

Génération de terrains par processus itératif :

Application à la génération d'îles coralliennes

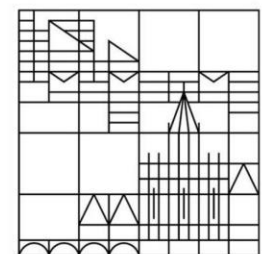
M. Hartley¹, L. Barthe², B. Benes³, O. Deussen⁴, N. Faraj¹

¹ LIRMM, Université de Montpellier, France

² IRIT, Université de Toulouse, France

³ Université de Purdue, USA

⁴ Université de Constance, Allemagne



Génération de terrains virtuels

- Pour le cinema,
- Pour les jeux vidéos,
- Pour les simulateurs
- ...



Avatar : La voie de l'eau (2022). Réalisé par J. Cameron



Red Dead Redemption II (2018). Rockstar Studio



Pierre Ecornier-Nocca et al.. Authoring Consistent Landscapes with Flora and Fauna. ACM Transactions on Graphics, Association for Computing Machinery, 2021

Problématiques du sous-marin

- Géologie mêlée à la biologie
- De nombreux processus de vieillissements en jeu
- Tout élément interagit avec chaque élément
- Les simulations physiques sont complexes et peu maîtrisées



Darwin, C. (1842). *The structure and distribution of coral reefs - Chap I : Atolls or lagoon-islands*. In *The Structure and Distribution of Coral Reefs*.

Daly, R. A. . (1915). *The Glacial-Control Theory of Coral Reefs*. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*.

Davies, P. J., & Kinsey, D. W. (1977). *Holocene reef growth -- One Tree Island, Great Barrier Reef*. *Marine Geology*.

Droxler, A. W., & Jorjy, S. J. (2021). *The Origin of Modern Atolls : Challenging Darwin's Deeply Ingrained Theory*. *Annual Review Of Marine Science*.

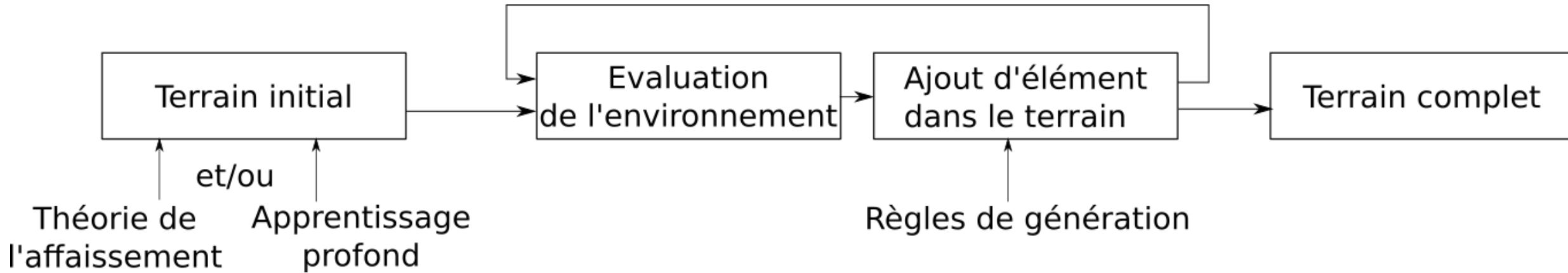
Liu et al. (2022). *The Formation of Atolls: New Insights From Numerical Simulations*. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*.

Méthode de génération procédurale de paysages

- Représentation sémantique
- Règles de génération par des experts
- Abstraction de simulations physiques

