

# Geometry Nodes – Principes de Base & Exemples

Dans le cadre du concours de l’AFIG 2024

## Introduction

Ce document a pour but de présenter les bases du fonctionnement des Geometry Nodes, afin de permettre à des débutants de commencer des projets simples. Dans un premier temps, nous présentons les principes de base de cette technologie, et comment les manipuler. Nous ne rentrons pas dans les détails de chaque noeud, il est préférable de se référer à la [documentation](#) Blender.

Dans une deuxième partie, nous proposerons quelques exemples d’utilisation de cet outil dans des cadres proches de thématiques de recherche en informatique graphique.

Pour commencer, il faut installer le logiciel Blender : <https://www.blender.org/download/>. Dans le cadre du concours, la version qui nous intéresse est la 4.2 (qui bénéficie des derniers noeuds de géométrie, ainsi que d’un *Long Term Support*).

**Que sont les Blender Geometry Nodes ?** Il s’agit d’un outil nodal de géométrie procédurale. Il permet de créer des procédures agissant sur les données de géométrie d’un objet qui sont stockées sous forme de buffers d’attributs.

## 1 Principes de base

### 1.1 Géométrie entrante/sortante

Partons du fichier de base blender (le *default cube*), et ajoutons un geometry node.

Comme on peut le voir sur la Figure 1, il contient deux noeuds : la géométrie d’entrée (ici une géométrie de cube), et la géométrie en sortie (évaluée pour le rendu). Bien sûr, si on ne fait rien, les deux noeuds entrée/sortie sont connectés et la géométrie passée en sortie est exactement la même que celle donnée en entrée.

L’idée est donc d’ajouter des noeuds entre les deux pour agir sur la géométrie en entrée. Un exemple simple est montré sur la Figure 2: mise à l’échelle x3 des coordonnées.

A noter que ce geometry node peut ensuite être réutilisé sur n’importe quel autre objet, il effectuera la même mise à l’échelle sur ses coordonnées de géométrie.

On peut aussi décider de ne pas du tout utiliser l’entrée, et par exemple utiliser une primitive géométrique parmi celles existantes, comme sur l’exemple de la Figure 3.

**Quel type de géométrie peut-on traiter ?** Maillages, courbes, nuages de points. Sachant qu’il existe des noeuds qui convertissent certains types en d’autres, de manière plus ou moins directe.

### 1.2 Attributs

Les données de géométrie qu’on manipule sont appelés des **attributs**, et ils se comportent comme des *vertex buffer*. Chaque type de géométrie a des attributs de base auxquels on peut accéder. Ces attributs appartiennent à des domaines.

Par exemple dans un maillage, on a l’attribut **position** qui est défini dans le domaine des **vertex**, c’est-à-dire que chaque sommet possède une valeur de position dans la géométrie. L’attribut **normal** est lui défini dans le domaine des **faces** (une normale par face). Pour un objet de type curves, on a l’attribut de **curve type** dans le domaine des **splines**, et la **position** dans le domaine des **control points**.

Nous pouvons aussi calculer de nouveaux attributs à la volée, et éventuellement les enregistrer dans la géométrie pour les ré-utiliser ailleurs (dans le shader node par exemple).

Dans l’exemple de la Figure 4, on a ajouté un nouvel attribut dans la géométrie : **dist\_origin**, qui mesure la distance à l’origine de chacun des vertex, puis on a utilisé cet attribut afin de positionner en hauteur les sommets de la géométrie.

