

# Génération et édition de terrains

Lev-Arcady SELLEM, Éric GUÉRIN, GEOMOD/LIRIS

Juin-Juillet 2017

## Le contexte général

Ce stage a eu pour but d'étudier certaines méthodes de génération procédurale de terrains de synthèse, et les moyens d'y ajouter un contrôle utilisateur. Actuellement, les méthodes utilisées dans ce domaine sont basées sur des simulations physiques (modélisation numérique des phénomènes d'érosion, des interactions entre terrains, végétation et climat ...), sur des techniques de raffinement d'esquisses tracées par l'utilisateur, ou sur des méthodes procédurales : analyse fréquentielle des terrains à créer (utilisation de bruits type bruit de Perlin, génération de terrains dans le domaine de Fourier...) et terrains de subdivision. C'est cette dernière approche qui est approfondie ici, à travers l'étude des terrains de subdivision et l'étude des réseaux hydrographiques.

## Le problème étudié

Ce stage s'est déroulé en deux temps :

- Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés aux différentes méthodes de subdivision fractale utilisées pour générer des terrains, notamment les méthodes appelées "Diamond-Square" et "Square-Square". Ces méthodes reposent sur l'ajout de bruit aléatoire à chaque étape d'un processus de subdivision, en partant d'un terrain initial réduit à quelques points seulement. Dans la littérature, ce bruit suit toujours une distribution uniforme ; nous avons cherché à extrapoler, à partir de l'analyse statistique de terrains réels, d'autres lois utilisables, en espérant gagner en réalisme.
- Dans un second temps, en observant que les méthodes de subdivision fractales ne peuvent créer de réseaux (de rivières ou de crêtes) sur les terrains générés, nous avons cherché à générer d'abord ces réseaux, pour, de là, reconstruire le reste du terrain.

## La contribution proposée

- Concernant les méthodes de subdivision fractale, nous avons montré que, bien que notre analyse mette en évidence une loi de décroissance biquadratique pour le bruit, changer cette loi dans le processus de génération a un effet indécidable à l'oeil nu. Qui plus est, cela peut même au contraire accentuer les artefacts visuels lors de l'utilisation du Diamond-Square. Étant donné que, d'un côté, des modifications moins coûteuses et plus aisées à mettre en place comme une simulation grossière de l'érosion ont un effet bien plus probant, et de l'autre, les méthodes de subdivision fractale échouent dans tous les cas à générer des caractéristiques cruciales pour un rendu réaliste (rivières, crêtes, etc.), l'équipe a décidé d'abandonner cette voie.
- Concernant les méthodes de DLA, l'état de l'art existant utilisait un DLA sur grille carrée régulière, contraint par des mécanismes probabilistes pour forcer le réseau obtenu à partager certaines caractéristiques des réseaux réels. Nous avons montré qu'en modifiant la

géométrie de la grille sous-jacente, on peut obtenir un meilleur résultat sans faire intervenir de probabilités, simplifiant donc l'algorithme ; nos efforts se sont portés sur des DLA sur terrain continu et sur grille hexagonale.

## **Les arguments en faveur de sa validité**

Dans ce domaine, il n'y a pas encore de métrique largement reconnue pour juger de la qualité d'un terrain, autre qu'un jugement visuel. Les techniques que nous avons mises en places permettent d'améliorer significativement le réalisme des terrains obtenus en ce qu'ils contiennent des caractéristiques (notamment rivières et lignes de crêtes) qui n'étaient pas accessibles avec les modèles initiaux.

De plus, en nous affranchissant des mécanismes probabilistes dans le processus de DLA, cela ouvre la voie à l'utilisation de probabilités pour contraindre le réseau à croître dans des directions privilégiées, ce qui aurait auparavant interféré avec les contraintes probabilistes inhérentes à sa croissance.

Enfin, nos méthodes s'exécutent en temps raisonnable sur un ordinateur personnel (une dizaine de seconde pour un terrain comme ceux présentés dans le rapport), ce qui permet effectivement une interaction et un contrôle direct de l'utilisateur.

## **Le bilan et les perspectives**

Durant ce stage, nous avons donc montré que la piste initialement explorée par l'équipe GEOMOD sur la méthode DiamondSquare menait à une impasse, et nous avons améliorée une technique existante de génération de réseaux hydrographiques à partir de DLA, couplée à une technique nouvelle de génération de terrains à partir de leurs réseaux hydrographiques. Il serait intéressant de voir si cette méthode s'étend à d'autres structures étudiées pour leur rapport aux réseaux hydrographiques réels ; les L-systèmes stochastiques et les RRT (rapidly exploring random tree) sont de bons candidats.

Toutefois, cette technique repose sur l'utilisation d'un réseau de neurones, qui limite donc le contrôle utilisateur à une gestion globale de la répartition des caractéristiques du terrain, l'empêchant de spécifier des contraintes locales.

Enfin, la mise au point d'outils de mesure quantitatifs reste une question largement ouverte dans ce domaine.