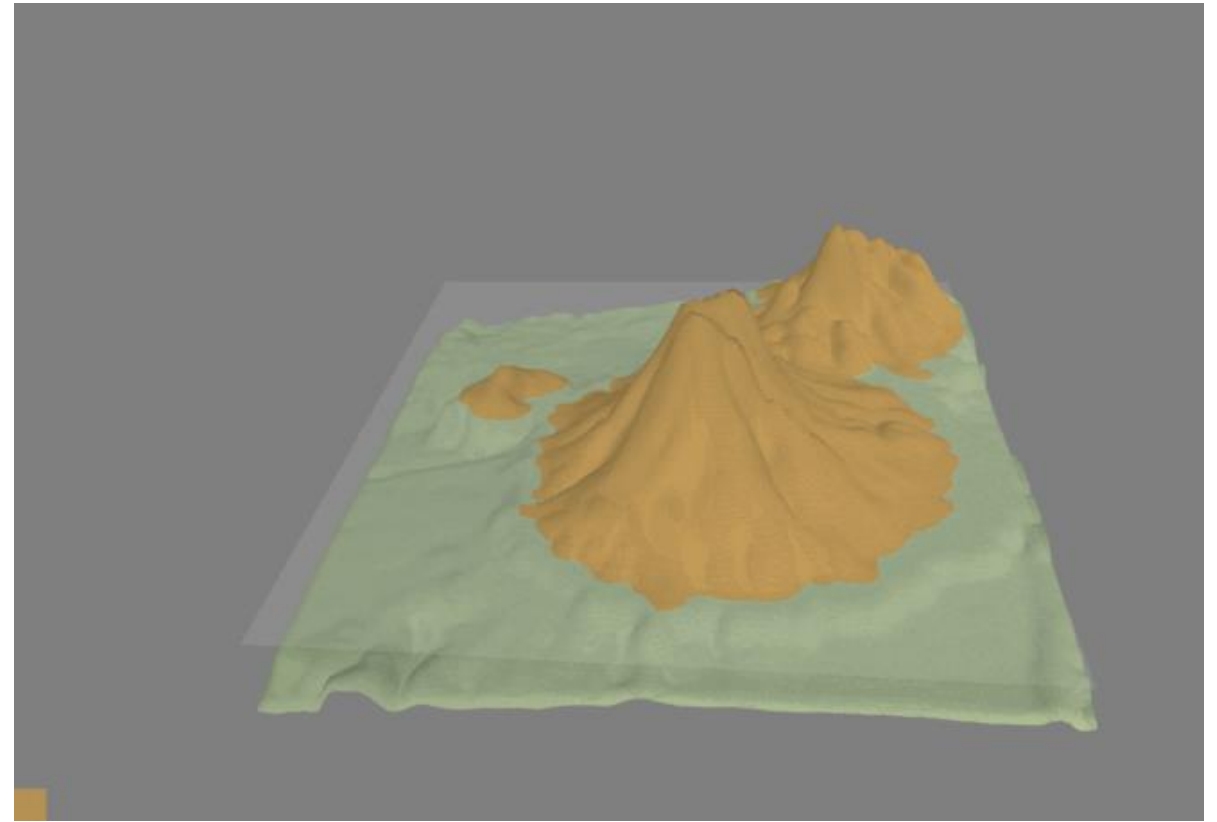
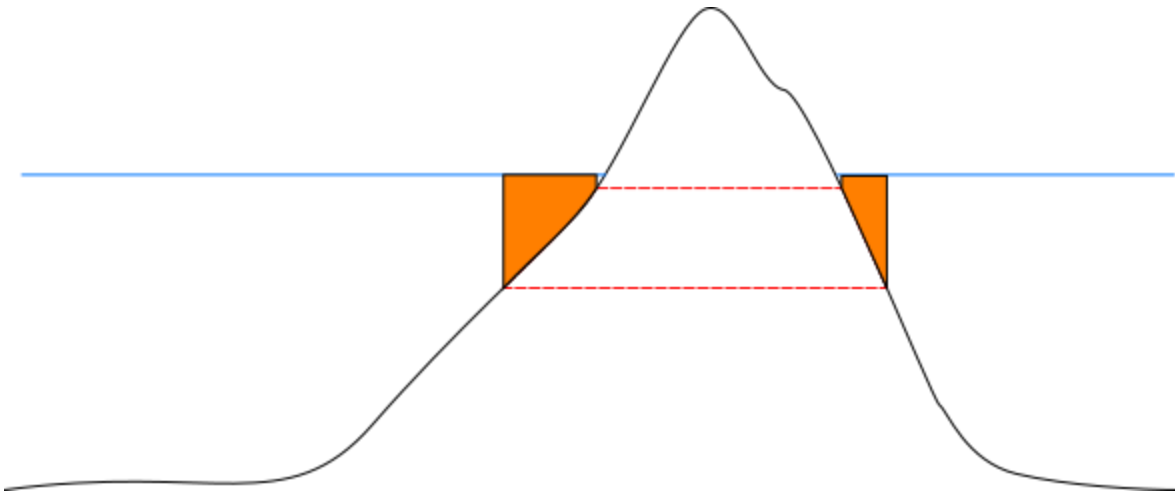


Pipeline



Formation de récifs de corail

Théorie de l'affaissement (Darwin)