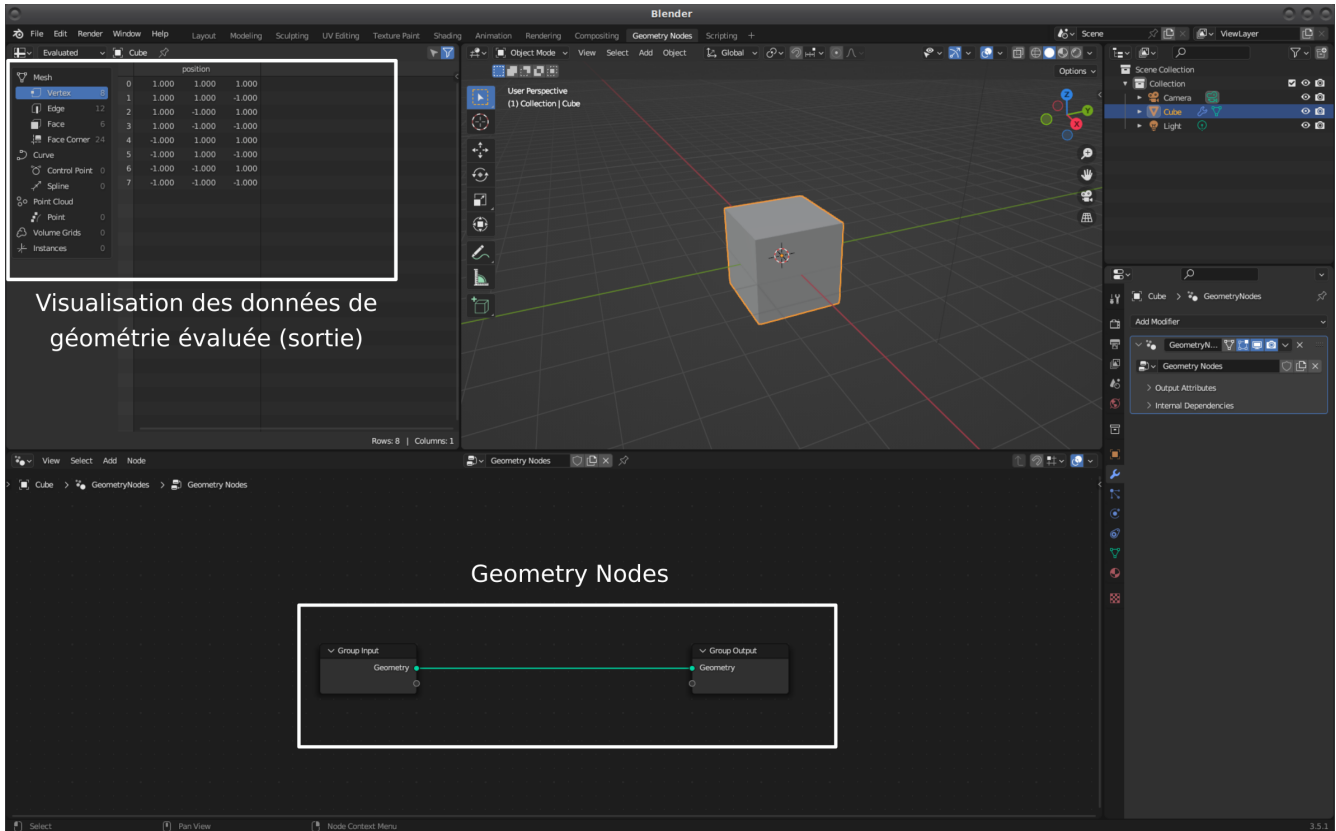


Figure 1: Geometry node par défaut appliqué à un cube. La géométrie d'entrée (maillage de cube) est exactement conservée en sortie.

### 1.3 Instances

Il est possible de créer de multiples instances d'une même géométrie, c'est-à-dire plusieurs entités qui partagent les mêmes données de géométrie, mais des matrices de transformation différentes.

Un exemple simple est représenté sur la Figure 5: on positionne des cylindres sur les sommets d'un cube, alignés avec la normale au sommet (nb: j'ai subdivisé le maillage de cube pour augmenter le nombre de sommets qu'il contient).

## 2 Exemples d'applications

Nous avons ici compilé un ensemble d'exemples assez variés, et qui touchent de près ou de loin à des thèmes récurrents de la recherche en modélisation géométrique. Bien sûr, le choix de cet échantillon est loin d'être exhaustif, il ne faut pas hésiter à le compléter par une exploration de ce qui se fait, notamment sur internet.

A noter que nous avons réalisé certains exemples (les plus simples!) dans un fichier blender unique que vous pouvez télécharger [ici](#), ils sont indiqués dans ce document par une astérisque \*. Les exemples plus complexes sont issus de vidéos youtube indiquées en référence des images.

### 2.1 Modèles récursifs

Il n'existe pas de systèmes de récursivité en tant que tel dans les geometry nodes, mais il est possible de créer des groupes de noeuds (qui se comportent comme des fonctions), et itérer dessus. Ceci permet l'implémentation itérative de modèles récursifs plus ou moins structurés.

Par exemple certaines fractales, de type flocon de Koch en 3D, ou brocoli (cf Figure 6). Nous pouvons aussi traiter des modèles plus poussés de géométrie procédurale, comme par exemple les bien connus L-systemes pour la création d'arbres et de plantes (voir Figure 7). Les fleurs sont aussi des sujets typiques que l'on peut créer facilement à partir d'un seul élément de maillage (pétale) et quelques règles de répartition.

Ces modèles génératifs peuvent aussi être animés de manière procédurale, comme sur l'exemple de [cette vidéo](#) d'Entagma.



