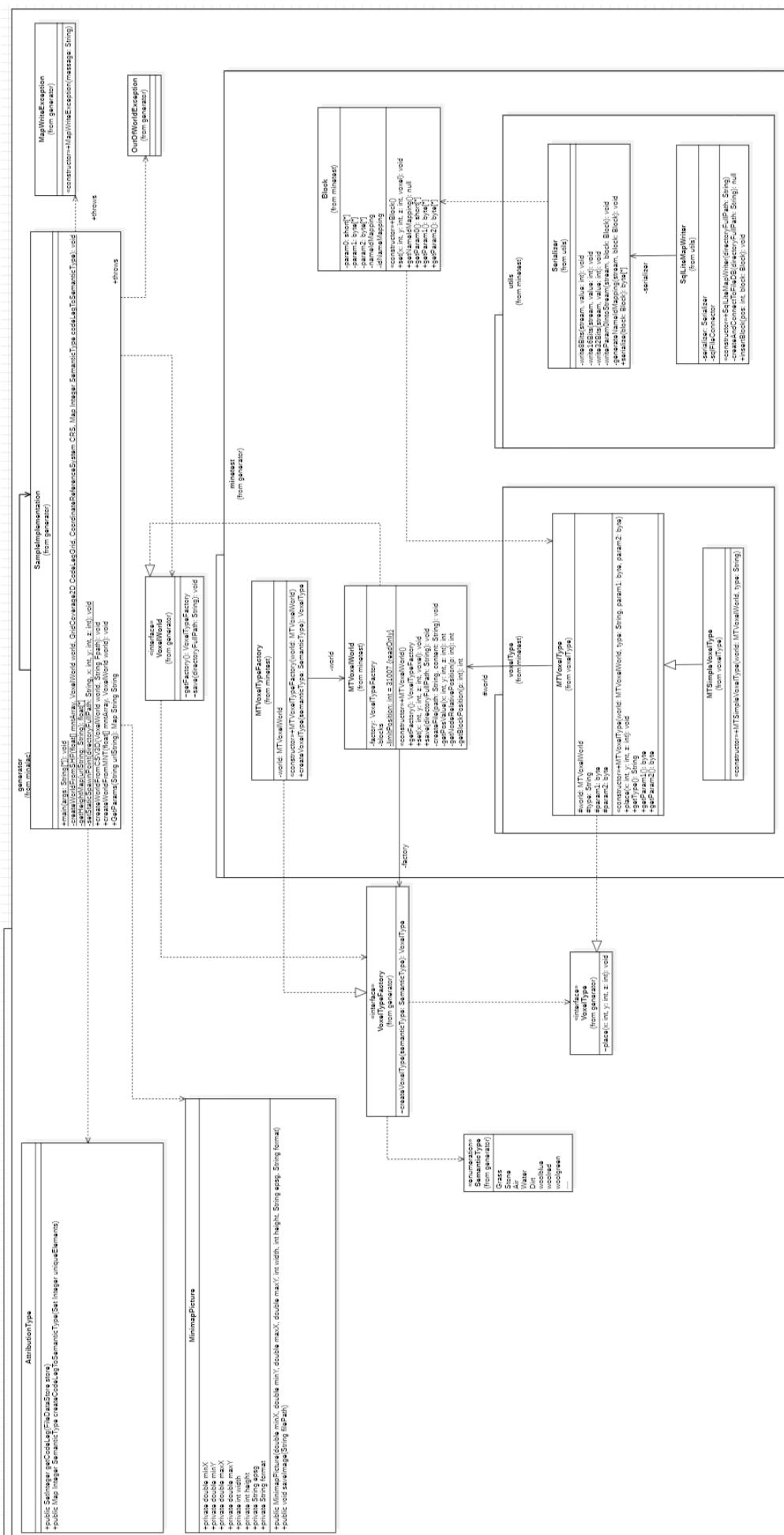


FIGURE 18 – Diagramme de classe final du démonstrateur

Nature	Probabilité	Conséquence	Solution Corrective	Évolution
Problème de communication	Moyenne	Échec de répartition des tâches	Plan d'action partagé	→
Suppression accidentelle de fichiers	Faible	Perte de temps	Git/ Sauvegardes multiples/ Drive	→
Format des données 2D non/difficilement exploitables	Moyenne	Surcharge de travail/non faisabilité du projet	Détalier au maximum les formats et les métadonnées	=
Format des données 3D non/difficilement exploitables	Moyenne	Surcharge de travail/ pas de 3D	Proposition avec des données open source	=
Temps de calcul	Forte	Démonstrateur non exploitable	Optimisation/ Gestion de facteur d'échelle	→
Disponibilité modèle 3D	Faible	Pas de démonstrateur 3D	Réduire le périmètre de travail au modèle 2D	=
Disposition de personnel	Faible	Moins de main d'œuvre/ Surcharge de travail	Embaucher du personnel	→