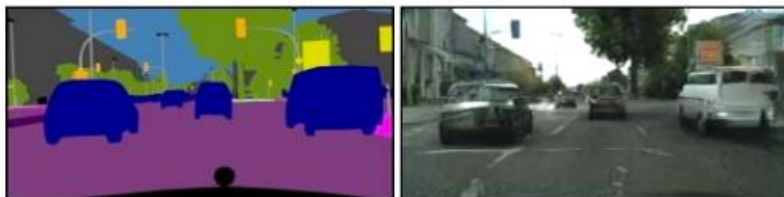


Darwin, Charles (1842), *The Structure and Distribution of Coral Reefs*. Being the first part of the geology of the voyage of the *Beagle*, under the command of Capt. Fitzroy, R.N. during the years 1832 to 1836

Utilisation de cGAN

Modèle pix2pix

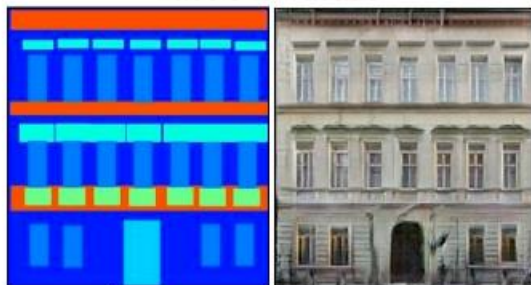
Labels to Street Scene



input

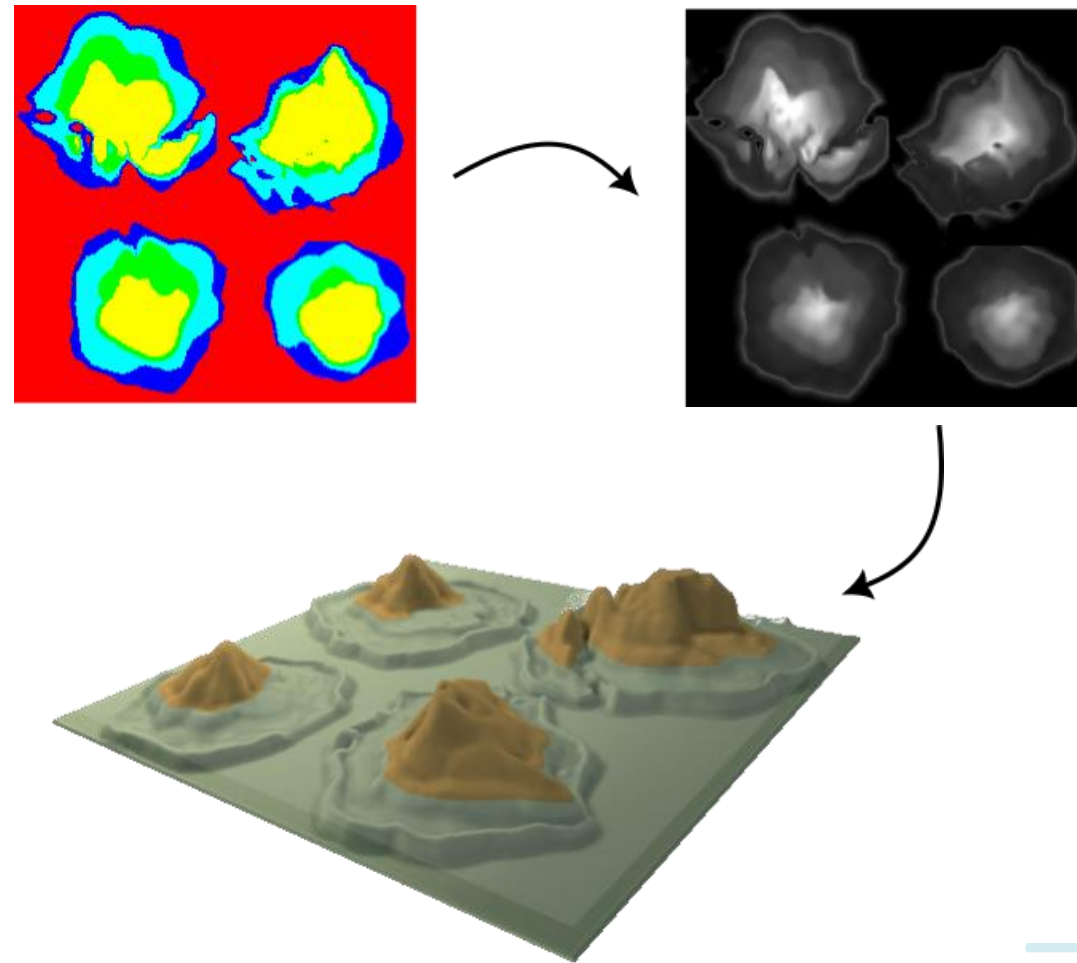
output