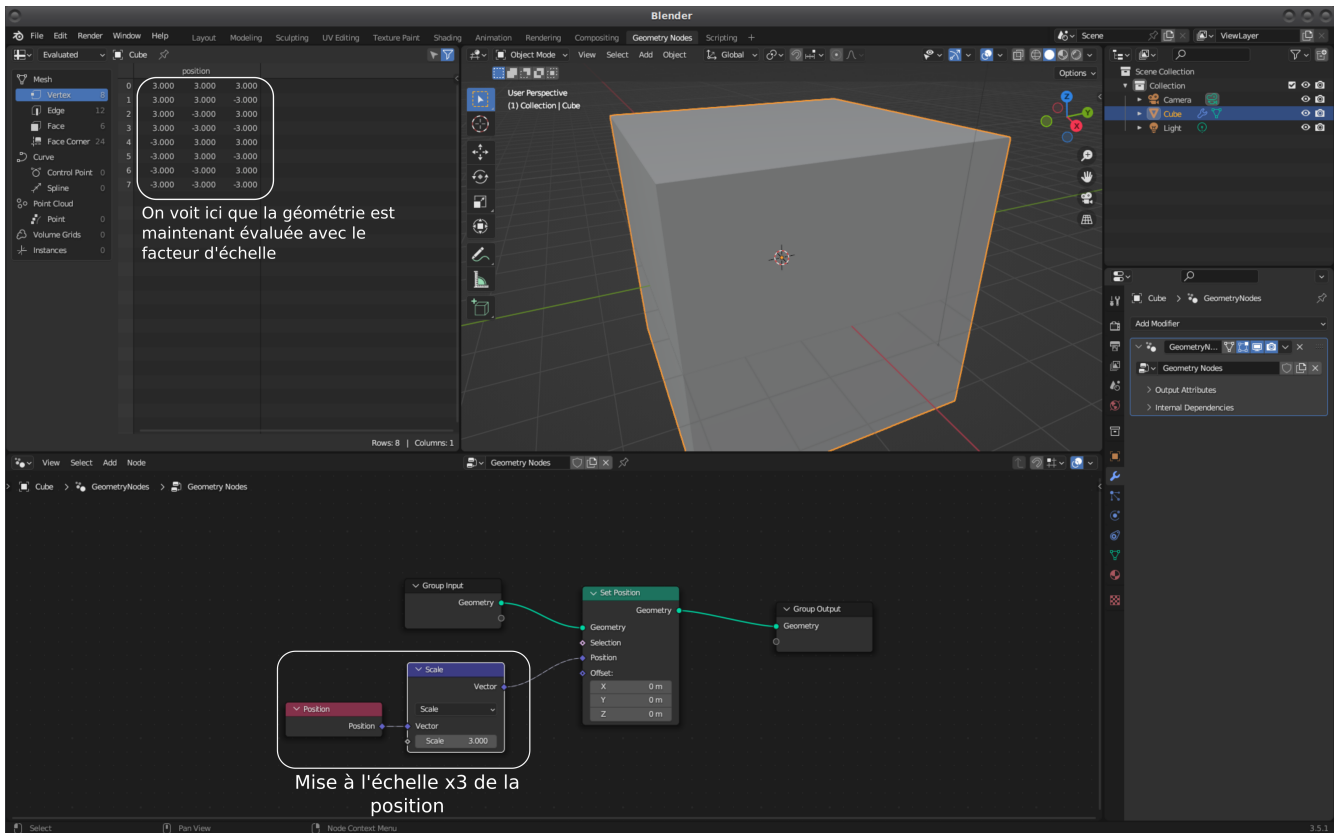


Figure 2: Mise à l'échelle x3 d'une cube de base via un geometry node.

## 2.2 Modèles de terrain

Un autre type de travail peut porter sur la génération de terrain. Les geometry nodes intègrent des modèles de bruit, qui peuvent être utilisés comme carte de hauteur. On peut aussi complexifier le modèle en définissant des zones de forêt, de roches, etc... L'utilisation des attributs sur la géométrie peut alors s'avérer très efficace.

Un exemple très minimal est montré sur la Figure 8, avec et sans matériaux. Bien sûr, on peut pousser ce principe bien plus loin (voir cet exemple plus complet par [BlenderDude](#)).

## 2.3 Modèles génératifs à partir d'une géométrie existante

Jusqu'ici, nous nous sommes intéressés uniquement à des exemples dans lesquels la géométrie d'entrée était peu ou pas utilisée. Il existe une autre pan de la géométrie procédurale qui s'adapte à la géométrie d'entrée. Une partie de ces modèles va utiliser comme entrée un ensemble de courbes 3D, et sortir un panel de géométrie stylisée, comme par exemple la corde et les rails illustrés en Figure 9.

D'autre part, on peut aussi penser à des modèles de texture 3D avancés. Par exemple les mailles de type tricot (voir Figure 10).

## 2.4 Mais encore

La liste proposée est loin d'être exhaustive. En vrac, quelques autres utilisations de ce système :

- Modélisation de virus en 3D, par [Brady Johnston](#),
- Systèmes de particules, par [Photini By Design](#).

On pourra aussi regarder la [présentation de Simon Thommes](#) à la Blender Conférence de 2022, intitulée "We can do that with geometry nodes.". Pour information, Simon Thommes, est artiste chez Blender, spécialisé dans les modèles procéduraux, et travaille en proche collaboration avec les développeurs des geometry nodes.