FIGURE 19 – Matrice des risques en date du 20/03/2024

Nature	Probabilité	Conséquence	Solution Corrective	Évolution
Problème de communication	Faible	Échec de répartition des tâches	Plan d'action partagé	→
Suppression accidentelle de fichiers	Faible	Perte de temps	Git/ Sauvegardes multiples/ Drive	→
Problème dans la rasterisation avec geotools	Moyenne	Impossibilité de fournir un modèle 2D	Discussion avec les commanditaires + faire un maximum de documentation	=
Format des données 3D non/difficilement exploitables	Moyenne	Surcharge de travail/ pas de 3D	Diminution du périmètre de travail de travail	=
Temps de calcul	Forte	Démonstrateur non exploitable	Optimisation des codes/ Gestion de facteur d'échelle	→
Problème dans l'harmonisation des couleurs	Forte	Pas de logique présente entre les couleurs de notre démonstrateur et les couleurs usuelles présentes sur les cartes géologiques	Discussion avec les commanditaire pour envisager un démonstrateur où cette difficulté est laissée de côté	→
Manque de temps dans la réalisation des tâches	Moyenne	Livrables moins complet	Discussion en continue grâce à des réunions... avec les commanditaires pour envisager une réduction du périmètre de travail	→

FIGURE 20 – Matrice des risques en date du 03/04/2024

Plan d'action 03/04/2024							
Nom de la tâche	objectif	Responsable tâche	Priorité	Statut	Début	Fin	Détails de la tâche à effectuer
documenter fonctions utiles geotools	Améliorer la compréhension du code et l'efficacité dans sa réalisation	tous le monde	...	FAIT	03/04	20/04	
mail brgm (mni 3D + format de données)	Comprendre le format des données	Vanessa	+	FAIT	11/04	11/04	
attribution des SemanticType	Permet de régler le problème des couleurs	Vanessa	..	FAIT	03/04	20/04	faire de façon le plus trivial possible, donnée en entrée = fichiers txt, liste de string représentant les codes leg
remplir enum SemanticType	Permet de créer la fonction attributionType	Hugo	..	FAIT	03/04	11/04	ajouter 16 couleurs et blocks correspondants
essayer de rasteriser un fichier .shp	Essentiel pour réaliser le modèle 3D	Hugo	..	FAIT	03/04	20/04	
tester création jar		Hugo	..	FAIT			
refaire diagramme de class ultra-simplifiée	minimiser les fonctions	Jean-Baptiste	...	FAIT	03/04	09/05	
refonte git	ajout branch develop + git clean	Jean-Baptiste	..	EN COURS	03/04		
Inviter commanditaire Copil	Véronique			FAIT			attendre d'avoir les besoins précisés de la journée

FIGURE 21 – Plan d'action en date du 03/04/2024

Plan d'action 29/04/2024 (à ce stade, on a une première version du modèle 2D)							
Nom de la tâche	objectif	Responsable tâche	Priorité	Statut	Début	Fin	Détails de la tâche à effectuer
généraliser la bbox	généralisation	Hugo	...	FAIT	29/04/2024		
renforcer l'énumération	Créer un cas plus général et moins spécifique	Vanessa	...	FAIT	29/04/2024	29/04/2024	créer une méthode qui permet d'appeler toutes les couleurs pour éviter de passer par le moins 5, ou bien création d'une deuxième énumération avec seulement les couleurs
améliorer le code pour avoir une couche sans la géologie	Permet de généraliser	Jean-Baptiste	...	FAIT	30/04/2024	30/04/2024	
refaire diagramme UML de la version finale du modèle 2D	Meilleure clarté	Jean-Baptiste	...	FAIT	30/04/2024	30/04/2024	
créer un panneau pour la légende (aspect pédagogique)			...	FAIT			à voir avec Pierre Yves vendredi
générer le modèle 3D (dans l'attente du fichier du BRGM)	Un des livrables à fournir	Jean-Baptiste	...	FAIT			
voir pour les couleurs (aspect délaissé au début, pour le généraliser)			..				dans le rapport explicatif raisonnement dans le code couleur placé main pour démonstrateur
regarder les performances du lancement du code	Estimer la rapidité du code	Vanessa	..	FAIT	29/04/2024	01/05/2024	
créer un système d'option 3D/2D	rendre le code plus adaptable, open aux modifications	Jean-Baptiste	...	FAIT	30/04/2024	04/05/2024	design pattern strategies
rendre le code MVN compatible		Jean-Baptiste	...	FAIT			via les args[], reproduire la syntaxe de la première version du code de SampleImplementation

FIGURE 22 – Plan d'action en date du 29/04/2024