Labels to Facade

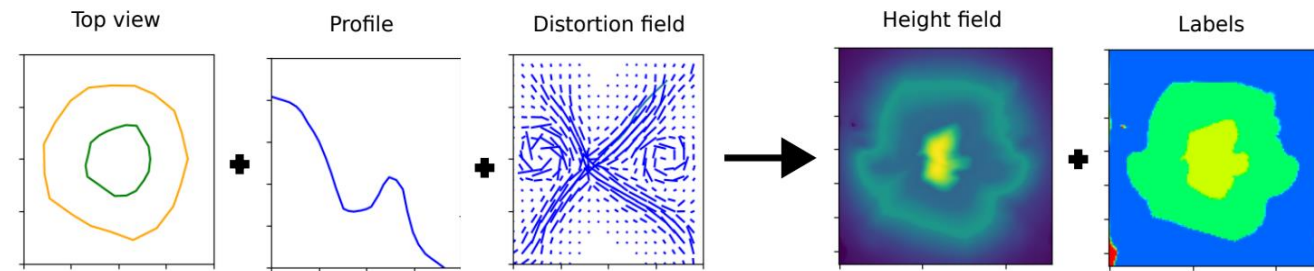


input

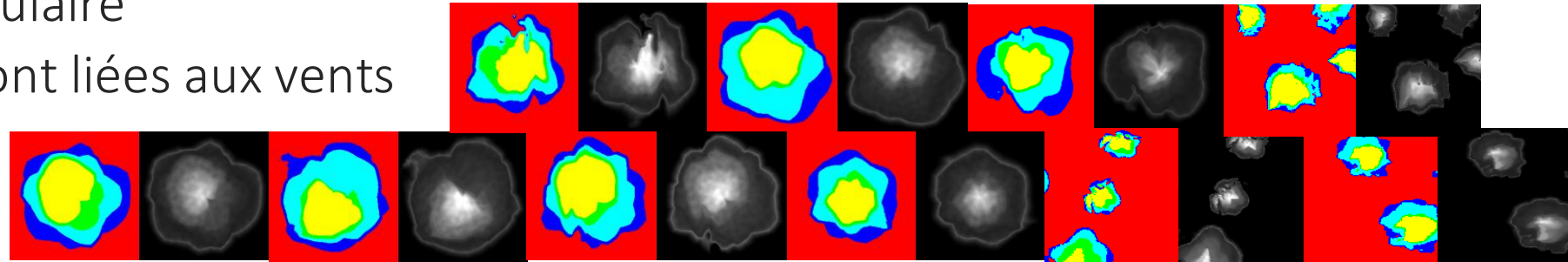
output



Utilisation de cGAN

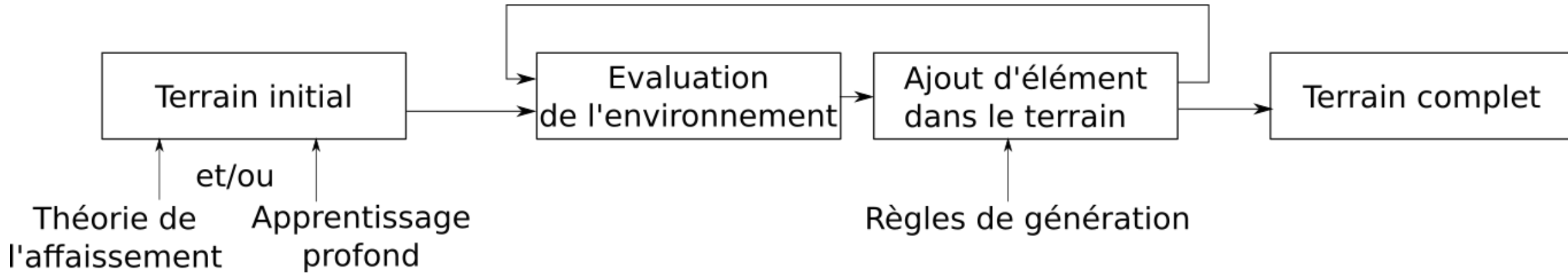


- Pas de donnée labellisée disponible -> création d'un jeu de données synthétiques
- Données observées :
 - Île globalement circulaire
 - Les déformations sont liées aux vents
 - Récifs entoure l'île
 - Le profil est connu