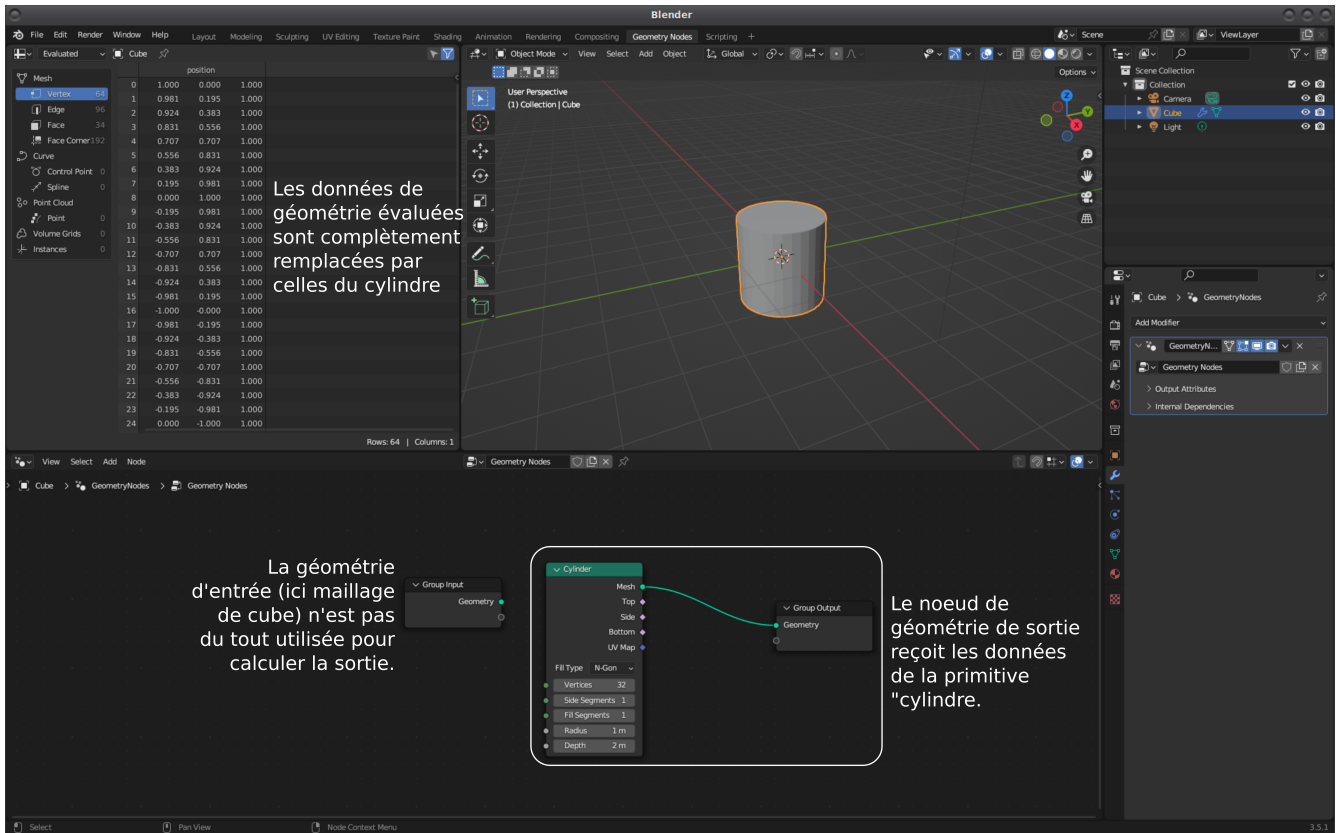


Figure 3: Utilisation de la primitive de cylindre pour remplacer entièrement les données de géométrie de l'objet via un geometry node.