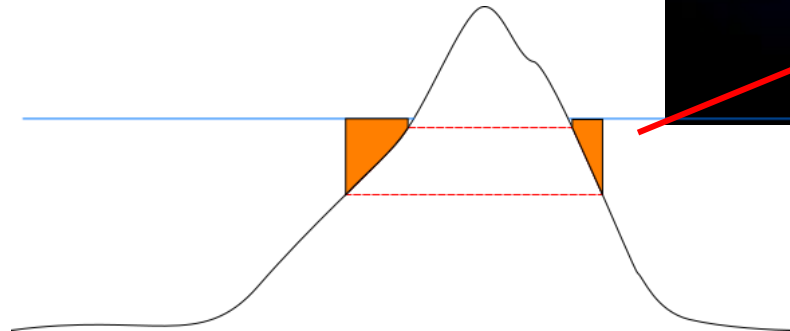
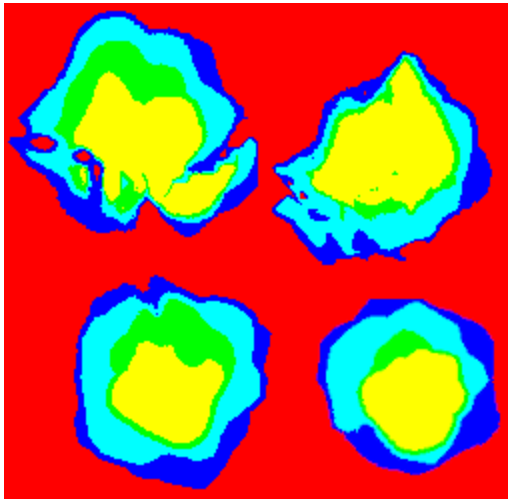
Pelletier, D. M. A. G. M. (2019). *Problèmes et méthodes de l'étude géomorphologique des récifs coralliens*.
Purkis, S. J. (2018). Remote sensing tropical coral reefs: The view from above. *Annual Review of Marine Science*.
Goldberg, W. M. (2016). *Atolls of the world: Revisiting the original checklist*. Atoll Research Bulletin
Terry, J. P., & Goff, J. (2013). *One hundred and thirty years since Darwin : ' Reshaping ' the theory of atoll formation*.

Pipeline

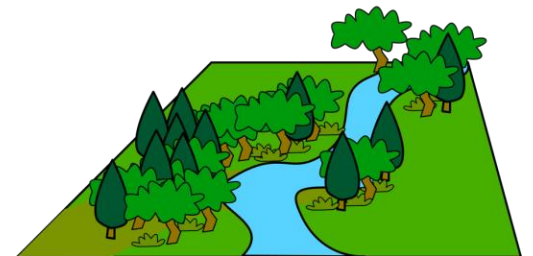
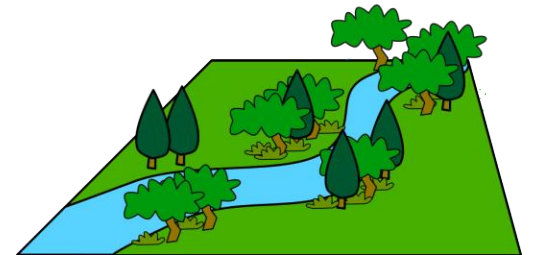
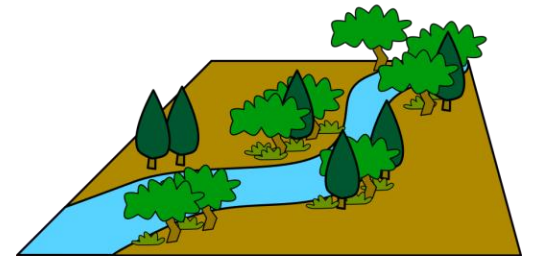
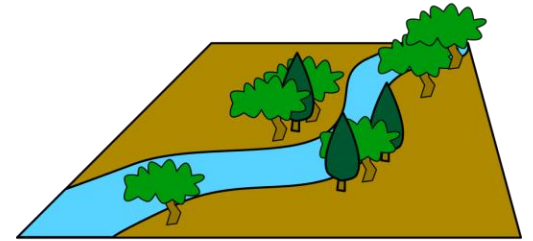
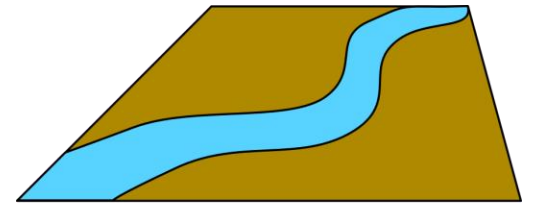


Méthode de génération procédurale de paysages

- Utilisation d'Objets environnementaux
- Interaction entre les Objets et l'environnement avec des règles de génération