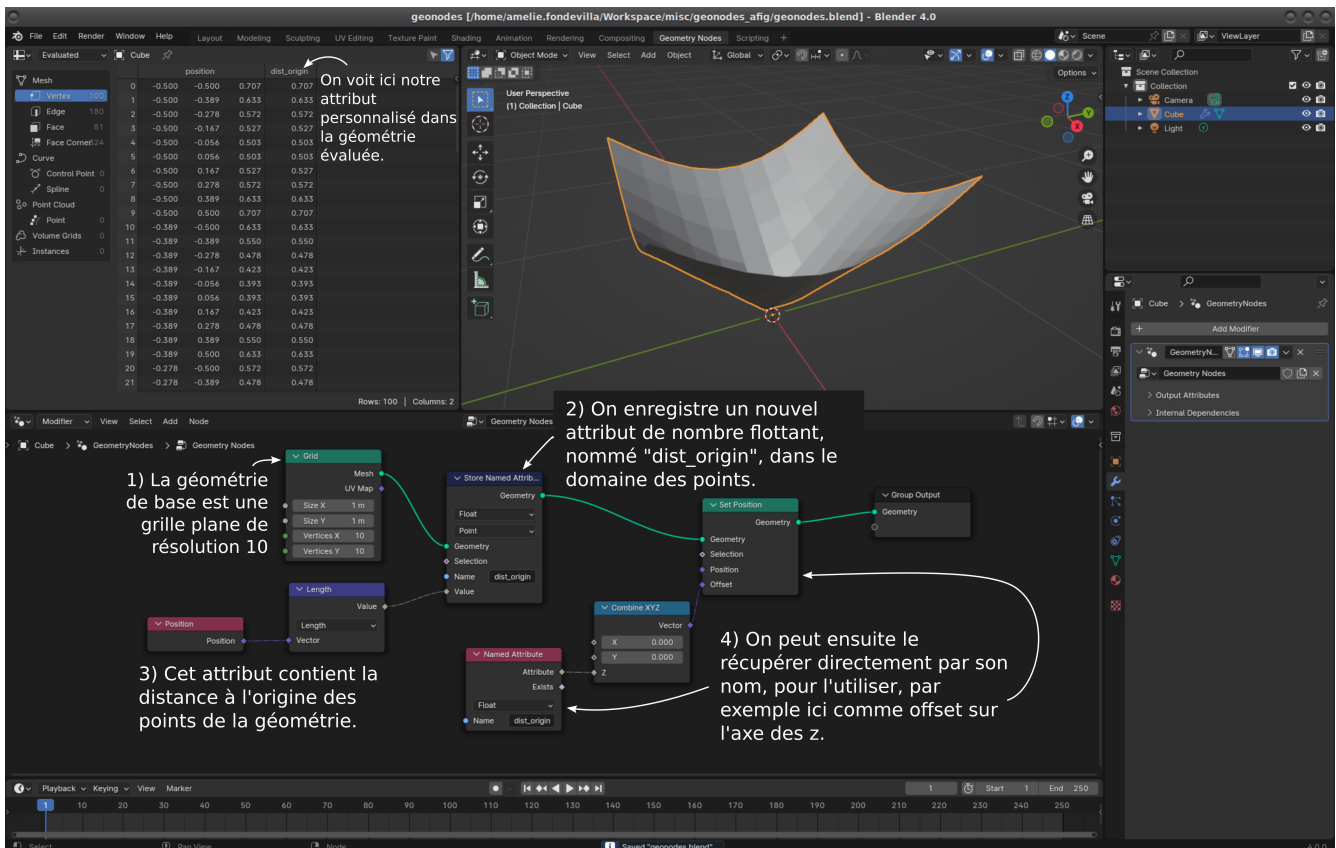


Figure 4: Exemple de stockage et d'utilisation d'attribut personnalisé.

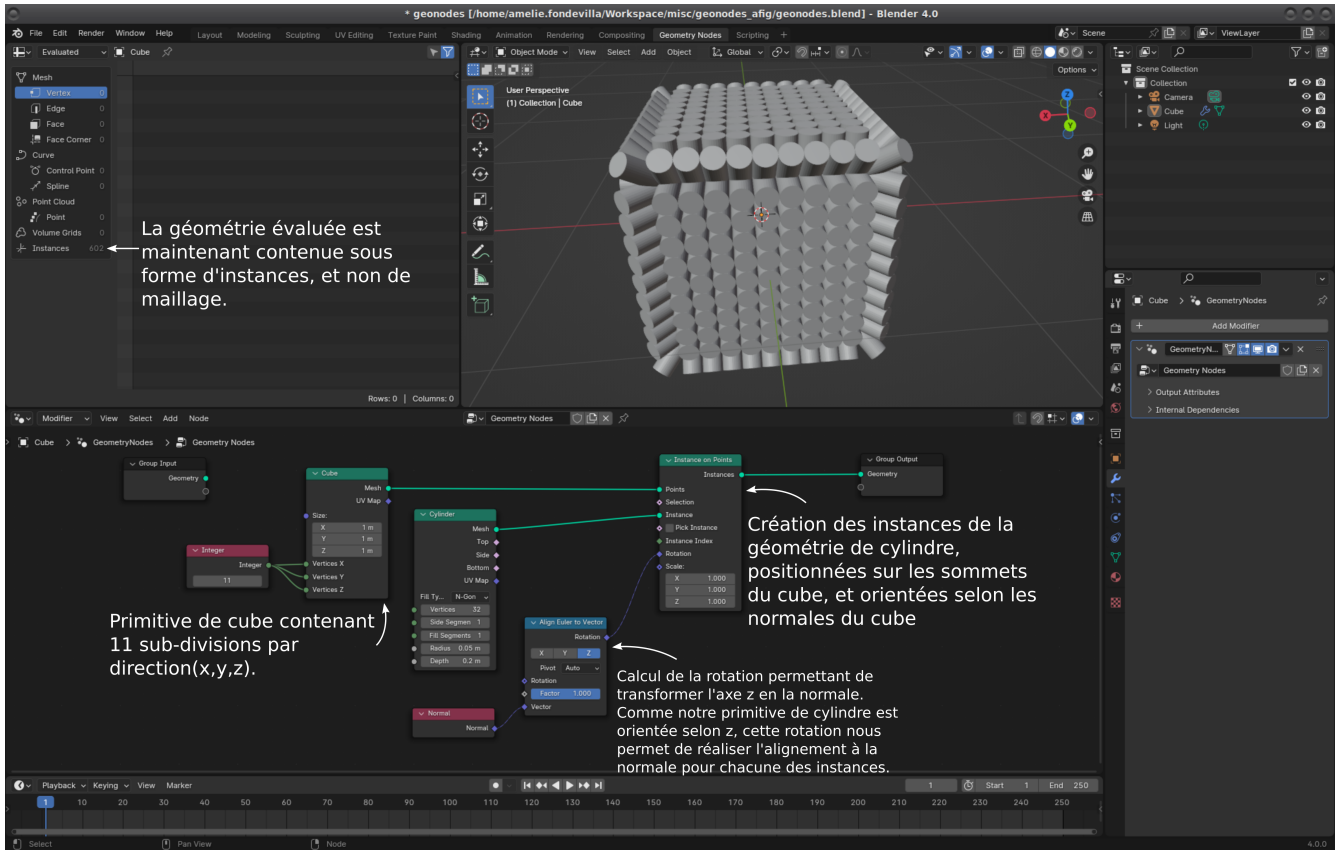


Figure 5: Un geometry node créant des instances de cylindre positionnés sur un cube, et orientés selon la normale de celui-ci.