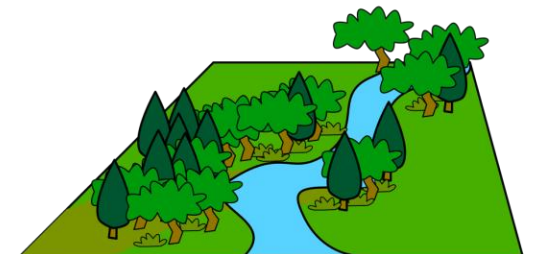
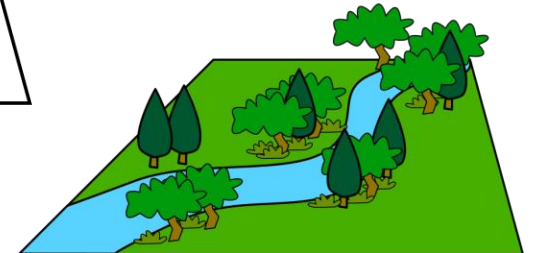
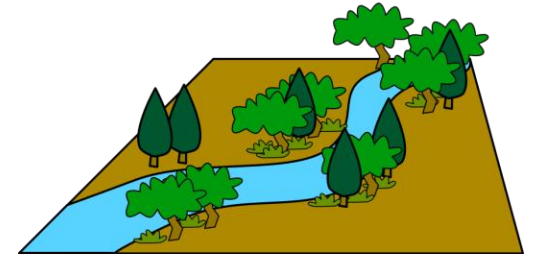
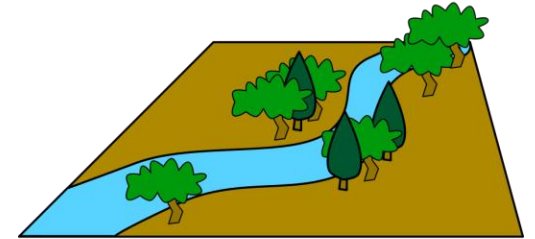
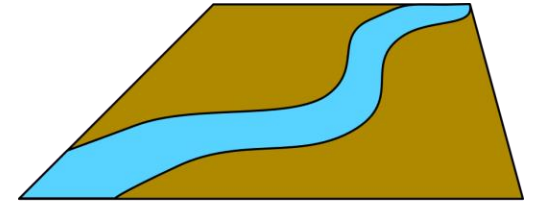
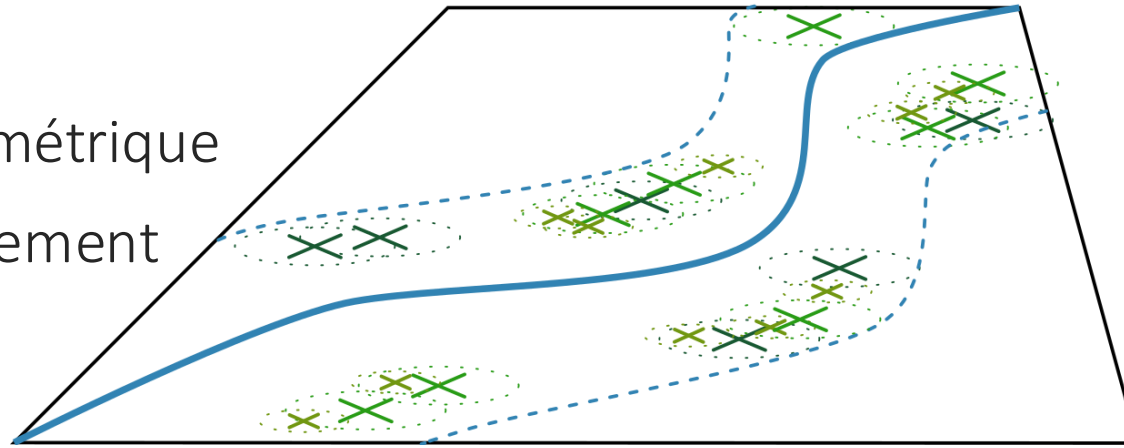
Objets environnementaux



Objets environnementaux

Définis par :