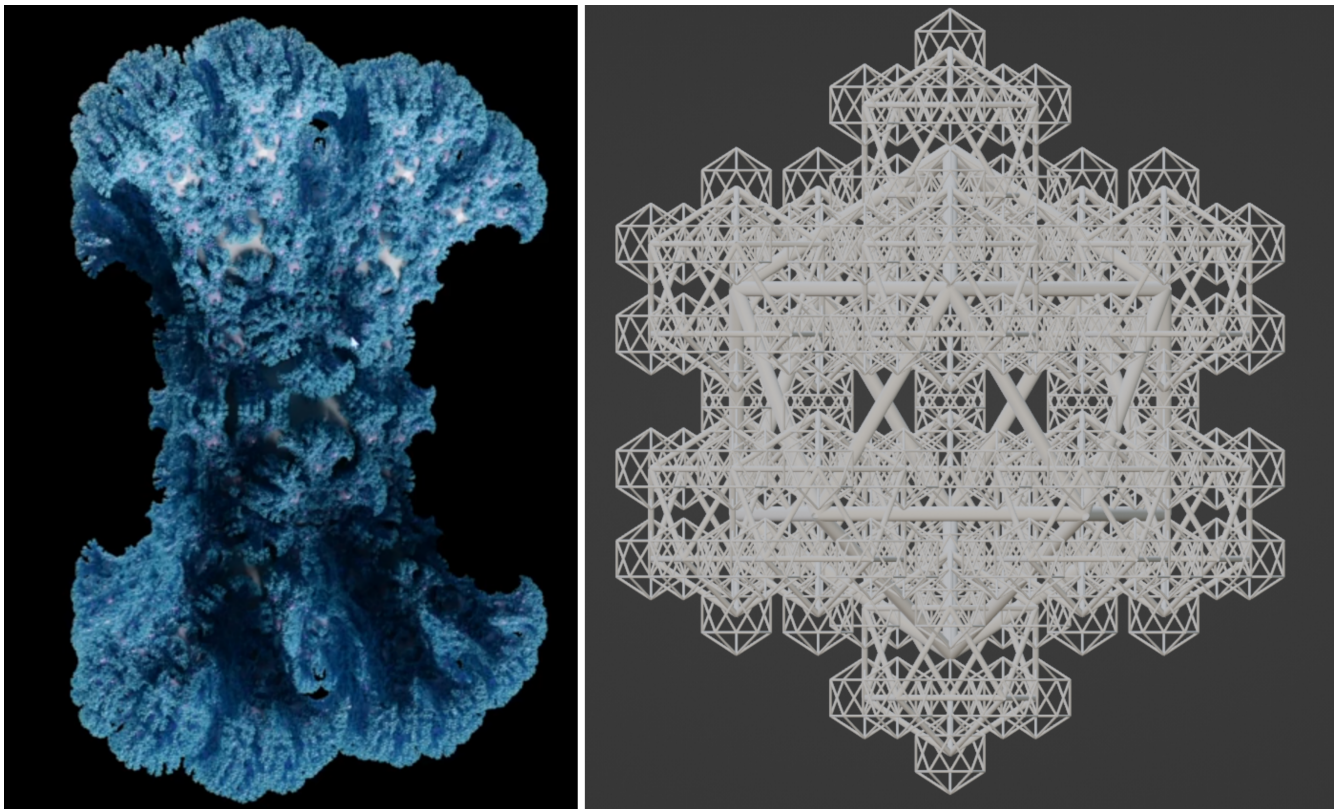


Figure 6: Deux exemples de fractales représentées par des geometry nodes. A gauche un modèle de brocoli (par Seanterelle), à droite un flocon de Koch\*.