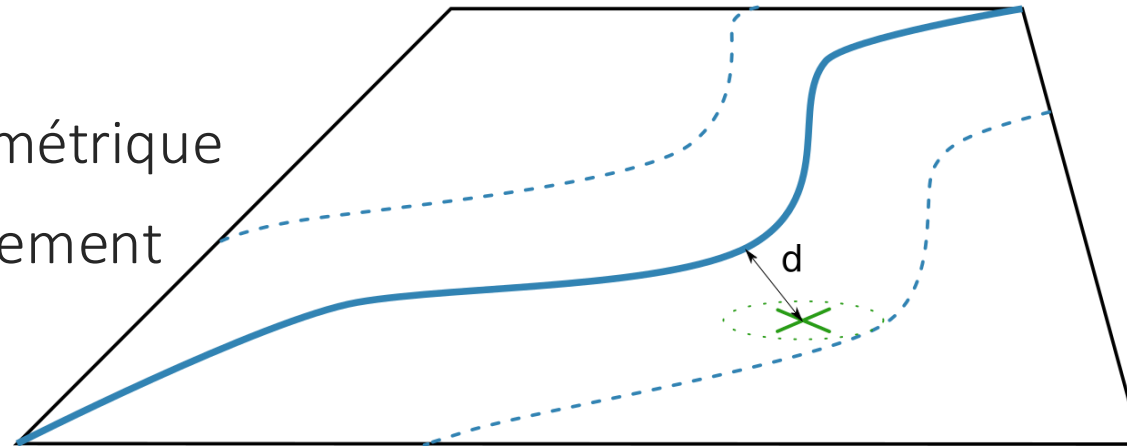
- Un squelette
- Une représentation géométrique
- Des effets sur l'environnement
- Une règle de génération



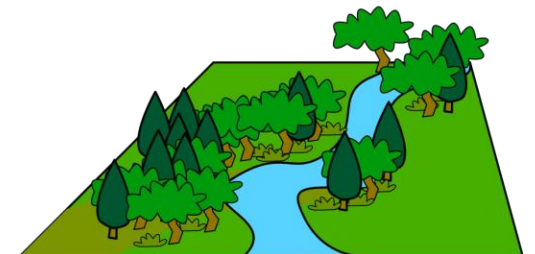
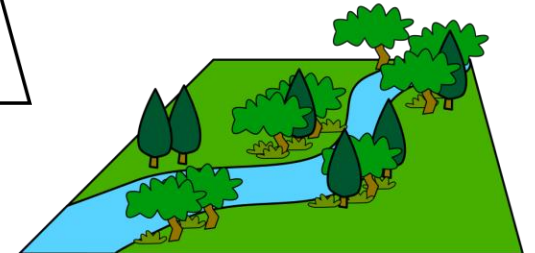
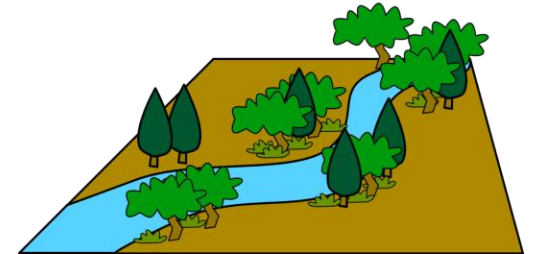
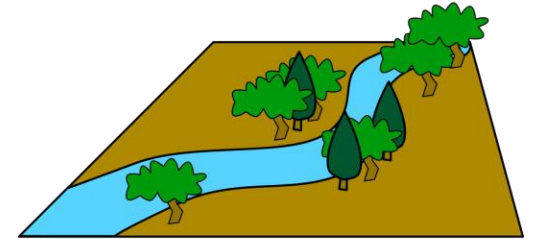
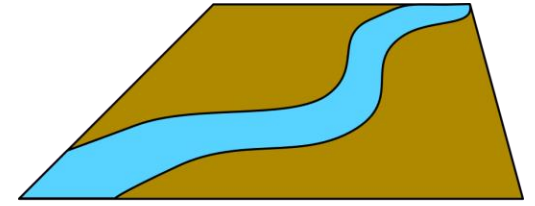
Objets environnementaux

Définis par :

- Un squelette
- Une représentation géométrique
- Des effets sur l'environnement
- Une règle de génération