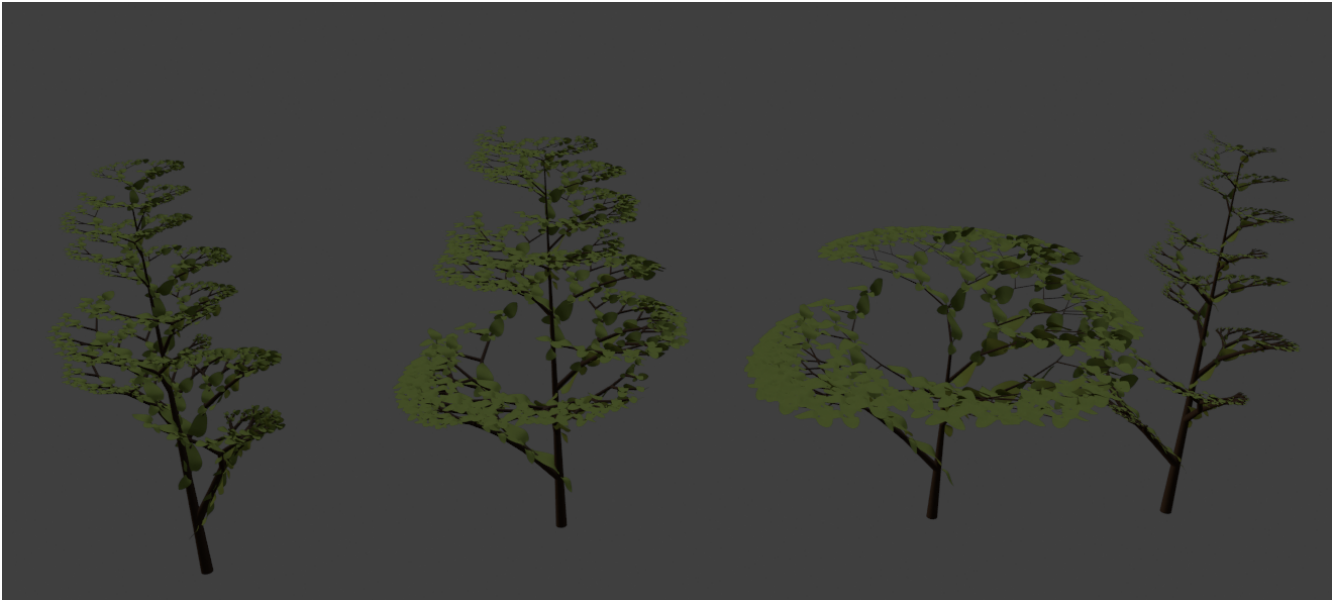


Figure 7: Arbres\* (basés sur le modèle de Honda)