$$f(p) = |dist(riviere, p) - 10m| - 100 \times hydratation(p)$$



Exemple

Terrain initial donné par un cGAN

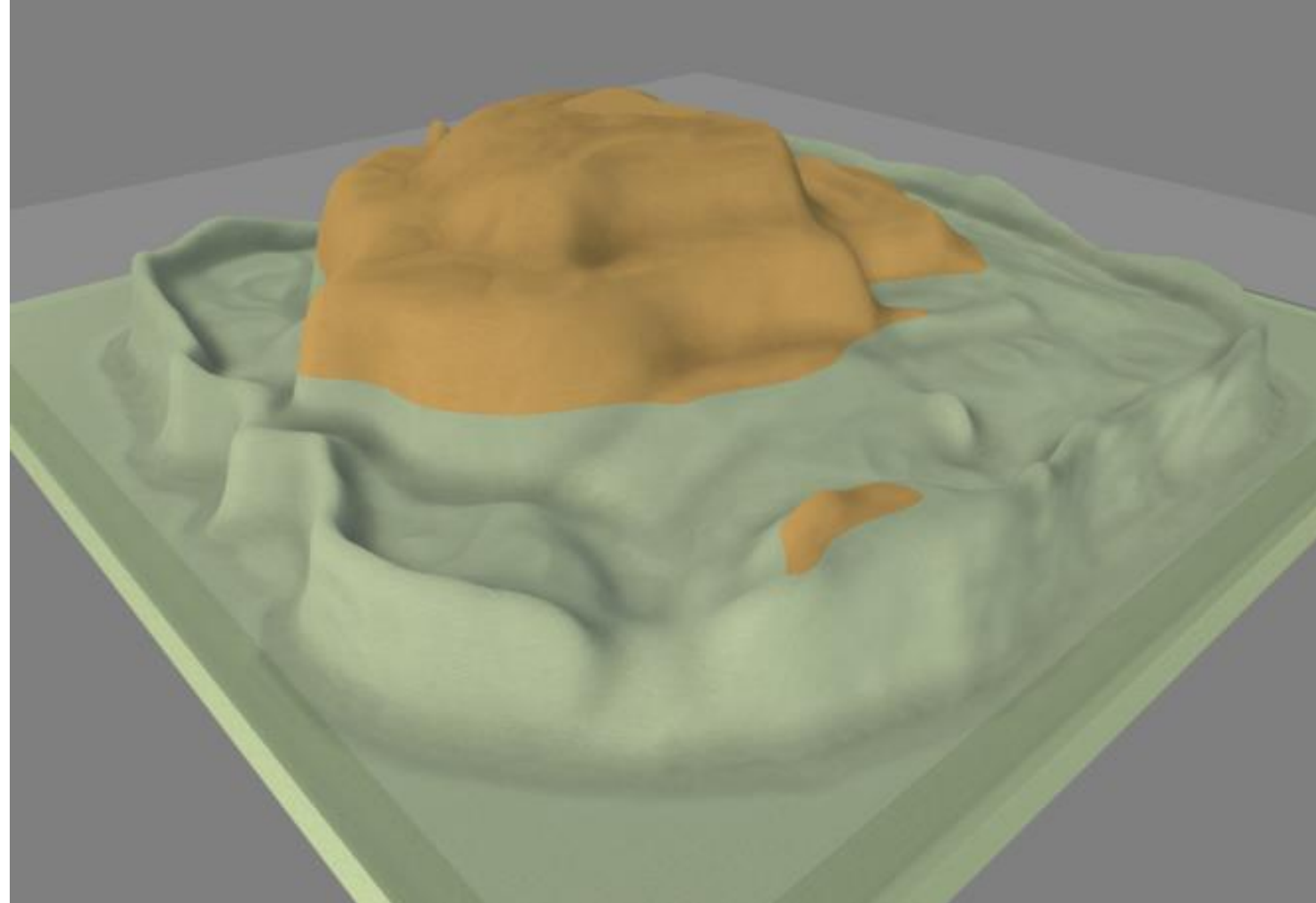
$$f_{passe}(\mathbf{p}) = dist(recif, \mathbf{p}) - \langle courant(\mathbf{p}), normale_{recif}(\mathbf{p}) \rangle$$

$$f_{delta}(\mathbf{p}) = dist(passe, \mathbf{p}) / ||courant(\mathbf{p})||$$

$$f_{motu}(\mathbf{p}) = dist(recif, \mathbf{p}) / vorticite(\mathbf{p})$$

$$f_{corail}(\mathbf{p}) = 1000 * sable(\mathbf{p}) - dist(recif)$$

$$f_{banc}(\mathbf{p}) = -\kappa_{ile}(\mathbf{p}) + dist(ile, \mathbf{p})$$



Conclusion

- Une représentation sémantique et clairesemée des éléments du paysage
 - Orientée phénoménologie
 - Injection de connaissances experts
 - Sans utilisation de simulation physique
- Plusieurs méthodes d'initialisation de la génération
 - Théorie de l'affaissement,
 - Utilisation de cGAN

Travaux futurs

- Pour l'instant, seule la création d'éléments est prise en compte
 - Utilisation des propriétés de l'environnement pour représenter l'érosion
 - Considération de fréquence de génération de chaque Objet
-
- Prise en compte de évènements ponctuels et de longue durée
(surrection et subsidence, hausse et baisse du niveau des eaux, tempêtes, ...)

Merci de votre attention

Des questions?