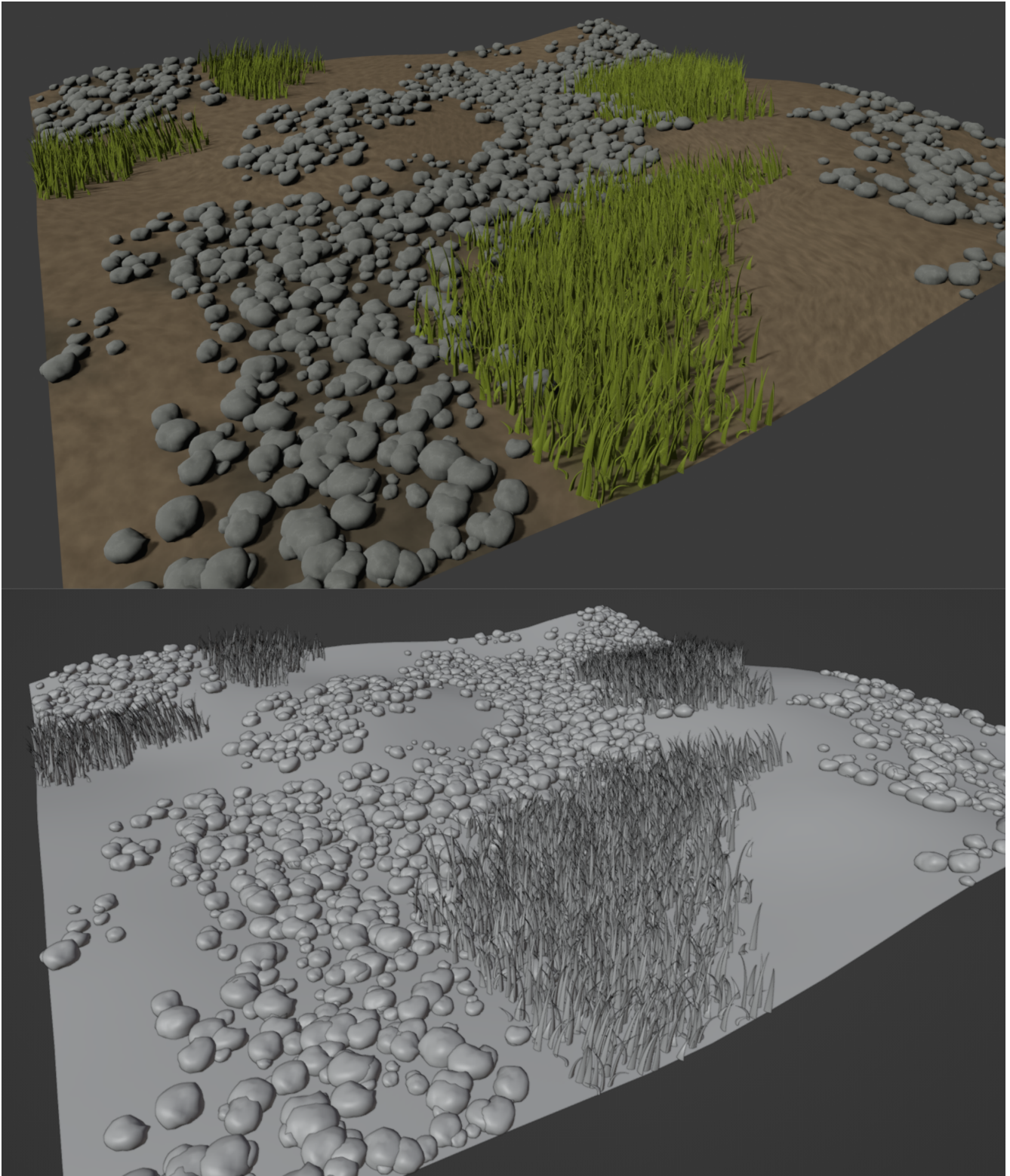


Figure 8: Modèle de terrain procédural \*

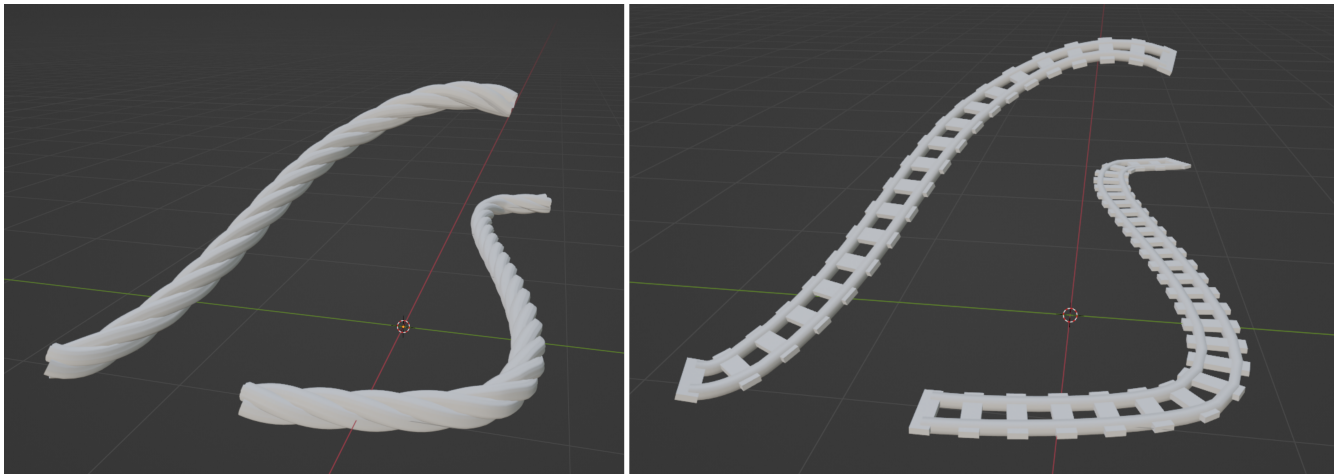


Figure 9: Deux exemples de modèles basés sur une courbe 3D : à gauche un modèle de corde\*, à droite un modèle de rails\*.

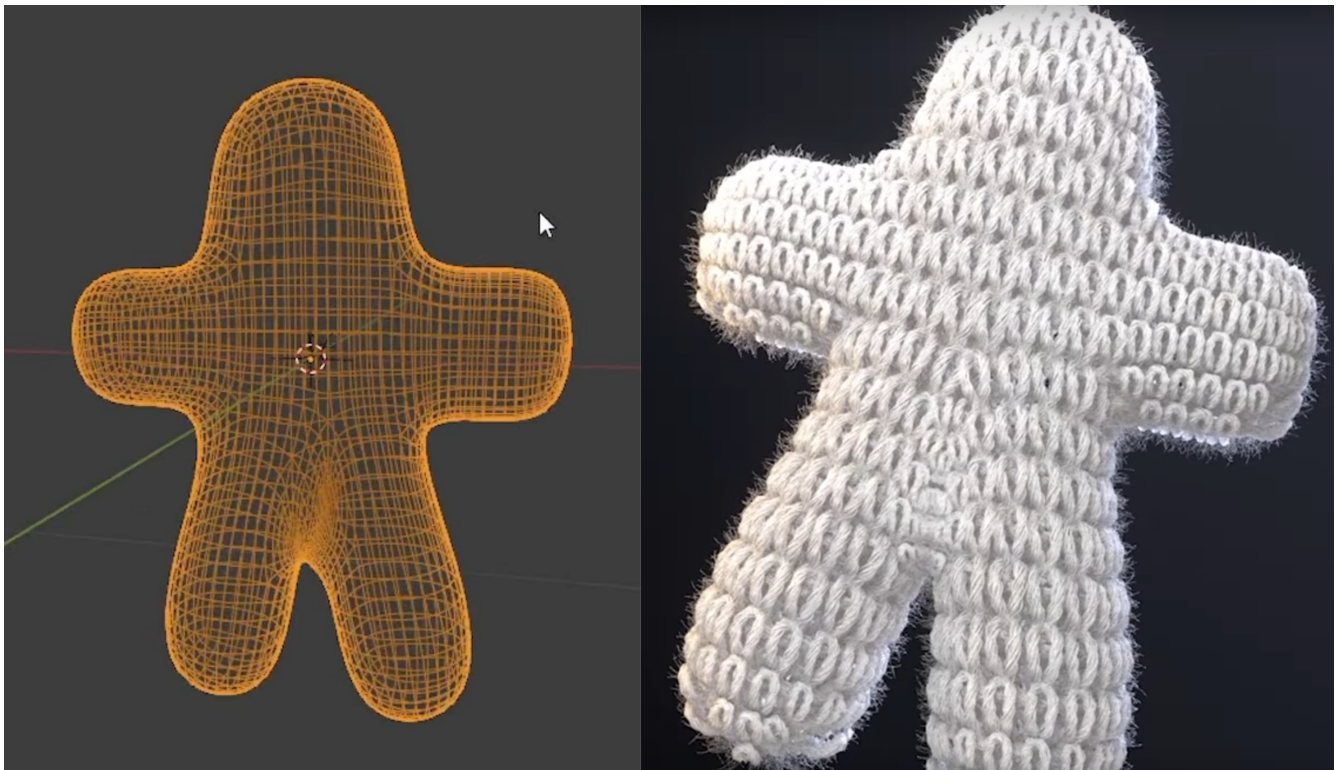


Figure 10: Maillage de base et modèle de tricot (par [Bradley Animation](#))